

F30
1951

XXXVIII

REUNION ANUAL

PROGRAMA COOPERATIVO CENTROAMERICANO PARA
EL MEJORAMIENTO DE CULTIVOS
ALIMENTICIOS Y ANIMALES

U. I

PROCCAMCA

Marzo 23-27 1992



MEMORIA

Maíz
Leguminosas y
Recursos Fitogenéticos

nicaragua

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACION DE GRANOS BASICOS

La publicación de este documento fue posible gracias al apoyo del Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica sobre los Granos en Centroamérica "PRIAG", bajo la ejecución de CORECA, con el apoyo del IICA y el financiamiento y asistencia técnica de la CEE.

El Programa tiene como una de sus estrategias de reforzamiento, la divulgación de información y conocimientos, producto de la investigación agronómica sobre granos básicos en los países del istmo.





MEMORIA

XXXVIII REUNION ANUAL

PCCMCA

**PROGRAMA COOPERATIVO CENTROAMERICANO PARA
EL MEJORAMIENTO DE CULTIVOS
ALIMENTICIOS Y ANIMALES**

NICARAGUA, 1992

INDICE

MESA DE MAIZ

Resoluciones, Conclusiones y Recomendaciones 1

GENOTECNIA VEGETAL

EVALUACION DE CULTIVARES I

Evaluación de Nueve Variedades Sintéticas en Once Localidades de Centro América. Proyecto Regional de Mejoramiento Integrado para Cobertura, Pudrición de Mazorca y Rendimiento de Maíz en Costa Rica 1992.
Carlos A. Caldera G. Leopoldo Pixley S. Kenneth Jiménez M. Carlos A. Salas. 3

Evaluación de Variedades Sintéticas de (*Zea mays L.*) Maíz en Once Ambientes Diferentes de Centro América 1991-A.
Luis Brizuela. Teodoro Dubón. Pedro Campos. Roney Reyes R. 12

Evaluación del Rendimiento de Híbridos Dobles Formados con Líneas de Maíz (*Zea mays L.*) de Cuba y Guatemala.
C.M. Torres. B. Valdés, O. Pérez. 22

Evaluación de Híbridos Experimentales de Maíz de Grano Amarillo (*Zea mays L.*) a través de Seis Localidades, Guatemala 1991.
Carlos Pérez Rodas, Mario Roberto Fuentes. 32

MEJORAMIENTO GENETICO II

Efectos de Aptitud Combinatoria General e Identificación de Híbridos Triples de Maíz de Grano Blanco, Centro América, Panamá y el Caribe. Programa Regional de Maíz, 1991.
Mario Fuentes, José Luis Quemé, Carlos Pérez. 39

MEJORAMIENTO GENETICO III

Desarrollo de Poblaciones Tropicales de Maíz con Resistencia a la Mancha de Asfalto en CIMMYT.
F. González Ceniceros, S. K. Vasal, G. Srinivasan y N. Vergara. 48

Evaluación de Ciclos de Selección para Resistencia al Achaparramiento en la Población 73.
A. Aguiluz y R. Urbina. 55

Estabilidad del Rendimiento y Reacción al Achaparramiento de Cultivares de Maíz Evaluados en Seis Ambientes de Centroamérica.
Róger Urbina A., Marvin Obando P. 62

Reacción de Familias de Hermanos Completos de la Población 76, al Achaparramiento del Maíz.
Marvin Obando O. Róger Urbina A., 74

Efectos Génicos y Heterosis en Variedades de Maíz (*Zea mays L.*).
Enrique Navarro Guerrero, Fernando Borrego Escalante. 79

Estimación de Parámetros Genéticos en una Población de Maíz Tropical. Oyervides García Arnoldo, Mariaca Peláez Jorge Manuel Francisco, De'León Castillo Humberto, Reyes Valdéz, Manuel Humberto.	84
Estrategia para Integrar Mejoramiento Poblacional con Desarrollo de Híbridos en el Germoplasma Tropical de CIMMYT. S.K. Vasal, F. González Cenicerros, G. Srinivasan, N. Vergara.	90
Uso del Análisis Espacial en Viveros de Mejoramiento de Maíz en Condiciones de Estrés por Nutrimientos. E.B. Knapp, H. Ceballos, S. Pandey.	100
Evaluación de Híbridos de Maíz (<i>Zea mays L.</i>) de Grano Blanco y Amarillo en Diferentes Ambientes México, Centro América, El Caribe y Venezuela. José Luis Quemé de León, Mario Roberto Fuentes López.	110
Rendimiento y Estabilidad de Híbridos de Maíz de Cruzas Simples Evaluadas Colombia, México y Centroamérica. G. Srinivasan, S.K. Vasal, F. González Cenicerros, H. Córdova, S. Pandey y N. Vergara.	128
 AGRONOMIA Y FISILOGIA. PRACTICAS CULTURALES	
Efectos de Nitrógeno y la Densidad de Plantas Sobre los Componente del Rendimiento en Maíz (<i>Zea mays L.</i>). Margarita Cuadra.	134
Influencia de la Ecología, Cultivos Antecedentes y Control de Malezas Sobre la Cenosis en el Maíz. Denis Salazar, Jurgen Pohlen Helmut.	138
Evaluación de Componentes Tecnológicos en el Cultivo de Maíz (<i>Zea mays L.</i>). Carlos Espinoza Molina, Guillermo Castillo C.	145
Labranza en Seco para el Control de <i>Cyperus rotundus L.</i> en Campos de Agricultores. Sandra Dinarte, Charles Staver, Charles Aker, Marvin Sarria, Reynaldo Martínez.	151
 VALIDACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA	
Validación de Tres Densidades de Población en Maíz (<i>Zea mays L.</i>). Alejandro Ponce Cortéz.	156
Fortalecimiento de la Capacidad Metodológica de Investigación de los Programas Nacionales de Maíz a través de la Capacitación. H.J. Barreto.	166
 PROTECCION VEGETAL. USO DE PESTICIDA	
Evaluación de Insecticidas de dos Sistemas de Aplicación para el Control de Gusano Cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en el Cultivo de Maíz. Cuyuta, Guatemala, 1991. Ing. Marco Antonio Dardón, Carlos Nicolás Pérez Rodas, Ing. Otto Francisco Dardón Cruz.	168

ESTUDIOS DE SISTEMAS

Efecto Residual de Intercalar Leguminosas Sobre el Rendimiento de Maíz (*Zea mays L.*) en Nueve Localidades de Centro América.

José Luis Zea.

173

Evaluación del Efecto de la Cantidad de Rastrojo en el Rendimiento de los Sistemas Maíz-Sorgo y Maíz-Frijol, Bajo Labranza Cero. El Salvador 1991.

Heriberto Soza, Oscar Gómez, Ana G. Alvarado, Sonia Bonilla, Héctor Barreto, Jorge Bolaños.

179

El Uso de Modelos de Simulación en el Diagnóstico de Riesgos y Formulación de Dominios de Recomendación.

E.B. Knapp.

188

PROTECCION VEGETAL

Diversidad Patogénica de *Colletotrichum lindemuthianum* en América Central.

Carlos Manuel Araya F., Marcial Pastor Corrales, María Mercedes Otoyá.

200

Tres Tipos de Labranza, Cultivares en Función de Bacteriosis (*Xanthomonas campestris*) como Manejo de La Enfermedad Bacterial.

Francisco Blanco B.

203

Control Integrado de Babosa y Mustia Hilachosa en el Sistema de Relevo.

N.D. Escoto, F. Rodríguez.

210

Aislamientos, Poblaciones y Patogenicidad de *Xanthomonas campestris p.v. phaseoli* en Semillas de Frijol.

R. Angeles Ramos, F. Saladín García, A. Figueroa, A. Mora.

217

Determinación de la Persistencia de *Xanthomonas campestris p v. phaseoli* Sobre Malezas en Campos de Frijol Infectados.

R. Angeles Ramos, Saladín García, Figueroa, Mora, Peña.

225

Determinación de la Eficiencia de Bactericidas a Base de Cobre en el Control de *Xanthomonas campestris p.v. phaseoli*.

Ing. Freddy Saladín G. Ing. Miguel Herrera, Ing. Ramón Jiménez R. Ing. M.S. Rosendo Angeles, Lic. Estela Peña Matos.

230

Determinación de Razas Fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* en Nicaragua.

Carlos Rava, Julio Molina C., Marianella Kauffman L., Ivania Briones.

240

Estudio Preliminar de las Enfermedades y Plagas en las Colectas de *Phaseolus spp* de México.

José S. Muruaga Martínez, Jorge A. Acosta Gallegos y Ramón Garza García.

248

MESA DE LEGUMINOSAS

Resoluciones, Conclusiones y Recomendaciones.

252

GENOTECNIA VEGETAL

Los Aspectos Climáticos y su Influencia Sobre el Frijol Común.

Moisés Blanco N.

255

Ensayo Preliminar de Rendimiento de Líneas Resistentes a Picudo de la Vaina <i>Apion godmani</i> W.	265
Felicitó A. Monzón, Juan José Soto D., Rafael Rodríguez.	
Avance de Resultados Ensayo Centroamericano de Adaptación y Rendimiento ECAR 1991.	271
Silvio Hugo Orozco, José Angel Vanegas.	
Rendimiento y Características Agronómicas de Frijol de Temporal en Generaciones Tempranas.	283
Rigoberto Rosales Cerna, Dora María Aguilera Charles, Jorge A. Acosta Gallegos.	
Evaluación de Variedades de Frijol Rojo (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en Masaya IV Región, Nicaragua.	289
José Benito Membreño Rivas.	
Resistencia al Ataque del Picudo del Ejote en Frijol <i>Phaseolus spp.</i>	295
Ramón Garza García, José S. Muruaga Martínez.	
Evaluación de Genotipos de Soya (<i>Glycine max</i> L. Merrer) y Cepas de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> con Potencial Comercial en Honduras.	301
E.S. Becerra, S.E. Viteri y J.C. Rosas.	
Hibridación Natural y Métodos de Polinización Manual en <i>Phaseolus coccineus</i> L.	307
José S. Muruaga Martínez, Francisco Cárdena Ramos, Jorge A. Acosta Gallegos.	
Resultado del ECAR de Variedades de Frijol de Semilla de Color Negro y Rojo Pequeño.	312
Benito Faure Alvarez, Juan Manuel Serrano Hernández.	
Correlaciones Genotípicas, Fenotípicas y Ambientales en Variedades de Soya para Grano.	317
Elio Moseley Moré.	
Resultados del VIDAC de Variedades de Frijol de Semillas de Color Negro y Rojo Pequeño.	321
Benito Faure Alvarez, Juan Manuel Serrano Hernández.	
AGROTECNIA VEGETAL	
Fundamentos Agronómicos del Control de Malezas en Soya.	324
Helmut Eiszner.	
Digestibilidad e Inhibidor de Tripsina en Cuatro Tipos Comerciales de Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).	330
Carmen Jacinto-Hernández, Albino Campos-Escudero.	
Caracterización del Sistema Radical y Contenido de Acido Abscísico en Variedades de Frijol Adaptadas a Temporal.	337
Arnulfo Pajarito Ravelero, Jorge A. Acosta Gallegos.	
Caracterización de Cuatro Variedades de Frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> por sus Cualidades Físicas y Nutricionales.	355
Carmen Jacinto Hernández, Guillermo Carrillo Castañeda, Albino Campos Escudero.	

Densidad de Población en Soya de Ciclo Intermedio Variedad "Williams 82".

Manuel Sánchez Hernández, Jorge Betancur M., Manuel Irañeta I., Lorenzo Barreiro A.

364

Potencial de Frijol de Abono para Incrementar la Producción de Granos Básicos en Terrenos de Ladera.

S.E. Viteri y J.R. Andino

370

Patrones de Sistema Radical en Frijol de Diferente Tipo de Grano Adaptados a Condiciones de Temporal.

Arnulfo Pajarito Ravelero, Jorge A. Acosta Gallegos.

375

MESA DE RECURSOS FITOGENETICOS

Resoluciones, Conclusiones y Recomendaciones.

388

Evaluación de 16 Cultivares de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.) Colectadas en Nicaragua.

Esmeralda Cerrato Jirón.

389

Colecta y Caracterización de Raíces y Tubérculos.

Gustavo A. Portillo.

395

Evaluación Comparativa de Ocho Variedades Criollas de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.) Recolectadas en Nicaragua.

Ing. Juan Avelares Santos.

399

Caracterización de Seis Variedades de Maíz Nicaragüense y la Variedad Mejorada NB-6 en Varios Ambientes.

Daniele Marini, Carlos Loáisiga C., Alvaro Benavides G.

404

Caracterización y Evaluación Preliminar de 30 Cultivares de Maíz (*Zea mays* L.) Colectados en Nicaragua.

Carlos H. Loáisiga Caballero.

409

Caracterización y Evaluación Preliminar de 15 Cultivares de Maíz (*Zea mays* L.).

Alvaro Benavides González, Daniele Marini.

412

Agrupación Preliminar en Germoplasma de Frijol (*Phaseolus spp.*) para Nicaragua.

Alvaro Benavidez, Vidal Marín F. Juan Avelarse S.

415

Incidencia de Costra (*Sphaceloma persae Jenkins*) en Germoplasma de Aguacate (*Persea americana Mill*) Bajo Infección Natural.

Reinaldo Laguna Miranda.

421

Microtuberización de dos Variedades de Papa (*Solanum Tuberosum* L.) en Cinco Variedades del Medio Murashige y Skoog (1962).

Marbell Aguilar M., Javier Cruz Marín.

426

**RESOLUCIONES, CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES
DE LA MESA DE MAIZ EN LA XXXVIII
REUNION ANUAL DEL PCCMCA
MANAGUA, NICARAGUA, 23-27 MARZO DE 1992**

La mesa de trabajo estuvo presidida por los ingenieros Róger Urbina, Presidente y Mario Roberto Fuente, secretario.

La presentación de trabajo se inició el día 23 de marzo a las 16:00 horas y finalizó el jueves 26 a las 18:00 horas. La asistencia promedio fue de treinta personas por día. Se presentaron un total de 32 trabajos, los cuales estuvieron agrupados en las siguientes disciplinas:

DISCIPLINAS N°. TRABAJOS

Protección Vegetal	2
Agronomía Fisiología y Nutrición	13
Mejoramiento Genético	16
Validación y Transferencia	1
TOTAL	32

RESOLUCIONES

- 1- Agradecer profundamente al pueblo y Gobierno de Nicaragua por la calurosa acogida que se le brindó a todos los participantes en la XXXVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano de Cultivos y Animales (**PCCMCA**), que se celebró en Managua, Nicaragua del 23 al 27 de Marzo de 1992.
- 2- Presentar el más efusivo y sincero agradecimiento a los miembros del Comité Organizador y muy especialmente al Ing. Mario Hannon Jr., al Lic Byron Miranda y al Ing. Laureano Pineda por su motivación y entusiasmo, los cuales determinaron el éxito de esta reunión.
- 3- Agradecer a todos los Centros Internacionales, Organismos Regionales del área y a las Compañías Privadas por su apoyo y participación en el evento.
- 4- Expresar nuestro sincero agradecimiento a : COSUDE (Cooperación Suiza Para el Desarrollo), por el apoyo económico brindado al programa Regional del CIMMYT, tanto para la realización de este evento, como para la ejecución de los proyectos colaborativos del área Centroamericana, Panamá y el Caribe.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los trabajos presentados en la XXXVIII Reunión Anual se concluye:

Que las recomendaciones emanadas en la mesa de trabajo de la XXXVIII Reunión Anual celebrada en

Panamá, no fueron consideradas, especialmente en lo que corresponde a la presentación de datos climatológicos que deberían acompañar los ensayos de estabilidad de cultivares o de prácticas agronómicas.

2. Es evidente el éxito obtenido en el mejoramiento genético para la obtención de híbridos de maíces blancos y amarillos, por los Programas Nacionales y compañías privadas, obteniéndose incrementos significativos en el rendimiento del grano y características agronómicas superiores.
3. La evaluación de diferentes métodos de uso de leguminosas intercaladas en el cultivo del maíz ha demostrado la importancia de éstas a nivel regional y los resultados, demuestran respuesta positiva en función de la residualidad a través del tiempo.
4. La colaboración horizontal entre los diferentes países de la región a través de los proyectos colaborativos en mejoramiento y agronomía ha contribuido notablemente a formar e identificar germoplasma con tolerancia a factores adversos bióticos y abióticos, así como el desarrollo de prácticas agronómicas con ventajas comparativas de uso en los diferentes sistemas de producción.
5. Se acordó que el ensayo uniforme de evaluación de Híbridos de maíz del PCCMCA se dividirá en dos tipos de experimentos agrupándolos de acuerdo al color del grano. El país encargado de preparar el ensayo e informe respectivo será Nicaragua. Con la finalidad de mejorar la calidad de los experimentos, es necesario que los programas nacionales y compañías privadas realicen y envíen certificados fitosanitarios y prueba de germinación y vigor de laboratorios acreditados. La cantidad de 4 Kilos de semilla por cada material, deberá enviarse como fecha límite el 30 de Abril a la siguiente dirección: Ing. Róger Urbina Algabas C.N.I.G.B. Km 14.5 carretera Norte teléfono y fax 31971 Managua, Nicaragua, América Central.
6. De acuerdo a la programación de trabajos a exponer únicamente se presentó el 60% debido a inasistencia del expositor correspondiente y/o traslado a otra mesa; lo cual alteró la programación respectiva.
7. Los paneles programados durante la reunión, no se ajustaron al tiempo estipulado, lo cual alteró y limitó el tiempo de exposición de los trabajos programados en la mesa.
8. De los trabajos presentados únicamente se recibió el 50% de los documentos en extenso.

RECOMENDACIONES

1. En vista del logro obtenido en el desarrollo de variedades e híbridos de maíz se recomienda a los Programas Nacionales promover campañas de transferencia de tecnología.
2. Continuar con el enfoque de sostenibilidad planteado en los proyectos colaborativos de agronomía y los resultados relevantes utilizarlos de manera inmediata en fase de validación y transferencia de tecnología.
3. Se considera que los trabajos de Socio-Economía se expongan en la mesa respectiva de cultivo como proceso de retroalimentación en la investigación.
4. Dado el bajo porcentaje de documentos en extenso recibidos en la mesa, se considera necesario que para tener derecho a la presentación oral previamente el expositor deberá entregar el documento respectivo.

Evaluación de Nueve Variedades Sintéticas en Once Localidades de Centroamérica. Proyecto Regional de Mejoramiento Integrado para Cobertura Pudrición de Mazorca y Rendimiento de maíz en Costa Rica 1992.

Carlos A. Caldera G., Leopoldo Pixley S., Kenneth Jiménez M, Carlos A. Salas. ¹

RESUMEN

La pudrición de mazorca causada por *Diplodia* sp y *Fusarium* spp es un factor adverso biótico que causa grandes pérdidas de rendimiento en Centroamérica siendo la resistencia genética una alternativa evitar estas perdidas.

A través del Programa Regional de maíz de CIMMYT para Centroamérica y el Caribe se elaboró este proyecto; se utilizó selección recurrente de líneas S1, y se generó variedades sintéticas de la población Los Diamantes 8043 y RPM x Tuxp C17.

En 1991 se evaluaron 8 variedades sintéticas de estas poblaciones una del CIMMYT y el B-833 como testigo, en once localidades de Centroamérica, con diseño de bloques completos al azar, las principales variables fueron: rendimiento, pudrición de mazorca, mazorcas descubiertas, días a flor, acame de raíz y tallo. El análisis combinado mostró diferencias altamente significativas para rendimiento, pudrición de mazorca, mazorcas descubiertas, días a flor y acame de raíz. En rendimiento hubo similar comportamiento entre B-833 (5172 kg/ha) y las siguientes variedades sintéticas: Sintética Diamantes 1990 (Loc. Honduras), Sint. RPM x C17 1990 (3 loc.) Sint. RPM x C17 1990 (2 loc. C.R), Sint. Honduras, Sint. Diamantes 1990 (3 loc.) y Sint. Diamantes 1990 (Loc. Honduras) con 5238, 5091, 4905, 4886, 4883 y 4866 kg/ha. respectivamente.

Para pudrición de mazorca el B-833 tuvo el más bajo porcentaje (8.29%) similar a el Sint. RPM x C17 1990 (2 loc. C.R). Para localidades hubo alto porcentaje de pudrición de mazorca en: (Panamá) con 23.41, 24.18 y 19.14%.

INTRODUCCION

En los países en vías de desarrollo, hay una necesidad inmediata de obtener o mejorar variedades de mayor adaptación y que sean adoptadas por el agricultor, por lo que se creó en nuestra área un Programa Regional de Maíz para Centroamérica y el Caribe financiado por la Corporación Suiza para el Desarrollo (COSUDE) que desarrollan un esfuerzo integrado con el objetivo principal de contribuir a incrementar la producción y la productividad del cultivo en la región, para esto se continua en la búsqueda de genotipos superiores que llenen los requisitos necesarios

para así ofrecer al agricultor alternativas económicamente viables.

Además para dar respuesta al factor adverso de pudrición de mazorca en la región, causado por *Diplodia* sp y *Fusarium* spp. y que ocasionan bajos rendimiento en el cultivo, se estableció este proyecto de mejoramiento para buscar tolerancia a esa enfermedad.

Se inició con dos poblaciones: Los Diamantes 8043 y la RPM x C17 con el método de selección recurrente de líneas S1. Los resultados nos darán variedades sintéticas e híbridos de buena cobertura y tolerancia a pudrición de tallo y mazorca. Estos son caracteres de gran importancia económica que influyen en pérdidas post-producción y post-cosecha especialmente en áreas de precipitación pluvial y donde el agricultor deja su maíz por períodos prolongados (Jiménez et al 1991). Con base a esto el objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento y la adaptación de las variedades sintéticas generadas de 1988-1991 por el Programa Regional de Maíz para Centroamérica y el caribe.

REVISION DE LITERATURA

En la Costa Atlántica de Honduras, Costa Rica y Guatemala los agricultores siembran maíz bajo condiciones de alta precipitación y lo dejan en el campo por largos períodos, después de haber alcanzado la madurez fisiológica. Lo anterior ocasiona deterioro del cultivo causando pudrición de mazorca *Diplodia* sp y *Fusarium* spp: (Córdoba 1991), alcanzando pérdidas hasta de 20%. Las diferencias entre ambientes puede cambiar con frecuencia la magnitud del comportamiento a través de las diferentes localidades de prueba (Córdoba 1990).

La pudrición de mazorca puede presentarse en el campo(pre-cosecha y almacenamiento (post-cosecha) ocasionando grandes pérdidas al agricultor (Kenneth et al 1990). La selección de materiales resistentes constituyen un paso fundamental hacia la obtención de métodos apropiados de control (Salas 1972).

La selección recurrente para mejoramiento de las plantas fue sugerido por Hayes y Garber (1919). Para desarrollar variedades sintéticas, Jenkins (1940) propuso la selección recurrente a partir de líneas endocriadas.

Hallauer y Miranda (1981) señalan que cuando se

¹ Ing. Agrónomos. Estación Experimental Los Diamantes. Sección Investigaciones. Agrícolas del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa de Cereales Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica.

quiere seleccionar caracteres de baja heredabilidad deben utilizarse esquemas de mejoramiento que involucren líneas S1 o S2 ya que son eficientes para eliminar genes recesivos de letéreos.

Sprague y Eberhat (1977) indican que el progreso que se puede obtener en el esquema de selección recurrente de líneas es debido a la explotación de las varianzas de líneas $S1 = \text{Var. A} + 1/4 \text{ Var D}$.

Córdoba et al (1985) señalan que la selección recurrente permitió identificar familias que coincidieron en sus atributos agronómicos de perfecta cobertura y pudrición de mazorca y alto rendimiento los cuales dieron origen a sintéticos que podrán ser utilizados como variedades de polinización libre o como fuentes de buena cobertura y resistencia.

Jiménez et al (1990) obtuvieron un diferencial de selección para el carácter pudrición de mazorca de la población RPM x Tuxp C17 de 139% comparado con la población (100%) lo cual indica una ganancia en la acumulación de genes favorables para este carácter en la variedad experimental. Para la población Diamantes 8043 el diferencial observado para este mismo carácter fue de 140.8%.

Córdoba (1990) encontró correlaciones altas y negativas ($r=-0.48$) entre rendimiento y pudrición de mazorca, no existió asociación entre rendimiento y cobertura de mazorca en híbridos de maíz para 15 ambientes de Centroamérica.

Las variedades sintéticas son más adaptables a las condiciones del medio ambiente en zonas marginales que los híbridos simple y dobles, debido a su mayor variabilidad por lo tanto pueden ser más confiables que los híbridos en áreas de precipitaciones y suelos con gran variabilidad. (Llanos 1984, Jugenhemer 1985). Weber y Wricke (1990), mencionan que los genotipos que son evaluados en varios ambientes a menudo no muestran el mismo orden de rendimiento en todos los ambientes.

MATERIALES Y METODOS

Para este estudio se evaluaron seis variedades sintéticas derivadas del segundo ciclo de mejoramiento para resistencia a pudrición de mazorca, dos variedades derivadas del primer ciclo. Diamantes 8043 y Compuesto, RPM colección del Atlántico, un sintético del CIMMYT y como testigo el híbrido B-833, descritos en el Cuadro 1. Se evaluaron cuatro ensayos en Costa Rica dos en Guatemala, dos en Honduras, dos en El Salvador y uno en Panamá, con un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones por localidad. La unidad experimental fue sembrada en 4 surcos de 4 metros de largo a 25 centímetros de distancia entre plantas y entre surco 75 centímetros, para una densidad de 53000 plantas/ha.

Las variables experimentales estudiadas fueron rendimiento (al 13% de humedad), días a floración

pudrición de mazorca, cobertura de mazorca, acame de raíz y tallo.

El análisis de varianza para todas las variables de interés se calculó bajo el modelo de bloques al azar y combinado. Para las comparaciones entre medias se utilizó la prueba Duncan al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 2 y 3 se presentan los estadísticos estimados en el análisis de varianza para rendimiento y pudrición de mazorca por localidad. En rendimiento la localidad que obtuvo el C.V más bajo fue Alajuela, Costa Rica (9.69%) y en pudrición de mazorca. Guanacaste, Costa Rica (16.50%), estuvieron dentro de un rango de confiabilidad.

En el Cuadro 4 se presentan los estadísticos estimados en el análisis de varianza combinado para rendimiento y características agronómicas que son consideradas de importancia en este trabajo. La interacción variedad sintética-ambiente fue altamente significativa para rendimiento, pudrición de mazorca, acame de raíz, días a flor, lo que indica una respuesta diferente en algunas localidades. Se observa que en las variables: mazorcas descubiertas y acame del tallo fueron significativas.

Entonces los genotipos se comportaron igualmente en las once localidades.

Las medias de mazorcas descubiertas, acame de tallo y acame de raíz fueron bajas, no fueron un problema para las localidades, lo mismo en pudrición de mazorca (10.21%).

En el Cuadro 5 se presentan las medias de las características agronómicas de los 10 genotipos evaluados en los once ambientes. En cuanto al rendimiento, sobresalieron seis variedades sintéticas: Sint. Diamantes 8043 1990 (Loc. Honduras), Sint. RPM x CA (3 loc.), Sint. Diamantes 1990 (3 loc.) y Sint. Diamantes 1990 (2 loc. de C.R.), con: 5238, 5172, 5091, 4905, 4866, 4883 y 4866 Kg/ha respectivamente.

En pudrición de mazorca se mostró una variación de 8.30% a 12.06%, la variedad sintética que mostró mejor comportamiento a esta variable fue Sint. RPM x C17 (2 loc. de Costa Rica) con 8.98% y tuvo un comportamiento similar a B-833 con 8.29% (el más bajo).

Para las demás variables estudiadas, los valores obtenidos fueron bajos.

Los promedios de las variables estudiadas por localidad se presentan en el Cuadro 6. Las localidades de mejor rendimiento fueron: Guanacaste (C.R.), Alajuela (C.R.) con 6607 y 6305 Kg/ha respectivamente. En pudrición de mazorca presentaron alta incidencia: Guápiles (Costa Rica), San Andrés (San Salvador) y Barú (Panamá) con 23.41, 24.18 y 19.14% respectivamente.

En el Cuadro 7, se presentan las comparaciones de rendimiento y pudrición de mazorca de las variedades sintéticas y B-833 (testigo). En la mayoría de las localidades el Sint. RPM x C17 1990 (2 loc. de Costa Rica) tuvo un porcentaje de pudrición de mazorca inferior o similar al B-833. En las localidades de alta incidencia se nota que no hubo una respuesta en genotipo similar para cada localidad (Barú, Guápiles y San Andrés) o sea responde un genotipo diferente, en estos ambientes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los rendimientos más altos lo presentaron: Sint. Diamantes 8083 1990 (Loc. Honduras), Sint RPM x C17 1990 (3 Loc) Sint. RPM x C17 1990 (2 Loc. C.R.), Sint. Honduras, Sint Diamantes 8043 1990 (3 loc) y Sint. Diamantes 1990 (2 loc. C.R.), con 5238, 5091, 4905, 4886, 4883 y 4866 Kg/ha respectivamente, y comparados con el B-833 (5091 Kg/ha) fueron iguales estadísticamente.
2. En pudrición de mazorca el híbrido B-833 (testigo) obtuvo el porcentaje más bajo con 8.29%, comportamiento similar se dió con el sint. RPM x C17 1990 (2 Loc. de C.R.). Los valores a través de los ambientes fueron bajos, con una media de 10.21%.
3. Para las demás características los valores obtenidos fueron bajos. (mazorcas descubiertas, acame de raíz y tallo).
4. En tres localidades se presentó alta incidencia de pudrición de mazorca Barú (Panamá), Guápiles (Costa Rica) y San Andrés (A) (San Salvador) con 19.14, 23.41 y 24.18% respectivamente.
5. En las localidades de alta pudrición de mazorca la respuesta de los genotipos fue diferente. El Sint. RPMx C17 1990 (2 Loc. C.R.) no respondió, solo en aquellos donde la incidencia era menor.
6. Se recomienda continuar con la evaluación de variedades sintéticas para llegar a condiciones firmes.

LITERATURA CITADA

- Córdova, H. S. 1990. Respuesta diferenciales para rendimiento de híbridos de maíz evaluadas en ambientes contrastantes de Latinoamérica XXXVI Reunión Anual del PCCMCA Panamá marzo 1991.
- Córdova, H. S. 1991. Desarrollo y Mejoramiento de Germosplasma para resistencia a factores adversos bióticos y abióticos y producción de semilla estratégicas y logros 1986-1991. Programa Regional de Maíz para Centroamérica y el Caribe. 113 p.
- Hallauer, A. R., Miranda, T. B. 1981 Quantitative. Genetics in maize breeding. Selección Theory Iowa. State University Press, Ames IA 159-204 p.
- Hayes, H., Gaber, R. 1919. Synthetic production of high protein corn in relation to breeding. Journal American Society Agronomy 11:309-318.
- Jugenheimer, W. R. 1985. Maíz, Variedades Mejoradas, Métodos de Cultivo y Producción de Semillas. Editorial Limusa, 841 p.
- Jiménez, K., et al 1991. Avances del Proyecto Colaborativo Regional de Mejoramiento Integral para Cobertura, Pudrición de Mazorca y Rendimiento en Maíz. Costa Rica. Programa Regional para Centroamérica, Panamá y el Caribe. 113 p.
- Llanos, C. A. 1972. Experimentos en Maíces Local In Informe Anual de Labores de la Estación Experimental Agrícola. Fabio Baudrit M. 1971'1972. Universidad de Costa Rica 8 p.
- Sprague, G. F., Eberhart, S. A. 1977. Corn breeding. In G.F. Sprague. (ed), Corn and Corn Improvement American Society Agronomy Monograph No. 18, A. S.A. Madison WI, U.S.A. 774 p.
- Weber, W.F. and Wricke, G. 1990. Genotype by environment interaction and its implication in plant breeding. Symposium on genotypes by environment interaction and plant breeding. Ed manjit, S. Kang, LSU, Agricultural Center.

Cuadro 1. Sintéticos tolerantes a pudrición de mazorcas evaluados en centroamérica 1991

Entrada	Nombre	COLOR
1	Sint. Diamantes 8043 1990 (Loc. Hond.)	Blanco
2	Sint. PRM x C17 1990 (Loc. Hond.)	Blanco
3	Sint. Diamante 8043 1990 (Loc. Hond.)	Blanco
4	Sint. RPM x CA 1990 (2 Loc. C.R.)	Blanco
5	Sint. Diamante 8043 1990 (3 Loc.)	Blanco
6	Sint. RPM x C17 1990 (3 Loc.)	Blanco
7	Sint. Diam. 8043 1989 (2 Loc. C.R.)	Blanco
8	Sint. RPM x C17 1989 (2 Loc. C.R.)	Blanco
9	Sint. Honduras	Blanco
10	B-833 (Testigo)	

Cuadro 2. Estadísticos estimados en el análisis de varianza para rendimiento en 10 cultivares de maíz evaluados en 11 localidades de Centroamérica 1991.

País	Localidad	Código	C V	MDS	Media	F=0.05
Honduras	Amonita	9202	22.40	1727	5313	n s
Honduras	Danlí	9203			5642	
Guatemala	Cuyuta	9206	10.54	3398	4277	**
Guatemala	San Jerónimo	9207	13.33	1091	5698	**
Costa Rica	Alajuela	9208	9.69	886	6305	**
Costa Rica	Guácimo	9209	21.95	1131	2522	n s
Costa Rica	Guápiles	9210	19.92	1172	4012	n s
El Salvador (A)	San Andrés	9211	22.66	716	2141	*
El Salvador (B)	San Andrés	9212	14.61	1218	5746	n s
Panamá	Barú	9213	13.98	770	4744	*
Costa Rica	Guanacaste	9214	16.50	1265	6607	n s

Cuadro 3. Estadísticos estimados en el análisis de varianza para pudrición de mazorca en 10 cultivares de maíz evaluados en 11 localidades de Centroamérica 1991

País	Localidad	Código	C V%	DMS	Media	F=005
Honduras	Omonita	9202	181.35	5.41	0.58	n s
Honduras	Danlí	9203			2.19	
Guatemala	Cuyuta	9206	36.80	9.43	11.52	n s
Guatemala	San Jerónimo	9207	58.63	5.68	5.41	n s
Costa Rica	Alajuela	9208	28.79	4.61	3.98	n s
Costa Rica	Guácimo	9209	45.62	9.96	10.02	n s
Costa Rica	Guápiles	9210	24.63	14.08	23.41	n s
El Salvador	San Andrés (A)	9211	23.09	14.44	24.18	*
El Salvador	San Andrés (B)	9212	78.56	4.76	4.21	n s
Panamá	Barú	9213	37.22	3.81	19.14	*
Costa Rica	Guanacaste	9214	16.50	3.49	7.68	n s

Cuadro 4. Estadísticos estimados en ANDEVA combinado para algunas características agronómicas estudiadas en la evaluación de variedades sintéticas en 11 localidades de Centroamérica 1991

Fuente	Rend. (Kg/Ha)	% Mazor. podridas	% Mazor. desc.	% Acame Tallo	% Acame Raíz	Días a Flor
Localidad	**	**	**	**	**	**
Tratamiento	**	ns	**	*	**	**
Loc. Trat.	**	**	ns	ns	**	**
DMS	353.19	2.52	1.33	1.07	9.03	0.60
CV %	17.43	36.92	73.76	136.22	73.57	2.48
X	4824.20	10.21	3.91	1.42	9.62	57.85

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01 de prob. respectivamente

ns No significativo

Cuadro 5. Rendimientos y características agronómicas de 9 variedades sintéticas de once ambientes de Centroamérica 1991.

Tratamientos	Rend. (Kg/ha)	Días a Flor	Pud. Mz. (%)	Mz.Desc (%)	Acame raíz %	Acame (%)
Sint. Diam. 8043 1990 (Loc. Honduras)	5238 ^a	59 ^b	12.06 ^a	3.42	6.31 ^c	0.82
B-833 (T)	5172 ^a	61 ^a	8.29 ^b	4.57	12.09 ^{ab}	1.61
Sint. RPM X C17 1990 (3 Loc)	5091 ^{ab}	56 ^{ef}	10.06 ^{ab}	4.89	15.53 ^a	1.98
Sint. RPM X CA 1990 (2 Loc CR)	4905 ^{ab}	57 ^d	8.98 ^b	2.1	10.76 ^{ab}	2.13
Sint. Hond.	4886 ^{ab}	56 ^f	9.36 ^{ab}	3.68	11.87 ^{ab}	1.98
Sint. Diam. 8043 1990 (3 Loc)	4883 ^{ab}	59 ^b	10.77 ^{ab}	2.98	7.28 ^c	2.42
Sint. Diamantes 8043 1990 (2 Loc. C.R.)	4866 ^{ab}	58 ^c	10.16 ^{ab}	4.08	7.12 ^c	1.78
Sint. RPM x C17 1990 (Loc.Hond)	4778 ^b	55 ^{de}	10.59 ^{ab}	2.10	9.24 ^{bc}	1.35
Sint. RPM x C17 1989 (2 Loc CR)	4214 ^c	57 ^{de}	10.77 ^{ab}	3.38	13.11 ^{ab}	1.31
Sint. Diam. 8043 1989 (2 Loc. C.R.)	4110 ^c	58 ^{bc}	11.10 ^{ab}	2.98	9.62 ^{bc}	1.4
DMS	353.19	0.60	2.52	1.33	4.03	1.04

Cuadro 6. Promedios de características agronómicas por localidad de diez cultivares de maíz evaluadas en Centro América, 1991.

País	Localidad	Rend. (Kg/ha)	Días Flor	Pud.Mz. %	Mz.Desc %	Acame Raíz%	Acame Tallo%
Honduras	Omonita Est. Exp.	5313 ^c	56 ^e	6.58 ^h	3.77	1.45 ^e	0.92 ^b
Honduras	Danlí Est. Exp.	5642 ^{bc}	59 ^c	2.19 ^{gh}	5.83	1.31 ^e	3.76
Guatemala	Cuyuta	4277 ^e	51 ^f	11.52 ^c	5.26	22.80 ^b	2.80
Guatemala	S.Jerónim	5698 ^{bc}	73	5.41 ^{ef}	2.96	16.36 ^c	3.32
Costa R.	Alajuela E.E.F.B.M	6305 ^a	65 ^b	3.98 ^{fg}	0.72	7.44 ^d	3.03
Costa R.	Guácimo	2522 ^f	56 ^e	10.02 ^{cd}	2.36	0	0
Costa R.	Guápiles E.E.L.D.	4012 ^e	60 ^d	23.41 ^a	0.87	5.91 ^d	0
Salvador	S.Andrés (A)	2141 ^g	58 ^d	24.18 ^a	3.24	0.32 ^e	3.81
Salvador	S.Andrés (B)	5746 ^b	57 ^d	4.21 ^{fg}	2.86	0.07 ^e	0.56
Panamá	Barú	4744 ^d	61 ^a	19.14 ^b	3.14	1.11 ^e	0
Costa R.	Guanacast E.E.E.J.N	6607 ^a	49 ^g	7.68 ^{de}	6.48	56.45 ^a	0.08

Cuadro 7. Comparación de rendimiento y de pudrición de mazorca entre las variedades sintéticas (Bajo y Altos Promedios) en relación con el híbrido B-833 (Testigo) 1991.

LOCALIDAD	CULTIVARES	REND. (Kg/ha)	PUD. MZ (%)
Honduras Omonita	Sint. Diam. 1990 Loc. Honduras	5576	0
	Sint. RPM x C17 1990 2 loc. C.R.	5508	0
	Sint. RPM x C17 1990 3 loc.	5852	0
	Sint. RPM x C17 1990 loc. Honduras B-833	5553	1.8
Guatemala Cuyuta	Sint. Diam. 1990 3 Loc.	4688	8.02
	Sint. RPM x C17 1990 Loc. C.R.	4638	9.33
	Sint. Diam. 1990 2 Loc. C.R:	4626	17.52
	B-833	4922	6.14
Guatemala San Jerónimo	Sint. RPM x CA 1990 2 Loc. C.R.	6300	4.01
	Sint. diam 8043 1989 2 Loc. C.R.	3640	8.16
	B-833	6933	2.44
Costa Rica Alajuela	Sint. RPM x C17 1990 Loc. Honduras	6030	3.61
	Sint. Diam. 1990 2 Loc. C.R.	6202	2.87
	B-833	7263	5.60
Costa Rica Guácimo	Sint. Diam. 1989 2 Loc. C.R.	2636	8.10
	Sint. Diam. 1990 3 Loc.	2357	17.29
	B-833	2954	4.71



Cuadro 8. Comparación de rendimiento y de pudrición de mazorca entre las variedades sintéticas (Bajo y Altos Promedios) en relación con el híbrido B-833 (Testigo) 1991.

Localidad	Cultivares	Rend. (Kg/ha)	Pud.Mz. (%)
Costa Rica Guápiles	Sint. RPM x C17 1990 Honduras	3992	17.24
	Sint. Diam. 1990 2 loc C.R.	4105	34.41
	B-833	3862	15.89
San Salvador San Andrés (A)	Sint. Honduras	2285	14.04
	Sint. Diam. 1990 2 loc. C.R.	2459	15.18
	Sint. RPM x CA 1990 loc. Honduras	2090	37.86
	B-833	1759	26.36
San Salvador San Andrés (B)	Sint. Diam. 1990 Loc. Honduras	6833	2.54
	Sint. RPM 1990 3 loc.	6227	2.71
	Sint. Diam. 1989 2 loc. C.R.	5298	6.68
	B-833	4865	6.58
Panamá Barú	Sint. RPM 1990 2 loc. C.R.	4024	14.68
	Sint. RPM 1989 2 loc. C.R.	3221	28.97
	B-833	3454	12.70
Costa Rica Guanacaste	Sint. RPM 1989 loc C.R.	6013	6.25
	Sint. RPM 1990 loc. Honduras	4984	6.75
	Sint. PRM x CA 1990 loc. Honduras	4993	7.75
	Sint. Diam. 1990 3 loc.	4806	11.50
	B-833	6228	6.0

Evaluación de Variedades Sintéticas de Maíz (*Zea Mays L.*) en Once Ambientes Diferentes de Centro América 1991-A

Luis Brizuela, Teodoro Dubón, Pedro Campos, Roney Reyes R.¹

RESUMEN

La escasa humedad en los suelos de ladera provocada por la poca capacidad de retención, hace más difícil la producción de maíz para el pequeño productor que constituye la mayoría.

El Proyecto Colaborativo de Mejoramiento para el Desarrollo de Gernoplasma Tolerante a Sequía ha desarrollado variedades sintéticas, las cuales han respondido a esos ambientes desfavorables en cuanto al factor adverso abiótico.

Durante 1991 el Proyecto preparó un total de 20 ensayos regionales en donde únicamente se lograron resultados de once localidades, en los países de: Guatemala (3), El Salvador (2), Costa Rica (1) y Honduras (5). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones, el número de surcos fue de 4 y el largo de surco fue de 5m. Se usó una densidad de población de 44,444 Pl/Ha. con parcela experimental de 2 surcos centrales.

Los materiales que entraron en la evaluación fueron los siguientes: Sintético Regional, Sintético Local, Chorotega B-105, Lujosa B-106, Centa Pasaquina, BS-19 y Testigo Local (Criollo). De acuerdo a los resultados experimentales se encontró diferencia significativa en las localidades de: Intibucá (1) en Honduras, Guatemala (1) y Moncagua (1) en El Salvador.

El análisis combinado detectó diferencias significativas para las variables: localidad, tratamiento y para la interacción localidad x tratamiento; lo que indica que los genotipos interactúan en los diferentes medios ambientes. Estos resultados son consistentes, ya que la respuesta fue similar durante 1990 y el Sintético Regional mantiene el primer lugar en cuanto a promedio de rendimiento con 2.64 Tn/Ha.

Al obtener el índice de sequía en el ambiente de Omonita, por ser la localidad de mayor rendimiento, los materiales que toleraron más la sequía fueron: el Sintético Regional, BS-19 y Centa Pasaquina, que presentaron índices de sequía de 0.82, 0.83 y 0.74 respectivamente.

El análisis de estabilidad según modelo de Eberhart y Russel (1966) los materiales que mostraron mayor estabilidad fueron: Sintético Regional, Lujosa B-106 y BS-19 que presentaron coeficientes de regresión cercanos a $B_i=1$ y una desviación de regresión aproximada $S_{di}^2=0$.

INTRODUCCION

En los últimos años la demanda de variedades que toleran la sequía ha ido en creciente aumento ya que la lluvia se ausenta día a día y las zonas marginadas se vuelven más críticas. Consciente de esa necesidad el Programa Regional de Maíz bajo la colaboración del CIMMYT continúa con el esquema de mejoramiento para el desarrollo de gernoplasma con tolerancia a condiciones de humedad limitada. En la actualidad existen variedades a nivel comercial, producto del Proyecto y se cuenta con tres sintéticos a nivel experimental.

Cumpliendo con el plan de ejecución del proyecto durante el ciclo de Primera de 1991, se evaluaron por segunda vez para determinar su consistencia en cuanto a rendimiento a nivel de finca.

OBJETIVOS

1. Evaluar los seis mejores materiales del Proyecto de Sequía y medir la respuesta en condiciones de finca.
2. Medir la estabilidad a través de los diferentes medios ambientes contrastantes de los materiales en la evaluación.

REVISION DE LITERATURA

Bolaños y Edmeades (1985) concluyeron que en maíz, el parámetro más importante a seleccionar, es el intervalo entre antesis y extrusión de estigmas; sin embargo, mencionaron que la sincronización de la floración masculina y femenina no es garantía para la producción bajo estrés y que es necesario un vivero de sequía para lograr la expresión de la variación genética en estas condiciones.

Brizuela L. et al (1987) concluyó que en evaluaciones de familias de medios hermanos en condiciones de temporal y con mínima labranza encontró materiales con alto grado de rendimiento los cuales fueron sometidos a estrés de sequía.

Zea J.L. et al (1989) encontraron que la fracción seleccionada de líneas S1 únicamente perdió en rendimiento el 36% a pesar de tener de buena a limitada condición de humedad; sin embargo la media de la población fue de 51% determinando además que los factores que más incidieron en rendimiento fueron la prolificidad y el aspecto de sequía.

¹ Coordinador Programa de Maíz RR.NN y Asistentes del Programa de Maíz

Dale y Shaw (1965) consideraron cualquier día con una reducción en evotranspiración de la tasa potencial como un día de sequía. La correlación más alta con el rendimiento se encontró en el período comprendido entre las seis semanas antes y tres semanas después de la floración femenina.

La reducción en evotranspiración real de la evotranspiración potencial es la base para el índice. Por ejemplo si la evotranspiración real se estimó en 0.20 pero la evotranspiración potencial fue de 0.30 el índice de tensión para tal día fue de:

$$F = F - \frac{0.20}{0.30} = 0.33$$

Este índice acumulado sobre el período comprendido desde el 27 de Junio al 31 de Agosto ha mostrado una alta relación con el rendimiento de maíz.

Reyes R. et al (1990) Determinó que el mejor sintético fue el regional (3.36 Tm/Ha.) que superó al testigo local (2.30 Tm/Ha) con 37% y que los materiales más estables fueron Chorotega B-105, CENTA Pasaquina y Sintético Local ($B_i = 1$, $Sd_i^2 = 0$)

MATERIALES Y METODOS

De acuerdo al Plan Operativo Anual de 1991, se prepararon un total de 20 ensayos regionales del Proyecto de Sequía en donde se evaluaron seis materiales mejorados, en donde hay dos sintéticos generados por el proyecto y un testigo local por cada país, los materiales son los siguientes: Sintético Regional, Sintético Local, Chorotega B-105, Lujosa B-106, CENTA Pasaquina y BS-19, el diseño que se utilizó fue Bloques Completos al Azar, con cuatro repeticiones y la parcela experimental fue de 4 surcos, dejando como parcela útil dos surcos centrales. El largo del surco fue de 5 metros y la separación de 0.90 m. Únicamente se recolectaron información de 11 localidades, 5 de Honduras, 1 de Costa Rica, 3 de Guatemala y 2 de El Salvador.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del ensayo establecido en Omonita (Honduras) en donde fue la localidad con mayor rendimiento (5.53 Tm/Ha.). Las características agronómicas como días a flor y mazorcas mal cubiertas fueron variables, con diferencias significativas. La localidad de Costa Rica (Cuadro 2) el comportamiento de los materiales fue similar al de Omonita cuyo promedio de rendimiento fue de 4.66 Tm./Ha., el mejor material fue el Sintético Local con 1.19 Tm/Ha.

En los Cuadros 4, 5 y 6 se describen los resultados de las localidades de San Francisco de la Paz, Intibuca y Olanchito (todos en Honduras) en donde en ninguna de ellas se encontró diferencia significativa para rendimiento.

De las tres localidades de Guatemala (Cuadros 7, 8 y

9) en donde se evaluaron los sintéticos, únicamente en una se encontró diferencia significativa en la cual el testigo local siempre fue inferior a los materiales mejorados; el Sintético Regional superó al testigo en un 12%.

En los Cuadros 10 y 11 correspondiente a los resultados de El Salvador (localidad de Moncagua) se encontró alta diferencia significativa para rendimiento.

Al realizar el análisis combinado en base a 10 localidades se encontró respuesta significativa para el factor localidad, tratamiento y localidad x tratamiento (Cuadro 12) lo que determina que el comportamiento de los materiales fue influenciado por el ambiente.

El material más tolerante al stress de sequía (Cuadro 13) fue el Sintético Regional con un índice de sequía de 0.820 y los materiales que presentaron mejor estabilidad (Cuadro 14) en todos los ambientes contrastantes fueron Sintético Regional, Lujosa B-106, Centa Pasaquina y BS-19, los que se aproximaron a una regresión $B_i=1$ y una desviación de regresión $Sd_i^2=0$

Es importante mencionar que los materiales desarrollados por el proyecto a través de los dos años en la evaluación en ambientes con stress ha sido superiores a los testigos locales, aún cuando en ciertas localidades se pusieron dentro de la evaluación variedades mejoradas tropicales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. De las once localidades evaluadas los materiales expresaron diferencia significativa para rendimiento únicamente en las localidades de La Esperanza 1 (Honduras), Guatemala y Moncagua en El Salvador.
2. En diez localidades los materiales mejorados superaron al testigo local, lo que demuestra la consistencia de los genotipos.
3. El análisis combinado en base a diez localidades determinaron alta diferencia significativa para los factores Localidad, Tratamiento y la interacción Localidad x Tratamiento.
4. Los materiales más estables dentro de la evaluación según el modelo de Eberhart y Russell fueron Sintético Regional, Lujosa B-106, BS-19 y Centa Pasaquina.
5. Los dos mejores materiales deben pasar a parcelas de transferencias en los países que existe problemas de sequía.

BIBLIOGRAFIA

Bolaños J. y Edmeades G. O. 1988 La importancia del intervalo de floración en el mejoramiento para la resistencia a sequía en maíz tropical. Trabajo

presentado en la XXXV Reunión Anual del PCCMCA. San Pedro Sula, Honduras. 2 - 9 de Abril 1989.

Brizuel L. et al 1987 Evaluación de familias de medios hermanos de la población tolerante a sequía, en la Estación Experimental La Lujosa, Choloteca, Seminario de Sequía del 15 - 18 de Febrero. Choloteca, Honduras. 1987.

Dale, F.R. and shaw H.R. 1965 Effect of corn yield of moisture stress and stard al two fertility levels Agrom J-57:475 - 479

Reyes R. et al 1990 Determinación de la adaptación de variedades sintéticas de maíz (*Zea mays L.*) con tolerancia a sequía en ambientes marginales de Centro América 1990-A. Trabajo presentado en la XXXVII Reunión Anual del PCCMCA realizado en la ciudad de Panamá del 18 - 21 de Marzo de 1991.

Zea J.L. et al 1989 Efecto de la selección recurrente por sequía sobre el rendimiento y características agronómicas de líneas S1 de maíz (*Zea Mays L.*) evaluadas en tres localidades de Centro América. Seminario de sequía del 15 - 18 de Febrero 1990. Choloteca, Honduras.

Cuadro 1. Características agronómicas y estadísticas del experimento de sequía en la localidad de Omonita, Honduras.

Tratamiento	Días a Floración		Mz. Mal cub. %	Rendimiento Tm/Ha
	Masc.	Femen.		
1. Sintético Regional	53	54	5.64	5.53
2. Sintético Local	51	52	17.01	5.37
3. Chorotega B-105	50	51	5.18	5.28
4. Lujosa B-106	53	54	6.31	5.15
5. Centa Pasaquina	52	53	11.68	5.12
6. BS-19	52	53	9.47	5.18
7. Testigo (Criollo)	52	53	3.67	5.29
F	**	**	**	NS
CV (%)	1.55	1.58	44.74	8.43
X	52	53	8.42	5.27

Cuadro 2. Características agronómicas y estadísticas del experimento de sequía en la localidad de Costa Rica.

Tratamiento	Días a Flor Mascul.	Acame Raíz %	Mz. Pod. %	Mz. Mal Cub. %	Rendim. Tm/Ha
2. Sintético local	50	18	12.4	23.7	4.56
3. Chorotega B-105	49	18	10.1	5.53	4.92
4. Lujosa B-106	51	35	7.2	5.81	5.19
5. Centa Pasaquina	51	17	13.7	10.2	4.23
6. BS-19	51	14	11.7	12.5	4.63
7. Testigo (Criollo)	53	27	8.1	10.2	4.10
F	**	**	NS	NS	NS
CV (%)	12.6	45	42	78	11.4
X	51	20	10	10.5	4.66

Cuadro 3. Características agronómicas y estadísticas del experimento de sequía en la localidad Intibuca -1, Honduras.

Tratamiento	Días a Florac. Masculina	Acam%Raíz	Acame Tallo %	Rend. Tm/Ha
1. Sintético Regional	53	14.3	14.2	0.99AB
2. Sintético Local	51	16.0	11.8	1.19A
3. Chorotega B-105	44	15.5	10.2	1.15A
4. Lujosa B-106	50	19.2	20.9	1.14A
5. Centa Pasaquina	55	20.1	17.9	0.79B
6. BS-19	54	21.8	17.7	0.99AB
7. Testigo (Criollo)	45	19.5	13.7	0.90B
F	**	NS	NS	**
CV (%)	4.95	26	33.9	13.78
X	50	18	15.2	1.02

** Significancia al 0.01 de probabilidad

Rendimientos con la misma letra no presentan diferencia significativa.

Cuadro 4. Características Agronómicas y Estadísticas del Experimento de Sequía en la Localidad San Francisco de la Paz, Honduras.

Tratamiento	Días a Florac. Masculina	Mazorcas Podridas	Rend. Tm/Ha
1. Sintético Regional	56	9.93	5.19
2. Sintético Local	54	15.4	4.87
3. Chorotega B-105	53	13.8	5.21
4. Lujosa B-106	56	16.8	5.57
5. Centa Pasaquina	55	11.4	5.69
6. BS-19	55	19.6	5.07
7. Testigo (Criollo)	60	14.8	5.89
F	**	NS	NS
CV (%)	1.63	50.9	7.87
X	56	14.5	5.36

Cuadro 5. Características agronómicas y estadísticas del experimento de sequía en la localidad Intibuca - 2, Honduras.

Tratamiento	Días a Florac. Masculino	Acame Raíz %	Acame Tallo %	Rend. Tm/Ha
1. Sintético Regional	60	10.8	10.9	0.88
2. Sintético Local	60	13.5	12.1	0.94
3. Chorotega B-105	57	11.8	9.1	1.05
4. Lujosa B-106	59	11.0	9.2	1.10
5. Centa Pasaquina	56	11.3	9.2	0.92
6. BS-19	56	10.9	9.3	1.02
7. Testigo (Criollo)	58	13.1	9.9	1.01
F	**	NS	NS	NS
CV (%)	2.5	24.8	36.5	20.15
X	58	11.8	10.0	0.99

Cuadro 6. Características agronómicas y estadísticas del experimento de sequía en la localidad de Olanchito, Honduras.

Tratamiento	Altura		Acame Raíz %	Mazorc. Pod. %	Rend. Tm/Ha
	Planta	Mazorca			
1. Sintético Regional	155	72.5	7.6	17.3	2.22
2. Sintético Local	136	63.0	63.0	18.2	2.24
3. Chorotega B-105	136	62.0	62.0	17.6	2.14
4. Lujosa B-106	168	83.5	83.5	10.4	2.10
5. Centa Pasaquina	162	77.0	77.0	16.4	2.15
6. BS-19	165	74.5	74.5	12.0	2.30
7. Testigo (Criollo)	187	93.2	93.2	34.98	1.72
F	NS	NS	*	NS	NS
CV (%)	11.27	15.75	35.5	41.2	24.87
\bar{X}	158	75.1	7.23	18.1	2.12

Cuadro 7. Características agronómicas y estadísticas del experimento regional de sequía en la localidad-1 de Guatemala 1991 A.

Tratamiento	Días a Flor	Altura		% Acame		% Mz. Pod.	% Mala Cob.	Rend. Tm/Ha
		Plt.	Mz.	Raíz	Tall			
Sint. Regional	60	122	55	1.04	1.04	24.11	9.05	2.41
Sint. Local	60	125	61	2.40	2.40	20.45	11.33	2.26
Choroteg B-105	58	126	62	2.12	2.12	15.90	11.32	2.64
Lujosa B-106	62	132	60	0.00	0.00	20.45	8.03	2.22
Centa Pasaquina	58	136	65	3.40	4.26	13.63	7.57	2.34
BS-19	61	126	56	3.12	0.00	13.63	10.28	2.28
Testigo Local	56	117	55	0.00	3.33	4.54	7.47	1.97
F	**	NS	NS	NS	NS	NS	**	*
C.V. (%)	2.23	7.99	9.19	242	130	62	48.0	9.91
\bar{X}	59	126	59	1.40	1.88	16.10	9.29	2.30

Cuadro 8. Características agronómicas y estadísticas del experimento regional de sequía en la localidad-2 de Guatemala 1991 A.

Tratamiento	Días a Flor	Altura		% Acame		% Mz. Pod.	% Mala Cob.	Rend. Tm/Ha
		Plt.	Mz.	Raíz	Tall			
Sint. Regional	64	134	52	12.5	0.0	13.2	17.1	1.92
Sint. Local	63	129	56	2.5	0.0	14.8	17.8	1.99
Choroteg B-105	63	125	51	0.0	1.19	25.0	11.9	1.76
Lujosa B-106	65	146	54	0.0	0.0	9.38	16.5	1.74
Centa Pasaquina	65	129	55	0.0	1.38	12.9	19.9	1.67
BS-19	65	125	52	12.5	0.0	11.8	28.8	1.55
Testigo Local	61	127	48	5.0	2.5	11.9	6.69	1.67
F	*	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS
C.V. (%)	2.43	8.58	22.9	186	315	41	51.0	12.35
\bar{X}	64	131	53	4.64	0.72	14.0	17.0	1.7

Cuadro 9. Características agronómicas y estadísticas del experimento regional de sequía en la localidad-3 de Guatemala 1991 A.

Tratamiento	Días a Flor	Altura		% Acame		% Mz. Pod.	% Mala Cob.	Rend. Tm/Ha
		Plt.	Mz.	Raíz	Tall			
Sint. Regional	61	161	65	2.08		5.39	6.62	3.05
Sint. Local	61	155	62	0.00		4.36	8.72	2.71
Choroteg B-105	59	157	66	2.08		3.17	7.69	2.82
Lujosa B-106	63	181	80	7.38		5.79	2.32	2.97
Centa Pasaquina	62	160	70	6.25		6.97	8.31	2.62
BS-19	61	167	71	0.00		3.36	4.26	2.86
Testigo Local	55	150	61	0.00		3.42	6.51	2.46
F	**	**	*	NS		NS	NS	NS
C.V. (%)	2.85	4.120	8.69	216		68	78	9.96
\bar{X}	60	162	68	2.54		4.64	6.35	2.78

Cuadro 10. Características agronómicas y estadísticas del experimento regional de sequía en la localidad de Texistepeque, El Salvador, 1991 A.

Tratamiento	Días a Flor	Altura		% Acame		% Mz. Pod.	% Mala cob.	Rend. Tm/Ha
		Plt.	Mz.	Raíz	Tall			
Sint. Regional	56	128	57	4.47	0.92	19	4	0.86
Sint. Local	55	130	56	7.97	0.00	29	23	0.85
Choroteg B-105	54	123	58	5.61	1.61	16	0.89	1.04
Lujosa B-106	56	137	66	4.24	0.00	9	7.14	0.48
Centa Pasaquina	57	123	53	10.47	0.00	19	1.66	0.48
BS-19	55	125	56	3.08	0.73	22	12.68	0.68
Testigo Local	56	177	98	46.0	2.77	14	0.00	1.54
F	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	2.55	10.6	15.2	64	287	86	139	43
\bar{X}	55	135	63	12.0	0.86	18	7.0	0.85

Cuadro 11. Características agronómicas y estadísticas del experimento regional de sequía en la localidad de Moncagua, El Salvador, 1991 A.

Tratamiento	Días a Flor	Altura		% Acame		% Mz. Pod.	% Mala cob.	Rend. Tm/Ha
		Plt.	Mz.	Raíz	Tall			
Sint. Regional	52	174	82	24	0.00	17	5	3.55
Sint. Local	52	170	79	37	0.00	13	13	3.58
Choroteg B-105	50	172	83	28	1.00	10	2	3.07
Lujosa B-106	53	180	82	32	0.00	6	3	3.17
Centa Pasaquina	52	167	75	29	0.00	12	8	2.84
BS-19	51	176	85	24	0.73	22	6	3.36
Testigo Local	53	212	116	53	0.00	14	0	2.65
F	**	**	**	ns	ns	ns	ns	**
C.V. (%)	1.87	7.57	7.48	52	388	98	98	34.61
\bar{X}	52	178	86	32	0.24	5.46	5.46	3.17

Cuadro 12. Promedio de características agronómicas y estadísticas del análisis combinado del ensayo regional de sequía en diez localidades de Centro América 1991.

Tratamientos	Días a Flor	Altura		% Mala cobert.	% Mz. Podrid.	Rend. Tm/Ha.
		Pl.	Mz.			
Sintético Regional	57	146	64	7.66	11.60	2.64
Sintético Local	56	140	64	16.40	15.60	2.57
Chorotega B-105	54	140	63	6.39	10.80	2.59
Lujosa B-106	57	157	104	7.07	9.40	2.53
Centa Pasaquina	56	146	65	9.69	10.00	2.32
BS-19	56	147	66	11.97	9.88	2.49
Testigo Local	54	162	78	4.94	9.15	2.33
\bar{X}	56	148	72	9.16	10.90	2.49
Localidad	**	**	**	**	**	**
Tratamiento	**	**	**	**	**	**
Local. % Trat.	**	**	**	NS	**	**
C.V. (%)	3.02	8.58	8.4	75.0	69.0	19.38

Cuadro 13. Respuesta de índice de sequía de siete variedades sintéticas evaluadas en Omonita, Honduras 1991.

No.	Tratamiento	Origen	Índice de Sequía
1	Sintético Regional	Honduras	0.820
2	Sintético Local	Honduras	0.532
3	Chorotega B-105	Honduras	0.540
4	Lujosa B-106	Honduras	0.661
5	Centa Pasaquina	El Salvador	0.740
6	BS-19	El Salvador	0.830
7	Testigo Local	-----	0.540

Cuadro 14. Media y parámetros estimados en el análisis de varianza para estabilidad del rendimiento de siete variedades del proyecto sequía en diez localidades.

Tratamiento	Rendimiento Tm/Ha	Bi	Sdi ²
Sintético Regional	2.645	0.992	0.110
Sintético Local	2.574	0.982	-0.110
Chorotega B-105	2.592	0.989	-0.100
Lujosa B-106	2.530	0.993	-0.030
Centa Pasaquina	2.324	0.946	0.100
BS-19	2.491	0.997	-0.070
Testigo Local	2.33	0.989	-0.090

Evaluación del Rendimiento de Híbridos Dobles Formados con líneas de Maíz (*Zea mays L.*) de Cuba y Guatemala.

C.M. Torres¹, B. Valdés², O. Pérez²

RESUMEN

El rendimiento en grano y caracteres agronómicos importantes se evaluaron en dos ensayos en las épocas de siembra en frío y primavera en la Estación Experimental de Granos "El Tomeguín" (22° 53'N y 82° 28'W) a 50 msnm en Alquizar, La Habana. Los resultados obtenidos en la época de frío, ambiente favorable, muestran rendimiento en grano de 5540 a 6349 kg/ha en el grupo de híbridos dobles nuevos, de 4230 a 4929 Kg/ha en el grupo de variedades y de 4368 Kg/ha en el híbrido doble comercial testigo. Los resultados en la época de primavera, ambiente menos favorable, muestran rendimientos en grano de 3219 a 4744 Kg/ha en el grupo de híbridos dobles, de 2636 a 3786 kg/ha en el grupo de variedades y de 4275 Kg/ha en el híbrido doble comercial testigo.

INTRODUCCION

En Cuba, desde el año 1936 se inició el trabajo con mejoramiento genético del maíz mediante el método clásico para la obtención de maíz híbrido. Por dicho procedimiento se han obtenido un sin número de híbridos simples, triples y dobles los cuales han ocupado posiciones trascendentes por su adaptación y rendimiento a nivel internacional.

En la actualidad el método convencional para la obtención de maíz híbrido sigue ocupando su nivel preferencial, no obstante, se han delineado algunas metodologías fáciles, económicas y a corto plazo para el desarrollo de trabajos de hibridación en maíz que, desde 1986 en que se estableció el Proyecto de Híbridos de Centro América y el Caribe integrado por los Programas Nacionales de Mejoramiento del Maíz, han podido aplicarse integrando de esta manera las experiencias y el germoplasma de los Programas Nacionales y el CIMMYT.

En 1989 se inicia en Cuba la formación de híbridos de maíz mediante el mejoramiento del pedigree de algunos híbridos dobles cubanos con líneas élites del Programa Regional de Híbridos de Guatemala. Mediante este procedimiento se han logrado resultados satisfactorios en

un corto espacio de tiempo de dos años en la formación de híbridos dobles de alto rendimiento y adaptación, optimizándose el uso de las cruzas simples cubanas y las líneas élites de Guatemala, a un reducido y económico costo de operación.

REVISION DE LITERATURA

Uno de los objetivos principales del mejoramiento genético del maíz ha sido el incremento del rendimiento en grano. A través de la historia del mejoramiento del maíz, los fitomejoradores observaron que en poblaciones de maíz existían plantas con alto rendimiento y que un método de mejoramiento que permite a voluntad repetir el genotipo de estas plantas es la hibridación.

La hibridación tiene como objetivo principal el aprovechamiento de la generación F_1 la cual resulta de la cruce de dos progenitores con cualquier estructura genotípica (18). Los progenitores pueden ser variedades de polimización libre, familias, líneas autofecundadas con endogamia parcial y totalmente endogámicas. Si se quiere repetir una F_1 con un buen rendimiento, resistente a enfermedades y con características agronómicas favorables, se hace necesario de dos fuentes de gametos permanentes, las cuales se pueden lograr utilizando dos líneas puras como progenitores de híbridos ya que, si se usan líneas parcialmente homocigóticas la F_1 no se podrá repetir varias veces (2), (8), (18).

El desarrollo de híbridos de maíz involucra líneas endogámicas, progenitores no endogámicos o una combinación de líneas y progenitores no endogámicos. El número de progenitores involucrados en la formación de híbridos puede variar de un número de dos progenitores a un máximo de cuatro. Los híbridos se pueden agrupar en dos grandes clases: Híbridos convencionales y no convencionales (23).

Según Vasal, y colaboradores apoyados en el Programa de Economía del CIMMYT, mencionaron que los híbridos ocupan el 36% del área total dedicada al cultivo del maíz en el tercer mundo, y que de acuerdo al incremento de agricultores capaces de adoptar híbridos ha provocado el interés

¹ Especialista principal del Programa Nacional de Mejoramiento del Maíz. Ministerio de Agricultura, La Habana, Cuba.

² Técnicos de la Estación Experimental de Granos "El Tomeguín", Alquizar, La Habana, Cuba.

de varios Programas Nacionales por la creación de éstos (23).

Los híbridos son capaces de mostrar incrementos sustanciales en el rendimiento sobre las variedades de polinización libre (15). Las cruza triples son ligeramente más rendidoras que las cruza dobles; sin embargo el costo de la producción del híbrido triple es más alto. Los híbridos dobles son ligeramente más variables a lo que a características de la planta se refiere que los híbridos triples, lo cual le da ventaja a aquellos en condiciones adversas (10).

Arnold y Jenkins informaron sobre la variabilidad relativa de los híbridos y de las variedades de polinización libre. Encontraron que las variedades de polinización libre fueron más variables que los híbridos, las cruza simples más uniformes que las cruza dobles y mestizos fueron intermedios en variabilidad.(3)

Las pruebas de comportamiento de variedades e híbridos cuando se realizan convencionalmente ofrecen información sobre la interacción genotipo ambiente que no es un indicativa de estabilidad de los cultivares (8). De allí que el análisis de estabilidad es un buen instrumento en la identificación de germoplasma de gran potencial para los programas de mejoramiento (8).

Kang en 1990 discute la importancia del rendimiento y la utilización de la interacción genotipo por ambiente (G x A) en el mejoramiento de las plantas y señala que este concepto ha tomado mucha importancia y ha sido un reto para los mejoradores, genetistas y agrónomos involucrados en la evaluación del comportamiento de cultivares (13).

La interacción G x A es notable cuando los genotipos evaluados se comportan en formas diferentes en ambientes contrastantes. Una interacción G x A significativa para una característica cuantitativa tal como el rendimiento reduce la utilidad de las medias de los genotipos a través de varios ambientes para la selección de los genotipos superiores. A medida que el rango de diferencias de genotipos y ambientes se hace más grande la interacción GxA se hace también más grande y aparente (13).

Friman y Perking señalan el uso de las medidas físicas del ambiente para explicar la interacción GxA (9). Recientemente han empezado a examinar las contribuciones del clima en la interacción GxA (18), (14); Beker y Gravois han identificado diferencias en el comportamiento de los genotipos a las enfermedades como factores que contribuyen a la interacción GxA (12).

Los efectos de la interacción climatológicas por épocas

contrastantes se manifiestan en las siembras de maíz en Cuba en los caracteres cuantitativos tales como el rendimiento y otros de importancia agronómica como son los días a floración, altura de las plantas, incidencia de enfermedades y otros (19).

Debido a las condiciones climáticas que caracterizan a las épocas de lluvia-primavera y de seca-frío en cuanto a temperatura, precipitaciones, horas luz, etc., ocurre un cambio en el comportamiento agronómico y vegetativo de la planta de maíz en contraste con lo que sucede en la época de seca o de frío, en el período lluvioso o de primavera cuando las plantas crecen bajo condiciones de abundantes precipitaciones, altas temperaturas diurnas y nocturnas y de días de horas luz más largos se registra un ritmo de crecimiento más rápido lo cual se evidencia con un número menor de días hasta la floración que según la respuesta del cultivar a la presión o stress fluctúa de 5 hasta 13 días, una mayor altura de planta de 10 hasta 80 cm. mayor incidencia de enfermedades y acame y una disminución de rendimiento de grano desde 0,8 hasta 3,5 t/ha (19).

Torres y Betancourt comparando la productividad y características agronómicas importantes en ambas épocas del año en Cuba observaron que la productividad de los híbridos en general durante la época de lluvia-primavera representó solo el 59% del expresado bajo las condiciones de la época seca-frío, así también el número de días hasta la floración representó el 69% del tiempo requerido en la seca acompañado de una mayor altura de planta de 105%, una altura de mazorca de 112%, así como el doble de acame de maíz y unas 15 veces más acame de tallo (20).

En la literatura revisada se enfatiza la importancia de la interacción GxA convencional años-localidad y se menciona el reciente examen de las variables climas donde algunos investigadores han identificado diferencias en el comportamiento de genotipos a enfermedades y otros factores que contribuyen a la interacción GxA afectando la expresión del rendimiento que obviamente se produce por el fallo de la expresión de uno o varios de los componentes susceptibles a los stress hídricos, nutricionales y climatológicos y tomando en cuenta que el rendimiento depende de una combinación de factores tanto genéticos como ambientales, es difícil esperar que una sola variable climática o edáfica pueda explicar la variabilidad en rendimiento y de otros caracteres agronómicos.

Según Bolaños y Barreto, el rendimiento en grano de maíz por hectárea puede considerarse como el producto de varios factores donde el número de plantas por hectárea cosechadas, el número de mazorcas por plantas, el número de granos por mazorca y el peso de un grano

son los principales componentes en la elaboración del rendimiento en el maíz. El análisis de los componentes de rendimiento permite entender de una manera fisiológica las limitaciones al rendimiento. La cuantificación de las pérdidas del número de plantas y sus causas es importante porque en el maíz el rendimiento tiene una dependencia muy fuerte sobre el número de plantas, ya que la planta no tiene capacidad de amacollamiento, si no hay plantas no puede haber mazorcas (5).

OBJETIVOS

General:

Desarrollar híbridos de maíz de grano amarillo con alto potencial de rendimiento mediante el mejoramiento del pedigree de híbridos dobles cubanos con líneas éliticas del Programa de Híbridos de Guatemala.

Específico:

Evaluar el rendimiento en grano y comportamiento agronómico general en épocas de siembra contrastantes por sus características climatológicas en la región occidental de Cuba.

MATERIALES Y METODOS

Para este estudio se establecieron dos ensayos en la región occidental de Cuba en la Estación de Granos "El Tomeguín", uno en la época de siembra seca-frío y otra en la época húmeda-primavera ambas con riego, en suelo rojo latosólico ferralítico hidratado (1).

El material utilizado para el estudio consistió de 8 híbridos dobles de grano amarillo formados por cruces simples cubanas y líneas éliticas del Programa de Híbridos de Guatemala (21). Con estos híbridos dobles, 5 variedades del CIMMYT, la cruce simple GA 888 de Guatemala y el híbrido doble T-66 comercial cubano se conformaron 2 ensayos para evaluar su rendimiento y características agronómicas importante en las dos mencionadas épocas de siembra. La relación de los cultivares se presenta en el (Cuadro 1).

Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con 4 réplicas con parcelas de 9 m² de área de cálculo para cada cultivar. Cada parcela consta de 40 plantas para una densidad de población de 44, 444 plantas por hectárea. El ensayo de la época seca-frío se sembró en la primera decena del mes de noviembre de 1990 y el de la época húmeda-primavera en la misma fecha en el mes de abril de 1991. Las cosechas se realizaron en los meses de abril y julio de 1991 a los 120 y 110 días después de la germinación, cuando tenía entre 20 y 21% de humedad en el grano el ensayo de frío, y entre 25 y 26 el ensayo de primavera.

Las siembras se efectuaron después de realizar una preparación convencional del suelo, fertilizándose a razón de 150 Kg/ha de N, 90 Kg/ha de P₂O₅ y 80 Kg/ha de K₂O. El control de malezas se realizó químicamente aplicando 4 Kg/ha de Gexaprim 80% como preemergente.

El control de plagas de insectos se realizó mediante 6-7 aplicaciones con los insecticidas apropiados y de acuerdo con la época de siembra en cuestión se aplicaron 6 y 12 riegos a razón de 250 y 300 m³ por hectárea mediante el método de aspersión (17).

Las variables a registrar fueron días a floración masculina, altura de planta, altura de mazorca, calificación a enfermedades, mazorcas podridas, cobertura de mazorcas, calificación del aspecto de la planta y la mazorca, acame de raíz y de tallo, y rendimiento en grano (7).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la época de seca-frío con regadío el rendimiento en grano a 15.5% de humedad fue de 5540 a 6349 Kg/ha en el grupo de híbridos dobles nuevos, de 4230 a 4929 Kg/ha en el grupo de variedades y de 4368 Kg/ha en el híbrido doble comercial testigo. No se observaron diferencias estadísticas significativas entre los rendimientos del grupo de híbridos dobles nuevos, los cuales difirieron del grupo de variedades y del híbrido doble comercial testigo (Cuadro 2).

No hubo diferencias estadísticas significativas entre el rendimiento del grupo de variedades y el rendimiento del híbrido doble comercial testigo. La media general del rendimiento del ensayo fue de 5398 Kg/ha (Cuadro 3).

En caracteres agronómicos importantes se observó que el grupo de híbridos dobles nuevos y el de las variedades tuvieron menos días a flor que el testigo que alcanzó 65 días a flor masculina con una media del ensayo de solo 57 días. La altura de planta y la mazorca, el porcentaje de mazorcas podridas, que fue bajo para todos los cultivares, así como la calificación de la planta, la mazorca y las enfermedades, se pueden ver en el (Cuadro 2).

En la época de siembra húmeda-primavera con regadío el rendimiento en grano a 15,5% de humedad fue de 3319 a 4744 Kg/ha en el grupo de variedades en las cuales también se observaron diferencias estadísticas significativas entre sí y con el grupo de híbridos dobles nuevos. El híbrido doble comercial testigo alcanzó rendimiento de 4275 Kg/ha en esta época del año similar al de los híbridos dobles nuevos de los cuales no difirió estadísticamente, siendo también significativamente superior al rendimiento del grupo de variedades. La media general

de rendimiento del ensayo fue de 3722 Kg/ha (Cuadro 3).

En caracteres agronómicos importantes se observó que en general el grupo de híbridos dobles nuevos y de variedades tuvieron menos días a flor que el híbrido doble comercial testigo que floreció a los 55 días en ésta época del año, siendo la media general del ensayo de 48 días a floración, la altura de planta y mazorca no mostró diferencias significativas entre el testigo y el resto de los cultivares con medias de 264 y 127 cm. respectivamente. Los valores de pudrición de mazorca, cobertura, calificación de la planta y mazorca y a enfermedades en algunos casos resultaron estadísticamente significativos a los valores del testigo en esta época del año (Cuadro 3).

La productividad de los híbridos y de las variedades, en general durante la época de seca-frío fue más alta que en la época húmeda-primavera que solo representó el 69% de la expresada en la época seca. Sin embargo este criterio para casos individuales fluctuó entre 78% en el híbrido doble nuevo CUB.T-6 y 62% en la variedad Capinapolis 8224, que fueron los de mayor y menor rendimiento en la época húmeda-primavera respectivamente.

En consecuencia a esto la media general alcanzada por los principales componentes de rendimiento representaron valores de 103% de plantas por hectárea, 92% de mazorcas por plantas y de 65% de peso de mazorca en gramos de grano. Una reducción de solamente del orden del 8% de mazorcas por plantas y el 25% de peso del grano que se produjo en la época húmeda fue responsable de una pérdida de rendimiento de 31% (1576 Kg/ha) y aparentemente el componente que más contribuyó a esta diferencia de rendimiento entre épocas fue el peso del grano que solo alcanzó el 75% del peso logrado en la época de seca.

En características agronómicas importantes, como son el número de días para la floración masculina, encontramos que en la época húmeda representó un 84% del tiempo requerido en la época seca, acompañado de una mayor altura de planta de 112% y de la mazorca de 122%, así como de un 12,9% de mazorcas podridas, 2,8 de aspecto mazorca el 4% de plantas virosas y un 1.5% de calificación a Roya (*Puccinia* spp).

La comparación entre ambas épocas del año con los 8 cultivares más sobresalientes del ensayo revela una vez más que el cambio de ambiente asociado a la época provoca cambios en el comportamiento del maíz, en detrimento en general, para la productividad en grano. Si bien el ciclo vegetativo es más corto, la altura de la planta y la mazorca se incrementa y correspondiente, no hay disminución de la biomasa como para sustentar la

diferencia del rendimiento obtenido en primavera, época menos favorable, que fue de 66% en el peor de los casos a 98% en el más sobresaliente y una media del 75% del rendimiento obtenido en frío, época favorable (Cuadro 5).

La media general en la época de primavera para días a flor masculina fue de 9 días menos y la altura de la planta fue de 27.75 cm. mayor. El aspecto de la planta no mostró diferencias desfavorables, siendo el de la mazorca y el peso de su grano inferior en primavera, no así el ataque de enfermedades virosas que fue superior 2,9% de afectación en relación a la época de frío que no se presentó (Cuadro 4).

El peso del grano de las mazorcas disminuye en 25.74 gramos, la tasa de producción diaria en 9.11 kilogramos y el rendimiento en grano en 1367 kilogramos por hectáreas lo que equivale al 25% menos del obtenido en frío (Cuadro 5).

Por su adaptación y rendimiento se destacaron en estos ensayos los híbridos dobles nuevos CUB-T-6, CUB T-5 y CUB T-3 los cuales fueron capaces de producir tanto grano en primavera como el producido por algunos otros cultivares en frío lo que demuestra su superioridad en término general (Cuadro 5).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que el mejoramiento del pedigree es fácil y económico en el trabajo de hibridación y que el mismo reporta resultados positivos en la obtención de híbridos dobles de maíz de buena adaptación y rendimiento.

Se identificaron 3 híbridos dobles nuevos promisorios por su rendimiento en grano y otras características con los cuales es posible el mejoramiento de la producción y la productividad del cultivo del maíz en Cuba.

Es evidente el progreso del mejoramiento en la obtención de híbridos de maíz para su cultivo en épocas climatológicas menos favorables pero con más facilidades de disponer de superficies de suelo cultivables. En el año 1979 el rendimiento en grano de esa época de siembra fue de solamente el 59% del rendimiento obtenido en la época más favorable, en la actualidad se ha alcanzado el 78% lo cual equivale a una ganancia de el 19% lograda en la última época.

RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar realizando los ensayos para confirmar los resultados obtenidos en el presente.

Se recomienda continuar incluyendo en los ensayos del PCCMCA estos híbridos para su evaluación en diferentes países del área de Centroamérica y el Caribe.

BIBLIOGRAFIA

- Academia de Ciencias de Cuba, 1970. Atlas Nacional de Cuba. La Habana. Cuba. 1975 II Clasificación Genética de los suelos de Cuba. La Habana, Cuba.
- Allard, R.W., 1980. Principio de la mejora genética de las plantas. Traducción al español por José L. Montoya. Ed. Omega S.A. Barcelona, España.
- Arnold, L.E. y Jenkins, M.T. 1932. The relative variability of corn crosses and varieties. Jour Am. Soc. Agron. 24:868-871
- Becker, H. C. y H. J. León. 1988. Stability analysis in plant breeding. Plant breeding 101:1-23
- Bolaños J.A. y H.J. Barreto. 1990 Análisis de los componentes de rendimiento de los ensayos Regionales de Maíz. Programa Regional de Maíz para Centroamérica y el Caribe. PRM. Guatemala C.A.
- Brauer, H. 1980. Fitogenética aplicada. Ed. Limusa, México.
- CIMMYT, 1985. Manejo de Ensayos e Informes de datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT. México.
- Córdova, H.S. 1978. Parámetros de estabilidad para evaluar el comportamiento de variedades Guatemala. ICTA, 35 pag.
- Freeman, G.H. and J. M. Perkins. 1971. Environmental and genotype-environmental components of variability III Relations between genotype grown in different environments and measures of these environments. Heredity 27:15-23.
- Jugenheimer, R.W. 1985. Maíz variedades mejoradas, métodos de cultivos y producción de semillas. Trad. R. Piña. Ed. Limusa. México, D.F. 841P.
- Gorman, D.P. M.S. Kang y M.R. Milán. 1989. Contribution of weather variables to genotype x environment interaction in grain sorghum. Plant. Breeding 103:299-303 .
- Gravois, K.A. Moldenhauer, KAK y Rhoman, P.C. 1990. Genotype-by environmental interaction for rice yield and identification of stable, high-yielding genotype. In M.S. Kang (ed) Genotype by Environmental Interaction and Plant Breeding.
- Kang, M.S. 1990. Genotype by environment interaction an its implication in plant breeding Symposium on: Genotype environment interaction an Plant breeding. Ed. by Mangit, S. Kang LSU, Agricultural Center.
- Kang, M.S. and D.P. Gorman. 1989. Genotype x invironment interaction in maize. Agron J. 81:662-664.
- Llanos, M. 1984. El maíz su cultivo y aprovechamiento Ed. Mudi-Prensa. Madrid. 318 p.
- Márquez, S.F. 1988. Genotecnia Vegetal. Tomo II A.G.T. Editor S.A. México, PP. 1-343.
- MINAG. 1989. Instructivo Técnico para el cultivo del maíz. Dirección Nacional de Cultivos Varios. MINAG. Cuba.
- Saeed, M. and C.M. Francis. 1984 Association of weather variables with genotype x invironment interactions in grain sorghum. Crop Sci 24:13-16
- Torres, C.M. 1976. EN: Resultados obtenidos en la producción experimental del maíz en la República de Cuba. Grupo de Trabajo Cubano-Rumano MINAGRI.
- Torres, C.M. y Betancourt. 1979. Nuevos híbridos dobles de maíz para Cuba I. Informe preliminar. Cienc. Tecn. AGRIC. Viandas, Hortalizas y Granos. Vol. 2 No. 1
- Torres, C.M. 1990. Evaluación del rendimiento en las regiones occidental y oriental de Cuba de híbridos formados por cruza simples cubanas y líneas de maíz (*Zea mays* L.) de Guatemala. Presentado en la XXXVII Reunión Anual del PCCMCA, Panamá. C.A. Programa Regional de Maíz para Centroamérica y el Caribe. PRM. Guatemala.
- Vasal, S.K., D.L. Beck y J. Crossa. 1986. Estudio sobre la capacidad de combinación del germoplasma de maíz del CIMMYT. Reseña de la Investigación. CIMMYT. México, D.F.
- Vasal S.K. et al. 1989. Desarrollo de híbridos no convencionales de maíz. Presentado en la XIII Reunión de Maiceros de la Zona Andina Chiclayo, Perú 1988.

Cuadro 1. Híbridos dobles y variedades utilizadas en los ensayos (1990-1991)

Entrada	Cultivar	Gemealogía	PROCEDENCIA
1	CUB-T-1	(CT-1 X CT-542) (GA36 X GA32)	CUBA
2	CUB-T-2	(CT-1 X CT-6) (GA36 X GA32)	CUBA
3	CUB-T-3	(CT-1 X CT-9) (GA36 X GA32)	CUBA
4	CUB-T-4	(CT-9 X CT-6) (GA36 X GA32)	CUBA
5	CUB-T-5	(CT-1 X CT-5) (GA36 X GA32)	CUBA
6	CUB-T-6	(CT-221 X CT32) (GA36 X GA32)	CUBA
7	T-66 (T)	(CT-1 X CT-8) (CT-6 X CT-9)	CUBA
8	CUB-T-8	(CT-39 X GA32) (CT-187 X GA36)	CUBA
9	CUB-T-9	(CT187 X GA36) (CT-39 X GA32)	CUBA
10	GA 888	GA 36 X GA 32	GUATEMALA
11	POZA RICA 8336	POBLACION 36 AÑO 1983	CIMMYT
12	POZA RICA 8326	POBLACION 26 AÑO 1983	CIMMYT
13	CAPINAPOLIS 8224	POBLACION 24 AÑO 1982	CIMMYT
14	PICHILINGUE 7928	POBLACION 28 AÑO 1979	CIMMYT
15	ACROSS 7926	POBLACION 26 AÑO 1979	CIMMYT

Cuadro 2. Medias de rendimiento y características agronómicas de 15 cultivares de maíz evaluados en la región occidental de Cuba en época seca-frío con riego 1990.

Entrada	Rendim. Gramos Kg/ha	Días a Flor	Alt. Planta (cm.)	Alt. Maz. (cm.)	Maz. Pod. Cob. Maz Datos Retransf. (%)	Asp. Pta (esc)	Asp. Maz (esc)	Roya (esc)	Mazorca cosech.	Pro lifi (%)	
10	6454 a	58 c	234 bc	98 cde	0	20 ab	1 b	1 d	0,5	40 a	111
4	6349 ab	60 b	244 ab	108 abcde	0	0,9 e	1 b	1 d	0,6	39 ab	105
3	6294 ab	57 c	239 abc	103 abcde	0,17	1,7 de	1 b	1 d	0,5	36 abc	100
6	6059 ab	57 c	243 ab	119 a	0	10,1 abcd	1 b	1 d	0,5	37 ab	100
2	5984 ab	60 b	239 abc	105 abcde	0,62	20,7 a	1 b	1,25 cd	0,5	38 ab	100
5	5963 ab	60 b	244 ab	103 abcde	0,38	11,1 abc	1 b	1,5 bcd	0,5	36 abc	100
9	5639 ab	54 d	219 d	96 cde	0,32	10,6 abc	1 b	1,25 cd	0,6	37 ab	100
1	5604 ab	60 b	251 a	111 abc	1,2	6,6 cde	1 b	2 abcd	0,5	37 ab	100
8	5540 bc	53 d	228 cd	96 cde	0,17	9,6 abcd	1,25 b	1,75 bcd	0,6	35 abc	103
14	4929 cd	57 c	233 bc	109 abcd	4,5	6,5 cde	1,5 b	2 abcd	0,5	37 ab	103
15	4583 d	53 d	236 bc	108 abcd	0,48	6,1 cde	1,75 a	2,75 a	0,5	36 abc	100
11	4577 d	56 c	216 d	91 e	1,1	3,3 cde	1,75 a	2,25 ab	0,6	34 bc	103
12	4403 d	51 d	240 abc	110 abcd	1,5	8,4 bcd	1,75 a	2 abc	0,6	35 abc	97
7	4368 d	65 a	255 ab	116 ab	0,65	1,8 de	1,25 ab	2,5 ab	0,9	31 c	94
13	4230 d	58 c	219 d	95 de	0,61	2,6 cde	1,75 a	2,75 a	0,9	34 bc	94
— X General: 5398		57	236	105	1,06	7,56	1,26	1,75	0,592	36	100
C.V.: 9,85		2,6	3,64	9,07			24,46	32,12	28,96	9,24	
E.S.: 265,862		0,74263	4,2847	4,7361			0,1549	0,2810	8,514	1,655	

Cuadro 3. Medias de rendimiento y características agronómicas de 15 cultivares de maíz evaluados en la región occidental de Cuba en época húmeda-primavera con regadío 1991.

Entrada	Rend. Gramos	Días a Flor	Alt. Planta (cm)	Alt. Maz. (cm)	Maz. Datos	Pod. Retasf (%)	Ob. Maz	Aspect Pta. esc0-5	Aspect Maz. esc 0-5	Roya esc 0-5	Virus Retranf (%)	Mazorc Cosech	Plantas Cosech.	Pro lif. (%)
6	4744 a	47 cde	271 a	135 ab	0.94 de	1.4 bc		1.00 e	1.75 c	1.1	4.7 abcd	39 b	37 a	105
10	4454 ab	52 ab	265 abc	129 abc	0.00 e	1.2 bc		0.68 e	2.00 bc	1.3	0.52 d	47 a	37 a	127
3	4394 abc	49 bcd	265 abc	126 abc	0.96 de	1.2 bc		1.00 e	1.75 c	1.4	0.36 d	34 abc	34 abc	109
7	4275 abc	55 a	269 ab	131 abc	10.1 abc	0.68 c		1.00 e	2.75 bc	1.6	0.77 cd	34 abc	34 abc	82
5	4229 abc	50 bc	268 ab	143 a	5.8 bcd	2.8 bc		2.00 c	3.00 bc	1.6	4.1 abcd	34 abc	34 abc	91
1	4038 abcd	50 bc	271 a	143 a	3.8 cd	1.2 bc		1.00 e	2.00 bc	1.5	3.2 abcd	35 abc	35 abc	97
14	3786 bcde	49 bcd	278 a	133 abc	17.4 ab	3.9 abc		1.50 d	3.00 bc	1.3	1.18 abcd	31 c	31 c	93
9	3694 cde	44 de	260 abc	128 abc	10.0 abc	1.1 bc		1.00 e	2.50 bc	1.3	3.2 abcd	32 bc	32 bc	97
2	3678 cde	50 bc	269 ab	124 abc	7.2 abc	2.6 bc		1.00 e	2.25 bc	1.5	1.3 bcd	36 ab	36 ab	103
4	3348 def	50 bc	264 abc	125 abc	10.2 abc	0.68 c		2.75 a	3.75 ab	1.8	2.7 abcd	33 abc	33 abc	97
15	3342 def	45 de	260 abc	113 c	2.4 cde	8.3 a		1.00 e	3.00 bc	1.6	10.8 ab	32 bc	32 bc	97
12	3296 ef	46 cde	251 bc	123 abc	6.7 bcd	2.3 bc		2.50 ab	3.25 bc	1.5	9.1 abc	32 bc	32 bc	106
8	3219 ef	43 e	263 abc	126 abc	15.4 ab	4.4 ab		1.00 e	3.75 ab	1.5	2.15 abcd	38 a	38 a	84
11	2739 f	46 cde	253 bc	120 bc	15.1 ab	1.5 bc		2.25 bc	3.00 bc	1.8	5.4 abcd	31 c	31 c	94
13	2636 f	48 bcd	269 c	115 bc	22.5 a	0.68 c		2.25 bc	5.00 a	1.4	11.2 a	33 abc	33 abc	94
- X GENERAL: 3721.6		48	264	127	12.9	2.26		1.48	2.82	1,5	4.01	33	37	92
C.V. (%) : 12.19		6.09	3,98	9.74				19.9	38.3	22.64		15.45	7.54	
E.S : 226.75		1,4641	5,2478	6,2054				0.1477	0.5393	0.1641		2.5721	1.2782	

Cuadro 4. Medias de características agronómicas en la época seca-frío y la época húmeda y sus diferencias en base a la época de frío.

Entrada	Días a Flor	Diferenc. Días	Altura Planta F - P	Diferenc. (cm)	Aspecto Planta F - P	Diferenc. esc 0-5	Aspecto Mazorca F - P	Diferenc. esc 0-5	Virus F - P	Diferenc (%)
6	57-47	10	243-271	28	1 - 1	0	1 - 2	1	0 - 0,52	0,52
3	57-49	8	239-265	26	1 - 1	0	1 - 1,75	0,75	0 - 0,36	0,36
5	60-50	10	244-268	24	1 - 2	1	1,53 - 3,0	1,5	0 - 4,1	4,1
1	60-50	10	251-271	20	1 - 1	0	2 - 2	0	0 - 3,2	3,2
9	54-44	10	219-260	41	1 - 1	0	1,25 - 2,5	1,25	0 - 3,2	3,2
7	65-55	10	255-269	14	1,25 - 1	0,25	2,5 - 2,25	0,25	0 - 0,77	0,77
14	57-49	8	233-278	45	1,5 - 1,5	0	2 - 3	1	0 - 1,18	1,18
15	53-45	8	236-260	24	1,75 - 1,0	0,75	2,75 - 3,0	0,25	0 - 10	10
\bar{X} 59-49		9	240-267	27,75	1,18 - 1,18	0	1,75 - 2,43	0,68	0 - 2,9	2,9

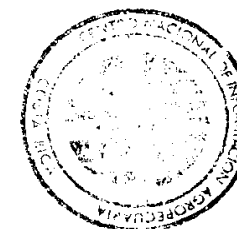
F = FRIO

P = PRIMAVERA

Cuadro 5. Medias de rendimiento en grano y principales componentes del rendimiento en época seca-frío y la época húmeda y sus diferencias en base a la época de frío.

Entrada	Peso Mazorcas Grano GS		Diferenc. Gramos	Taza de producción Kg/día		Diferenc. Kg.	Rendimiento		Diferenc. Kg/Ha	% Epoca Frío
	F	P		F	P		Kg/Ha F	15,5% H P		
6	147.38	109.47	37.91	51.79	44.34	7.45	6059	4744	1315	78
3	157.35	106.88	50.47	53.79	40.31	13.48	6294	4394	1900	70
5	149.08	122.78	26.30	49.69	38.44	11.25	5963	4229	1734	71
1	136.31	106.89	29.42	46.70	36.70	10.00	5604	4038	1566	72
7	137.16	107.24	29.92	49.46	35.52	13.94	5639	3694	1945	66
14	126.81	137.41	10.60	39.94	37.17	2.77	4368	4275	0093	98
15	142.46	117.49	24.97	40.07	32.92	7.15	4929	3786	1143	77
	114.57	97.02	17.55	39.94	33.10	6.84	4583	3342	1241	73
\bar{X}	138.89	113.15	25.74	46.42	37.31	9.11	5430	4063	1367	75

F = Frío
P = Primavera



Evaluación de Híbridos Experimentales de Maíz de Grano Amarillo (*Zea mays L.*) a través de Seis Localidades, Guatemala 1991.

Carlos Pérez Rodas¹, Mario Roberto Fuentes².

RESUMEN

Durante los meses de mayo a octubre se desarrolló la evaluación de híbridos experimentales de maíz de grano amarillo en diferentes ambientes de la zona costera de Guatemala, la cual estuvo conformada de once nuevos híbridos experimentales generados por el programa de maíz de ICTA, incluyendo como testigo a dos híbridos que se encuentran a nivel comercial.

La evaluación se realizó en seis diferentes localidades de Guatemala, ubicadas entre un rango de altitud de 0-1000 msnm. y el objetivo fue evaluar el potencial de rendimiento estabilidad y características agronómicas.

De acuerdo a la evaluación, los híbridos experimentales 9118, 9110, 9130, 9108, 9126 y 9122 presentan los mejores rendimientos en un rango de 5.17 a 5.29 ton/ha y superan al testigo HA-46 en 11-13% de rendimiento en grano el cual obtuvo 4.67 ton/ha. Por medio del análisis de AMMI se identificaron los híbridos de maíz 9118, 9108, 9126, 9104 con buena estabilidad y además presentan adecuadas características agronómicas.

INTRODUCCION

En Guatemala se ha incrementado la producción de semilla híbrida de maíz debido al uso de la misma y por el impacto que han tenido sus rendimientos.

En el Programa de Maíz existe especial interés en la generación de híbridos de maíz de grano amarillo, por el momento no se dispone de un híbrido con potencial de rendimiento que satisfaga las exigencias del agricultor.

El presente trabajo se estableció en seis localidades de la zona costera de Guatemala, ubicada entre un rango de altitud de 0-100 msnm. y conformada por 11 nuevos híbridos experimentales de grano amarillo y dos testigos reconocidos a nivel comercial.

OBJETIVOS

- 1- Determinar el potencial de rendimiento y característica agronómicas de nuevos híbridos de maíz de grano amarillo comparados con testigos comerciales.
- 2- Determinar la estabilidad de rendimiento de cada

uno de los nuevos híbridos a través de diferentes ambientes.

REVISION DE LITERATURA

La hibridación en maíz se considera como un método genotécnico que tiene como objetivo principal el aprovechamiento de la generación F_1 (Híbrido F_1) proveniente del cruzamiento entre dos poblaciones (P_1 y P_2) con cualquier estructura genotípica las cuales pueden ser líneas endogámicas, variedades de polinización libre, variedades sintéticas o las poblaciones F_1 mismas en el caso de las cruza dobles (Marquez 1988).

Quemé en un estudio sobre evaluación de cruza simples triples y dobles menciona que las diferencias en rendimiento desde el punto de vista práctico, no son significativas al comparar cruza simples con cruza dobles, por lo que recomienda bajo condiciones actuales la producción de híbridos dobles, ya que, presentan ciertas ventajas sobre los otros tipos de híbridos, principalmente en lo que respecta a la producción de semilla.

Eberhart y Russell citados por Córdova postulan que aunque la estabilidad de una cruza doble proviene de la mezcla de genotipos, también parece que está bajo control genético o sea que ciertos genotipos pueden mostrar mayor estabilidad que otros.

MATERIALES Y METODOS

En el presente estudio se evaluaron trece híbridos de maíz amarillo generados por el Programa de Maíz de ICTA, de los cuales once son híbridos experimentales y dos híbridos testigos que se encuentran a nivel comercial.

Los trece híbridos descritos en el Cuadro 1, fueron evaluados en ensayos uniformes en 6 localidades de Guatemala (Cuadro 2), bajo un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones por localidad.

La parcela experimental se conformó con cuatro surcos de 5.0 metros de largo y una parcela útil de 8.25 M², lo que equivale a una densidad de 53,333 plantas/ha.

Los 6 ensayos se establecieron en altitudes que oscilaron entre 0-1000 msnm. La siembra se realizó entre los meses de mayo y junio y se cosechó en octubre. La fertilización fue de 100 Kg/ha de $P_2 O_5$.

¹ Investigador del Programa de Maíz ICTA.

² Coordinador del Programa de Maíz, ICTA.

Las variables estudiadas fueron: Rendimiento de grano ajustado al 15% de humedad, días a floración, altura de planta y mazorca, enfermedades foliares, pudrición de mazorca, porcentaje de acame.

Análisis Estadístico

Se realizó el análisis de varianza por localidad y combinado, bajo el modelo de bloques completos al azar para las variables rendimiento, porcentaje de mazorca descubierta y podrida, días a floración. La comparación de medias se realizaron por la prueba de Tukey (DMSH).

Análisis de Estabilidad

Para la determinación de la magnitud en el comportamiento del genotipo a través de diferentes ambientes se utilizó el modelo AMMI.

RESULTADOS Y DISCUSION

Con los resultados obtenidos se realizó un análisis individual y combinado para las 6 localidades objeto de estudio (Cuadro 2) se detectaron diferencias altamente significativas al 1% de probabilidad en todas las localidades, para la variable rendimiento.

Los coeficientes de variación oscilaron entre 7-19%, lo cual infiere confiabilidad en los resultados.

En el Cuadro 3, se presentan las estadísticas estimadas en el análisis de varianza individual y combinado de seis localidades para las variables de mayor importancia genética y económica que se consideraron en el estudio. La interacción genotipo-ambiente fue significativa al 5% para la variable rendimiento, lo cual indica que los genotipos mostraron una respuesta relativamente diferente en algunas localidades, altamente significativa para el porcentaje de mazorca descubierta y días a floración y no presentó diferencias estadísticas para el porcentaje de mazorca podrida.

En el Cuadro 4 se presenta el rendimiento promedio de los híbridos en evaluación a través de seis localidades, en las que destacan los híbridos: HE 9118, 9110 y 9130, con rendimientos de hasta 5.29 tm/ha y superan hasta en 13% al HA-46 que rindió 4.67 tm/ha las características agronómicas son superiores en relación a los testigos en especial al HA-28.

La respuesta diferencial de los genotipos evaluados en diferentes ambientes implica la utilización de metodologías que permitan discriminar adecuadamente los genotipos que contribuirán al progreso por selección. En un programa de mejoramiento se necesita precisión para seleccionar materiales superiores dentro de un grupo de genotipos cuyas diferencias en potencial de rendimiento son mínimas y entender la interacción genotipo a través de diferentes ambientes. El modelo AMMI es una metodología que puede explicar la interacción genotipo-ambiente al utilizar scores de PCA (principal componente) al hacer predicción de estimaciones del rendimiento. El análisis de varianza del

modelo AMMI, Cuadro 5 muestra alta significancia para los componentes involucrados en el análisis, el PCA1 explica el 44% de la suma de cuadros del análisis de varianza de la interacción G x A alinea a los genotipos más estables sobre el eje de las X.

En el Cuadro 6 se presentan las medias de rendimiento por genotipo y localidad así como su correspondiente puntuación AMMI, observando que los híbridos mencionados anteriormente presentan valores cercanos a cero lo cual indica poca interacción con el ambiente esto se visualiza de una mejor manera en la Figura 1 en donde estos híbridos están arriba de la media de rendimiento y cercanos a la línea cero de interacción genotipo por ambiente.

Cuadro 1. Híbridos de maíz en evaluación
Guatemala. 1991.

Entrada	Híbrido
1	HE-9104
2	HE-9124
3	HE-9110
4	HE-9126
5	HE-9106
6	HE-9118
7	HE-9108
8	HE-9130
9	HA-28 TESTIGO
10	HE-9102
11	HE-9120
12	HE-9122
13	HA-46 TESTIGO

Cuadro 2. Estadísticos estimados en el análisis de varianza para rendimiento de 13 híbridos de maíz, evaluados en 6 localidades de Guatemala. 1991.

Localidad	Media Ton/ha	% C.V.	Sign. Estad.
SAN JERONIMO	7.87	7	**
CUYUTA	5.97	8	**
L.M. A-7	4.58	7	**
L.M. B-8	3.04	19	**
L.M. C.4	3.92	7	**
L.M. C-10	4.02	10	**

** Significativo 1%

Cuadro 3. Estadísticos estimados en el análisis de varianza combinado para 13 híbridos de maíz evaluados en 6 localidades de Guatemala. 1991.

Variable Estadística	Rendimiento	% Mazorcas		Días Flor
	Ton/ha	Desc.	Pod.	
MEDIA	4.90	3.9	4.0	57
% C.V.	9	81	78	2
DMS	0.3	0.6	0.64	0.20
L x V	*	**	NS	**
MAXIMO	5.29	12	10	59
MINIMO	3.96	1	2	55

* Sign. 5%

** Sign. 1%

NS No Sign.

Cuadro 4. Medias de rendimiento y características agronómicas de 13 híbridos de maíz evaluados en 6 localidades de Guatemala. 1991.

Entrada	Ren. Tm/ha	QQ/Mz	Días Flor	Plt.	Altura Mazca.	% Mazorca Pod.	%/Ha Desc.	%/Ha -46
9118	5.29	82	56	232	121	4	3 A*	113
9110	5.28	82	58	240	132	6	3 A	113
9130	5.25	81	57	223	119	3	2 A	112
9108	5.20	81	57	227	121	4	3 A	111
9126	5.19	80	57	231	122	3	3 A	111
9122	5.17	80	57	226	119	4	3 AB	111
9120	5.11	79	57	232	122	3	3 AB	109
9104	5.03	78	59	245	131	4	2 AB	108
9104	4.97	77	58	230	120	4	2 AB	106
9102	4.45	69	58	233	121	4	10	95
9102	3.96	61	58	218	114	10	13	85
HA-46	4.67	72	56	234	117	3	2	100
HA-28	4.13	64	56	220	116	5	2	

* Estadísticamente iguales 0.01 probabilidad

Cuadro 5. Análisis de varianza del rendimiento para estimar los valores aditivos de genotipo, su interacción modelo AMMI.

Fuente	G.L.	S.C	C.M	FC 0.01
AMBIENTE	5	792.60	158.52	**
GENOTIPO	12	58.92	4.91	**
G x A	60	20.28	0.34	**
PCA 1	16	8.94	0.56	**
PCA 2	14	7.31	0.52	**
RESIDUAL	30	4.02	0.13	
ERROR	216	43.67	0.20	

** Significativo 1%

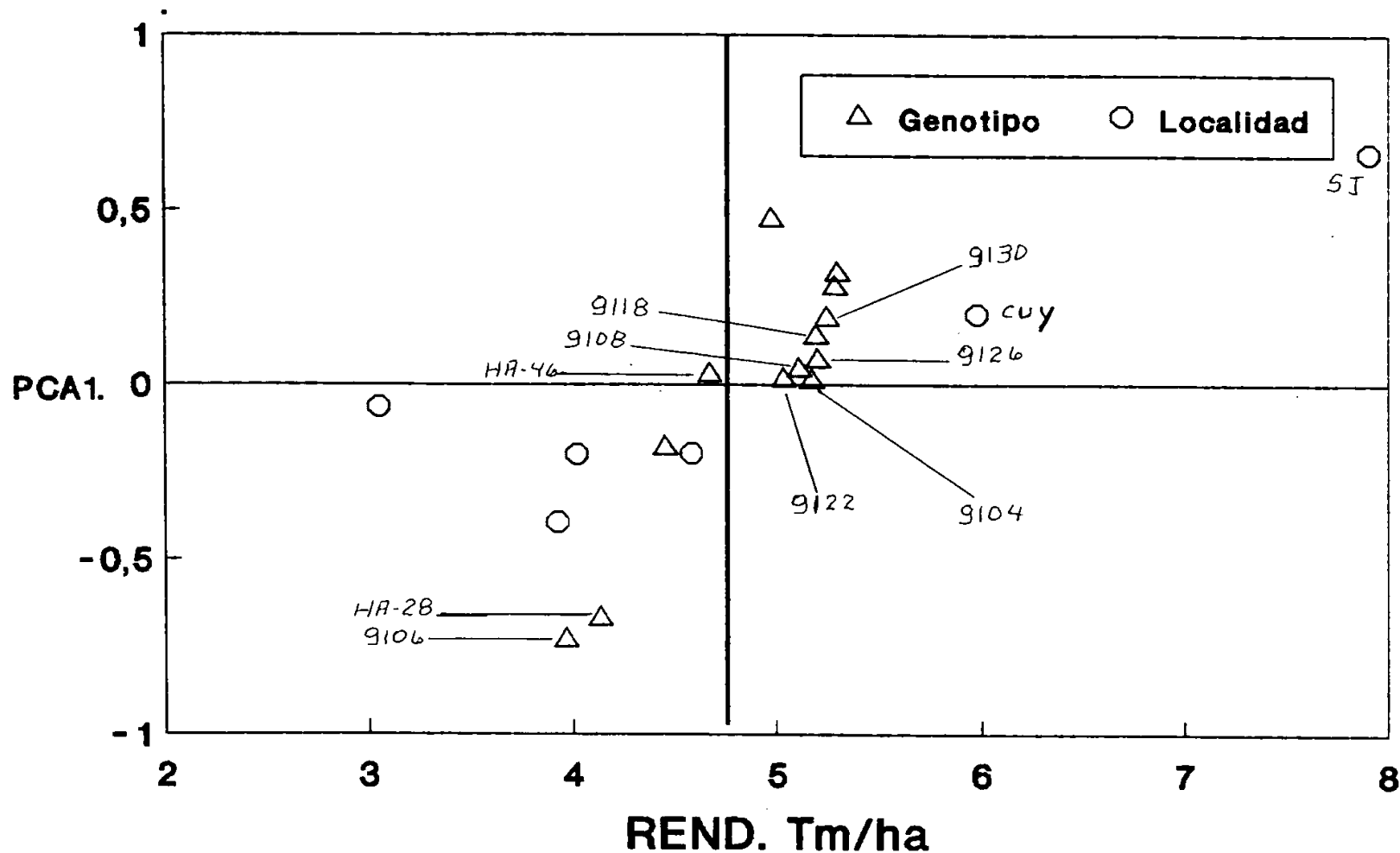
CONCLUSIONES

A través del análisis de estabilidad AMMI, se identificaron como híbridos de maíz estables: HE-9118, 9108, 9126 y 9104, con rendimientos entre 5.03-5.29 Ton/Ha y buenas características agronómicas los cuales superan entre 8-13% al HA-46.

Cuadro 6. Puntuaciones para trece híbridos de grano amarillo y seis ambientes, del primer eje de interacción. Modelo AMMI, 1991.

No. Híbrido	Rend. Ton/ha	Puntuación AMMI	Ambiente	Rend. Ton/ha	Puntuación AMMI
1 HE-9104	5.035	0.016	1 LM-C10	4.017	-0.402
2 HE-9124	4.971	0.472	2 LM-C4	3.919	-0.536
3 HE-9110	5.277	0.285	3 LM-A7	4.578	-0.241
4 HE-9126	5.186	0.144	4 LM-B8	3.045	-0.106
5 HE-9106	3.961	0.733	5 CUYUTA	5.974	0.368
6 HE-9118	5.293	0.322	6 S JERON	7.867	0.917
7 HE-9108	5.199	0.069			
8 HE-9130	5.245	0.190			
9 HA-28 TESTIGO	4.132	0.674			
10 HE-9102	4.451	0.178			
11 HE-9120	5.111	0.044			
12 HE-9122	5.169	0.012			
13 HA-46 TESTIGO	4.669	0.030			

FIGURA 1. Diagramas de medias de rendimiento y escores AMMI del primer eje del componente principal (CPA1) de 13 híbridos de grano amarillo evaluados en 6 ambientes de la Zona sur de Guatemala, 1991.



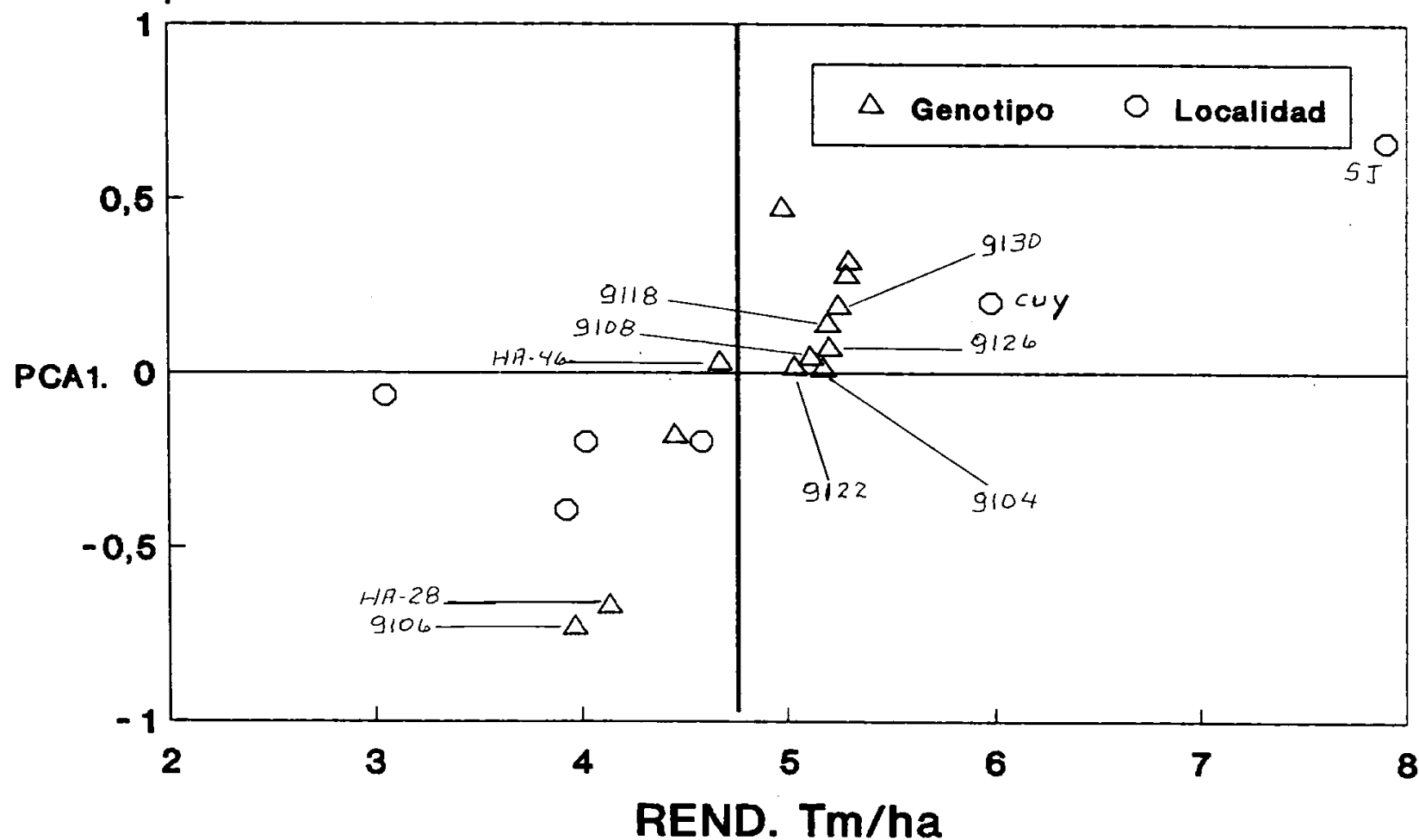
BIBLIOGRAFIA

Córdova, H.S., Raun W. y Barket T. 1988. El uso de parámetros de estabilidad para determinar la adaptación de 36 cultivares de maíz. Simposium Modelos de Estabilidad para Evaluar la adaptación de cultivos. XXXIV Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica (1988).

Manguez S.F. 1988. Genotécnica Vegetal Tomo II A.G.T. Editor, S.A. México P. 1-343.

Quemé J.L. 1989. Predicción y Evaluación de Cruzas Dobles y de tres líneas de Maíz (*Zea mays* L.) en la Zona Baja de Guatemala. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados Montecillo, México. 113 p.

FIGURA 1. Diagramas de medias de rendimiento y escores AMMI del primer eje del componente principal (CPA1) de 13 híbridos de grano amarillo evaluados en 6 ambientes de la Zona sur de Guatemala, 1991.



BIBLIOGRAFIA

- Córdova, H.S., Raun W. y Barket T. 1988. El uso de parámetros de estabilidad para determinar la adaptación de 36 cultivares de maíz. Simposium Modelos de Estabilidad para Evaluar la adaptación de cultivos. XXXIV Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica (1988).
- Manguez S.F. 1988. Genotécnica Vegetal Tomo II A.G.T. Editor, S.A. México P. 1-343.
- Quemé J.L. 1989. Predicción y Evaluación de Cruzas Dobles y de tres líneas de Maíz (**Zea mays L.**) en la Zona Baja de Guatemala. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados Montecillo, México. 113 p.

GENOTECNIA VEGETAL. MEJORAMIENTO GENETICO II.

Efectos de Aptitud Combinatoria General e Identificación de Híbridos Triples de Maíz de Grano Blanco, Centro América, Panamá y el Caribe. Programa Regional de Maíz, 1991.

Mario Fuentes¹, José Luis Quemé², Carlos Pérez²

RESUMEN

El cultivo de maíz constituye uno de los cereales de mayor importancia para la región de Centro América y el Caribe por su utilización en la alimentación humana, animal y en algunos casos para la industria.

La diversidad genética y aptitud combinatoria son componentes importantes para obtener altos valores de heterosis en la formación de híbridos de maíz. Con el objetivo de utilizar en forma eficiente las líneas élite desarrolladas en CIMMYT, México y mejorar el patrón heterótico en los híbridos de los Programas Nacionales, se creó el Proyecto Colaborativo Centroamericano de formación de híbridos.

El presente estudio evalúa la formación de 91 cruces triples con la combinación de 24 líneas de grano blanco y cuatro cruces simples élite utilizadas como hembra en la formación de los híbridos HB-83M, H-5, H-27 y DC-

43 de Guatemala, El Salvador, Honduras y Costa Rica, respectivamente, con el objetivo de determinar la aptitud combinatoria general ACG del germoplasma desarrollado dentro del Proyecto Regional de Maíz, las cuales se evaluaron en 10 localidades de Centro América.

Los resultados demuestran una superioridad notable en el comportamiento de los nuevos híbridos formados, comparados con los testigos HB-83, H-5, H-27, HC-43 y los probadores utilizados. El mayor rendimiento se obtuvo en las localidades de Costa Rica, con el híbrido (1188x1178) con 8.6 Tm/ha y superó al testigo HC-43 en 35%.

Las estimaciones de ACG identificaron a 9 líneas superiores, dentro de las cuales sobresalen la 1178, 1107 y 1130 con valores de 0.71 y 0.44 Tm/ha., derivadas del Pool 24 y de la Población 25 de CYMMIT.

¹ Coordinador Programa de Maíz. ICTA. Guatemala.

² Técnicos Programa de Maíz. ICTA. Guatemala.

Efectos de Aptitud Combinatoria General de Identificación de Híbridos Triples de Maíz de Grano Blanco, Centro América, Panamá y el Caribe. Programa Regional de Maíz, 1991

Mario Roberto Fuentes L.¹ José Luis Quemé.² Carlos Pérez²

INTRODUCCION

En Centro América, Panamá y el Caribe, el maíz constituye uno de los cereales de mayor importancia por su utilización en la alimentación humana y animal, y en algunos casos para la industria. La diversidad genética y aptitud combinatoria son componentes importantes para obtener altos valores de heterosis en la formación de híbridos de maíz. La aptitud combinatoria general proporciona información sobre que líneas puras deben producir los mejores híbridos cuando se cruzan con muchas otras líneas, así mismo se ha definido como el valor medio F1's de sus cruzas con otras líneas. (Jugenheimer, 1981).

Según Brauer (1980), el método clásico para la formación de híbridos consiste en desarrollar líneas puras por medio de endogamia y selección continua durante varias generaciones, hasta lograr líneas con suficiente homocigosis que presentan características deseables.

Douglas (1982), menciona que el éxito del mejoramiento genético está determinado por el producto final, en nuestro caso será el híbrido. Con el mejoramiento genético se logra valorizar a las líneas progenitoras de los híbridos mediante las pruebas de aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) logrando con ello determinar la capacidad de las líneas para producir híbridos superiores cuando se cruzan con otras líneas. (Allard, 1980; Brauer, 1980).

Los Programas Nacionales de Maíz en la región han desarrollado en sus propios países proyectos de mejoramiento de maíz con el fin de general variedades e híbridos con mayor potencial de rendimiento, mejores características agronómicas, amplia adaptación y otros caracteres específicos para cada país; sin embargo, los logros obtenidos no han sido similares en cada uno de los países. (CIMMYT, 1989).

En 1986, se establecieron Proyectos Colaborativos de Investigación en Maíz entre el CIMMYT y los Programas Nacionales de Maíz, tendientes a establecer estrategias para encontrar soluciones a la problemática que limita la producción de dicho cultivo.

A Guatemala se le designó como país líder en el Proyecto Regional de Híbridos de Maíz y una de las fases importantes en este Proyecto lo constituye el mejoramiento de los híbridos en actual producción comercial en los diferentes países, para lograr este

objetivo las cruzas simples utilizadas como hembras en los híbridos se usan como probadores para definir la aptitud combinatoria de las líneas élite en generaciones tempranas (S₃) desarrollados por el Proyecto Regional de Maíz. Los híbridos triples formados se evalúan en diferentes localidades y se identifican los superiores en función del rendimiento y características agronómicas, así como estabilidad.

OBJETIVOS

1. Evaluar cruces triples de líneas de grano blanco con endogamia parcial, utilizando como probadores distintas cruzas simples élites desarrolladas por los Programas Nacionales de Guatemala, El Salvador, Honduras y Costa Rica.
2. Determinar la aptitud combinatoria general del germoplasma desarrollado dentro del Proyecto Regional de híbridos de maíz.
3. Mejorar el pedigree de los híbridos desarrollados por los Programas Nacionales.

MATERIALES Y METODOS

Localización:

El presente estudio se realizó en 10 localidades de Centro América; San Jerónimo, La Máquina, Cuyuta y Las Vegas en Guatemala, San Andrés y Santa Cruz Porrillo en El Salvador, Omonita en Honduras, San Cristóbal en Nicaragua y 2 localidades en Alajuela, Costa Rica.

Material Genético:

El germoplasma utilizado como probadores fueron las cruzas simples hembras de los híbridos: HB-83M, H-5, H-27 y DC 43, originarias de Guatemala, El Salvador, Honduras y Costa Rica, respectivamente. Se mestizaron 24 líneas élite de diferentes poblaciones 22, 25, 32, 49 y Pool 24 de CIMMYT.

Diseño Experimental:

El diseño que se utilizó fue látice simple 10 x 10 con 100 tratamientos y 2 repeticiones por localidad.

Fecha de Siembra y Cosecha:

La fecha de siembra fue en Junio y la cosecha se realizó en Octubre. Las distancias de siembra fue de

¹ Coordinador Programa Maíz. ICTA. Guatemala.

² Técnicos Programa de Maíz. ICTA. Guatemala

0.75 mt. entre surcos y 0.5 mt. entre postura de 2 plantas equivalentes a 53,000 plantas por hectárea, el manejo agronómico se realizó de acuerdo a la tecnología de cada país. La parcela experimental constó de 2 surcos de 5.5 metros de largo con una parcela útil de 8.25 m².

Las variables estudiadas fueron: Rendimiento, días a floración, altura de planta y mazorca, porcentaje de mazorca descubierta y podrida, pudrición de acame de raíz y tallo.

Análisis Estadístico:

Se realizó análisis de varianza bajo el modelo de látice para las variables en estudio, las comparaciones de medias se realizaron por medio de la prueba de Tukey (DMSH).

La identificación de las líneas con mejor aptitud combinatoria general se realizó a través de los cuatro probadores utilizados.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1, presenta los estadísticos estimados en el análisis de varianza para rendimiento por localidad y combinado. La alta significancia para tratamientos indica que existe una respuesta diferencial para el rendimiento en los genotipos evaluados. La interacción genotipo por localidad indica que existen genotipos que presentan una respuesta relativamente diferente en algunas localidades.

Los Coeficientes de variación oscilaron entre 2% para la localidad de Alajuela, Costa Rica y 34% en La Máquina, Guatemala, la eficiencia relativa del látice en relación al diseño de bloques al azar osciló entre 102-971%, y es notable en el análisis combinado con un valor de 1331%.

Las localidades de San Jerónimo, Guatemala y Alajuela, Costa Rica, fueron los ambientes con mayor potencial de rendimiento con 8.17 y 8.49 tm/ha. y la localidad de la Máquina, Guatemala, la de menor rendimiento con 1.90 tm/ha. en esta localidad se presentaron problemas de sequía en la época de floración que afectó la expresión del potencial del rendimiento.

El Cuadro 2, presenta los híbridos superiores de maíz obtenidas en la evaluación de 4 localidades en Guatemala con el probador siembra HB-83, entre los que sobresalen: (1185x1178) y (1185x1130) con 6.40 y 6.35 tm/ha respectivamente, comparado con el híbrido testigo HB-83 que obtuvo 5.24 tm/ha y lo superan hasta en 22% de rendimiento. Las características agronómicas se consideran aceptables y reviste mucha importancia los bajos porcentajes de mazorca descubierta (2-8%) y pudrición de mazorca (4-10%) que expresan los materiales en evaluación, lo cual indica que existen genotipos resistentes a este factor adverso de origen biótico.

La evaluación en El Salvador a través de las

localidades de San Andrés y Santa Cruz, muestran los híbridos superiores de maíz que fueron cruzados con el probador hembra del H-5. (Cuadro 3). El potencial de rendimiento del híbrido (1187x1123) y (1187x1152) es de 5.38 y 5.31 tm/ha. respectivamente y superan hasta en 54% al híbrido comercial H-5 que obtuvo 3.49 tm/ha. En general las características agronómicas de los híbridos seleccionados para este país se consideran aceptables.

El Cuadro 4, presenta los híbridos superiores para Honduras, que fueron cruzados con el probador hembra H-29, y el mayor rendimiento lo expresa el híbrido (1186x1107) con 8.18 tm/ha comparado con el testigo H-29 que obtuvo 6.10 tm/ha y lo supera en 34%, la expresión de características de calidad de mazorca (cobertura, pudrición) son notables.

La evaluación en Nicaragua, presenta un ambiente propicio para el desarrollo del achaparramiento del maíz, factor biótico de importancia económica cuyo vector es al insecto *Dalbulus maydis*.

El Cuadro 5, resume los híbridos superiores en dicha localidad, los cuales expresaron rendimiento de hasta 5.76 tm/ha. para el híbrido (1186x1146), comparado con el H-5 que obtuvo 4.18 tm/ha. el cual ha sido un híbrido utilizado como comparador regional y lo supera hasta en un 38%. En general los híbridos superiores presentan porcentaje de achaparramiento de planta entre 20-32% y en porcentaje de achaparramiento de mazorca entre 3-28%. Estos valores de achaparramiento son relevantes al compararlos con variedades susceptibles hasta con 53% de mazorcas afectadas (Córdova. H. 1990).

El Cuadro 6, presenta el rendimiento promedio y características agronómicas de los híbridos superiores de maíz identificados para Costa Rica, en donde se utilizó como probador hembra la cruz simple DC-43. La evaluación en las localidades de Costa Rica es un ambiente propicio para el desarrollo de pudrición de mazorca y tallo, producido por el hongo *Diplodia* sp. y *Fusarium* sp., sin embargo, la tolerancia manifestada por los híbridos evaluados bajo estas condiciones de stress biótico son notables. Los híbridos evaluados expresan rendimientos entre 8.60 y 7.81 tm/ha. entre los que sobresale el (1188x1178) con 8.60 tm/ha y superan hasta en un 35% de rendimiento al HC-43 que produjo 6.38 tm/ha.

En el Cuadro 7 se observa que los rendimientos promedios de la combinación de las mejores líneas con diferentes probadores superan en su mayoría a las cruza simples con rendimientos entre 5.76 y 6.20 tm/ha. así como a los híbridos testigos de la evaluación a excepción de la cruz hembra del HB-83 que rindió 6.61% tm/ha. Las características agronómicas se mantienen similares y las cruza donde se incluyen las líneas seleccionadas por su alta ACG presentan bajos valores de mazorca descubiertas y podridas entre los que sobresalen 1178 y 1107.

La estimación de la aptitud combinatoria general de

las nuevas líneas superiores a través de los diferentes probadores se presentan en el Cuadro 8, los cuales obtuvieron valores positivos entre 0.17-071 tm/ha. Se seleccionaron 9 líneas superiores entre las que sobresalen las líneas 1107 y 1103 derivados de la población 25, 1152, 1130, 1146 y 1147 con tolerancia a achaparramiento 1178 del Pool 24 y 1111 de la Población 49 respectivamente. La línea que mejor combinación híbrida mostró fue la 1178 con ACG de 0.71 tm/ha. y media de rendimiento de 6.20 tm/ha.

Los Programas Nacionales pueden hacer uso efectivo de las líneas élite para desarrollar nuevas combinaciones híbridas entre ellas o para producir en forma inmediata los híbridos triples identificados en la presente evaluación.

CONCLUSIONES

Se identificaron híbridos triples para Guatemala, El Salvador, Honduras y Costa Rica, con rendimiento hasta 6.20 tm/ha., los cuales superaron a los testigos HB-83, HB-29, H-5 y HC-43 con rendimiento entre 11 y 44% y buenas características agronómicas.

Se identificaron 9 líneas con ACG positiva con valores de 0.17-071 tm/ha, las cuales pueden ser utilizadas para formar nuevas combinaciones híbridas entre ellas mismas o en forma inmediata para formar los híbridos triples identificados.

La línea que mostró mejor combinación híbrida fue la 1178 derivada del Pool 24.

BIBLIOGRAFIA

Allard, R.W. 1980. Principios de la mejora genética de plantas. Traducción al español por José

L. Montoya. Editorial OMEGA, S.A. Barcelona. España.

Brauer, H. O. 1980. Fitogenética aplicada. Editorial LIMUSA, México.

CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO. (CIMMYT), 1989. Programa Regional de Maíz de Cimmyt para Centro América, Panamá y El Caribe. Guatemala. Jugenheimer, R. 1981. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla. México.

RECONOCIMIENTO

El presente documento es el resultado del trabajo colaborativo de las siguientes entidades e instituciones de Centro América, Panamá y El Caribe, a quienes se agradece por su valiosa aportación profesional:

Guatemala: Mario Roberto Fuentes, José Luis Quema, Eduardo Landaverry, Carlos Pérez, Archelao Avila. (ICTA). Lic. Antonio

Cristiani, Héctor Deras, Jesús Merino. (Cristiani Burkard).

Salvador: Adán Aguiluz (CENTA)

Honduras: Luis Brizuela (SRN)

Nicaragua: Róger Urbina (CNIGB)

Costa Rica: Kenneth Jiménez, Carlos Salas, (UCR), Leopoldo Pixley. (MAG).

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento de los mestizos de maíz blanco del Programa Regional de Maíz. Centro América 1988.

Localidad	Rend. Tm/ha	DMSH Tm/ha	% C.V.	F O.01 Trat. X Loc.	ERL/DBC A
Guatemala, San Jerónimo	8.17	0.90	7	**	184
Guatemala, La Máquina	1.90	1.28	34	**	145
Guatemala, Cuyuta	6.56	1.55	12	**	106
Guatemala, Las Vegas	5.30	1.32	13	**	102
Salvador, San Andrés	4.88	1.27	13	**	106
Salvador, San Cruz	4.84	1.67	18	**	141
Honduras, Omomita	6.12	1.20	10	*	137
Nicaragua, San Cristóbal	4.31	1.08	13	**	104
Costa Rica, Costa Rica	5.69	1.96	18	**	115
Costa Rica, Alajuela	8.49	0.24	2	**	971
Combinado.	5.63	0.52	4	**	** 1331

Cuadro 2. Rendimiento y características agronómicas de híbridos triples superiores de maíz, grano blanco evaluados en Guatemala, PRM, 1991.

Híbrido	Rend. Tm/ha	% S HB-83	Días Flor	Altura		% Mzca.		% Acame	
				Pta.	Mzca.	Desc.	Pod.	Raíz	Tallo
1185 X 1178	6.40	122	56	248	141	2	6	6	3
1185 X 1130	3.35	121	57	243	126	3	4	2	0
1185 X 1111	6.17	118	58	240	123	8	10	7	0
1185 X 1147	5.94	113	56	234	131	7	5	2	1
1186 X 1146	5.75	110	57	243	134	3	10	10	1
1185 X 1112	5.70	109	57	226	121	5	6	0	0
HB-83 *	5.24	100	60	238	127	5	8	7	0
HB-83	4.86		58	238	127	5	7	7	0

* Media 4 localidades.

Cuadro 3. Rendimiento y características agronómicas de híbridos triples superiores de grano blanco para El Salvador, PRM. 1991.

Híbrido	Rend. Tm/ha	% S H-5	Días Flor	Altura		% Mzca.		% Acame	
				Pta.	Mzca.	Desc.	Pod.	Raíz	Tallo
1187 X 1123	5.38	154	56	218	127	1	2	3	1
1187 X 1152	5.31	152	60	253	165	4	4	6	5
1187 X 1155	5.17	148	59	249	138	5	1	1	1
1187 X 1177	5.02	144	59	252	140	6	3	1	1
1187 X 1180	4.95	142	56	223	121	2	2	0	1
1187 X 1106	4.80	137	60	231	128	2	1	1	1
TESTIGOS									
H-5 *	3.49	100	61	241	129	2	1	2	2
H-5	4.29		60	258	153	1	6	17	1

* Media 2 localidades

Cuadro 4. Rendimiento y características agronómicas de híbridos triples superiores de grano blanco para Honduras, PRM, 1991.

Híbrido	Rend. Tm/ha	% S H-5	Días Flor	Altura		% Mzca		% Acame	
				Pta.	Mzca.	Desc.	Pod.	Raíz z	Tallo
1186 X 1107	8.18	134	54	228	127	1	0	0	0
1186 X 1111	6.85	112	55	214	125	1	0	0	1
1186 X 1124	6.84	112	54	197	110	1	0	0	2
1186 X 1174	6.58	108	54	233	133	1	0	0	2
1186 X 1152	6.56	107	55	241	150	1	1	0	1
1187 X 1179	6.48	106	54	187	112	1	3	0	0
H-29 *	6.10	100	53	222	134	1	1	0	0
H-29	5.58		60	243	137	3	15	17	1

* Datos 1 localidad

Cuadro 5. Rendimiento y características agronómicas de híbridos triples superiores de grano blanco evaluados en Nicaragua. PRM, 1991.

Híbrido	Rend. Tm/ha	% S H-5	Días Flor	Altura		% Mzca		% Acame	
				Plta.	Mzca.	Desc.	Pod.	Raíz	Tallo
1186 X 1146	5.76	138	54	215	115	6		24	9
1186 X 1155	5.74	137	55	219	116	4		23	17
1185 X 1155	5.68	133	54	225	118	8		21	7
1186 X 1147	5.63	135	54	218	117	17		21	11
1185 X 1130	5.37	128	53	213	113	6		32	28
1188 X 1130	5.23	125	55	213	114	9		35	16
1188 X 1146	5.22	125	57	223	123	7		20	3
1187 X 1147	5.05	121	57	213	125	8		20	7
H-5	4.18	100	57	223	119	4		19	9
HB-83	4.23		57	215	113	6		38	7
H-29	4.82		56	223	119	5		19	

Cuadro 6. Rendimiento y característica agronómicas de los híbridos triples superiores de grano blanco evaluados en Costa Rica, PRM, 1991.

Híbrido	Rend. Tm/ha	% S HB-83	Días Flor	Altura		% Mzca.		% Acame	
				Plta.	Mzca.	Desc.	Pod.	Raíz	Tallo
118 X 1178	8.60	135	58	212	121	2	5	24	0
1188 X 1155	8.30	130	58	238	125	4	4	42	0
1188 X 1146	7.90	124	57	212	110	1	6	32	0
1188 X 1152	7.89	124	60	230	133	7	10	32	1
1188 X 1123	7.87	124	59	202	103	4	6	32	0
1188 X 1147	7.81	122	56	194	107	9	5	19	1
HC-43	6.38	100	59	225	112	5	8	23	2
HC-43	4.62		59	225	124	10	8	3	1

Cuadro 7. Medias de rendimiento y características agronómicas de las líneas con mejor ACG del Proyecto Colaborativo de Híbridos de Maíz, cruzadas con los objetivos diferentes probadores de los Programas Nacionales.

Línea	Rend. Tm/ha.	Días Flor	Altura		% Mzcas.		% Acame	
			Plta.	Mzca.	Desc.	Pod.	Raíz	Tallo
1178	6.20	56	242	140	2	5	3	1
1107	6.19	57	247	128	7	6	11	0
1130	6.03	56	234	126	3	5	2	0
1147	6.00	55	228	129	7	6	2	1
1152	5.94	58	240	141	2	6	8	1
1146	5.94	56	237	132	3	7	10	1
1155	5.88	56	243	139	7	5	6	0
1103	5.80	57	235	123	13	9	16	0
1111	5.76	56	235	122	8	10	7	1
PROBADORES								
♀ HB-83M	6.61	58	240	128	1	6	6	1
♀ H-29	4.14	57	237	126	4	7	16	1
♀ H-5	5.03	60	258	153	1	6	17	1
♀ DC-43	5.61	62	247	142	11	14	2	1
TESTIGOS								
HB-83	4.86	58	238	127	5	7	7	0
H-29	5.58	60	243	137	3	15	21	2
H-5	4.29	60	258	153	1	6	17	1
HC-43	4.62	59	225	124	10	8	3	1

Cuadro 8. Estimación de aptitud combinatoria general de líneas de maíz blanco, procedentes del PRM. Combinado 1991.

Línea	♀HB.83M Tm/ha	♀H-29 Tm/ha	♀H-5 Tm/ha	♀DC-43 Tm/ha	Media Tm/ha	ACG
1178	6.64	6.06	---	6.21	6.20	0.71
1107	6.68	6.63	---	5.25	6.19	0.60
1130	6.13	6.25	5.60	6.13	6.03	0.44
1147	5.93	6.14	5.95	5.97	6.00	0.40
1152	6.19	6.20	5.54	5.80	5.94	0.34
1146	5.92	5.99	5.59	6.15	5.94	0.34
1155	5.83	6.13	5.56	6.00	5.88	0.29
x mestizos	5.76	6.01	5.07	5.53	5.59	
PROBADORES						
♀HB-83M					6.61	
♀H-29					4.14	
♀H-5					5.03	
♀DC-43					5.61	
TESTIGOS						
HB-83					4.86	
H-29					5.58	
H-5					4.29	
HC-43					4.62	

GENOTECNIA VEGETAL. MEJORAMIENTO GENETICO III

Desarrollo de Poblaciones Tropicales de Maíz con Resistencia a la Mancha de Asfalto en CIMMYT.

F. González Ceniceros¹, S.K. Vasal¹, G. Srinivasan¹ y N. Vergara¹

RESUMEN

Se formaron cuatro poblaciones de maíz (*Zea mays* L.) con el objetivo de incrementar el nivel de resistencia a la enfermedad conocida como mancha de asfalto, causada por *Phyllachora maydis* y *Monographella maydis*, en materiales tropicales blancos y amarillos. Las poblaciones "Sintético Blanco" y "Sintético Amarillo" se originaron de la recombinación de 112 líneas blancas y 72 líneas amarillas respectivamente, que mostraron resistencia a la enfermedad. Las Poblaciones "22 x TSR" y "28 x TSR" fueron producto de la cruce de las mismas líneas resistentes con materiales de las poblaciones 22 (blanco) y 28 (amarillo), en su respectivo color de grano. Antes de evaluarse, las cuatro poblaciones se seleccionaron de 2 a 4 ciclos usando un método de selección recurrente de medios hermanos. Se observó una reducción en incidencia de la enfermedad de un 11-12.5% por ciclo en las cuatro poblaciones. La Pob. 28 x TSR registro un incremento en rendimiento de sólo 0.9%, comparado con 2.3% en el Sintético Amarillo, 3.8% en el Sintético Blanco, y 4.2% en la Pob.22 x TSR. Las cuatro poblaciones tuvieron la tendencia a hacerse más altas y tardías en cada ciclo de selección. Los Sintéticos tuvieron un nivel de resistencia mayor que sus poblaciones correspondientes y fueron a la vez más altos y tardíos.

INTRODUCCION

La enfermedad del maíz (*Zea mays* L.) conocida como "mancha de asfalto" u "ojo de pescado", es causada por los hongos *Phyllachora maydis*-*Monographella maydis* (4), y causa daños económicos en algunas áreas de México, Centro y Sudamérica (1,3). La enfermedad es prevalente en áreas que presentan un clima húmedo, nublado y con temperatura relativamente bajas, que favorecen también el desarrollo de *H. turcicum* (2). El daño *P. maydis* empieza como pequeñas manchas abultadas de color negro brillante que crecen en ambos lados de las hojas inferiores. Las lesiones se incrementan en tamaño y número y el tejido rodeando las manchas

negras muere debido al ataque conjunto de *P. maydis* y *M. maydis*. Alrededor de floración, el número de lesiones es abundante, y al extenderse las lesiones, éstas coalescen produciendo extensas áreas necróticas en las hojas. Conforme la planta avanza en madurez, lesiones nuevas aparecen en las hojas superiores, resultando en una necrosis completa en plantas de genotipos susceptibles (2,3).

Existe resistencia genética para mancha de asfalto (5), ésta se expresa como plantas con hojas completamente limpias, plantas que tienen un número reducido de lesiones, o bien, un desarrollo lento de la enfermedad. La resistencia se ha demostrado que esta conferida por genes mayores dominantes, genes simples recesivos, y genes menores con efectos primordialmente aditivos y de dominancia (3,5).

Se estima que alrededor de 175,000 Has. sufren pérdidas económicas en las áreas tropicales, la mayoría de estas áreas en Costa Rica, Honduras, Panamá, Haití y México (1). De estas 175,000 has., 151,000 requieren germoplasma tardío, y 24,000 has. requieren material intermedio. Las poblaciones 22 (Mezcla Tropical Blanca) y 28 (Amarillo Dentado) satisfacen los requisitos en cuanto a madurez de las áreas más afectadas.

Considerando lo anterior se decidió formar cuatro poblaciones resistentes a la mancha de asfalto, dos amarillas y dos blancas, teniendo en mente los siguientes objetivos: 1) Incrementar el nivel de resistencia a la mancha de asfalto en materiales tropicales blancos y amarillos, manteniendo o incrementando al mismo tiempo el rendimiento y otras características deseables como son buena cobertura de mazorca, y resistencia al acame de raíz y tallo, y 2) comparar indirectamente dos métodos de incorporar resistencia a la enfermedad en el material tropical de CIMMYT. El primer método consiste en identificar los materiales más resistentes disponibles de varias fuentes, recombinarlo y seleccionar para resistencia y rendimiento; y el segundo método es el de cruzar este material resistente con variedades de alto potencial de

¹ CIMMYT, Lisboa 27. Apdo. Postal 6-641, México D.F., México 06600

rendimiento, seguido de selección para resistencia y rendimiento.

MATERIALES Y METODOS

En el proyecto de híbridos de CIMMYT, se identificaron 112 líneas blancas (Cuadro 1) y 72 líneas amarillas (Cuadro 3) con resistencia a la mancha de asfalto, provenientes de varias poblaciones. Estas líneas fueron sembradas en dos grupos de acuerdo al color de grano, en el ciclo "A" de 1986, en la estación experimental de Poza Rica, México. Antes de floración seleccionaron plantas individuales con resistencia a *P. maydis* y a *H. turcicum*. Dentro de cada grupo se utilizó una mezcla de polen para recombinar las líneas. Al mismo tiempo, una mezcla de polen de las líneas blancas se usó para polinizar el ciclo 6, y cinco variedades experimentales de la población 22 (Cuadro 2). De la misma manera, las líneas amarillas se cruzaron con el ciclo 6, y cuatro variedades de la población 28 (Cuadro 4). En el ciclo "B" de 1986, se sembraron 100 surcos de 5 metros para cada grupo, los cuales se inocularon con *H. maydis*. Dentro de cada parcela, se seleccionaron las plantas más resistentes a enfermedades foliares antes de floración, y se utilizó una mezcla de polen para recombinar cada grupo y avanzar la F1 a F2 y constituir de esta forma el ciclo 0 de cada población. A estas poblaciones se les dieron los nombres de "Sintético Blanco", para la recombinación de las líneas blancas; "Sintético Amarillo" a la recombinación de líneas amarillas; "Población 22 x TSR" a la cruce de líneas blancas con material de población 22; y "Población 28 x TSR" a la cruce de líneas amarillas con material de la población 28.

Las cuatro poblaciones se mejoraron usando el método de selección de medios hermanos se evalúan en el ciclo "A" en Poza Rica, México, donde se presenta una incidencia natural de Mancha de asfalto cada año en los meses de invierno. El 10% de las mejores familias se seleccionaron en base a rendimiento y a resistencia a la enfermedad; estas familias se recombinaron durante el ciclo "B" en la misma estación y al mismo tiempo, se obtuvieron las nuevas familias para evaluación en el ciclo "A". En cada recombinación, se eliminaron plantas individuales susceptibles a *H. maydis* que se presenta regularmente en el ciclo "B", y antes de cosecha se empujaron las plantas para eliminar aquellas con problemas de acame, además de descartar aquellas que mostraron problemas obvios de mala cobertura y sanidad de mazorca. El diseño experimental para evaluar las progenies en cada población fue el de látices alfacero con tres repeticiones, con un número variable de familias de acuerdo al número de mazorcas seleccionadas durante la recombinación, pero que varía de 100 a 286.

Al cabo de dos ciclos de selección en la Pobl. 28 x TSR; tres en el Sintético Amarillo y la Pobl. 22 x TSR; y cuatro ciclos en el Sintético Blanco, se hizo una evaluación de cada población en 1990 y 1991. La evaluación se llevó a cabo en ensayos de bloques completos al azar con ocho repeticiones, en donde se incluyeron además de los ciclos, un testigo que representa una variedad de alto rendimiento de la población 22 para los ensayos blancos, y una variedad de la población 28 para los ensayos amarillos. Cada unidad experimental consistió de dos surcos de 5 metros con un espaciamiento entre surcos de 75 cm. Se sembraron 2 matas por golpe cada 25 cm, y después se aclaró a una mata por golpe para dejar una densidad final de 51,000 plantas/ha. Se tomaron dos lecturas para mancha de asfalto y *H. turcicum*, usando una escala de 1-10, donde 1 es muy resistente y 10 es muy susceptible; la primera lectura se tomó poco antes de floración y la segunda aproximadamente tres semanas después de floración. Se registraron datos de altura de planta y mazorca, floración masculina y femenina, acame de raíz y tallo, pudrición de mazorca, y peso de grano, el cual se ajustó al 15.0% de humedad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Poblaciones Blancas. De las 112 líneas con resistencia que formaron el Sintético Blanco, las provenientes de la población 22 contribuyeron con el 38.4%, seguidas de las líneas de población 21 con un 20.5%, mientras que las provenientes de las poblaciones 23, 29, 32 y 43 estuvieron representadas en menor medida (Cuadro 1). En el cuadro 5, se aprecia que el ciclo 0 de esta población mostró un rendimiento promedio en tres localidades de 6.59 t/ha, y una calificación de 5.7 para mancha de asfalto. Después de 4 ciclos de selección, el rendimiento observado fue de 7.61 t/ha y la calificación de phyllachora de 3.3. La ganancia por ciclo de selección fue de 3.8% para rendimiento, con una reducción en mancha de asfalto de 10.8% por ciclo. Se observó también un incremento en días a floración y altura de planta.

En el Cuadro 2, se observa la composición de la Población 22 x TSR, y la predominancia de mazorcas seleccionadas del C6 de la población 22. El ciclo 0 de esta población tuvo un rendimiento promedio de 6.38 t/ha, el cual es semejante al observado en la población Sintético Blanco (Cuadro 6). Sin embargo, la lectura de mancha de asfalto fue de 6.9 que es más alta que la del Sintético Blanco. El ciclo 3 tuvo un rendimiento de 7.16 t/ha, lo que representa una ganancia por ciclo de 4.17%, mientras que la lectura de mancha de asfalto fue de 4.5. Esto representa una reducción del 11.7% por ciclo de selección. El incremento en días a floración en esta población fue de sólo 1 día aprox., comparado con un

incremento de 4 días en el Sintético Blanco. La altura de planta fue más baja en la población 22 x TSR, comparado con la del Sintético Blanco. Las dos poblaciones tienen un potencial de rendimiento semejante, y aunque la Población 22 x TSR muestra una incidencia más alta en mancha de asfalto, la reducción de la enfermedad por ciclo es ligeramente mayor que la observada en el Sintético Blanco.

Es de esperarse que el Sintético Blanco tuviera un nivel más alto de resistencia que la Población x TSR, ya que el Sintético Blanco estuvo constituido solamente por líneas resistentes a *Phyllachora*. Aún así, se observó una gran variabilidad en cuanto a reacción a mancha de asfalto en el Sintético Blanco, lo que indica que las fuentes de resistencia que se usaron para constituir la población eran diferentes. El testigo Palmira 8422 rindió menos que el ciclo 0 de las dos poblaciones blancas, debido a la susceptibilidad a mancha de asfalto, ya que mostró una lectura para la enfermedad de 8.5 en promedio.

Poblaciones Amarillas. Las 72 líneas que constituyeron el Sintético Amarillo se derivaron sólo de tres poblaciones, sin embargo, las líneas de la población 28 predominaron (59.7%), seguidas de líneas de la población 27 (23.6%) y de la población 26 (16.7%) (Cuadro 3). El ciclo 0 del Sintético Amarillo rindió 5.79 t/ha, con una incidencia de mancha de asfalto de 5.1 (Cuadro 7). El ciclo 3 registró un rendimiento de 6.25 t/ha y una lectura de mancha de asfalto de 3.4. Esto representa un incremento en rendimiento del 2.3%, con una reducción en la incidencia de la enfermedad del 11.1% por ciclo. La Población 28 x TSR registró la menor ganancia por ciclo de selección para rendimiento de sólo 0.9%, el ciclo 0 rindió 5.37 t/ha. mientras que el ciclo 2 rindió 5.53% t/ha (Cuadro 8). La calificación para mancha de asfalto fue de 6.4 en el ciclo 0 y de 4.8 en el ciclo 2, lo que representa una reducción del 12.5% por ciclo. En las dos poblaciones se observó un incremento pequeño en días a floración y altura de planta. Las diferencias que se observaron para rendimiento en las dos poblaciones, fueron mayores de lo que se observó en los materiales blancos, siendo el Sintético Amarillo más rendidor que la Población 28 x TSR. En forma semejante a lo que se observó con los materiales blancos, el Sintético Amarillo tuvo una lectura de mancha de asfalto menor que la Pob. 28 x TSR, aunque la reducción por ciclo de la enfermedad fue ligeramente mayor en esta última. Al igual que en los ensayos blancos, el testigo Across 8528 fue muy susceptible y registró una calificación de mancha de asfalto de 8.6 en promedio de los dos ensayos. Esto hizo que tuviera un rendimiento menor al ciclo 0 de las dos poblaciones amarillas.

Al comparar indirectamente los dos Sintéticos con sus poblaciones respectivas, se observó un incremento en vigor en los Sintéticos, que se muestra plantas más altas y tardías. Aunque el rendimiento de los Sintéticos no es marcadamente mejor que el de las Pobs. 22 y 28 x TSR, tienen ventajas sobre estas, por tener un nivel mayor de resistencia a la enfermedad, y por que al haberse formado con líneas, estarán mejor adaptadas como fuente generadora de líneas resistentes a mancha de asfalto que sus poblaciones correspondientes.

CONCLUSIONES

- 1) Se formaron cuatro poblaciones tropicales y tardías con resistencia a la mancha de asfalto, de las cuales dos tienen grano blanco y dos son de grano amarillo.
- 2) Las poblaciones se mejoraron usando un método de selección recurrente de medios hermanos, haciendo la evaluación en el época cuando la enfermedad es un problema, y recombinando en una segunda estación para completar un ciclo por año.
- 3) En las cuatro poblaciones, se redujo la incidencia de mancha de asfalto de un 11-12.5% por ciclo de selección, con incrementos de rendimiento que varían de 0.9% en la Pob. 28 x TSR, a un máximo de 4.2% en la Pob. 22 x TSR. Los Sintético Blanco y Sintético Amarillo tuvieron una ganancia en rendimiento por ciclo, de 3.8 y 2.3% respectivamente.
- 4) Los Sintéticos muestran lecturas menores en mancha de asfalto, y un ligero incremento en rendimiento comparados con sus respectivas poblaciones, pero además son un poco más tardíos y altos. Los testigos tuvieron los rendimientos más bajos debido a que fueron muy susceptibles.

BIBLIOGRAFIA

- CIMMYT. 1988. Maize Production Area in Developing Countries.
- De León, C. 1984. Enfermedades del Maíz. Una guía para su Identificación en el Campo p. 9. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 3ra Edición.
- De León, C., and S.K. Vasal. 1981. The tar spot complex of maize in México, its etiology and inheritance of resistance. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), (documento interno, sin publicar).

Müller, E.,m and G.J. Samuels. 1984.
Monographella maydis sp. nov. and its connection
to the tar-spot disease of Zea mays. Nova
Hedwigia 40:113-120.

Vasal. S.K., F. González C., and G. Srinivasan. 1992.
Genetic variation and inheritance of resistance to
the "tar sport" disease complex. Maize Genet.
Coop. Newsl. Vol 66 (en impresión).



Cuadro 1. Componentes que se recombinaron, para formar la Población "Sintético Blanco".

Fuentes de Germoplasma	No. de líneas (S1,S2)	(%)
Población 21	23	20.5
Población 22	43	38.4
Población 23	8	7.1
Población 29	9	8.0
Población 32	17	15.1
Población 43	12	10.7
Total	112	

Cuadro 2. Componentes que se recombinaron, para formar la Población "22 x TSR".

Fuentes de Germoplasma	(%) de Mazorca seleccionadas
112 líneas de Pobs. 21, 22, 23, 29, 32 y 43	Polen
Población 22 (C6)	
Maracay 8222	55.5
Across 8222	9.9
Suwan (1) 8222	10.7
Gwebi (2) 8222	11.3
Los Baños (1) 8222	5.5
	7.1

Cuadro 3. Componentes que se recombinaron, para formar la Población "Sintético Amarillo".

Fuentes de Germoplasma	No. de líneas (S1,S2)	(%)
Población 26	12	16.7
Población 27	17	23.6
Población 28	43	59.7
Total	72	

Cuadro 4. Componentes que se recombinaron, para formar la Población "28 x TSR".

Fuentes de Germoplasma	(%) de Mazorca seleccionadas
72 líneas de Pobs. 26, 27 y 28	Polen
Población 28 (C6)	
Suwan 8328	24.0
San Cristóbal 8328	36.0
Across 8328	10.0
	10.0
Guarare 8328	
Compuesto vars. 8328	10.0
	10.0

Cuadro 5. Reacción a la Mancha de Asfalto y Características Agronómicas en Ciclos del Sintético Blanco (TSR).

Ciclo	Rendimiento (Kg/ha.)	Phyllachora (1-10)	Floración Femenina (días)	Altura Planta (cm)
C0	6594.0	5.7	83.2	181.3
C1	6742.8	4.8	83.2	181.1
C2	6972.1	3.5	83.8	183.6
C3	7039.4	2.7	84.9	190.5
C4	7607.0	3.3	87.3	209.6
Testigo*	5922.7	8.5	81.6	180.3
Promedio	6713.8	4.9	83.6	185.0
C.V. (%)	5.5	12.9		

* Testigo = Palmira 8422

Cuadro 6. Reacción a la Mancha de Asfalto y Características Agronómicas en ciclos de Población 22 x TSR.

Ciclo	Rendimiento (Kg/ha.)	Phyllachora (1-10)	Floración Femenina (días)	Altura Planta (cm)
C0	6381.7	6.9	82.1	167.4
C1	6630.6	6.4	81.8	167.1
C2	6897.1	5.4	82.4	173.7
C3	7156.9	4.5	83.2	175.4
Testigo*	6118.9	8.6	81.8	171.0
Promedio	6637.1	6.3	82.3	170.9
C.V. (%)	8.9	9.4		

* Testigo = Palmira 8422

Cuadro 7. Reacción a la Mancha de Asfalto y Características Agronómicas en Ciclos del Sintético Amarillo (TSR).

Ciclo	Rendimiento (Kg/ha.)	Phyllachora (1-10)	Floración Femenina (días)	Altura Planta (cm)
C0	5792.4	5.1	84.1	189.2
C1	5898.4	5.0	84.3	186.9
C2	6198.3	4.0	85.0	189.3
C3	6248.4	3.4	85.6	195.1
Testigo*	5265.0	9.0	80.3	188.1
Promedio	5880.5	5.3	83.8	189.7
C.V. (%)	6.1	17.9		

* Testigo = Across 8528

Cuadro 8. Reacción a la Mancha de Asfalto y Características Agronómicas en ciclos de Población 28 x TSR.

Ciclo	Rendimiento (Kg/ha.)	Phyllachora (1-10)	Floración Femenina (días)	Altura Planta (cm)
C0	5370.8	6.4	81.0	179.5
C1	5507.8	5.3	82.0	176.5
C2	5532.1	4.8	83.8	178.1
Testigo*	4836.9	8.2	80.7	179.3
Promedio	5311.9	6.2	82.1	178.4
C.V. (%)	8.8	9.4		

* Testigo = Across 8528

Evaluación de Ciclos de Selección para Resistencia al Achaparramiento en la Población 73.

A. Aguiluz y R. Urbina¹

RESUMEN

El achaparramiento es una enfermedad que reduce fuertemente los rendimientos del maíz en la región de Centro América, en particular en Nicaragua y El Salvador. Desde hace varios años se viene haciendo selección recurrente en la población 73 para aumentar la resistencia al achaparramiento.

El objetivo de este estudio fue evaluar el progreso genético logrado en resistencia al achaparramiento en 4 ciclos de selección de la Pob. 73. Se instalaron 7 ensayos (4 en Nicaragua, 2 en El Salvador y 1 en Guatemala) con 6 repeticiones cada uno con un diseño de bloques al azar bajo distintas presiones de la enfermedad para evaluar las ganancias a través de la selección. Se incluyeron los sintéticos del ciclo 0, 1, 2 y 3, compuestos del ciclo 2 y 3, un testigo resistente (NB-6) y un testigo susceptible (B-833).

En las localidades de Nicaragua la presión de la enfermedad fue alta (59.4% plantas con achaparramiento) y los rendimientos bajos (3.27 T/ha) mientras que en El Salvador la presión fue más baja (11.9% plantas enfermas y rendimientos de 4.12% T/ha), en Guatemala la presión fue menor (10.0% de plantas con síntomas y el rendimiento promedio de 4.42 T/ha).

Los datos se analizaron por análisis de varianza y estabilidad relativa. Los resultados indican que la selección ha aumentado los rendimientos en ambientes con fuerte presencia de achaparramiento en 306 kg/ha/ciclo (10.4% por ciclo), asociados con una reducción de 10% por ciclo en el número de plantas afectadas; sin embargo, en ambientes con poca presión de la enfermedad, no se logró detectar ganancias en rendimiento a través de la selección. El Sint. C₃ fue el mejor genotipo bajo presión de achaparramiento, mientras que el híbrido B-833 mostró mucha susceptibilidad a la enfermedad. Una regresión entre rendimiento y número de plantas con síntomas revela que por cada planta enferma se reduce el rendimiento en aproximadamente 75 g.

Se puede concluir que la selección ha sido efectiva en mejorar el comportamiento de los cultivares bajo la presión de la enfermedad, pero aparentemente

sacrificando el potencial de rendimiento en ambientes óptimos.

INTRODUCCION

La enfermedad del achaparramiento causada por *Spiroplasma* es una de las que más limitan la producción de maíz en Mesoamérica, El Caribe y Venezuela. En Centro América y El Caribe el achaparramiento alcanza niveles críticos de incidencia sobre la producción principalmente en aquellas regiones donde las condiciones climáticas son favorables para el desarrollo de las poblaciones del vector *Dalbulus maydis* (DeI & W.) de la enfermedad; tales como: escasez de lluvia, altas temperaturas y baja humedad relativa. La enfermedad se ha establecido en forma endofítica en El Salvador, República Dominicana y Nicaragua. En Nicaragua las siembras continuas realizadas en el pasado durante todo el año favorecieron la evolución de la enfermedad hasta alcanzar niveles alarmantes. Desde 1975, el Programa de Maíz de CIMMYT a través de investigaciones colaborativas con Nicaragua y El Salvador ha venido desarrollando cultivares resistentes a la enfermedad. De 1976 a 1980, se logró considerable progreso en resistencia al achaparramiento en poblaciones y variedades de polinización libre (DE LEON et al, 1984). Santa Rosa 8073 fue el primer cultivar tolerante liberado en Nicaragua en 1985 (URBINA, 1986).

El mejoramiento para resistencia a streses bióticos y abióticos y adaptación a ambientes marginales es uno de los más importantes en la planificación estratégica de CIMMYT para el año 2,000 (CIMMYT 1989). Los mayores éxitos en el desarrollo de germoplasma en el Programa de Maíz de CIMMYT para Centro América y El Caribe se han logrado a través de una estrecha colaboración horizontal.

OBJETIVOS

Evaluar el progreso genético en rendimiento y resistencia al achaparramiento en 4 ciclos de selección de la población 73.

REVISION DE LITERATURA

El achaparramiento es una de las enfermedades que más afectan al cultivo del maíz y es un factor limitante en la producción de grano en zonas tropicales y

¹ Coordinador Programa de Maíz, CENITA, El Salvador; Coordinador Programa de Maíz, CNIGB, Nicaragua.

subtropicales del continente Americano desde el nivel del mar hasta zonas intermedias o de altura y en altitudes de 40° N hasta los 30° S. (De León, 1984).

Esta enfermedad fue reportada por primera vez en la literatura por Altstatt (1945) en el Valle de Río Grande Texas. Frazier (1954) la asoció con la presencia del cicadélico *Dalbulus maydis* (Del. & W.), describió la relación hospedante-vector-virus, la no transmisión del patógeno por semillas, ni mecánicamente ni por *Peregrinus maysis* o *Macrosteles fascifrons*. La transmisión del achaparramiento por *Dalbulus elimatus* (Ball) fue reportada en México por Niederhauser y Cervantes (1950). En 1969, Rosenkranz demostró que *Graminella nitrigrons* es también capaz de transmitir el achaparramiento del maíz.

Davis y Worley (1973) asociaron la aparición del achaparramiento de Río Grande con la presencia de filamentos helicoidales capaces de moverse, a los cuales llamaron espiroplasmas.

Niederhauser (1949), reportó la presencia del achaparramiento en México y cita que esta enfermedad puede convertirse en un problema importante en la producción de maíz en México y merece un estudio detenido. La enfermedad era conocida en México desde 1947 según reporte de Rodríguez (1961).

El Teosinte (*Euchlaena mexicana*) se conoce por ser un hospedero del achaparramiento desde 1948, reportado por Kunkel. Rosenkranz (1969) confirmó que el sorgo era un huésped alterno del achaparramiento del maíz.

Maramorosch en 1955, reportó la presencia de dos tipos de síntomas causados por el achaparramiento, el Mesa Central y el Río Grande, con síntomas diferentes entre ellos. Plantas de maíz atacadas con el tipo Mesa Central mostraban una clorosis marcada, sin rayado ni clorosis en la base de las hojas, pero que posteriormente adquiría una coloración rojiza y púrpura, abundancia de macollos en la base de la planta y menor desarrollo que el de plantas atacadas por el tipo Río Grande. Plantas con síntomas del tipo Río Grande no eran muy afectadas en su desarrollo y formaban unas franjas amarillas en la base las hojas y escaso desarrollo de la raíz.

Grogan y Rosenkranz (1968) al estudiar la herencia de la resistencia al achaparramiento reportaron que la resistencia o la susceptibilidad no eran dominantes, que la resistencia era un carácter controlado por pocos genes aditivos no epistáticos y que un programa de selección recurrente debería ser adecuado para transferir la resistencia a materiales susceptibles.

En 1972, Davis et al, reportaron que el agente

etiológico del achaparramiento del maíz era un micoplasma que denominaron con el género *Spiroplasma*.

Schmoock y Ascencio (1989), en un estudio para establecer prioridades de investigación del maíz en El Salvador, la enfermedad del Achaparramiento la sitúan en prioridad 2 en una escala de 0 a 5.

Dada la importancia de la enfermedad muchas investigaciones se han realizado en busca de genotipos resistentes. De León et al., (1984) al concluir su trabajo, mencionan los resultados que un programa de selección recurrente de líneas S₁, su evaluación y recombinación de una fracción seleccionada es adecuado para la acumulación de niveles de resistencia estable al achaparramiento en poblaciones de maíz. Los mismos autores mencionan que al practicar la selección y evaluación de materiales y recombinar la fracción resistente en otra localidad; se está practicando también una selección para mayor adaptación y estabilidad de caracteres agronómicos.

Ancalmo y Davis (1961), estudiaron los híbridos H-501 y H-503, ambos presentaron cerca del 70% de plantas enfermas calificándose como un alto grado de susceptibilidad ya que la cosecha sufrió una disminución de un 53%.

Ancalmo (1962), afirma lo anterior, al mencionar que la mayor incidencia se presenta en la zonas costeras, observándose plantaciones completamente dañadas hasta en un 100%.

Díaz (1969), para establecer la resistencia o tolerancia al patógeno, utilizando semilla de maíz del híbrido H-503 susceptible y H-3 tolerante. Los resultados señalaron que el insecto no presentó preferencia por ningún híbrido y que la incidencia del vector (*Dalbulus maidis*) fue menor en los meses de mayo, junio y julio.

El mismo autor desarrolló trabajos de investigación en la Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo (30 msnm) para estudiar el grado de incidencia de la enfermedad. Los resultados indicaron que esta localidad reúne los requisitos en cuanto a condiciones ecológicas se refiere para el desarrollo favorable del patógeno.

Rodríguez Sosa, (1987), en un trabajo de mejoramiento de poblaciones evaluó en Santa Cruz Porrillo 400 líneas S₂ de la población 22 y 73 para medir resistencia al achaparramiento de estas líneas. Se seleccionaron 40 superiores de cada población con una media de achaparramiento para la población 22 de 46.9% y 17.5% correspondiente a la población 73, lo que indica que en esta última se han acumulado más genes para resistencia.

Lee y Davis (1988) luego de varios años estudiando el comportamiento in vitro de cultivos de espiroplasmas concluyeron que existe en la naturaleza una amplia variedad de razas del espiroplasma de achaparramiento del maíz, que difieren marcadamente en la facilidad de su cultivo in vitro.

Tres ciclos de selección recurrentes para resistencia a achaparramiento llevados a cabo en la República Dominicana han sido reportados por Navarro et al., (1987), Celado et al., (1988) y Celado et al., (1989) respectivamente. Estos trabajos se iniciaron en las poblaciones 28 y 36; sin embargo, a partir del ciclo 3 se decidió continuar sólo con la población 36 por el alto grado de susceptibilidad presentado por la población 28 a través de esos ciclos de mejoramiento. Se ha liberado la variedad CESDA 88 del ciclo 3 de la población 36.

Aguiluz et al (1989), evaluaron en 1988 ochocientas líneas S_1 del segundo ciclo de selección de las poblaciones 22 y 73 para rendimiento en El Salvador y resistencia al achaparramiento en Nicaragua, se seleccionaron 40 líneas de la población 73, que presentaron los más altos rendimientos (promedio 3829 kg/ha) y mayor resistencia a la enfermedad. Luego recombinaron las 40 líneas obteniendo 172 familias de hermanos completos. La población población 22 mostró alta susceptibilidad a la enfermedad por lo que fue eliminada del proyecto.

Aguiluz et al., (1991) reportó que los nuevos sintéticos formados del ciclo 3 de la población 73 superan en rendimiento y resistencia a la variedad NB-6 y al testigo H-5. Se sugiere la sustitución de las variedades liberadas por los nuevos sintéticos.

MATERIALES Y METODOS

Durante 1991, se evaluaron en 7 ambientes de Centro América (2 en El Salvador, 4 en Nicaragua y 1 en Guatemala) 8 genotipos de maíz; 4 sintéticos de la población 73, C_0 , C_1 , C_2 y C_3 ; 2 compuestos de la misma población, C_2 y C_3 ; un testigo resistente NB-6 y un testigo susceptible B-833. Se utilizó el diseño estadístico de bloques completos al azar con seis repeticiones; cada parcela experimental estuvo formada por cuatro surcos de 5.5m de largo con distanciamientos entre surcos de 0.80 m. y entre plantas de 0.50 m., dos plantas por postura, el área útil por parcela estuvo formada por los dos surcos centrales.

Las variables estudiadas fueron: rendimiento, porcentaje plantas con achaparramiento, días a flor, altura de planta y mazorca, porcentaje mazorcas podridas y aspecto de mazorca.

Se realizó análisis de varianza por localidad y combinado a través de localidades de todas las variables; análisis de contrastes ortogonales por localidad y combinado de rendimiento y achaparramiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, se presentan las estadísticas estimados en el análisis de varianza combinado de 6 características agronómicas, observando que la media de porcentaje de plantas con achaparramiento resultó alta 43.4% lo que indica que los ensayos se ubicaron en ambientes adecuados para la presencia de la enfermedad, para esta característica se observan diferencias altamente significativas para tratamiento, localidades y la interacción lo que refleja respuestas diferentes de los genotipos y ambientes contratantes; para rendimiento y otras características se observa el mismo comportamiento a excepción de altura de mazorca y porcentaje de mazorcas podridas donde la interacción resultó no significativa, los coeficientes de variación presentan valores bajos mostrando la confiabilidad de los resultados.

En el Cuadro 2, se presentan las medias de 6 características agronómicas de los 8 genotipos evaluados, es notable la superioridad del Sintético Ciclo 3 que presentó el menor porcentaje de plantas afectadas (33.2%) asociado con un alto rendimiento (4275 kg/ha) comparado con el Sintético Co 47.7% y 3559 kg/ha lo que evidencia el progreso logrado en el mejoramiento de la población 73, el testigo susceptible B-833 presentó el menor rendimiento promedio 2708 kg/ha y porcentaje más alto de plantas con achaparramiento 58.8%.

En el Cuadro 3, se presentan los contrastes por localidad y combinado de rendimiento y porcentaje de plantas con achaparramiento del Sintético C_3 vs. Sintético Co y B-833 y compuestos vs. Sintéticos. Al observar las significancias se comprueba la superioridad de Sint. C_3 con respecto al Sint. Co y B-833 en las localidades de mayor incidencia (Nicaragua), en Santa Cruz Porrillo y San Andrés los contrastes resultaron no significativos dado los niveles bajos de achaparramiento, en el combinado los contrastes resultaron con un nivel de significancia de 0.001 de probabilidad a excepción de Compuestos vs. Sintéticos que resultaron no significativos tanto en el combinado como por localidad.

En el Cuadro 4. se presentan las medias de porcentaje de plantas con achaparramiento y rendimiento por localidad, media general y las ganancias por ciclo de selección de ambas características, notándose que en los ambientes con mayores presencia de la enfermedad (Nicaragua) se observan ganancias por ciclo tanto en reducción del achaparramiento como en rendimiento; no

así en los ambientes de El Salvador con medias bajas de porcentaje de plantas afectadas lo que indica que la selección a aumentado los rendimiento en ambientes con fuerte presión de achaparramiento.

CONCLUSIONES

1. El Sintético C₃ resultó superior al híbrido B-833 y la variedad comercial NB-6 tanto en rendimiento como en resistencia al achaparramiento.
2. Al realizar análisis de contrastes de los Sintéticos vs. Compuestos no existe diferencia significativa entre ellos.
3. En ambientes con fuertes presión de la enfermedad se obtuvo una ganancia en rendimiento por ciclo de selección de 306 kg/ha; sin embargo, en ambientes con poca presión de la enfermedad no se logró detectar ganancias.

LITERATURA CITADA

- AGUILUZ, A. et al 1989. Avances en el Programa de Mejoramiento para resistencia al achaparramiento en dos poblaciones de maíz (22 y 73). In:XXXV Reunión Anual del PCCMCA. San Pedro Sula, Honduras.
- AGUILUZ, A. et al 1991. Efecto del mejoramiento para resistencia al achaparramiento sobre el rendimiento de cultivares de maíz evaluados en siete ambientes de Centro América y El Caribe. In:XXXVII Reunión Anual del PCCMCA. Panamá, Panamá.
- ALTSTATT, G.E. 1945. A new disease in the Rio Grande Valley. Plant Disease Report. 29:212-213.
- ANCALMO, O.: W.C. Davis. 1961. Achaparramiento (Corn Stunt) Plant Disease Report 45:281.
- ANCALMO, O. 1962. Estudios realizados con achaparramiento del maíz en El Salvador. In:VIII Reunión Anual Centro América sobre el mejoramiento del maíz. San José, Costa Rica, Proyecto Cooperativo Centroamericano, México D.F. pp 79-83.
- DAVIS, R. et al 1972. Helical filamente produced by a mycoplasm like organism associate with corn stunt disease Sci. 176:521-523.
- DE LEON, C. 1984 Resistencia genética: Una alternativa contra el achaparramiento del maíz. Presentado en la XXX Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de cultivos alimenticios, Managua, Nicaragua.
- DIAZ, A. de J. 1969. Estudios de la población de Dalbulus sp. vector del virus causante del achaparramiento del maíz. In:XXV Reunión Anual del PCCMCA, San Salvador, El Salvador.
- GROGAN, C.O. and E.E. Rosenkranz 1968. Genetic of host reaction to corn stunt virus. Crops. Sci 8:2 52-254.
- KUNKEL, L.O. 1946 a. Leafhopper transmisión of corn stunt. Natl. Acad. Sci. Proc. 32-246-274.
- KUNKEL, L.O. 1946b. Incubation period of corn stunt virus in the leafhopper *Dalbulus maydis* (De L. and W.) Am. J. Bot 33:830-831. (Abstr)..
- KUNKEL L.O. 1948 Studies on a new corn virus disease, Arch. ges. Virus Forsh 4 (1):24-46.
- LEE, I.M. and R.E. Davis 1988. New developments in the culture of stunt virus in México. Plant Disease Report. 39:896-898.
- MARAMOSCH, K. 1955. The occurrence of two distinct types of corn stunt in México. Plant Dis Report. 39:896-898.
- NAVARRO, F.R. Pére Duvergé y B.L. Renfro 1987. Avances en el mejoramiento del maíz por resistencia al achaparramiento en República Dominicana. XXXIII Reunión Anual del PCCMCA, Guatemala, Guatemala, C.A.
- NIEDERHAUSER, J.A. 1949. Enfermedades del maíz en México. Folleto de Divulgación 9. Oficina Est, Exo. SAAG, México 39 p..
- RODRIGUEZ, A. 1961. El achaparramiento del maíz en México, In VII Reunión Proyecto Cooperativo Centroamericano. Mejoramiento de maíz 77-84. Tegucigalpa, Honduras, 108p.
- RODRIGUEZ SOSA, R. 1987. Evaluación de líneas S₁ provenientes de dos poblaciones de maíz del CIMMYT: Pob. 73 resistencia al achaparramiento. In XXXIII Reunión Anual del PCCMCA. Guatemala.

ROSENKRANZ, e. 1969. A new leafhopper-transmissible corn stunt disease agent in Ohio. *Phytopathology*. 59:1344-1346.

SCHMOOCK W.; ASCENCIO, E. 1989. Perfil del Maíz, El Salvador, sus implicaciones en el establecimiento de prioridades de investigación. Documento de Consulta CIMMYT. Guatemala p 59.

URBINA, A.R. 1986. Estabilidad del rendimiento de variedades de maíz resistente al achaparramiento In:XXXII Reunión Anual del PCCMCA, San Salvador, El Salvador.

Cuadro 1. Estadísticos estimados en el ANDEVA combinado para 6 características agronómicas estudiadas en el ensayo de evaluación de ciclos de selección de la pob. 73. 1991.

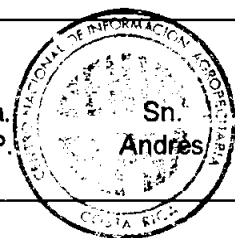
Estadísticos	Rend. kg/ha	% Plt. Achap.	Días Flor	Alt. Mz (cm)	% Mz. Pod.	Asp.Mz (1-5)
\bar{X}	3551	43.4	55	113	7.9	3.1
F. Loc.	**	**	**	*	**	**
F. Trat.	**	**	**	ns	**	**
F. LxT	**	**	**	ns	ns	**
C.V. %	13.43	25.83	1.54	66.65	68.72	18.03

Cuadro 2. Medias de rendimiento, porcentaje de plantas con achaparramiento y otras características agronómicas de Sint. y Compuestos de ciclos de mejoramiento de la Población 73 y testigos evaluados en ensayos regionales en 7 ambientes de Centro América. 1991.

Genotipos	Rend. kg/ha	% Plt. Achap.	Días a Flor	Alt. Mz (cm)	% Mz. Pod.	Asp.Mz (1-5)
Comp. C ₃	4247 A	37.6	54	108	6.6	2.8
Sint. C ₃	4175 A	33.2	55	109	5.1	2.8
Comp. C ₂	4093 A	39.6	55	108	8.1	2.9
Sint. C ₂	3715 B	42.4	55	105	8.4	3.1
Sint. C ₁	3634 B	38.2	54	107	7.0	3.4
Sint. C ₀	3559 B	47.7	55	105	9.5	3.3
NB-6	3549 B	35.7	55	109	8.3	3.1
B-833	2708 C	58.8	58	151	10.4	3.8

Cuadro 3. Contrastes de 2 características agronómicas de diferentes genotipos de maíz evaluados en ensayos de resistencia al achaparramiento en Centro América. 1991.

Contrastes	LOCALIDADES					
	Sn. Crist. 1	Sta. Rosa 1	Sta. Rosa 2	Sn. Crist. 2	Sta. C.P.	Sn. Andrés
1/Sint. C ₃ vs. B-833	***	***	***	***	ns	ns
Comps. vs Sints.	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sint. C ₃ vs. Sint. C ₀	***	***	**	ns	ns	ns
2/Sint. C ₃ vs. B-833	***	***	***	**	ns	ns
Comps. vs. Sints.	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sint. C ₃ vs. Sint C ₀	*	***	***	ns	ns	ns



1/ Rendimiento en kg/ha

2/ Porcentaje de plantas con achaparramiento.

Cuadro 4. Medias de porcentaje de plantas con achaparramiento y rendimiento. Ganancias por ciclo por localidad y combinado, obtenidos en ensayo de evaluación de ciclos de selección en la Pob. 73 1991.

	LOCALIDADES						
	Sn. Crist. 1	Sta. Rosa 1	Sta. Rosa 2	Sn. Crist. 2	Sta. C.P.	Sn. Andrés	\bar{X}
\bar{X} Plts. Achap.%	42.7	81.5	63.2	49.7	7.8	15.9	43.
Ganancias/ciclo%	-5.3	-7.3	-8.0	-2.9	0.8	0.5	4
% de Gan./ciclo	-12.4	-9.0	-12.6	-5.8	10.2	2.9	-3.8
EED%	18.1	18.1	18.4	20.7	7.0	9.4	-8.8
							15.
							3
\bar{X} Rend. kg/ha	2498	2648	3555	4364	4878	3367	355
Gananc./ciclo kg/ha	287	412	453	74	-110.8	30.8	1
Gananc./ciclo %	11.5	15.6	12.8	1.7	- 2.3	0.9	
EED kg/ha	674	439	690	865	783	627	193
							5.4
							733

Estabilidad del Rendimiento y Reacción al Achaparramiento de Cultivares de Maíz Evaluados en Seis Ambientes de Centroamérica

Róger Urbina A.¹, Marvin Obando P.²

RESUMEN

A través de seis ambientes de Centro América, con presión de la enfermedad y en ausencia de ésta, se evaluaron ocho cultivares de maíz con el propósito de determinar su reacción al achaparramiento y la estabilidad del rendimiento.

Los cultivares tolerantes formaron dos grupos homogéneos diferentes estadísticamente a los cultivares susceptibles B-833 y HN-879, destacándose por su rendimiento y sanidad el Sint. C₃ Pob. 73 Nic.

El cultivar NB-6 liberado comercialmente en Nicaragua hace 8 años se ubica en el último lugar en el grupo homogéneo de cultivares tolerantes, siendo superado por los Sintéticos de los últimos ciclos de mejoramiento en 15.5% y 11.7% en rendimiento de grano y con 17.1% y 20.5% menos plantas y mazorcas afectadas. Este comportamiento indica claramente el avance logrado en los últimos años a través del mejoramiento genético.

En ambiente de Panamá y El Salvador donde no hubo presión de la enfermedad, los cultivares tolerantes se comportaron similar estadísticamente a los híbridos B-833 y HN-879; lo cual indica que los sintético y el híbrido tolerante poseen adaptabilidad amplia, puesto que son capaces de producir rendimientos aceptables en ambientes con y sin presión de la enfermedad. El comportamiento más destacado de los cultivares desarrollados en los últimos ciclos de mejoramiento para resistencia al achaparramiento lo obtuvieron en los ambientes desfavorables. ($bi < 1$).

INTRODUCCION

La incidencia del achaparramiento el maíz en las zonas bajas tropicales de Centroamérica se está incrementando cada día, hasta el grado de haberse establecido en algunos países como una enfermedad "endofítica".

Tal es el caso de Nicaragua, donde en los últimos años en la planicie del Pacífico, las precipitaciones escasas y erráticas han obligado a los productores a correr sus siembras hacia el mes de Julio. Por causa de la

alteración del período normal de siembras, las plantaciones de maíz se exponen con mayor riesgo al ataque del achaparramiento; ya que a partir de ese mes comienzan a incrementarse las poblaciones del vector de la enfermedad (*Dalbulus maidis*).

Para enfrentar este problema y con el propósito de asegurar una producción sostenida de maíz en las regiones donde el achaparramiento constituye una amenaza potencial, el Programa Regional de Maíz de Centroamérica y El Caribe está realizando actividades de mejoramiento genético tendientes a desarrollar cultivares con tolerancia al achaparramiento.

OBJETIVOS

- Evaluar la sanidad y el rendimiento de grano de cultivares de maíz desarrollados en los últimos ciclos de mejoramiento genético para resistencia al achaparramiento.
- Determinar la estabilidad del rendimiento y reacción al achaparramiento de los cultivares, a través de ambientes con diferentes niveles de incidencia de la enfermedad.

REVISION DE LITERATURA

En Centroamérica y El Caribe, el achaparramiento alcanza niveles críticos de incidencia sobre la producción, principalmente en aquellas regiones y áreas donde los agricultores siembran variedades criollas con bajo nivel tecnológico y donde las condiciones climatológicas son favorables para el desarrollo de las poblaciones del vector de la enfermedad, tales como: escasez de lluvia, altas temperaturas y baja humedad relativa, Urbina A., et al 1989.

Los efectos del achaparramiento en plantaciones comerciales de maíz se cuantificaron por primera vez en Nicaragua en 1986. En ese año la superficie perdida y afectada parcialmente totalizó 27,682 ha; en esta área no se produjo 29,445 toneladas de grano, lo que significó en términos económicos una pérdida de \$ 5,005,700 dólares. El impacto social se reflejó en una población de 420,000 personas desprovistas del consumo de maíz, además no se contabilizaron los esfuerzos colaterales que ocasionó

¹ Director Programa de Maíz CNIGB, Managua, Nicaragua.

² Investigador Programa de Maíz CNIGB, Managua, Nicaragua.

esta pérdida (preparación de suelo, insumos, semillas etc) y el tiempo invertido por los agricultores en las actividades, DGB-MIDINRA 1986.

Al evaluarse en Nicaragua en tres épocas de siembra en dos localidades, cultivares desarrollados en un Programa de Investigación Colaborativo para resistencia al achaparramiento se encontró que en Sta. Rosa 8073 (NB-6), fue el cultivar más rendidor (Promedio: 5998 kg/ha) con parámetros de estabilidad bi: 1.2 NS y S2di: 0, además superó a los testigos Poza Rica 7822 (NB-4) y al X-107A en 22 y 31% respectivamente, Urbina A. 1982.

De León et al 1984, menciona que en el análisis de estabilidad de 14 variedades experimentales evaluadas en el EVT-12 de 1983, a través de 19 localidades de Centroamérica, Panamá y México; Santa Rosa 8073 (NB-6) fue la variedad más estable y rendidora en ambientes donde se presentó el achaparramiento, o en ambientes difíciles (Masaya-Nicaragua, Guanacaste-Costa Rica y Soconusco-México).

Aguiluz et al 1990, reporta que el Sintético del Ciclo 3 de la Población 73 (SC3P73R), superó en rendimiento de grano al NB-6 en 21%, además presentó 13% menos plantas y mazorcas afectadas por achaparramiento, cuando se evaluó en siete ambientes de Centroamérica.

Córdova, 1990, en base a investigaciones llevadas a cabo por Aguiluz y Urbina en 1989, concluye que la variedad sintética derivada del ciclo tres de mejoramiento de la Población 73 (SC3P73R), es superior en rendimiento y resistencia al achaparramiento a la variedad Santa Rosa 8073 (Ciclo 0). Además señala que esta superioridad indica un progreso del 24.9% para rendimiento de grano, lo cual equivale a un incremento de 846 kg/ha, esto significa 8.3% o 246 kg/ha por ciclo de mejoramiento. El incremento en rendimiento está asociado a un incremento considerable en resistencia al achaparramiento, que resulta en una reducción en la enfermedad de 12.4%.

Estudios realizados en la Población 73 para determinar el avance genético indican, que la selección ha aumentado el rendimiento en ambientes con fuerte presencia de achaparramiento en un promedio de 306 kg/ha ciclo (10.4% por ciclo), asociados con una reducción de 10% por ciclo en el número de plantas afectadas. Al hacer una regresión entre rendimiento y número de plantas con síntomas de achaparramiento se determinó que por cada planta enferma se reduce el rendimiento aproximadamente en 75 gramos, Aguiluz y Urbina A. 1992.

Localización

Los ensayos de cultivares tolerantes al achaparramiento se sembraron en las estaciones experimentales San Cristóbal y Sta. Rosa, Managua, Nicaragua en las épocas de Primera (Junio de 1991) y Postrera (Septiembre de 1992), estableciéndose dos ensayos por localidad; en Sta. Cruz Porrillo - El Salvador y Río Hato - Panamá los ensayos se sembraron en la segunda época.

Cultivares evaluados

En el presente estudio se evaluaron cinco sintéticos tolerantes al achaparramiento; de los cuales tres corresponden a cultivares formados en los últimos ciclos de mejoramiento; un híbrido tolerante y dos híbridos susceptibles incluidos como testigos.

Diseño experimental

Los cultivares se evaluaron en un diseño de Bloque Completos al Azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental estuvo constituida por cuatro hileras de 5m de longitud, espaciadas a 0.76 m. Dentro de la hileras, la separación entre golpes (de dos plantas cada uno) fue de 50cm. La parcela útil estuvo formada por los dos surcos centrales.

Manejo de los experimentos

Los experimentos se fertilizaron con la fórmula 104-39-13 kg/ha de N-P205-K20; al momento de la siembra se aplicó en el fondo del surco 25 kg/ha de Carbofuran 5% para prevenir el daño de las plagas del suelo. Las malezas se controlaron mecánicamente, el control de las plagas del follaje se inició a los 35 días después de la emergencia. Esta labor se realizó en esa época con el propósito de que durante los primeros 30 días, las plantas estuviesen expuestas a la mayor cantidad de **Dalbulus maidis**, para de esta manera lograr una segura inoculación.

La evaluación de la sintomatología de la enfermedad en el follaje se realizó a los 75 días después de la siembra (o sea 15 días después de haber concluido la floración del cultivar más tardío); mediante un conteo de las plantas con síntomas de la enfermedad en cada una de las parcelas y a la vez se calificaron éstas en base a una escala de 1 a 5; donde 1 indica que todas las plantas de la parcela están completamente sanas y 5 todas las plantas enfermas. Al momento de la cosecha se contabilizó en cada parcela el número de mazorcas afectadas por el achaparramiento.

VARIABLES ESTUDIADAS

Características agronómicas, número de plantas y mazorcas afectadas por achaparramiento y rendimiento de grano.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con la variable rendimiento de grano se efectuaron análisis de varianza individuales para cada localidad, análisis de estabilidad mediante el modelo de Eberhart y Russell (1966), desglose de la variabilidad a través de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad y cálculo del Índice de Resistencia al Achaparramiento.

$$IRA = 1 - \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\bar{Y}_1}$$

Donde:

\bar{Y}_1 = Rendimiento en ambiente favorable
 \bar{Y}_2 = Rendimiento en ambiente desfavorable.

Calificación de Achaparramiento (1 a 5)
donde: 1= Resistente a 5 Susceptible.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los principales estadísticos estimados en los análisis de varianza individuales y el comportamiento productivo de los cultivares en las distintas localidades, se presentan en el Cuadro 1.

En los cuatro ambientes de Nicaragua, donde se presentó la enfermedad con niveles de virulencia media (38.4%) a alta (79.6%); los cultivares tolerantes fueron estadísticamente diferentes a los testigos susceptibles.

Este comportamiento indica que el mejoramiento para resistencia al achaparramiento ha sido efectivo, puesto que se han generado cultivares que responden muy bien en las condiciones antes señaladas. En las localidades de Panamá y El Salvador donde no hubo incidencia de la enfermedad los cultivares fueron similares estadísticamente; siendo comparable el rendimiento de los cultivares tolerantes experimentales SC3P73R, SC3073N y SC2P76N y los comerciales NB-6 y NB-12, al de los híbridos B-833, H-53 y HN-879, de alto potencial productivo. Las diferencias mínimas significativas de ambos experimentos (824.6 y 1258.9 kg-ha) son tan amplias que no permitieron detectar diferencias estadísticas entre pares de medias adyacentes. En la parte derecha de la Figura 2 se aprecia claramente lo anterior.

Los resultados encontrados en el presente estudio son alentadores y demuestran que a través del mejoramiento se ha logrado desarrollar variedades con adaptación amplia; capaces de producir rendimientos aceptables en ambientes favorables y/o desfavorables. Los resultados antes presentados coinciden con los reportados por De León et al en 1984.

Cuadro 1. Medias de rendimiento e índices ambientales cultivares de maíz evaluados en ambientes de Nicaragua, Panamá y El Salvador, 1991 A.

Cultivares	Rendimiento kg/ha						Media
	SC91A	SR91A	SC91B	SR91B	P91B	ES91B	
SC3P73 N	4207	4701	2873	3507	5147	4200	4221
SC2P76 N	4593	4403	3026	4022	4471	4798	4219
SC3P73 R	4326	4606	3298	3531	4607	3964	4055
NB-12	4053	4419	2902	3556	4593	4563	4014
H-53	4607	3778	1369	3038	5080	4547	3730
NB-6	4831	3307	1747	2466	4392	5297	3666
B-833	3524	1171	1234	1074	5387	5549	2990
HN-879	2827	1081	789	1392	5375	5309	2795
Media	4207	3428	2155	2824	4882	4772	3711
Ind. Amb.	496	-283	-1557	-887	1170	1061	
Desv. Est.	252	235	298	220	405	457	
DMS .05	765.4 ***	727.4 ***	915.5 ***	676.0 ***	824.6	1258.9	
F. Trat.	10.8	13.2	23.7	14.1	NS	NS	
CV (%)					11.1	17.4	

Todas las fuentes de variación del análisis combinado Cuadro 2, resultaron significativas. Los cultivares interactuaron fuertemente con el ambiente; específicamente los híbridos susceptibles, los cuales tuvieron rendimientos inferiores a la media, en las localidades de Nicaragua, donde se presentó la enfermedad.

Cuadro 2. Análisis de varianza combinado de ocho cultivares de maíz evaluados en seis ambientes de Centro América, 1991.

Fuente	GL	CM	Fcal.
Localidades	5	38,207,282.15	68.48***
Cultivares	7	7,149,394.86	2.51*
Loc. x Cul.	35	2,844,105.16	9.17**
Error	125	271,980.52	

cv= 14.05%

Al desglosar la variabilidad del rendimiento promedio de los cultivares a través de los seis ambientes, se logró establecer tres grupos homogéneos; ubicándose en los dos primeros los cultivares tolerantes, los cuales son diferentes estadísticamente a los testigos susceptibles B-833 y HN-879, los cuales están en el tercer grupo, Cuadro 3.

En relación al testigo tolerante NB-6, los cultivares SC3P73N, SC2P76N y SC3P73R lo superaron en rendimiento de grano en 15% y 11%, a su vez presentaron de 11.7% a 15.5% menos plantas afectadas y 17.1% a 20.5% menos mazorcas afectadas. Obviamente la superioridad de los sintéticos respecto al testigo B-833 fue mayor.

El mejor sintético (SC3P73N) superó en rendimiento de grano al B-833 en 41%, además tuvo 40.3% y 51.1%, menos plantas y mazorcas enfermas.

En base a los parámetros de estabilidad, los cultivares desarrollados en los últimos ciclos de mejoramiento tuvieron un comportamiento destacado en los ambientes con alta presión de la enfermedad; clasificándose de acuerdo a Carballo y Márquez 1970, a NB-12 ($bi=0.447^*$, $S2\ di=0.038\ NS$), SC2P76N ($bi=0.510^{**}$, $S2\ di=0.045\ NS$) y SC3P73R ($bi=0.359^*$, $S2\ di=0.117^*$), como genotipos que responden mejor en ambientes desfavorables consistentemente. En la Figura 2 se aprecia las líneas de regresión de los cultivares antes señalados en la parte superior izquierda, o sea en los puntos correspondientes a los índices ambientales donde la enfermedad se presentó con mayor intensidad.

Los cultivares H-53, NB-6 y el SC3P73N tuvieron una estabilidad media, presentaron buena respuestas en todos los ambientes ($bi=1$ estadísticamente), pero inconsistentes por tener desviaciones de regresión mayores que cero, en la Figura 1 se aprecia claramente la estabilidad de estos genotipos ubicados en el centro de la figura.

Los híbridos susceptibles B-833 ($bi=1.779^{**}$, $S2\ di=0.788^{**}$) y HN-879 ($bi=1.749^{**}$, $S2\ di=0.814^{**}$) por sus coeficientes de regresión y desviaciones de regresión mayores que uno, se clasifican como genotipos que responden mejor en buenos ambientes e inconsistentes.

Cuadro 3. Parámetros de estabilidad y reacción al achaparramiento de ocho cultivares de maíz evaluados en seis ambientes de Centro América 1991.

Cultivar	Rend. Kg/ha	%Sobre NB-6	Coef.Reg. bi	Desv.Regr. S2 di	%Achap. 2/	
					Ptas.	Mcas.
	1/					
SC3P73N	4221 a	115	0.662 NS	0.235 **	38.5	21.7
SC2P76N	4219 a	115	0.510 *	0.045 NS	42.3	17.0
SC3P73R	4055 ab	111	0.359 *	0.117 *	42.8	18.3
NB-12	4014 ab	109	0.547 *	0.038 NS	49.5	20.9
H-53	3730 ab	102	1.188 NS	0.126 *	56.8	50.4
NB-6	3666 b	100	1.202 NS	0.152 *	54.0	38.8
B-833	2990 c	82	1.799 **	0.788 **	78.8	72.8
HN-879	2795 c	76	0.749 **	0.814 **	82.6	76.2
Media	3711		0.999	0.289	55.7	39.5
Desv. Est.	380.18					

1/ Rendimientos señalados con la misma letra son similares estadísticamente al 5% de probabilidad, según Tukey.

2/ Medias de cuatro ambientes con estrés de achaparramiento.

El comportamiento de los híbridos en el presente estudio es el mismo que han reportado Urbina 1982; Aguiluz et al 1990; Córdova et al 1990; cuando se evalúan en ambientes contratantes. Claramente se nota que los sintéticos poseen mayor homeostasis genética y/o responden mejor en ambientes pobres; en cambio los híbridos se adaptan muy bien a los ambientes ricos donde no se presenta ningún tipo de estrés.

Cuadro 4. Clasificación de los cultivares en función de los valores de los parámetros de estabilidad, según Carballo y Márquez 1970.

Cultivares	Coef Regr. bi	Desv. Reg. S2 di	Características
SC3P73N	= 1	> 0	Buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistentes.
H-53	= 1	> 0	
NB-6	= 1	> 0	
SC2P76N	< 1	= 0	Responde mejor en ambientes desfavorables e inconsistentes.
NB-12	< 1	= 0	
SC3P73R	< 1	> 0	Responde mejor en ambientes desfavorables e inconsistentes.
B-833	> 1	> 0	Responde mejor en buenos ambientes e inconsistentes.
HN-879	> 1	> 0	

El sintético SC3P73R, fue el cultivar que presentó el menor porcentaje de reducción del rendimiento (23.8%) y el mayor índice de resistencia al achaparramiento (IRA=0.76); al sembrarse en una época de baja incidencia de la enfermedad a otra bien alta, Cuadro 5.

En las regiones donde el achaparramiento se presenta como una enfermedad endofítica, se puede sembrar el SC3P73R y NB-12 ya que ambos sufren menor abatimiento en el rendimiento, lo cual permite mantener la sostenibilidad de la producción en dichas regiones.

Cuadro 5. Efecto del achaparramiento en el rendimiento de grano. San Cristóbal, Nicaragua 1991 A y B.

Cultivares	Localidades		% Reduc. Rend.	1/ IRA
	SC-A	SC-B		
SC3P73 N	4896	2873	41.3	0.59
SC2P76 N	4593	3026	34.1	0.66
SC3P73 R	4326	3298	23.8	0.76
NB-12	4053	2902	28.4	0.72
H-53	4607	1379	70.3	0.30
NB-6	4831	1747	63.8	0.36
B-833	3524	1234	65.0	0.35
HN-879	2827	789	72.1	0.28

1/IRA: Índice de resistencia al achaparramiento.

Debido a los altos niveles de virulencia adquirido por el achaparramiento en los últimos años en Nicaragua; el testigo comercial Nb-6 presentó una tolerancia media y H-53 tolerancia baja con tendencia a la susceptibilidad, Figura 3.

Los sintéticos desarrollados con presiones altas de la enfermedad fueron los cultivares más resistentes; destacándose el SC3P73R y NB-12 cuyos comportamientos son comparables.

Debido a los altos niveles de virulencia adquirido por el achaparramiento en los últimos años en Nicaragua; el testigo comercial Nb-6 presentó una tolerancia media y H-53 tolerancia baja con tendencia a la susceptibilidad, Figura 3.

Los sintéticos desarrollados con presiones altas de la enfermedad fueron los cultivares más resistentes; destacándose el SC3P73R y NB-12 cuyos comportamientos son comparables.

CONCLUSIONES

- Los sintéticos SC3P73N, SC2P76N y SC3P73R, presentaron mayor rendimiento de grano y menor porcentaje de plantas y mazorcas afectas por achaparramiento que los testigos tolerantes NB-6 y H-53.
- Los cultivares desarrollados en los últimos ciclos de mejoramiento para resistencia al achaparramiento presentaron mejor respuesta en los ambientes desfavorables con presión de la enfermedad.
- Los sintéticos SC3P73N, SC2P76N y SC3P73R, rindieron igual a los híbridos susceptibles B-833 y HN-879 en ambientes donde no hubo presión de la enfermedad.
- Los cultivares tolerantes superaron ampliamente a los Híbridos B-833 y HN-879 en rendimiento de grano y sanidad en ambientes con presión de la enfermedad.
- Los sintéticos SC3P73R y NB-12 fueron los cultivares que sufrieron menos abatimiento del rendimiento al pasar de un ambiente con baja incidencia de la enfermedad a otro de alta incidencia.

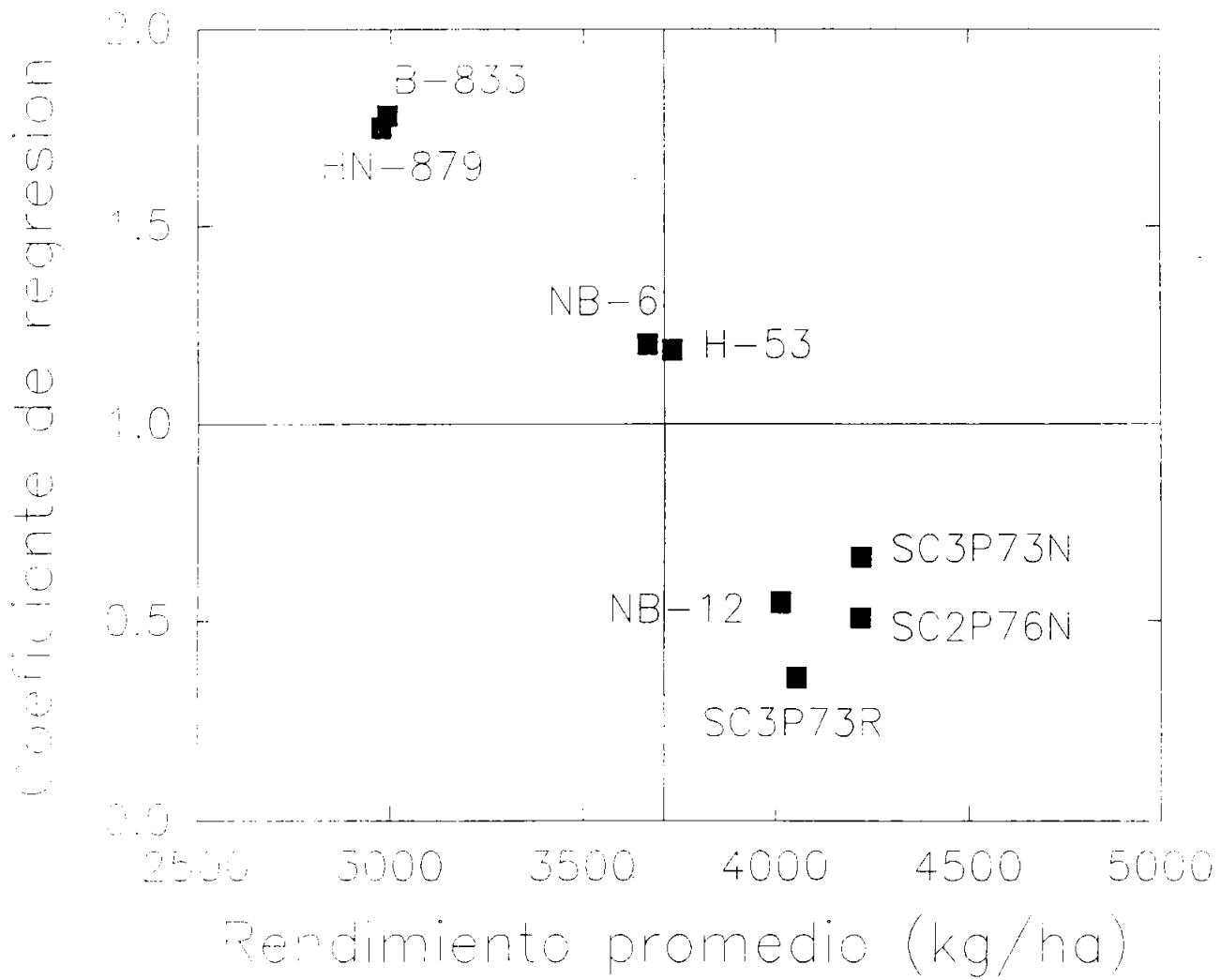
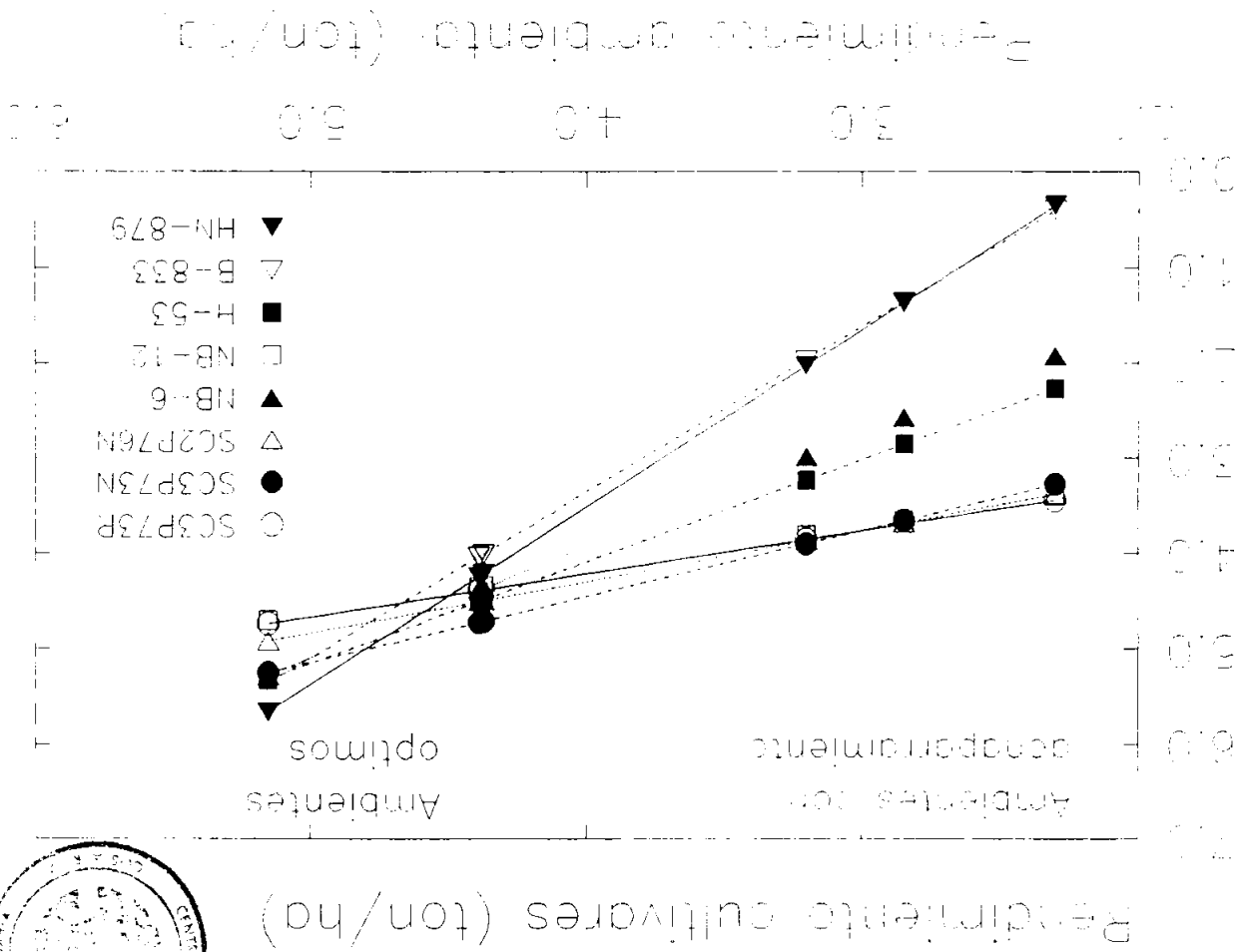


Figura 1. Estabilidad de cultivares de maiz tolerantes al anaparramiento en diversas localidades de Centro America, 1991.

Figura 2. Líneas de regresión de ocho cultivares de maíz evaluados en seis ambientes contrastantes de Centro America, 1991.



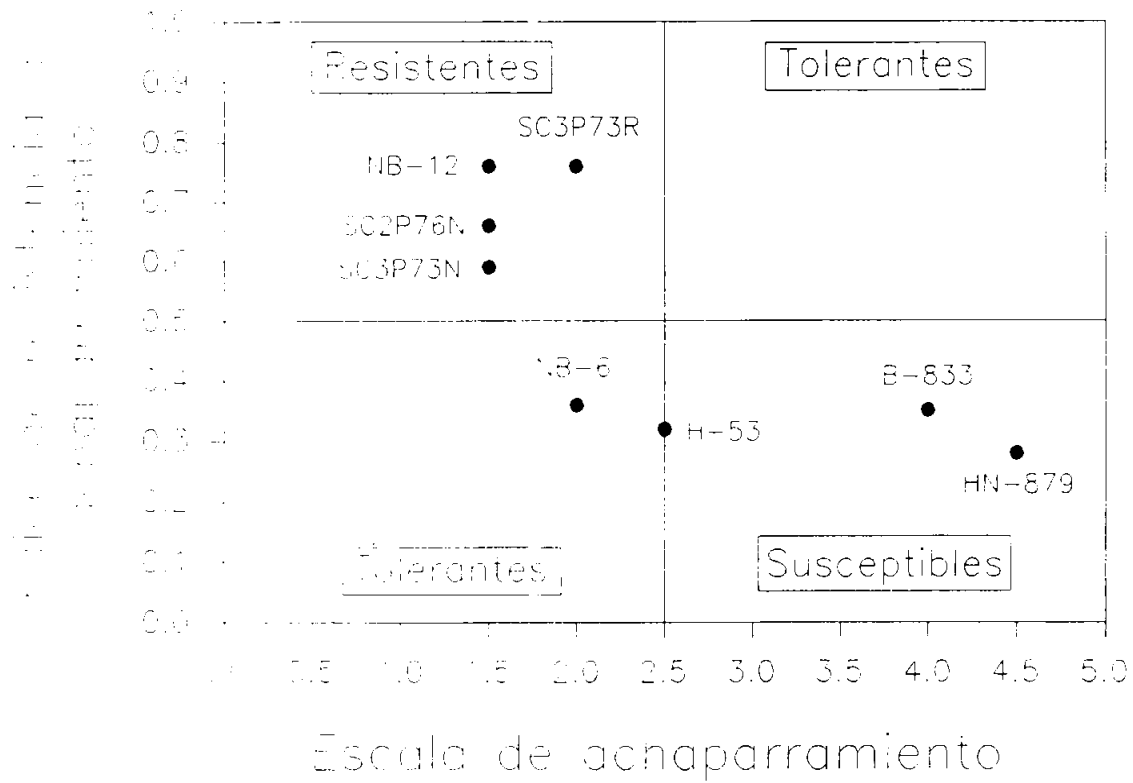


Figura 3. Respuesta de cultivares de maíz a: achaparramiento, San Cristóbal, Nicaragua, 1991A-B.

REVISION DE LITERATURA

- Aguiluz, A. et al 1990. Efecto del mejoramiento para resistencia al achaparramiento sobre el rendimiento de cultivares de maíz evaluados en siete ambientes de Centroamérica y El Caribe. In Desarrollo y Mejoramiento de Germoplasma para Resistencia a Factores Adversos Bióticos y Abióticos 1990. PRM-CIMMYT, Guatemala, Guatemala. 67-72 pp.
- Aguiluz, A., R. Urbina A. 1992. Evaluación de ciclos de selección para resistencia al achaparramiento en la población 73. In Síntesis de Resultados Experimentales 1991. PRM. Vol.3 59-65pp.
- Carballo C., A. y F. Márquez S. 1970. Comparación de variedades de Maíz de El Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Agrociencia 5 (1): 129-146.
- Córdova O., H. 1990. Desarrollo y mejoramiento de germoplasma para resistencia a factores adversos bióticos y abióticos y producción de semilla. Estrategias y Logros 1986-1991. PRM-CIMMYT, Guatemala, Guatemala. 1-14pp.
- De León, C.L. Pineda, R. Rodríguez. 1984. Resistencia genética: una alternativa contra el achaparramiento del maíz. XXX Reunión Anual del PCCMCA. Managua, Nicaragua 19 p.
- MDINRA-DGA-DGB. 1986. Incidencia del achaparramiento en el cultivo de maíz y su impacto en el país. Sin publicar. Managua, Nicaragua. 13 p.
- Urbina A., R. 1982. Evaluación de variedades experimentales de maíz resistentes al achaparramiento, en tres épocas de siembra en dos localidades de Nicaragua. XXVIII Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica. 29 p.
- Urbina A., R. et al 1989. Proyecto colaborativo de mejoramiento genético para resistencia al achaparramiento de maíz. Taller 1990. In Proyectos Colaborativos en Agronomía, Desarrollo y Mejoramiento de Germoplasma en Maíz (*Zea mays* L.) PRM-CIMMYT, Centroamérica, Panamá y El Caribe. 109-114 p.

Reacción de Familias de Hermanos Completos de la Población 76, al Achaparramiento del Maíz.

Marvin Obando O.^{1/}, Róger Urbina A.^{2/}

RESUMEN

En Centroamérica y El Caribe, la enfermedad conocida como Achaparramiento, alcanza niveles críticos de incidencia sobre la producción cuando se presentan factores favorables a la enfermedad (escasez de lluvia, altas temperaturas, baja humedad relativa, fechas de siembra, etc.). El objetivo principal del presente trabajo fue evaluar la reacción de 225 familias de Hermanos Completos de la Población 76 (TLWF) del segundo ciclo de Selección Recurrente en ambiente normal y de alta incidencia de la enfermedad. Las siembras se efectuaron en los meses de Julio y Septiembre en el Campo Experimental de Sta. Rosa, Managua. Se utilizó un diseño experimental de látice 15 x 15 con 2 repeticiones. Las Medias de rendimiento de las fracciones seleccionadas (50 familias), superaron a las medias de la población y de los testigos NB-12 y B-833 en los dos ambientes de prueba. En relación a los porcentajes de plantas enfermas, en la población fueron de 48.3% y 40.9% y en las fracciones seleccionadas de 34.8% y 40.9% respectivamente, e inferiores a los testigos NB-12 (tolerante) y B-833 (Susceptible). Se encontró que en la población existe una correlación negativa afectadas por la enfermedad y el rendimiento de grano (-0.208**, -0.303**); que señala que el rendimiento decrece cuando hay mayor cantidad de plantas y mazorcas enfermas. Se concluyó que existen ganancias considerables en rendimiento de grano y disminución de la sintomatología de la enfermedad en plantas y mazorcas producto de la agrupación de alelos favorables condicionadores de la resistencia.

INTRODUCCION

En el Pacífico de Nicaragua se siembran aproximadamente 40,000 hás de maíz, por lo tanto, es el cultivo de granos básicos más importante. La producción que se obtiene de esa superficie se destina al consumo local, a la industria, así como también a la producción de semilla.

Estas siembras están expuestas al ataque de la enfermedad comúnmente conocida como Achaparramiento, la cual es endofítica.

En 1986 se cuantificaron los efectos de la enfermedad con una afectación por el orden de 27,000 has, lo que ocasionó una pérdida de 24,000 Tn/ha de grano. (1).

En Centro América y El Caribe el achaparramiento alcanza niveles críticos de incidencia sobre la producción principalmente en aquellas regiones y áreas donde las condiciones climáticas son favorables para el desarrollo del vector (*Dalbulus maidis*) de la enfermedad; tales como: escasez de lluvia, altas temperaturas y baja humedad relativa. (2).

En estos países lo mejor es sembrar cultivares con altos niveles de resistencia a la enfermedad. El germoplasma con estas características se está obteniendo a través del Programa Regional de Mejoramiento Genético, y en los que están participando El Salvador, República Dominicana y Nicaragua, bajo la coordinación del Programa Regional de Maíz y CIMMYT.

OBJETIVOS

Evaluar la reacción al achaparramiento y el rendimiento de grano de 225 familias de Hermanos Completos de la población 76 en ambientes normales y de alta incidencia de la enfermedad.

MATERIALES Y METODOS

El germoplasma estuvo constituido por 225 familias de Hermanos Completos provenientes de la Población 76 (del segundo ciclo de Selección Recurrente) (TLWF), más los testigos NB-12 Y B-833.

Se utilizó una diseño experimental de látice 15 x 15 con dos repeticiones. La parcela fue de un surco de 5 m. con distancia entre plantas y surcos de 0.50 m y 0.76 m.

Las siembras se realizaron en Julio (Postrerón) y Septiembre (Postrera) en el campo experimental de Sta. Rosa, Managua.

Los experimentos se recolectaron datos de las principales características agronómicas; dichos datos se tabularon para presentar los valores promedios correspondientes a cada entrada.

Manejo del Experimento.

En cada siembra la fertilización, el control de plagas y malezas se hizo de acuerdo a las recomendaciones que se utilizan en el cultivo del maíz.

Con la variable rendimiento de grano al 15% de humedad se hizo un análisis de varianza de cada ensayo

y en conjunto el desglose de la variabilidad se hizo mediante la prueba de Duncan al 0.05.

También se realizaron análisis con el Programa Índice de Selección para seleccionar las mejores familias, en base a las características de importancia económica. Así mismo se hicieron correlaciones simples entre las características agronómicas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los Cuadro 1 y 2 presentan los principales estadísticos (medias, desviación estandar, coeficiente de variación, análisis de varianza) de la población, fracción seleccionada (50 familias y testigos; para seis características agronómicas, en las dos épocas de evaluación (Julio, Septiembre). Las medias de rendimiento de las fracciones seleccionadas superaron a las medias de la población, así mismo a los testigos NB-12 y B-833 en los dos ambientes de prueba.

Los porcentajes de plantas achaparradas en la población fueron de 48.3% y 53.6% y en la fracción seleccionadas de 34.8% y 40.9%, si comparamos estos con los porcentajes de NB-12 (tolerante) 76.2% y 54.6% podemos afirmar que la población presenta altos niveles de tolerancia al achaparramiento, al compararse con el testigo tolerante también se observó alta incidencia de la enfermedad como lo demostró el testigo B-833 (Susceptible) con 100% y 97% de afectación.

El Cuadro 3, presenta las correlaciones simples, de la siembra de Julio. En la población existe una correlación negativa altamente significativa entre porcentajes de plantas y mazorcas afectadas por la enfermedad y el rendimiento de grano (-0.208**, -0.303); esta correlación indica que el rendimiento disminuye cuando hay mayor cantidad de plantas y mazorcas enfermas.

Dos indicadores del aspecto fenotípico (Altura de planta y mazorca) se correlacionaron positivamente con el rendimiento (0.314**, 0.288**), por el contrario estos caracteres se correlacionan negativamente con la sanidad de las plantas y mazorcas (-0.245**, -0.200**).

En cuanto a la fracción seleccionada (50 familias de la evaluación de Julio y 36 familias de la evaluación de Septiembre, quedaron incluidas en la fracción seleccionada, obtenida a través del Índice de Selección.

CONCLUSIONES

En la fracción seleccionada se observan ganancias considerables en rendimiento de grano y disminución de la sintomatología de la enfermedad en plantas y mazorcas, producto de la capitalización de alelos

favorables condicionadores de la resistencia.

La población mostró variabilidad en los caracteres utilizados para la selección de resistencia al achaparramiento.

Cuadro 1. Estadísticos de 225 familias de hermanos completos de la Población 76, Ciclo-2; para cada carácter usado en la selección para resistencia al achaparramiento. Sta. Rosa, Nicaragua 1991 A.

	Rend. Kg/ha	Achaparramientos		Días Flor	Altura (cm)	
		%Ptas Af.	%Mcas Af.		Pta.	Mca.
Media Pob.	3826.5	48.3	22.3	53.3	182.2	100.1
Media Frac. Sel.	4488.0	34.8	12.1	53.3	187.2	102.1
Difer. Sel.	661.5	-13.5	-10.2	0.0	5.2	2.0
Máximo	5825.0	93.3	65.0	56.1	208.0	116.0
Mínimo	2097.0	9.1	0.1	51.4	136.0	86.0
Desv. Est.	694.9	14.9	13.3	0.9	10.4	5.8
CV (%)	18.2	30.9	59.5	1.6	5.7	5.8
F. Cal.	**	**	**			
Testigos						
NB-12	4226.0	54.6	25.6	55.0	182.0	106.3
B-833	911.3	100.0	94.4	60.0	167.0	92.0

Cuadro 2. Estadísticos de 225 familias de hermanos completos de la Población 76, Ciclo -2; para cada carácter usado en la selección para resistencia al achaparramiento. Sta. Rosa, Nicaragua 1991 B.

	Rend. Kg/ha	Achaparramientos		Días Flor	Altura (cm)	
		%Ptas Af.	%Mcas Af.		Pta.	Mca.
Media Pob.	3479.0	53.6	11.1	56.1	215.8	113.4
Media Frac. Sel.	4035.0	40.9	5.1	55.9	217.8	114.4
Difer. Selec.	556.0	-12.7	-6.0	-0.2	2.0	1.0
Máximo	5170.0	90.7	52.9	59.8	240.0	138.0
Mínimo	1177.0	0.6	3.5	52.6	185.0	91.0
Desv. Est.	734.0	16.3	8.2	1.4	10.2	7.6
CV (%)	21.2	30.3	74.1	2.5	4.7	6.7
Testigos						
NB-12	3627.0	76.2	26.6	55.0	225.3	121.5
B-833	1389.0	97.0	91.5	58.5	210.3	119.5

Cuadro 3. Coeficiente de correlación de Pearson (r) estimados entre rendimiento de grano, porcentajes de plantas afectadas por achaparramiento y características agronómicas en dos épocas (Julio y Agosto). Sta. Rosa, Nicaragua 1991.

	Rend.	Achaparramiento	
		% Ptas Af.	%Mcas Af.
% Ptas. Afect.	-0.508**		
% Mcas. Afect.	-0.208**	0.532**	
Alt. Ptas.	0.314**	-0.245**	-0.200**
Alt. Mcas.	0.288**	-0.217**	-0.115NS

** Excede el nivel de significancia del 1%;
r = 0.173, con 223 grados de libertad.

BIBLIOGRAFIA

- Anónimo 1986. Incidencia del achaparramiento en el cultivo del maíz y su impacto en el país DGB-MIDINRA Managua, Nicaragua. 13 p.
- Aguiluz, A. et al 1990. Efecto del Mejoramiento para resistencia al achaparramiento sobre el rendimiento de cultivares de maíz evaluados en siete ambientes de Centro América y El Caribe. Desarrollo y Mejoramiento de Germoplasma para resistencia a Factores Adversos Bióticos y Abióticos 1990.
- Urbina, R. et al 1989. Evaluación del línea S1 derivadas de la Población 73 del Tercer Ciclo, de mejoramiento para resistencia al achaparramiento. Proyectos Colaborativos en Agronomía, Desarrollo y mejoramiento de Germoplasma en Maíz (*Zea mays* L.) 1989.

Efectos Génicos y Heterosis en variedades de Maíz (*Zea mays L.*)

Enrique Navarro Guerrero,¹ Fernando Borrego Escalante²

RESUMEN

En el presente estudio se utilizaron 8 poblaciones parentales y sus poblaciones derivadas (poblaciones recombinadas, poblaciones autofecundadas, cruza, cruza recombinada y cruza autofecundada) generando un total de 100 entradas. El objetivo fue estimar los efectos génicos acumulativos (aditivos, dominantes y heteróticos), con la finalidad de justificar un programa de hibridación. En verano de 1989 en Buenavista, Coah., se sembraron las 100 entradas en bloques al azar, en cinco grupos en cada una de las cuatro repeticiones. Cada entrada fue sembrada en unidades experimentales de 2 surcos de 4.62m de largo conteniendo 22 plantas cada uno, a una densidad de población de 56,818 plantas Ha⁻¹. Para rendimiento de grano, dominancia intravarietal (dj) explicó 55.54% de las medias generacionales, sugiriendo suficiente variabilidad genética dentro de las poblaciones. Efectos heteróticos contribuyeron con 12.11%, indicando que poca diferencia existe en la frecuencia génica para rendimiento de grano. Altura de plantas siguió el mismo patrón que rendimiento, ya que los efectos dominantes fueron los más importantes. Sin embargo, los loci homocigotes (aj) fueron importantes en explicar variabilidad genéticas en días a floración y número de mazorcas. Para rendimiento de grano, la cruz a varietal Pob. 32 x Pob. 21 fue la que maximizó los efectos heteróticos. La población 21 exhibió mayor heterosis en promedio, de tal suerte que en combinación con Pob. 32 y/o CN (S)-C₃, entre otras, podría ser material promisorio para un programa de selección recíproca recurrente.

INTRODUCCION

En todo programa de mejoramiento genético, es de importancia elegir el mejor germoplasma base que permita alcanzar los objetivos del programa, y al mismo tiempo conocer la magnitud del potencial genético de los materiales bajo estudio y de los caracteres de importancia económica y así poder determinar la metodología más adecuada que permita fijar en nuestra población los alelos favorables. En este sentido los objetivos primarios de este trabajo fueron los siguientes: a). Obtener información de los efectos aditivos, de dominancia, así como efectos heteróticos entre poblaciones desarrolladas por la UAAAN y el CIMMYT. b). Determinar patrones heteróticos y cuantificar la magnitud de los mismos y así

justificar la producción de híbridos.

El diseño de cruzamiento dialélico ha sido usado extensamente para evaluar el potencial entre poblaciones de maíz. La teoría para la estimación de varianza genética y efectos genéticos fueron propuestos por Hayman (1954, 1958 y 1960), y Griffing (1956). Sin embargo, Gardner-Eberhart (1966) recomendaron el uso de cruza varietales en un dialélico para un mejor entendimiento de las cruza dialélicas entre variedades de polinización libre de maíz. Un gran número de investigadores han hecho uso del modelo Gardner-Eberhart (1966) para detectar material promisorio en cultivos como maíz. Castro et al. (1968) evaluaron cinco poblaciones de maíz y 35 poblaciones derivadas de ellas. Para rendimiento, el 52.4% de la variación total fue explicado por dominancia intravarietal, los efectos aditivos fueron significativos pero de menor magnitud. Heterosis o efecto de dominancia intervarietal aunque significativos contribuyeron con tan solo 6.5%, dejando una pequeña porción sin explicar (1.8%). Lo anterior indica que existe suficiente variabilidad genética dentro de poblaciones y que poca diferencia en frecuencias génicas existe entre las poblaciones para rendimiento. Cortez et al. (1985) realizaron cruza dialélicas en poblaciones tropicales de maíz desarrolladas por CIMMYT. Los autores reportan que los efectos de dominancia intravarietal fueron los que mayormente contribuyeron en la expresión de rendimiento de grano, sugiriendo adecuada variabilidad genética dentro de las poblaciones. Efectos de dominancia fueron importantes en la expresión de porcentaje de polen, días a floración, altura de planta y mazorca. Efectos aditivos fueron significativos ($P \leq 0.01$) para todos los caracteres pero de menor magnitud. Los patrones heteróticos observados, sugiere, que hay buen nivel de divergencia genética en alguna de las poblaciones. Estudios recientes conducidos por Crossa y Beck (1990) reportan que para rendimiento de grano y días a floración, los efectos de variedades (V_i) y heterosis (h_v) contribuyeron significativamente. Efectos genéticos no aditivos, fueron más importantes en controlar rendimiento (50%) en relación a días a floración (31%). Para rendimiento la cruz a que maximizó la heterosis específica fue la población 36 x población 24 indicando que podría ser una buena elección para iniciar un programa de selección recíproca recurrente.

^{1 y 2} Maestros del Departamento de Fitomejoramiento, Univ. Aut. Agraria "Antonio Narro" (UAAAN), Buenavista, Sotillo, Coah, México, 25315.

MATERIALES Y METODOS

Para la realización de este estudio se utilizaron las poblaciones VS-201 y Compuesto Norteño (CN), sus tres ciclos de selección recurrente a través de líneas S_1 per se (S_1) y líneas S_1 por cruza de prueba (CP), poblaciones 32 y 21 del programa de maíz del CIMMYT, y sus poblaciones derivadas. Estas se obtuvieron en la primavera de 1988 en Buenavista, Coahuila donde las ocho poblaciones se sembraron para generar las F_1 s. Se sembraron 20 surcos de 10 m de longitud e cada entrada. En floración, se hicieron cruzamiento entre las 28 cruzas (directas y recíprocas). Polen de 50 plantas de una población se mezcló para polinizar 50 plantas de la otra población y viceversa obteniéndose 100 mazorcas de cada cruza poblacional. En Diciembre de ese mismo año en Tepalcingo, Morelos se sembraron las 28 cruzas (F_2) y los ocho progenitores. Las cruzas autofecundadas (F_2), se obtuvieron autofecundando 100 plantas por parcela. Las cruzas recombinadas (F_2) se produjeron haciendo polinizaciones planta a planta, utilizando la espiga una sola vez totalizando 100 mazorcas por parcela. Para obtener los progenitores autofecundados y recombinados, se sembraron dos surcos por progenitor. La mitad de ellos usados para autofecundar y el resto para generar los progenitores recombinados siguiendo el mismo procedimiento anterior. En verano de 1989 en Buenavista, Coahuila, se sembraron las 100 entradas en un diseño de bloques al azar agrupándose en cinco grupos dentro de cada una de las cuatro repeticiones. La unidad experimental consistió de dos surcos de 4.62m de 22 plantas por surco, con distancia entre surcos de 80 cm y entre plantas de 22 cm, dando una densidad de 56,818 plantas ha⁻¹. Prácticas culturales fueron de acuerdo a los procedimientos mínimos estandar de la región. Las variables experimentales fueron: Días a floración, Altura de planta, Altura de mazorca, Mazorca por cien plantas, y Rendimiento de grano en Ton/ha al 15% de humedad.

Análisis Estadístico

El modelo lineal aditivo de bloques al azar generó la variación de medias generacionales y mediante la técnica de regresión múltiple fue posible la estimación de parámetros genéticos siguiendo el procedimiento de Gardner (1967) y Gardner-Eberhart (1966), para la estimación de efectos acumulativos de acuerdo al análisis I.

RESULTADOS Y DISCUSION

Resultados experimentales de efectos acumulativos son resumizados en el Cuadro 1 donde se observa que los loci heterocigotes (d), fueron altamente significativos ($P \leq 0.01$), representando el 55.54% de la variación total debido a medias generacionales. Lo anterior sugiere que existe una gran variabilidad dentro de poblaciones.

Resultados similares fueron obtenidos por (2), quienes reportaron que dominancia contribuyó con 52.4% de la variación total entre medias generacionales para rendimiento. La heterosis (h_b) o dominancia intervarietal fue significativa ($P \leq 0.05$), indicando la presencia de dominancia y diferencia en las frecuencias génicas así como habilidad combinatoria general entre las variedades esto coincide con los reportado por (6). La heterosis promedio (h) fue significativa ($P \leq 0.01$), explicando 2.07% de la variación total indicando que en promedio las cruzas excedieron el valor promedio de los padres. heterosis varietal (H_v) fue significativa ($P \leq 0.05$) contribuyendo con un 4.78% de medias generacionales. La heterosis promedio es una función lineal de la diferencia entre la media de un padre en sus cruzas y el promedio de todas las cruzas y la diferencia de la media de un padre y el promedio de todos los padres (5). Desviaciones del modelo presentaron significancia ($P \leq 0.01$), atribuyéndose a efectos epistáticos como a x a, a x d, d x d, indicando que epistasis es importante en cruzas entre variedades de diferente origen (1). Para días a floración el 51.52% fue explicado por efectos aditivos, resultados semejantes a los obtenidos por (4). En altura de planta los efectos de dominancia (58.31%) fueron más importantes que los aditivos (6.12%). Finalmente, los efectos aditivos sólo fueron significativos ($P \leq 0.01$) para mazorcas por cien plantas, a excepción de desviaciones de regresión. Estos resultados sugieren que dominancia y heterosis no fueron importantes en controlar número de mazorcas. Para rendimiento, las cruzas Pob. 32 x Pob. 21 (66%), Pob. 21 x CN (CP)-C, (51.46%) entre otras tuvieron los mayores efectos de heterosis (H) Cuadro 2. Se observó que en general valores altos de heterosis estuvieron asociados con promedios altos. La población 21 en promedio es quien está contribuyendo con mayor variabilidad genética, es importante señalar que las cruzas que maximizaron la heterosis específica (S_b), no siempre tuvieron valores altos de heterosis lo cual es contrario a lo reportado por (4), donde valores altos de heterosis específica se tradujeron en una máxima expresión de heterosis para rendimiento. En días a floración la cruza Pob. 32 x Pob. 21 tuvo el valor de heterosis más bajo (-17.44%), sin embargo, estuvo entre las cruzas de porte más alto (datos no publicados). Por el contrario la cruza VS-201(S)-C, X VS-201 C, su versión mejorada, y versión mejorada del CN, puede ser material promisorio para reducir altura de planta según muestran valores de heterosis. Para número de mazorca x 100 plantas la cruza Pob. 32 x CN(S)-C, exhibió la máxima heterosis (H) (31.13%) la misma que tuvo la heterosis específica más alta (S_b = 18.89) aunque fue no significativa. Considerando los patrones heteróticos el mejor germoplasma para iniciar un programa de hibridación sería Pob. 32 x Pob. 21 o bien utilizar las poblaciones mejoradas del VS-201 (CP) y del CN (S) en combinación con los mencionados anteriormente.



Cuadro 1. Efectos acumulativos, cuadrados medios, y desviaciones del modelo de los siguientes caracteres promediados sobre cuatro repeticiones en la localidad de Buenavista, Coahuila. 1989.

Cuadrados Medios					
FV	gl	Rendimiento Ton Ha ⁻¹	Días a Flor	A. Planta (cm)	No. de Mazorcas
Reps	3	14.36	321.54*	17793.21**	8637.67**
Trats	99	19.32**	99.27**	1155.63**	843.35*
Aj	7	2.74	723.35**	999.93*	1798.50**
dj	8	132.78**	85.07**	8339.32**	928.23
hjj'	28	8.27*	60.20**	413.77	571.53
h	1	39.63**	3.59	1017.49	1667.13
hj	7	13.05*	153.88*	615.52	366.80
Sjj'	20	5.03	30.24**	312.98	588.41
Desv.	56	10.71**	42.83**	519.77	847.74*
Error	297	5.55	13.96	380.15	507.83

*, ** significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente.

Cuadro 2. Medias predichas de las cruzas (Y_i), heterosis (H) y heterosis específica (S_i) sobresalientes entre ocho poblaciones de maíz. Buenavista, Coah. 1989.

Cruza	Rendimiento Ton ha ⁻¹		
	Y_i	H	S_i
Pob. 32 x Pob. 21	10.81	66.00	0.95
Pob. 21 x CN (S)-C ₃	10.45	46.28	0.21
POB. 21 X VS 201 (CP)-C ₃	10.22	49.20	0.52
VS 201 (S)-C ₃ X CN(CP)-C ₃	10.02	41.32	2.53*
Pob. 21 x CN (CP)-C ₃	9.15	51.46	0.25
D. Floración			
Pob. 21 x VS 201-C ₀	74.73	-6.22	1.75
Pob. 21 x CN (S)-C ₃	72.32	-8.65	-0.23
Pob. 32 x Pob. 21	71.84	-17.44	4.99*
Pob. 21 x VS 201 (CP)-C ₃	70.48	-10.89	-1.74
Pob. 21 x VS 201 (S)-C ₃	70.13	-11.68	-1.29
Altura de Planta (cm)			
CN(S)-C ₃ x CN(S)-C ₃	153.04	-3.65	-1.93
VS 201 (CP)-C ₃ x CN(CP)-C ₃	150.19	-2.75	-5.37
VS 201 (CP)-C ₃ x CN(S)-C ₃	148.33	-6.20	-5.93
VS 201 (S)-C ₃ x VS 201(CP)-C ₃	146.42	-2.72	-3.80
VS 201 (S)-C ₃ x VS 201(CP)-C ₀	140.12	-12.14	-15.72
No. de Mazorcas			
Pob. 32 x CN(S)-C ₃	151.03	31.73	18.89
Pob. 32 x VS 201-C ₀	132.88	16.16	10.69
CN (S)-C ₃ x CN (CP)-C ₃	131.83	17.56	6.52
VS 201 (S)-C ₃ x VS 201(CP)-C ₃	125.11	20.16	11.37
CN (S)-C ₃ x VS 201 -C ₀	123.36	19.51	2.97

* significativo al 5% de probabilidad.

H = Heterosis expresada en porciento de la craza predicha Y_i ; con respecto a la media predica parental.

S_i = Heterosis específica de la craza j x j'

CONCLUSIONES

Los efectos de dominancia intravarietal (d) fueron importantes en la expresión de rendimiento de grano tomando en consideración su mayor contribución a la variación total de medias generacionales. Similar tendencia se observó en altura de planta donde los efectos de dominancia fueron más importantes que los aditivos. Sin embargo, en días a flor y número de mazorcas los efectos aditivos fueron importantes en la expresión de estos caracteres. Para rendimiento las cruzas que maximizaron los efectos heteróticos fueron las Pob. 32 x Pob. 21 y Pob. 21 x CN(CP)-C₃, se recomienda utilizar germoplasma de Pob. 21 dados sus valores promedios más altos en cruzas. Se sugiere utilizar a las poblaciones 32, 21 y a las poblaciones 32, 21 y a las poblaciones mejoradas de VS 201 (CP) y del CN (S), para iniciar un programa de selección recíproca recurrente donde se espera que las líneas endocriadas que se deriven de ellas maximicen la heterosis cuando se crucen entre sí.

REFERENCIAS

- Alvarado, L. 1987. Efectos génicos y heterosis en cultivares tropicales de maíz. PCCMCA XXXIII. Guatemala, C.A,
- Castro- G.M., C.O. Gardner., and J.H. Lonquist. 1986. Cumulative effects and the nature of heterosis in maize crosses involving genetically diverse race. *Crop. Sci.* 8:97-101.
- Cortez, H.M., A.C. Rodríguez., M.G. Gutiérrez., J.I. Durón., R.C. Girón, and M.G. Oyervides. 1985. Evaluation of broad-base improved populations of maize (*Zea mays* L.) I. Cumulative gene effects and heterosis. *Univ. Aut. Agraria "Antonio Narro" Res. Pub.* p. 1-43, Buenavista, Saltillo, México.
- Crossa, J., S.K. Vasal., and D.L. Beck. 1990. Combining ability estimates of CIMMYT'S tropical late yellow maize germplasm. *Maydica.* 35:273-278.
- Gardner, C.O. 1967. Simplified methods for estimating constants and computing sums of squares for a diallel cross analysis. *Fitotec. Latinoamer.* 4:11-22.
- Gardner, C.O., and E. Paterniani. 1967. A genetic model used to evaluate the breeding potential of open-pollinated varieties of corn. *Ciencia E. Cultura* 19:95-101.
- Gardner, C.O., and S.A. Eberhart. 1966. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics.* 22:439-452.
- Griffing, B. 1986. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australians J. Biol. Sci.* 9:463-493.
- Hayman, B.I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics* 39:789-809.
- _____ 1958. The theory and analysis of diallel crosses II. *Genetics* 43:63-85.
- _____ 1960. The theory and analysis of diallel crosses III. *Genetics* 45: 157-172.

Estimación de Parámetros Genéticos en una Población de Maíz Tropical

Oyervides García Arnoldo¹, Mariaca Peláez Jorge Manuel Francisco², De León Castillo Humberto¹, Reyes Valdéz Manuel Humberto¹.

INTRODUCCION

Dos son los propósitos que se persiguen al estimar los parámetros genéticos (Robinson y Cockerham, 1965): Uno suministrar información sobre la naturaleza de la acción de los genes involucrados en la herencia de los caracteres bajo investigación; y dos, suministrar la base para el establecimiento de programas de mejoramiento de la población, o la información para el desarrollo de nuevos enfoques para el mejoramiento genético de plantas y animales.

Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

- Estimar la heredabilidad en sentido amplio de seis caracteres en la población de maíz tropical VAN-554 en su segundo ciclo de selección.
- Determinar si existe suficiente variabilidad genética para permitir ganancias por selección; y,
- Estimar la aptitud combinatoria general de las familias de hermanos completos.

REVISION DE LITERATURA

Se han planteado una serie de premisas importantes para el trabajo del fitomejorador, que pueden ser abordadas por medio de la estimación de los parámetros genéticos (Dudley y Moll, 1969), entre ellas están:

Si existe suficiente variación genética en la población, para permitir el mejoramiento en los caracteres de importancia.

Cuán extensamente debe evaluarse el material (en términos de años, localidades, repeticiones) para identificar las progenies superiores en las poblaciones.

Qué material genético de la población es prometedor como fuente de mejoramiento.

Qué método de mejoramiento puede resultar más efectivo.

Si el material final más apropiado será un híbrido, sintético o variedad mejorada.

Los siguientes conceptos fueron definidos por Dudley y Moll (1969): la varianza fenotípica es la varianza total entre fenotipos cuando se desarrollan a través de varios ambientes. La varianza genética total es la parte de la varianza fenotípica que puede ser atribuida a las diferencias genotípicas entre fenotipos, y puede subdividirse aún en varianza genética aditiva, varianza genética de dominancia y varianza genética apistática. La varianza de la interacción genotipo por ambiente es la parte de la varianza genotípica debida a la no coincidencia en el comportamiento de los mismos genotipos en diferentes ambientes.

Entre los parámetros genéticos más importantes, se encuentra la heredabilidad; que en sentido amplio (H^2) es la porción de la varianza fenotípica que corresponde a la varianza genética total: mientras que en sentido estrecho (h^2) es la porción de la varianza genética aditiva. Una definición, un tanto más general de este parámetro, es: la fracción del diferencial de selección que se espera ganar en la siguiente generación, cuando la selección es practicada en base a una unidad de referencia definida (Hanson, 1963 citado por Lamkey y Hallauer, 1987). El principal uso de la heredabilidad en mejoramiento genético es la predicción de ganancia por ciclo de selección.

Otros parámetros útiles, sobre todo en el proceso de desarrollo de híbridos, es la aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) de cada genotipo. La ACG es el comportamiento promedio de un genotipo en una serie de cruza; la ACE es la desviación del comportamiento de una combinación híbrida de lo esperado, según las ACG de sus progenitores. Se ha demostrado que la ACG de familias se hereda a las líneas que se derivan de estas familias con mejores efectos de ACG, tendrán una alta probabilidad de ser sobresalientes.

MATERIALES Y METODOS

El material genético utilizado proviene de una población tropical de maíz en su segundo ciclo de

¹ Maestros Investigadores de la UAAAN.

² Estudiante tesista de la UAAAN

selección, denominada VAN-554. Se partió de 136 familias provenientes de la población original, entre las que se realizaron 240 cruza biparentales entre plantas de diferentes familias de medios hermanos, formándose el mismo número de familias de hermanos completos, las cuales se evaluaron. Las mejores 60 familias seleccionadas en base a caracteres agronómicos pasaron a recombinarse por medio de un dialélico parcial, donde los cruzamientos se hicieron entre familias no emparentadas. Las familias participaron en un promedio de ocho cruza. Se formaron de este modo 240 familias de hermanos completos. El mismo esquema se repitió dos veces para avanzar dos ciclos la selección, aunque en este caso el ciclo 2 estuvo representado por 224 familias de hermanos completos.

La evaluación se llevó a cabo en tres localidades, dos de las cuales se sitúan en Ursulo Galván, Veracruz y la otra en Tehuantepec, Oaxaca. Cuyas características geográficas y climatológicas de Latitud, Longitud, Altitud, Precipitación y Temperatura son: 19°22', 96°23', 29, 1296, 25.2 y 16°20', 95°14', 35, 900, 28.2 respectivamente.

Las parcelas experimentales en las tres localidades quedaron de la siguiente manera: # surcos 1, Long. surcos 4.2m, Distancia entre surcos 0.92m, Distancia entre matas 0.22m, Matas/surco 21, Plantas/parcela útil 19, Area de parcela útil 3.86m², Plantas/ha 49,400.

Para la estimación de los parámetros genéticos, se utilizó un diseño de bloques incompletos en 3 localidades, 2 repeticiones, 16 grupos. Cada grupo contó con 14 familias.

Localidades y familias fueron considerados efectos aleatorios. Los componentes de varianza se calcularon igualando los cuadrados medios a sus esperanzas.

El modelo estadístico para el análisis de varianza combinado se presenta a continuación.

$$Y_{ijkl} = \mu + a_i + j_k + a_{jk} + B_j a_{kl} + \delta_i \langle k \rangle + a_{di} \langle k \rangle + \epsilon_{ijkl}$$

La heredabilidad en sentido amplio se estimó como la relación entre a^2_g y a^2_p . No se pudo estimar los componentes de la varianza genotípica debido a que bajo el esquema de hermanos completos no es posible lograr esto, siendo necesario recurrir a un diseño genético de Carolina del Norte para estimarlos.

La ACG de las familias progenitoras se tomó como la media del rendimiento de las cruza en las cuales participó cada familia, y se representa como la desviación de la media general.

No hubo diferencias significativas (Cuadro 1) entre grupos ni en la interacción localidades por grupo; esto se explica debido a que las familias se asignaron aleatoriamente en cada grupo y los grupos respondieron de manera similar en cada localidad. Las diferencias altamente significativas entre localidades indican que el ambiente influyó de manera decisiva en el comportamiento general de las familias. El efecto de repeticiones/grupos y localidades fue significativo en todos los caracteres, justificando el diseño utilizado, ya que fue capaz de detectar diferencias en el terreno. Ambos, familias/grupos y la interacción de localidad por familias/grupos, presentaron diferencias altamente significativas en todos los caracteres. En el primer caso este resultado es muy deseable, pues indica que existen familias lo suficientemente diferentes entre sí; las mejores familias pueden entonces seleccionarse para mejorar la población. En significativamente mayores que los reportados; esto puede deberse en gran medida a que la heredabilidad está sobrestimada al estar en sentido amplio. En un estudio de selección recurrente para altura de planta en maíz tropical, realizado por Johnson *et al.* (1986), encontraron en este carácter una H^2 de 0.84; mientras que Lamkey y Hallauer (1987), promediando las estimaciones obtenidas de nueve evaluaciones 23 ambientes con un total de 900 progenies por el método de hermanos completos, encontraron una H^2 de 0.603 y un CVG de 10.9 por ciento para el carácter rendimiento. Los valores anteriores se asemejan mucho a los valores encontrados en este estudio. El error estandar de H^2 es bastante bajo en todos los caracteres, por lo que podemos confiar en estos valores.

El cociente a^2_{ge}/a^2_g indica la incidencia de la interacción genotipo por ambiente con respecto a la a^2_g total. Se puede ver que, tanto en días a floración masculina y femenina como en altura de planta y de mazorca, el efecto de la interacción genotipo por ambiente en relación al efecto genético es muy bajo; mientras que en número de mazorcas por planta y rendimiento este efecto es alto, indicando que tal vez sea necesario estratificar ambientes para la selección, sobre todo para rendimiento. Por su parte, Hallauer y Mirando (1981) mencionan que rendimiento es el resultado de la expresión total del genotipo desde que la semilla se siembra hasta la cosecha, por lo tanto, el rendimiento es la expresión combinada del genotipo y el ambiente a lo largo de todo el período de crecimiento y desarrollo y por lo mismo es afectado mucho por el ambiente. Aunque el período en que el ambiente influye sobre el número de mazorcas por planta es más corto (seis semanas antes de floración hasta floración), el efecto del ambiente es determinante en este carácter, pues si las condiciones ambientales y el genotipo favorecen más de una mazorca en el período

anterior a floración, las plantas producirán más de una mazorca. Aunque número de mazorcas presentó valores altos para este cociente, el error estándar de a^2_{ge}/a^2_g es el segundo caso se observa que las familias no se comportaron de manera similar a través de las localidades. Por un lado, esto llevaría a seleccionar las familias que menos interactuaron con el ambiente, pues la estabilidad es deseable para explotarlas en un amplio rango de ambientes. Por otro lado, se podrían seleccionar las mejores familias en cada ambiente y explotarlas específicamente en el ambiente donde fueron seleccionadas. Finalmente, el coeficiente de variación en todos los caracteres estudiados fue inferior al 16 por ciento, valor muy aceptable, ya que indica que el experimento se condujo en forma adecuada.

El coeficiente de variación genética (CVG) es un indicador del grado de variabilidad debido al genotipo. (Cuadro 2) Días a floración masculina y femenina presentan valores muy bajos (1.48 y 1.53 por ciento, respectivamente); altura de planta y de mazorca, así como número de mazorcas por planta, presentan valores intermedios (5.27, 8.54 y 5.97 por ciento, respectivamente); y rendimiento presenta el valor más alto con (10.38) por ciento. Esto indica que todavía existe un amplio margen para selección en los últimos cuatro caracteres mencionados, sobre todo en rendimiento. No sucede lo mismo para días a floración; sin embargo, podemos esperar respuesta debido al alto grado de heredabilidad encontrado en este carácter.

La heredabilidad en sentido amplio (H^2). Para días a floración masculina y femenina, y para altura de planta y de mazorca se encontraron valores superiores a 0.70, indicando que se puede esperar una respuesta efectiva para estos caracteres. Para días a floración, Hallauer y Miranda (1981) reportan una heredabilidad en sentido estrecho (h^2) de 0.579 promediando 48 estimaciones; para altura de planta y de mazorca reportan 0.569 y 0.662 promediando 45 y 52 estimaciones, respectivamente. Número de mazorcas por planta y rendimiento presentaron los valores más bajos de H^2 , 0.434 y 0.583; para estos mismos caracteres Hallauer y Miranda (1981) reportan una h^2 de 0.187 y 0.390 promediando 99 y 39 estimaciones, respectivamente. Los valores encontrados son bastante algo, por lo que este valor debe tomarse con reserva.

Los valores obtenidos concuerdan con el encontrado para H^2 , pues es de esperarse que los caracteres que tienen alta H^2 son menos influenciados por el ambiente y viceversa. En un estudio realizado en 10 poblaciones de maíz tropical a través de varios ciclos, Crossa y Gardner (1989) encontraron para este cociente un valor promedio de 1.92 en rendimiento, concluyendo que para la selección de este carácter se debe estratificar o

caracterizar cada ambiente.

Debido a que la proporción de la a^2_{ge} en relación a a^2_g es, en este caso, de 1:1 para rendimiento, es razonable pensar que para maximizar la ganancia por selección sea necesario seleccionar para cada ambiente en particular, o en caso que se evalúen los materiales en un rango muy amplio de ambientes, caracterizar estos ambientes de acuerdo a sus factores físicos, tales como altitud, latitud, tipo de suelo, clima, etc., como lo proponen Crossa y Gardner (1989).

En el Cuadro 3. se presentan las mejores y peores familias en cuanto a su ACG. De León (1986) comparó la ACG de líneas derivadas de familias de hermanos completos con buenos y malos efectos de ACG. Los mejores híbridos formados a partir de estas líneas tuvieron como ancestros a las familias con mejores efectos de ACG y viceversa. De este modo se probó que las líneas heredan la ACG de las familias. Así, las 15 familias con mejores efectos de ACG se usarán para derivar líneas y formas híbridos con mayores probabilidades de ser superiores. Esto resulta muy útil, pues se obtienen buenos híbridos en un tiempo relativamente corto. Por otro lado, el pedigrí de las familias evitó que a lo largo del mejoramiento de éstas, se acumularan efectos de endogamia, lo cual provoca que las líneas formadas a partir de estas familias sean genéticamente divergentes y por lo tanto los efectos de heterosis en los híbridos serán más importantes; al mismo tiempo, la variabilidad de la población no se reduce.

CONCLUSIONES

1. Existe suficiente variabilidad genética, la cual puede ser explotada por medio de selección.
2. Las estimaciones de heredabilidad se sobrestimaron, sin embargo coinciden con los valores reportados por la literatura e indican que puede esperarse respuesta a la selección en los seis caracteres bajo estudio.
3. El efecto ambiental juega un papel importante sobre todo en la expresión de los caracteres número de mazorcas y rendimiento, por lo cual puede recomendarse se realice selección para cada localidad en particular.
4. Se pudo identificar las familias con mejores efectos de ACG, las cuales serán fuente para derivar líneas con alta probabilidad de generar híbridos superiores.

BIBLIOGRAFIA

- CROSSA, J. and C.O. GARDNER. 1989. Predicted and realized grain yield responses to full-sib

family selection in CIMMYT maize (*Zea mays* L.) populations. Theor. Appl. Genet. 77:33-38.

DUDLEY, J.N. and R.H. MOLL. 1969. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variance in plant breeding. Crop Sci. 9:257-262.

HALLAUER, A.R. and J.B. MIRANDA FO. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press, Ames.

JOHNSON, E.C., K.S. FISCHER, G.O. EDMANDES and A.F. PALMER. 1986. Recurrent selection for reduced plant height in lowland tropical maize. Crop Sci. 26:253-260.

LAMKEY, K.R. and A.R. HALLAUER. 1987. Heritability estimated from recurrent selection experiments in maize. Maydica 32:61-78.

LEON C., H. DE. 1987. Selección recurrente en familias de hermanos completos con pedigrí en maíz (*Zea mays* L.). Tesis maestría. UAAAN. Saltillo, México. 60 p.

ROBINSON, H.F. Y C.C. COCKERHAM. 1965. Estimación y significado de los parámetros genéticos. Trad. por M. Gutiérrez Gutiérrez. Fitotecnía Latinoamericana. 2(1): 23-38.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para seis caracteres evaluados entre localidades.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Días a Floración		Altura (cm)		No. de maz/100 plantas	Rend. Ton/h. 15.5% hum
		Masc.	Fem.	planta	mazorca		
Loc	2	3140.36**	1150.01**	4295.97**	100243.7 **	89596.04**	1013.15**
Gpo	15	15.83	16.06	1986.92**	1011.31	615.02	3.87
Loc x Gpo	30	7.54**	6.77	412.56	263.66	212.16	2.22
Rep/Gpo,Loc	48	4.13**	3.84**	545.35**	216.21**	291.72**	1.27*
Fam/Gpo	208	5.11**	5.45**	856.66**	468.7 **	419.16**	3.81**
Loc x Fam/Gp	416	1.36**	1.35**	206.25**	86.51**	237.39**	1.59**
Error Exp.	624	0.96	1.03	173.38	63.62	153.91	0.84
Coef. de var.		1.84 %	1.88 %	6.66 %	8.54 %	13.46 %	15.61 %

*, ** significativo a nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente.

Cuadro 2. Estimación de algunos parámetros genéticos a partir del análisis varianza combinado.

	Días a Floración		Altura (cm)		No. de maz/100 plantas	Rend. Ton/h. 15.5% hum.
	Masc.	Fem.	planta	mazorca		
Varianza fenot.	0.851	0.908	142.777	78.117	69.859	0.636
Varianza genet.	0.625	0.683	108.402	63.699	30.294	0.371
Coef. Var. genet.	1.480 %	1.530 %	5.270%	8.540 %	5.970 %	10.380 %
Heredabilidad	0.734	0.752	0.759	0.815	0.434	0.583
E.E.' (H")	0.032	0.030	0.029	0.022	0.068	0.050
V(g-e) "/Var. genet.	0.320	0.230	0.150	0.180	1.380	1.010
E.E.[Var(g-e)]	0.980	0.087	0.137	0.072	1.021	0.024
Media	53.351	54.074	197.642	93.436	92.123	5.866

' Error estandar

" Varianza de la interacción genotipo x ambiente

Cuadro 3. Concentración de las mejores y peores familias en cuanto a ACG.

Mejores efectos de ACG					Mejores efectos de ACG				
Familia	Genealogía	Rend. Prom.	Frec. Particip.	ACG	Familia	Genealogía	Rend. Prom.	Frec. Particip.	ACG
1	(108-2 x 105-1) x (116-9 x 118-)	6.719	8	0.853	39	(23-1 x 22-1) x (45-5 x 44-8)	5.629	8	-0.237
21	(88-3 x 85-2) x (108-9 x 110-1)	6.645	8	0.779	38	(1-8 x 14-12) x (58-4 x 60-10)	5.612	10	-0.254
44	(117-9 x 118-3) x (70-1 x 68-15)	6.552	6	0.686	16	(123-1 x 124-1) x (61-11 x 58-2)	5.597	9	-0.269
47	(110-1 x 95-13) x (127-1 x 128-1)	6.527	7	0.661	3	(101-2 x 105-1) x (84-17 x 83-8)	5.569	8	-0.297
28	(48-15 x 41-3) x (41-12 x 34-2)	6.413	9	0.547	30	(119-7 x 118-1) x (1-8 x 14-12)	5.535	3	-0.331
46	(69-18 x 68-15) x (27-9 x 28-1)	6.393	9	0.527	43	(110-8 x 105-6) x (89-17 x 83-8)	5.499	8	-0.367
23	(1-14 x 12) x (50-13 x 44-9)	6.308	9	0.442	2	(52-7 x 49-11) x (127-5 x 125-1)	5.471	9	-0.395
13	(117 x 118-3) x (50-13 x 44-9)	6.284	6	0.418	40	(111-7 x 115-1) x (110-8 x 105-)	5.461	9	-0.405
12	(49-13 x 47-17) x (50-13 x 44-9)	6.264	8	0.398	4	(116-9 x 118-1) x (26-4 x 23-9)	5.446	9	-0.420
54	(117-9 x 118-3) x (45-5 x 44-8)	6.243	6	0.377	32	(49-13 x 47-17) x (58-1 x 60-10)	5.439	9	-0.427
50	(116-9 x 118-1) x (114-9 x 112-7)	6.185	7	0.319	18	(29-22 x 38-9) x (76-9 x 70-17)	5.419	6	-0.447
33	(36-13 x 41-17) x (83-24 x 82-3)	6.16	8	0.294	42	(117-9 x 118-3) x (100-1 x 95-1)	5.361	9	-0.505
22	(69-2 x 62-6) x (19-20 x 133-2)	6.144	7	0.278	24	(106-4 x 101-9) x (37-1 x 4-10)	5.285	9	-0.581
48	(26-4 x 23-9) x (52-10 x 53-11)	1.14	9	0.274	34	(2-4 x 7-11) x (39-14 x 30-1)	5.16	7	-0.706
36	(101-2 x 105-1) x (52-10 x 53-11)	6.1	9	0.234	41	(4-2 x 7-11) x (44-13 x 42-2)	4.928	10	-0.938

Estrategia para Integrar Mejoramiento Poblacional con Desarrollo de Híbridos en el Germoplasma Tropical de CIMMYT.

S.K. Vasal¹, F. González Cenicerós¹, G. Srinivasan¹, N. Vergara¹

RESUMEN

Este trabajo expone los cambios en la organización del programa de maíz del CIMMYT, y sus consecuencias en el mejoramiento de poblaciones e investigación en híbridos del germoplasma tropical. En pasado, se ha dado mayor énfasis al mejoramiento poblacional y a la formación de variedades experimentales para satisfacer las necesidades de la mayoría de los programas nacionales. Por otra parte, el programa de híbridos ha concentrado esfuerzos en producir información de aptitud combinatoria, generar germoplasma orientado al desarrollo de híbridos, identificación de probadores y desarrollo de progenitores endocriados y no endocriados para formar híbridos convencionales y no convencionales. Bajo la nueva organización, mejoramiento poblacional e investigación en híbridos se manejarán en un solo subprograma, y por lo tanto, describiremos las nuevas estrategias para combinar estas dos actividades en una forma integrada, para el mutuo beneficio de ambos aspectos. Se describen los nuevos esquemas de mejoramiento que nos permitirán lograr este objetivo, y que a la vez generen una variedad más amplia de nuevos y mejores productos que beneficien a nuestros clientes en los programas nacionales.

Desde 1974, CIMMYT ha llevado a cabo un intenso trabajo de mejoramiento poblacional, basado en un método modificado de hermanos completos (HC). Al menos 15 poblaciones se han mejorado continuamente, enviando familias de HC de cada población en ensayos que conocemos como IPTT's (4). Este trabajo ha tenido éxito con la cooperación y ayuda de los programas nacionales. Al mismo tiempo de mejorar el rendimiento y la adaptación general de las poblaciones, se han generado como producto primordial, variedades experimentales específicas a una localidad, y variedades con adaptación más amplia. Estas variedades se envían a los programas nacionales en nuestros ensayos de variedades experimentales que son: EVT12, EVT13, EVT14A Y EVT14B; los cuales incluyen materiales de diferente madurez y color de grano. Estos ensayos sirven como evaluación preliminar y las variedades con buen comportamiento y estabilidad son entonces incluidas, de acuerdo a su madurez, en los ensayos de variedades experimentales elite (ELVT), que tienen una mayor distribución. La creciente demanda por parte de los

programas nacionales en producir híbridos de maíz, propició en 1985, el inicio de un programa de investigación de híbridos en CIMMYT. El mejoramiento de poblaciones y la investigación en híbridos se ha manejado en forma independiente en dos subprogramas. Sin embargo, el programa de maíz ha hecho una reorganización de sus actividades que incluyen cuatro aspectos a saber. 1) Desarrollo de germoplasma, 2) Mejoramiento de germoplasma, 3) Investigación en híbridos y 4) Desarrollo de líneas. Ya que los últimos tres aspectos son responsabilidad del subprograma de mejoramiento poblacional e investigación en híbridos del germoplasma tropical, describiremos las actividades del subprograma, haciendo énfasis en los esfuerzos por integrar el mejoramiento poblacional con desarrollo de híbridos.

A diferencia del programa de mejoramiento poblacional, las actividades del programa de híbridos incluyen una amplia variedad de aspectos diferentes; dos aspectos importantes son la obtención de información de aptitud combinatoria del germoplasma existente (1) y del nuevo que se genere en CIMMYT y el segundo aspecto que ha recibido mayor atención es la formación de fuentes de germoplasma que esté más enfocado al desarrollo de híbridos (2,5) y que posea atributos importantes tales como buena aptitud combinatoria, tolerancia a endocria y buenas características agronómicas. Esta segunda actividad aunque importante, es a menudo descuidada en muchos programas de hibridación. CIMMYT en su esfuerzo por servir a un grupo más diverso de clientes, ha designado como prioridad muy alta el desarrollar este tipo de germoplasma, para lo cual lleva a cabo varias actividades que pueden ser descritas de la manera siguiente:

1) Tolerancia a endocria

La mayoría del germoplasma tropical sufre de la falta de tolerancia a endocria, resultando en una alta frecuencia de líneas que se elimina durante las diferentes generaciones de endogamia, de tal manera que en generaciones avanzadas, se encuentran sólo unas pocas líneas que puedan ser útiles. "Endogamia es un proceso destructivo que elimina proporciones variables de germoplasma en diferentes etapas". Para prevenir que esto suceda, es importante reciclar las líneas

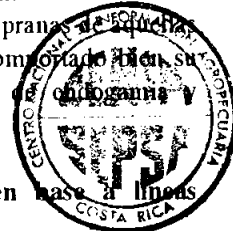
¹ CIMMYT, Lisboa 27, Apdo. Postal 6-641, México D.F., MEXICO 06600

sobrevivientes en una etapa apropiada, y de esta manera, producir fuentes de germoplasma que asegure obtener en mayor frecuencia líneas útiles en un programa de híbridos (3). Considerando que se gastan cuantiosos recursos en producir líneas y que sólo pocas de éstas se pueden usar en la formación de híbridos alrededor del mundo, surge la necesidad de mejorar esta característica para hacer este proceso más eficiente y productivo. Varias metodologías se pueden usar para mejorar la tolerancia a endocría, sin embargo, cualquier método tiene que incluir endogamia como un paso importante en el proceso de mejoramiento. Una combinación de hermanos completos (HC) o medios hermanos (MH) con familias S1 o S2, ayudará a lograr este objetivo; aunque con un esquema directo de selección recurrente de S1 o S2 el mejoramiento será más rápido. En el programa de híbridos de CIMMYT, hemos tratado de producir este tipo de germoplasma utilizando materiales del programa de mejoramiento poblacional, así como del programa de desarrollo de líneas. La mayoría de las poblaciones del programa tropical han sido mejoradas para tolerancia a endocría de manera de hacerlos más útiles para el desarrollo de híbridos. Hemos completado dos ciclos de selección recurrente usando como unidad de selección recurrente usando como unidad de selección progenies S3 en las poblaciones 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 32, 36, 43, 49; estos materiales están disponibles a los programas nacionales que los soliciten. En el Cuadro 1 se presentan resultados del progreso que se ha logrado en la selección para tolerancia a endocría en algunas poblaciones. Los resultados varían en diferentes materiales, pero la tendencia general es un mejor comportamiento a través de ciclos de selección, ambos como material de vigor completo y también como bulk de S1's.

2) Mejoramiento de grupos heteróticos existentes

La segunda actividad relacionada con fuentes de germoplasma orientado a la producción de híbridos, es el mejorar aún más los grupos heteróticos ya conocidos. Es bien sabido que Tuxpeño y ETO combinan bien y se han seleccionado estas dos poblaciones para mejorar su comportamiento per-se y en cruza, mediante un esquema interpoblacional, usando una versión modificada de selección recíproca recurrente. Se ha modificado el método de selección para adaptarlo a las necesidades del germoplasma tropical, que como se mencionó antes, carece de tolerancia a endocría. Este método es costoso, y para mejorar su eficiencia económica, se han fijado objetivos adicionales que incluyen: tolerancia a endocría, reciclaje de líneas de generaciones tempranas, formación de sintéticos en base al comportamiento en cruzas, híbridos inter-varietales y la posibilidad de identificar híbridos no convencionales (2) durante la evaluación de familias de medios hermanos. Se han completado ya dos

ciclos de selección y el avance será evaluado próximamente. Además de los ciclos 0, 1 y 2, se incluirán híbridos interpoblacionales entre líneas provenientes de las dos poblaciones y que se originaron de cada ciclo de selección. El sistema que se utilizó actualmente, permite a los programas nacionales obtener sintéticos y líneas de generaciones tempranas de familias de mestizos que se hayan comportado bien, su ambiente para continuar el proceso de selección y desarrollar buenas líneas.



3) Desarrollo de Poblaciones en base a líneas sobresalientes

El Programa ha llevado a cabo un intenso trabajo de formación de líneas, dando como resultado la identificación de buenas líneas con mejor comportamiento per-se y buena aptitud combinatoria. Hay que enfatizar que el uso de líneas no se debe restringir a la formación de híbridos. Las líneas pueden ser utilizadas de muchas formas diferentes dependiendo de los objetivos particulares para que ellas puedan servir. En CIMMYT hemos tratado de hacer el mejor uso de buenas líneas en la creación de fuentes de germoplasma orientado a trabajo de hibridación. Se han formado cuatro poblaciones usando líneas sobresalientes. Estas poblaciones se identifican con los nombres de IBP-1, IBP-2, IBP-3, IBP-4 y representan los cuatro grupos mayores de germoplasma tropical tardío tales como Blanco Dentado, Blanco Cristalino, Amarillo Dentado y Amarillo Cristalino. Las cuatro poblaciones se están avanzando de F1 a F2 en esta temporada y las semillas estarán disponibles para distribución después de la cosecha en el mes de mayo o junio.

4) Formación De Poblaciones con Características Especiales

Un programa de híbridos bien manejado, ofrece tremendas posibilidades para desarrollar poblaciones con características especiales que posean atributos específicos. Mientras que es muy difícil detectar dichos atributos especiales cuando se trabaja con familias de hermanos completos o de medios hermanos, estos caracteres se ven expuestos y son más evidentes durante el proceso de endogamia. En CIMMYT, hemos formado poblaciones resistentes al acame, resistente a *Phyllachora* y una población con mazorca larga. Se ha identificado germoplasma para formar en caso de ser necesario, una población con la característica de mantener el color verde por un período más prolongado, y que posea hojas de un color verde oscuro. Otras características que se ven expuestas durante el desarrollo de líneas, son hoja erecta, baja posición de mazorca, diferentes tipos de arquitectura de planta, de hojas y tamaños de espiga, que también

pueden ser usados para producir germoplasma con características específicas.

5) Formación De Nuevos Grupos Heteróticos

Este tipo de trabajo es limitado, aún en aquellos programas que cuentan con suficientes recursos y que han trabajado en el desarrollo de híbridos por un largo tiempo. Sentimos que este tipo de trabajo es importante porque estará dirigido directamente a las necesidades de un programa de híbridos. Aunque no hay mucha experiencia disponible en el desarrollo de grupo heteróticos. Algunos programas en India, nuestro programa regional en Cali, Colombia, Zimbabwe en Sudáfrica y en la base de CIMMYT en México, están trabajando para formar este tipo de material.

Los objetivos principales en la formación de nuevos grupos heteróticos es lograr mayor eficiencia en el desarrollo de líneas e híbrido. Esto es, que las poblaciones deben producir buenas líneas en mayor frecuencia y que las líneas de una población muestren una respuesta heterótica al combinarse con las líneas de la otra población para producir híbridos superiores. El procedimiento para formar dichas poblaciones heteróticas será variable y dependerá en la disponibilidad de germoplasma. Se pueden utilizar como progenitores líneas u otros materiales no endocriados en la formación de los grupos. Sin embargo, es preferible utilizar líneas para la formación de los grupos, ya que estos materiales estarán mejor adaptados para la extracción de líneas y formación de híbridos. En nuestro programa, se clasificaron los patrones heteróticos de 92 líneas blancas tropicales tardías usando líneas como probador. Veinticinco líneas se identificaron en un grupo y 32 líneas en el otro. Seguido a la identificación de la respuesta de las líneas y por consiguiente la identificación de grupos divergentes, las líneas se han recombinado y avanzado a F₂, dando como resultado dos grupos heteróticos tropicales que se identifican como THG-A y THG-B. La semilla de estas dos poblaciones está disponible a nuestros cooperadores que la soliciten.

6) Ampliación de la Base Genética de los Grupos Heteróticos Existentes

Este procedimiento permitirá incorporar nuevas líneas en sus respectivos grupos heteróticos una vez que se haya determinado el patrón heterótico al que pertenecen. No hay muchos ejemplos de programas de mejoramiento, donde se lleve a cabo este procedimiento.

Integración de Mejoramiento Poblacional y Desarrollo de Híbridos.

Los esfuerzos para integrar actividades de

mejoramiento poblacional y desarrollo de híbridos están encaminados a que ambas actividades se beneficien mutuamente. Como primer paso, estamos considerando otros esquemas de mejoramiento que nos permitan realizar esta integración.

El esquema de mejoramiento de hermanos completos que se ha usado por varios años se seguirá usando con algunas modificaciones en varias etapas, para hacerlo más orientado a las necesidades de desarrollo de híbridos (Apéndice 1). Dos cambios importantes incluyen la formación de familias de HC es una manera sistemática usando el sistema de apareamiento de dialélicos parciales o del diseño-2, de manera que los resultados de los ensayos IPTT generen más información de aptitud combinatoria de las familias o bulks de familias que se utilizaron en regenerar los HC. De igual manera hemos hechos otros cambios que darán como resultado una representación balanceada de cada familia seleccionada para recombinación. También, la selección intrafamiliar que se limitaba a seleccionar S₁'s se llevará a S₂'s. Otros aspectos importantes que se contemplan en estos cambios se relacionan con la ejecución de campo en la regeneración de progenies. Debido a la manera sistemática en que se generan las nuevas familias de hermanos completos, la ejecución de campo se han simplificado significativamente, es menos laboriosa y requiere menos personal entrenado. Errores en ejecución probablemente serán menos y permitirá mantener las familias seleccionadas en una forma balanceada.

Además del método modificado de hermanos completos (MHC-1), ya empezamos a usar otros tres esquemas que nombramos método modificado de hermanos completos-2 (MHC-2), modificado de medios hermanos-1 (MMH-1) y modificado de medios hermanos-2 (MMH-2). El esquema MHC-2 se está usando con la población 31 (Apéndice 3). Los hermanos completos en este esquema se generan usando líneas S₁ o S₂. Por consiguiente, cada familia de hermanos completos representa a una cruce S₁ x S₁ o S₂xS₂. Este esquema incorpora atributos adicionales como es el de generar información de aptitud combinatoria, disponibilidad de más juegos para ensayos y el reciclaje de líneas de generación temprana.

Los dos esquemas adicionales MMH-1 (Apéndice 4), y MMH-2 (Apéndice 5) no son muy diferentes el uno del otro, excepto que en un caso se usan S₁'s en la recombinación mientras que el otro utiliza S₂'s. Las características que distinguen a estos dos esquemas incluyen el uso de un probador que es una mezcla mecánica de las S₁'s o S₂'s seleccionadas de las mejores familias de medios hermanos de la misma población. Ambos esquemas permiten evaluar la aptitud combinatoria de la S₁'s o S₂'s que se usaron para formar

las nuevas familias de medios hermanos. El ciclo de selección se puede completar en tres estaciones, permitiendo así mandar los ensayos de IPTT con anticipación a la fecha de siembra de la mayoría de los programas nacionales. Se puede manejar un número mayor de plantas durante la selección intrafamiliar mientras se seleccionan las progenies de medios hermanos provenientes sólo de aquellas líneas que se comportan bien en rendimiento perse y tienen buenas características agronómicas. La ejecución de campo se puede simplificar drásticamente al sembrar líneas individuales de familias seleccionadas en un lote aislado como hembras, siendo el macho un bulk de las mismas familias seleccionadas. Como se hace normalmente, en este sistema los surcos de hembra se desespigarán para ser polinizadas por los surcos de macho que servirán como probador. Sólo se seleccionarán progenies de mestizos de las S1's o S2's dependiendo del esquema, que satisfagan los requerimientos de buenas líneas de generación temprana. El sistema de regeneración de progenies permitirá producir suficiente semilla de cada mestizo para poder satisfacer la demanda de más de seis ensayos de IPTT que se presenta regularmente con algunas poblaciones. Las poblaciones bajo este sistema de mejoramiento tendrán mayores posibilidades para ser usadas en un programa de hibridación debido al incremento en tolerancia a endocria, mejor aptitud combinatoria y mejores características agronómicas. Hay que mencionar otros aspectos importantes de estos dos esquemas. Debido a que habrá suficiente semilla de cada progenie, los programas nacionales podrán solicitar semilla de aquellas familias de medios hermanos que sobresalieron en su localidad, para usarse en su propio programa. También podremos proveer semilla de las familias S1 o S2 correspondientes, para continuar el proceso de endogamia. Estos esquemas también permiten crear más productos de cada población. Se pueden formar variedades experimentales y sintéticos usando líneas con buena aptitud combinatoria. El proceso de formación de variedades experimentales se facilitará considerablemente ya que en el sistema modificado de H.C-1 generalmente recombina 10 familias en todas las combinaciones posibles, seguido de avanzar la F1 a F2 para formar la variedad. En los sistemas MMH-1 y MMH-2, el proceso de generar las variedades se puede hacer en un sólo paso. Ya que se dispone de suficiente semilla, el número de surcos de cada familia se puede ajustar para producir suficiente semilla en una sola temporada sin necesidad de avanzar la F1 o F2. Una vez que estos esquemas se apliquen a más poblaciones, los programas nacionales empezarán a recibir una mayor variedad de productos, los cuales serán evaluados en los diferentes tipos de ensayos de variedades experimentales.

El otro esquema que CIMMYT ha estado utilizando desde el inicio del programa de híbridos es el de mejoramiento interpoblacional que se lleva a cabo con las poblaciones Tuxpeño y Eto, bien conocidos por su respuesta heterótica. Las características de este esquema ya se mencionó anteriormente.

Algunas modificaciones adicionales a los varios esquemas se mencionarán brevemente. Particularmente importante será el número de progenies en cada IPTT. Como es sabido, hemos hecho cambios continuamente en los años pasados en cuanto al número de familias que se evaluaron en IPTT's. En el futuro, el programa de maíz del CIMMYT mandará ensayos IPTT con 190 familias más seis testigos en látices de 14 x 14.

En resumen, se usarán nuevos esquemas de mejoramiento en nuestras poblaciones, los cuales estarán encaminados a producir fuentes de germoplasma mejor adaptados a un programa de hibridación. Información recombinación para producir un nuevo ciclo de selección. Los programas nacionales se verán beneficiados en varias maneras recibiendo productos adicionales que no recibían antes, por ejemplo, líneas de generaciones tempranas de las cuales tendremos suficiente semilla con los nuevos esquemas de mejoramiento. Las otras actividades que son únicas en el programa de híbridos continuarán, sin embargo, se hará un mayor uso de los progenitores endocriados y no endocriados que resultan de este programa para ser incorporados en sus poblaciones correspondientes, o en algunos casos se usará este germoplasma para formar nuevas poblaciones e inclusive nuevos grupos heteróticos. Para dar apoyo a las actividades de desarrollo de híbridos en los programas nacionales continuaremos proveyendo nuevas y mejores líneas en cuanto sean identificadas. El primer grupo de líneas que se anunciaron y que tienen adaptación tropical se enlistan en el Apéndice 1.

Esperamos que en el futuro les podamos proporcionar información más precisa de estas líneas, además de las características generales.

Otra actividad que recibirá un mayor énfasis es la identificación de mejores probadores que sirvan como punto de referencia para el mejoramiento de germoplasma tropical alrededor del mundo.

BIBLIOGRAFIA

- Vasal, S.K., D.L. Beck, y J. Crossa. 1986. Estudios sobre la capacidad de combinación del germoplasma de maíz del CIMMYT. Reseña de la investigación, p. 24-33, CIMMYT, El Batán, México.

- Vasal, S.K., G. Han, E. Elías, y N. Vergara. 1988. Desarrollo de Híbridos no Convencionales de Maíz. memorias XIII Reunión de Maiceros de la Zona Andina, p. 377-389, Chiclayo, Perú.
- Vasal, S.K., G. Han N. Vergara, V.P. Ahuja, y M.A. Espinoza. 1990. Desarrollo de Germoplasma Orientado en Híbridos de Maíz. Producción de líneas vigorosas y Resultados de Ensayos. PCCMCA Vol. 1. p. 161-174.
- Vasal, S.K., A. Ortega C. y S. Pandey. 1982. Programa de manejo, mejoramiento y utilizando del germoplasma de maíz en el CIMMYT, El Batán, México.
- Vasal, S.K. and G. Srinivasan. 1991. Breeding strategies to meet changing trends in hybrid maize development. Indian Journal of Genetics (en impresión)

Cuadro 1. Rendimiento, altura de planta, y días a floración en seis poblaciones mejoradas para tolerancia a endocria.

Población	Ciclo	Rendimiento (t/ha)	Días a Floración	Altura de planta (cm)
Población 23	F2 (B) C0	7.1	63.8	171
	C1	6.8	69.3	182
	C2	7.9	68.0	187
Tropical, intermedio, blanco, cristalino	S1 (B) C0	3.2	68.0	138
	C1	3.4	73.3	154
	C2	4.4	72.8	155
Población 24	F2 (B) C0	6.4	63.7	192
	C1	6.2	62.0	193
	C2	6.9	63.3	203
Tropical, intermedio, amarillo, dentado	F2 (B) C0	4.2	66.9	171
	C1	4.4	64.5	165
	C2	4.8	65.5	176
Población 25	F2 (B) C0	6.3	55.0	197
	C1	5.6	57.3	191
	C2	6.8	57.8	192
Tropical, tardío, blanco, cristalino	S1 (B) C0	4.0	59.0	186
	C1	4.4	59.3	180
	C2	4.5	61.0	175
Población 34	F2 (B) C0	6.4	63.8	135
	C1	6.8	66.5	149
	C2	7.4	66.8	175
Subtropical, tardío, blanco, cristalino	S1 (B) C0	3.7	66.8	118
	C1	4.3	68.3	135
	C2	4.7	68.3	140
Población 42	F2 (B) C0	6.3	65.8	157
	C1	6.6	67.5	166
	C2	7.8	65.8	172
Subtropical, tardío, blanco, dentado	S1 (B) C0	3.4	68.5	127
	C1	4.2	70.0	139
	C2	5.3	68.5	147
Población 45	F2 (B) C0	6.1	61.3	155
	C1	6.8	62.5	158
	C2	6.9	62.8	162
Subtropical, intermedio, amarillo, dentado	S1 (B) C0	3.3	64.8	130
	C1	3.5	66.5	131
	C2	4.2	66.5	142

Apéndice 1. Información en líneas tropicales anunciadas por CIMMYT para distribución.

CIMMYT No. Línea (CML)	Genealogía	Rend. (1-5)*	Flor Fem.	GDD Fem.	All. Pl. (cm)	All. Mz. (cm)	Vigor (1-5)*	Asp. Maz. (1-5)*	Pudr. Maz. (1-5)*	Color Grano (B/A)	Text. Grano (D/C)	Roya (1-5)*	H. maydis (1-5)*	A.C.G Alto/ Moder
CML 1	Pob.21 C5 HC57-1-2-B-##	2.0	65	1090	170	84	2.5	2.4	1.3	B	SD	-	-	A
CML 2	C5 HC78-3-4-B-#-B	3.0	67	1125	154	83	2.5	3.4	2.0	B	D	-	-	M
CML 3	C5 HC84-2-1-B-3-B	2.0	63	1028	143	67	1.9	2.3	1.9	B	D	1.3	1.6	A
CML 4	C5 HC109-3-1-5-4-B-1-#-BB-1-B	2.5	56	922	164	81	1.4	2.9	2.1	B	D	2.0	2.5	M
CML 5	C5 HC133-1-B-##-B	2.0	66	1107	158	71	2.0	2.9	2.0	B	D	-	-	A
CML 6	C5 HC218-2-3-B-##-6-1-1-BB	2.5	65	1070	183	89	1.3	2.5	1.9	B	D	2.4	2.1	A
CML 7	C5 HC218-2-3-B-##-9-2-1-BB	2.0	65	1075	174	85	1.3	2.8	2.5	B	D	2.5	2.5	A
CML 8	C5 HC218-2-3-B-####	2.0	67	1094	171	77	1.3	2.3	1.8	B	D	2.1	1.9	A
CML 9	C5 HC219-3-1-B-####	2.0	68	1126	147	69	1.8	2.5	1.9	B	SD	1.5	2.2	A
CML 10	C5 HC219-3-2-2-3-B-2-2-###	3.0	70	1143	142	73	2.3	3.0	2.3	B	SD	1.4	1.8	A
CML 11	C5 HC219-3-2-2-3-#-7-1-B-4-1-B	3.0	66	1085	152	77	2.3	5.0	2.2	B	SD	1.7	1.9	A
CML 12	C5 HC229-2-2-1-2-####	2.5	64	1073	137	64	2.5	3.4	2.0	B	D	-	-	A
CML 13	C5 HC241-1-2-2-4-###	3.0	71	1160	139	82	2.3	3.3	3.3	B	D	1.8	3.1	A
CML 14	TUXP. SEL. SEQ 35-4-3-B	2.5	63	1036	M	M	2.0	2.3	2.0	B	D	-	-	A
CML 15	Pob.22 ACROSS 7522-6-4-1-##	3.0	64	1073	140	66	2.5	3.1	2.0	B	SD	-	-	A
CML 16	HC100 (S2)-20-3-BBB	3.0	70	1152	164	95	1.9	3.8	2.6	B	C	1.8	2.2	A
CML 17	TSR (S2)-40-2-1-2-B	2.5	69	1136	163	86	1.6	3.0	2.8	B	C	2.8	1.9	A
CML 18	Pob.24 C5 HC26-1-3-B-##*5-B	2.5	65	1070	155	83	1.8	2.7	2.1	A	SD	1.9	2.9	A
CML 19	C5 HC26-1-3-4-2-B-3-1-##	2.0	68	1118	174	103	1.6	2.8	2.4	A	SD	1.5	3.0	A
CML 20	C5 HC34-2-3-B-###	2.0	66	1078	153	94	1.7	2.4	2.2	A	D	1.7	2.1	A
CML 21	C5 HC227-1-2-1-1-2-2-##	2.0	63	1030	171	83	1.6	3.3	3.1	A	SC	2.3	2.6	M
CML 22	Pob.25 CO HC31-1-2-1-3-1-B-##	2.0	61	1001	162	90	1.6	2.3	1.7	B	C	2.0	2.4	A
CML 23	CO HC112-2-2-2-1-4-B-##	1.5	57	937	149	80	1.8	2.3	2.1	B	C	2.7	2.7	M
CML 24	CO HC128-2-1-B-###	3.0	67	1102	152	76	2.5	3.7	2.5	B	C	2.2	2.8	A
CML 25	Pob.26 C5 HC37-1-4-B-##*5-B	2.0	62	1024	152	80	1.9	2.8	2.1	A	C	2.1	2.1	A
CML 26	C5 HC40-1-4-1-3-#-2-B-###	2.0	63	1036	174	94	1.3	2.6	2.1	A	C	1.9	2.1	A
CML 27	Pob.27 C5 HC1-1-3-B-###	2.5	64	1044	165	73	1.6	2.8	2.2	A	SD	1.6	2.5	A
CML 28	C5 HC35-8-3-B-####-B	2.5	64	1045	M	M	2.0	2.0	2.5	A	C	-	-	A
CML 29	C5 HC71-3-1-B-##*5-B	2.0	65	1072	154	80	1.9	2.4	2.0	A	C	1.7	1.8	A
CML 30	C5 HC71-3-1-1-1-#-BB-####	2.5	66	1079	150	85	2.0	2.3	2.0	A	C	2.0	2.0	A
CML 31	C5 HC117-1-4-B-####	2.5	65	1065	175	82	1.5	3.3	3.3	A	C	1.7	2.3	A

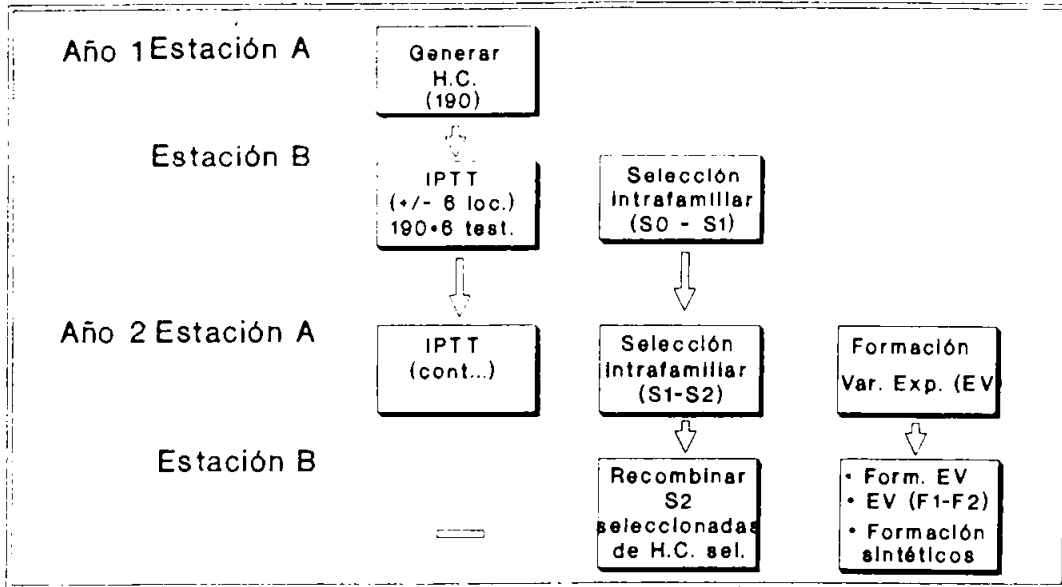
CML 32	Pob.28 (TSR) S2-11-2-4-B-1-##	2.0	62	1022	143	73	2.0	2.9	2.6	A	SD	2.3	2.6	M
CML 33	(TSR) S2-21-3-1-3-1-3-1-####	2.0	61	1005	153	78	1.9	2.4	2.1	A	C	1.5	2.0	A
CML 34	Pob.29 C5 HC172-1-1-B-#-B	2.0	63	1055	151	79	2.5	2.9	2.1	B	D	-	-	M
CML 35	C5 HC294-1-2-1-1-#-B-1-#	2.0	64	1073	M	M	2.0	2.5	2.0	B	D	-	-	M
CML 36	Pob.32 C4 HC20-3-4-B-#-B	2.5	65	1090	174	86	2.5	3.1	1.9	B	C	-	-	A
CML 37	C4 HC128-1-1-B-##*5	3.0	64	1053	145	77	2.5	3.0	2.3	B	C	2.0	2.4	M
CML 38	C4 HC142-1-1-B-###	2.0	60	979	162	88	1.5	2.8	2.7	B	C	2.0	2.8	A
CML 39	C4 HC242-3-1-B-##*5	2.5	63	1055	146	60	2.5	3.3	2.0	B	C	-	-	M
CML 40	Pob.36 C5 HC144-2-2-B-###	1.5	65	1061	188	104	1.5	1.9	1.7	A	SD	2.4	2.7	A
CML 41	C5 HC223-1-1-2-3-#-1-1-##	2.5	57	932	164	81	2.1	2.9	2.1	A	SD	2.6	3.0	A
CML 42	Pob.43 ACROSS 7643-15-1-1-##	2.5	64	1049	198	97	1.8	3.3	2.5	B	D	1.9	2.4	A
CML 43	ACROSS 7843-16-1-2-B-1-B	2.0	63	1036	150	82	2.0	2.5	2.5	B	D	2.0	2.0	A
CML 44	ACROSS 7843-16-1-3-B-2-B	2.0	63	1042	148	80	1.8	2.9	2.8	B	D	1.6	1.8	A
CML 45	ACROSS 7643-17-1-1-BBB	2.0	64	1047	177	96	1.5	2.8	2.7	B	D	2.0	2.8	A
CML 46	ACROSS 7843-32-2-B-###	2.5	63	1054	162	88	2.0	2.8	1.8	B	D	-	-	A
CML 47	C6 HC133-1-5-1-BBB	2.5	65	1061	184	103	1.4	2.7	2.3	B	D	2.1	3.5	M
CML 48	Pob.73 Porillo 8073-11-1-1-##	2.0	64	1073	171	85	2.0	2.5	1.6	B	D	-	-	A
CML 49	STA. ROSA 8073-6-1-1-###	1.5	62	1038	170	93	1.5	2.1	1.4	B	D	-	-	A
CML 50	Pob.78 ACROSS 8078-2-4-1-##	3.0	62	1038	143	79	3.0	3.8	2.0	A	C	-	-	A
CML 51	Pob.79 STA. ROSA 8079-1-2-3-###	2.5	66	1077	135	67	2.6	3.5	2.7	A	C	2.2	2.1	A
CML 52	STA. ROSA 8079-22-2-2-##	2.5	68	1141	158	80	2.5	3.1	1.5	A	C	-	-	A
CML 53	Pool 2 C20 MH268-1-2-##-3-1-#	2.5	61	1001	149	70	2.2	3.0	2.6	B	C	2.7	3.0	M
CML 54	Pool 2 C20 MH94-1-4-B-1-3-1-1-B	2.5	64	1053	162	79	2.0	3.0	2.5	B	SD	2.3	2.4	M
CML 55	(TSR)-19-3-B-####	1.5	64	1059	162	91	1.5	2.3	2.2	B	SC	1.8	1.9	A
CML 56	(TSR)-29-B-###	2.5	63	1055	156	74	2.5	2.1	1.6	B	SD	-	-	A
CML 57	Pool 2 C19 MH17-3-1-BB-1-##	2.5	63	1027	171	80	1.5	2.5	1.8	A	D	2.0	2.1	A
CML 58	C19 MH29-5-2-BBB-##	2.5	63	1055	M	M	2.0	2.0	2.0	A	D	-	-	M

* 1 = bueno, 5 = malo

Apéndice 2. Esquema de Mejoramiento -1 Selección recurrente de Hermanos Completos (H.C)

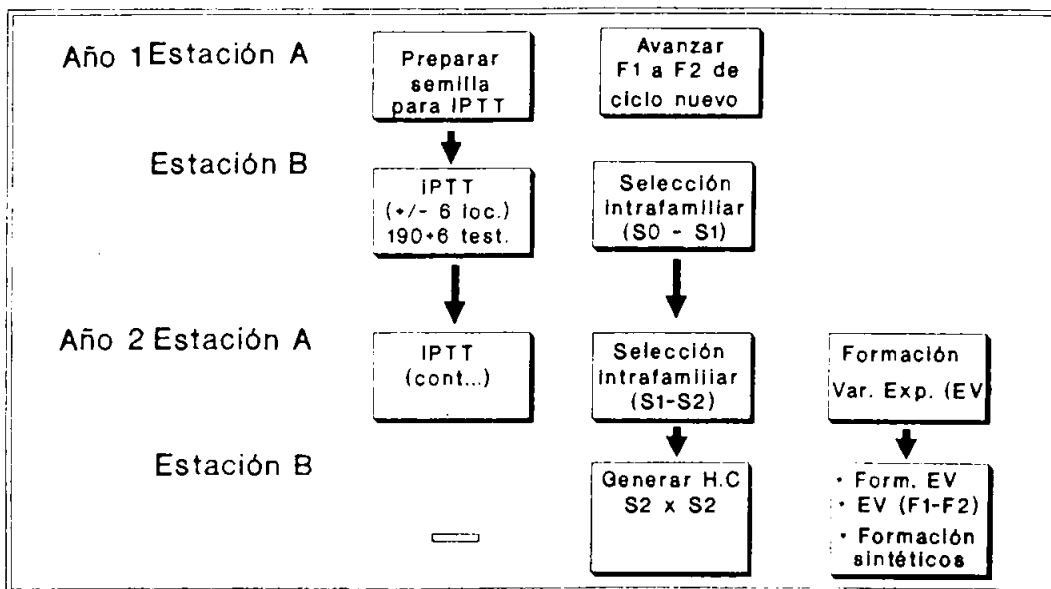
Poblaciones bajo mejoramiento:

22, 23, 24, 25, 26?, 27, 29?, 30, 36, 43, 49



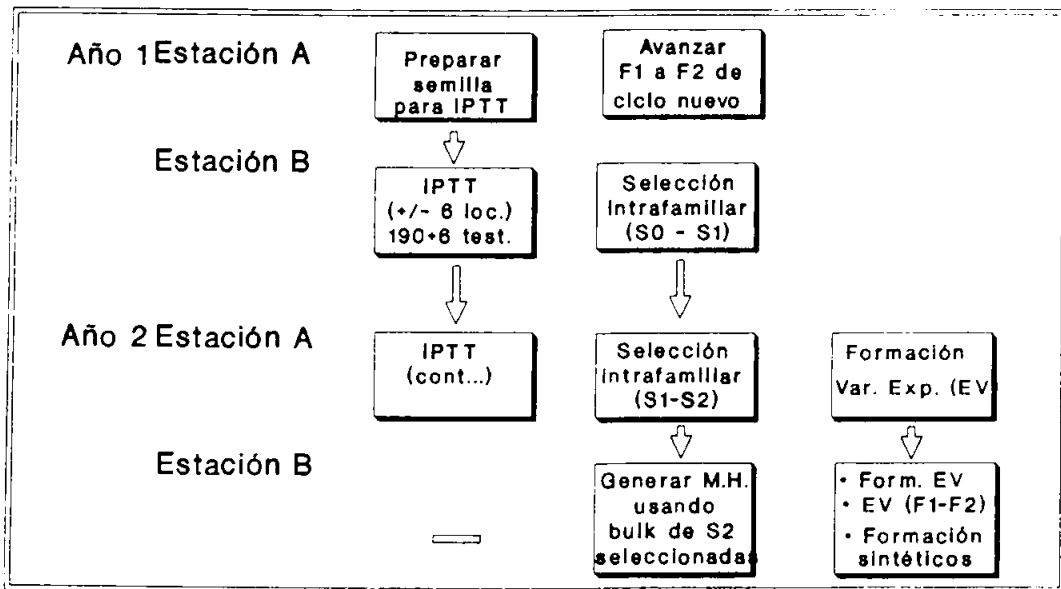
Apéndice. 3. Esquema de Mejoramiento - 2 Selección recurrente de H.C - Modificado. II

Poblaciones bajo mejoramiento: Pob.31



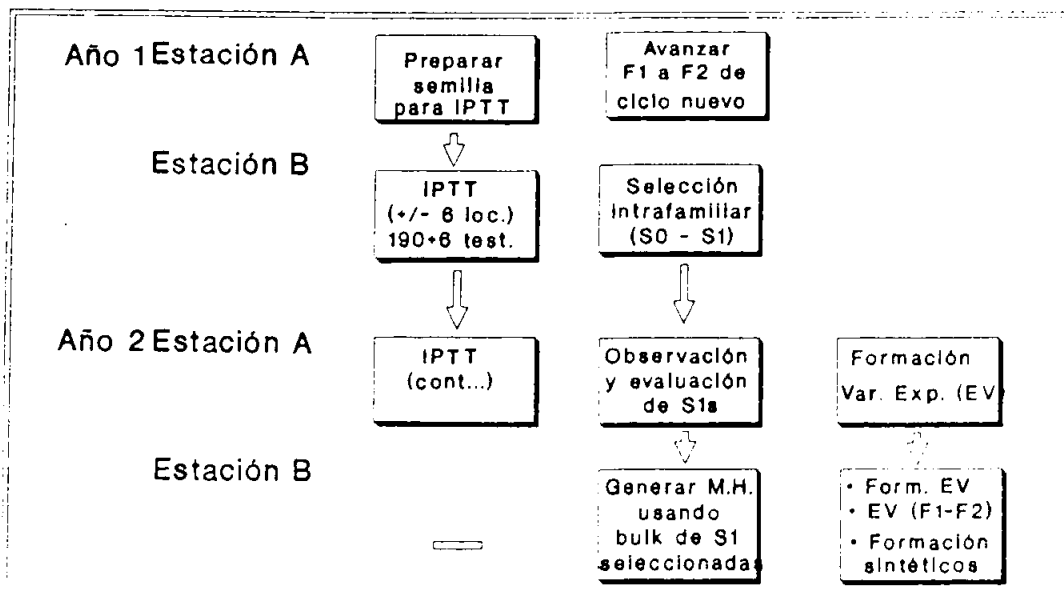
Apéndice. 4. Esquema de Mejoramiento - 3 Selección recurrente de Medios Hermanos(M.H.) Mod.

Poblaciones bajo mejoramiento: Pob.28



Apéndice. 5. Esquema de Mejoramiento - 4 Selección recurrente de Medios Hermanos(M.H.) Mod.

Poblaciones bajo mejoramiento: Población no decidir



Uso del Análisis Espacial en Viveros de Mejoramiento de Maíz en Condiciones de Estrés por Nutrimientos

E.B. Knapp¹, H. Ceballos, S. Pandey²

RESUMEN

Este estudio explora la utilidad del análisis espacial cuantitativo como una técnica para reducir el error en el análisis de resultados de viveros de mejoramiento sometidos a estrés de Al mediante una combinación del manejo apropiado de campo y un análisis estadístico más eficiente. En el primer estudio, realizado en un ambiente con una saturación de Al promedio de 56%, se autocorrelacionó especialmente los rendimientos de grano de una población de 256 familias (en 3 repeticiones), así como una sub-muestra de 27 familias con sus respectivos niveles de saturación de Al ($r^2 = 0.30$). En un segundo estudio se evaluó el efecto de la variación de la saturación de Al en un ambiente sumamente ácido (con un promedio de saturación de Al=82%) en la producción total de materia seca. Los resultados muestran una clara relación entre la saturación de Al y la producción de materia seca ($r^2 = 0.20$). En un tercer ensayo, se observó una fuerte autocorrelación espacial de la saturación de Al con un rango geoestadístico de aproximadamente 10m. Se pudo comprobar que el rendimiento de las mejores 30 y peores 30 accesiones (de un total de 196 provenientes de la población) no se debió a diferencias en las condiciones edáficas en que cada uno de esos grupos creció. Sin embargo, el análisis de covariancia para ajustar el rendimiento de grano de acuerdo al nivel estimado de saturación de Al (n=398) no tuvo mejor eficiencia que el análisis como bloques al azar. Además de una posible falta en la exactitud del modelo, la ausencia de una mayor eficiencia se puede deber a variaciones en la tolerancia de los genotipos, o a una interacción significativa entre la toxicidad de Al y la disponibilidad de otros nutrimentos tales como Ca, Mg, K y P.

¹ Autor correspondiente. Trabajo presentado en la XXXVIII Reunión Anual del PCCMCA, 23-27 de Marzo 1992. Managua,

² Especialista en producción de maíz, patólogo mejorador y mejorador, CIMMYT, Oficina Regional para América del Sur, A.A. 6713, Cali, Colombia.

Uso del Análisis Espacial en Viveros de Mejoramiento de Maíz en Condiciones de Estrés por Nutrimientos



E.B. Knapp², H. Ceballos, S. Pandey³

Hasta qué punto es válido caracterizar los ambientes y los sistemas de cultivo de maíz? Cada finca o cada vivero de mejoramiento, y cada parcela experimental en dichos viveros son, hasta cierto punto, únicos. En opinión de algunos, la especificidad de los ambientes de mejoramiento no es un gran obstáculo para un programa de mejoramiento, mientras no se resuelva la controversia de adaptabilidad 'general' versus 'específica'. La estabilidad genética es ciertamente una propiedad importante. Para garantizar que los objetivos del programa de mejoramiento se logren, es importante confirmar que los sitios usados para las evaluaciones son suficientemente diversos y representativos.

A nivel de campo, la combinación de variabilidad espacial y rendimiento relativamente bajo debido al estrés abiótico afecta el poder del análisis experimental. Aunque no se estimaran los efectos específicos del ambiente, mucho se ganaría si parte de ellos fueran separados de los efectos del tratamiento y/o error, mediante el uso de un diseño experimental eficiente.

Tanto los fitomejoradores como los estadísticos son conscientes del problema. En la década de los 20, Fisher propuso los métodos randomizados y por bloques, para separar parte de la variación del suelo de los efectos del tratamiento y error en los ensayos de campo. Sin embargo, en los viveros de mejoramiento es frecuente tener un gran número de accesiones, lo cual significa que las repeticiones son muy grandes y contienen una gran variabilidad concomitante dentro la misma. El paso siguiente fue el desarrollo de diseños de bloques incompletos. Los más populares desde el punto de vista de los mejoradores son los diseños de bloques incompletos balanceados o los de látice (Cochran y Cox, 1950). Otro método para manejar la incontrolable variabilidad del suelo son los análisis de medias móviles y el del vecino más cercano (Richey, 1924, Wilkinson et al., 1983, Diers et al., 1991). Estos análisis son esencialmente "bloques en movimiento" muy pequeños.

El elemento común de todos estos métodos estadísticos es que parte de la variación incontrolable del suelo y del ambiente se pueden separar de los efectos del tratamiento (en este caso el genotipo) y error, sin identificar específicamente ni comprender las causas de la variabilidad. Una segunda, y potencialmente más seria complicación de estos enfoques estadísticos, es la suposición implícita de la estadística clásica, de que las observaciones son independientes entre sí y de su ubicación. Nuestra experiencia de trabajo con viveros de mejoramiento en condiciones de estrés, es que los rendimientos de las parcelas dentro de bloques se

correlacionan especialmente, reflejando una variabilidad incontrolable en el suelo.

Webster (1985) revisó el uso del análisis espacial cuantitativo y la teoría de variables regionalizadas en la cual se basa ese análisis. Todos sus ejemplos se relacionan con la estimación cuantitativa de propiedades del suelo para reconocimientos del mismo. Morkoc et al. (1985) mostraron un uso del análisis espacial a nivel de parcela experimental, en un estudio del efecto de riego en gradiente y diferentes niveles de salinidad del suelo, en el rendimiento del sorgo. Este estudio enfatizó el uso de funciones estocásticas adecuadas de autocorrelación para eliminar la parte determinística del error causada por la salinidad del agua y el suelo. Lo que quedó del error fue un componente completamente aleatorio que se asignó a la variación genética y errores de medición.

El objetivo de los estudios presentados en el presente trabajo fue explorar el uso del análisis espacial cuantitativo como una técnica para explícitamente identificar y comprender la naturaleza de la variabilidad del suelo en los viveros de mejoramiento en suelos tropicales ácidos, y para optimizar la eficiencia y la interpretación de los análisis estadísticos.

MATERIALES Y METODOS

Los datos usados en estos estudios se tomaron de tres viveros, sembrados en dos ciclos en la estación experimental del CIAT en Santander de Quilichao, Colombia, durante 1991. El suelo fue recientemente clasificado como Plinthidic kandiudox isohipertérmico, caolínítico y muy fino. El material progenitor es aluvión de material mezclado con alguna ceniza de origen volcánico (J.M. Kimble, USDA National Soil Survey La.; comunicación personal). Las muestras de suelo se tomaron dos semanas después de la cosecha del ciclo 91A y dos semanas antes de la siembra del ciclo 91B. El muestreo se hizo en un modelo de matriz irregular hasta una profundidad de 20 cm, que incluyó los horizontes Ap1 y Ap2. Se analizaron varias propiedades del suelo, pero el factor relevante fue el porcentaje de saturación de Al calculado como $Al^* = \frac{Ca+Mg+K+Al}{100} \times 100$.

En el estudio se utilizaron dos diferentes ensayos de mejoramiento de maíz. El primer ensayo fue sobre la población SA-8, con 256 familias y 3 repeticiones, sembrada en parcelas con hileras simples de 2.0 m, en un diseño de látice de 16 por 16. En el segundo ensayo, se usó una población SA-5 con 196 familias, 2 repeticiones y sembrada también en parcelas de hileras simples de 2.0 m, en un diseño de látice de 14 por 14. Todos los rendimientos se ajustaron a un contenido de humedad de

15% y un porcentaje de desgranamiento de 80%. Un tercer ensayo, de uniformidad, sembrado durante el ciclo 91B, también utilizado en este estudio.

Los análisis espaciales geostadísticos de los datos se realizaron utilizando el programa GS+ versión 1.1 de Gamma Design Software. Este análisis evalúa autocorrelación espaciales. Sin embargo, por sí misma, la autocorrelación no revela suficiente información para manejar la variabilidad en el campo, por lo cual es necesario estudiar los modelos lineales y no lineales de cuadrados mínimos. Para el presente estudio, una vez seleccionado el mejor modelo que se adaptara a los datos, se utilizó una rutina de interpolación empleando los 8 puntos más cercanos (realmente muestreados), para estimar los valores y el error estadístico en los puntos no muestreados. Estas estimaciones se mapearon posteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el primer estudio, realizado en un ambiente con una saturación promedio de Al de 56%, se analizaron por autocorrelación espacial los rendimientos de 256 familias de la población SA-8. El semivariograma (Figura 1) muestra una correlación entre el rendimiento de granos y el intervalo de distancia. Es decir, el rendimiento de familias sembradas cerca la una de la otra tiende a estar correlacionado. Similarmente, los rendimientos de familias sembradas a más de 8-10m entre sí son completamente independientes. Pero también se puede observar una discontinuidad en el origen denominada efecto 'nugget'. Existen dos interpretaciones para este componente de la variancia a una distancia de separación de cero. Puede ser una variación en distancias inferiores a las de muestreo, o puede deberse a errores en la medición de la variable, es decir, el rendimiento. En este último caso, es posible que el efecto 'nugget' esté relacionado a la variación de la tolerancia genotípica al suelo ácido de las diferentes familias. Esto puede interpretarse como equivalente al error en la medición del rendimiento. El modelo exponencial de cuadrados mínimos que se ajustó al semivariograma dio un rango de muestras de 8m por lo que rendimientos medidos a menos de 8m no son completamente independientes entre sí.

Como parte del estudio anterior, se tomaron muestras de suelo en un modelo de matriz semi-regular y 27 sitios de muestreo de suelo cayeron en el centro de las parcelas (hileras de 2.0 m de cada una de 27 familias). La Figura 2 muestra la relación ($r^2=0.30$) entre el rendimiento de granos y los niveles subrayar de saturación de Al.

En un segundo estudio, realizado durante el siguiente ciclo (91B) en la misma estación experimental, el efecto de la variación de la saturación de Al en la producción total de materia seca se evaluó en un lote de prueba altamente ácido (saturación de Al= 82%). No se cosechó grano de este sitio debido a los niveles extremos de estrés edáfico. La Figura 3 muestra el mapa de saturación de Al basado en el análisis espacial y la Figura 4 muestra la relación entre la producción de

materia seca en parcelas de 9 m² y los respectivos niveles subrayar de saturación de Al. Los resultados muestran una clara relación entre la saturación de Al y la producción de materia seca, con un valor de $r^2=0.20$.

El mapa de los valores estimados para la saturación de Al es descriptivo y tiene cierto valor para la asignación de bloques experimentales y de los testigos. Sin embargo, son más interesantes las formulaciones de hipótesis que relacionen las variaciones en la saturación de Al (y otras posibles propiedades autocorrelacionadas del suelo) con el desempeño de los cultivos. Esto se exploró utilizando los resultados del ensayo SA-5 durante el ciclo 91B. Utilizando el rendimiento de las parcelas individuales y las estimaciones de saturación de Al en el centro de cada parcela, se hizo un análisis de covariancia para ver si era posible separar los efectos específicos de la variabilidad en la saturación de Al de los efectos del genotipo.

Se observó una fuerte autocorrelación espacial de la saturación de Al, que dio un rango geostadístico de aproximadamente 10m. Sin embargo, no se mejoró la eficiencia, en relación con el análisis de covariancia para rendimiento ajustado por los niveles estimados de saturación de Al (n=398). En consecuencia, se hizo una jerarquización simple de las familias de acuerdo a su rendimiento promedio y se seleccionaron las 30 de mayor y las 30 de menor rendimiento. El interés era si, en virtud de su ubicación (saturación de Al), las 30 familias de mayor rendimiento estuvieron relacionadas con menores niveles de saturación de Al. Como se puede apreciar en la Figura 5, ese no fue el caso, ya que la distribución de niveles de saturación de Al fue igual para los grupos de familias de mayor y menor rendimiento. A partir de este análisis se concluye que no hubo efecto del estrés de Al en este ensayo, y que la presión de selección a una saturación de Al de 56% en la población SA-5 quizás no fue suficientemente severa en este ensayo en particular.

Además de la posible falta de exactitud del modelo, la ausencia de un mejoramiento de la eficiencia del análisis de bloques al azar, mediante el análisis de covariancia, puede deberse a las variaciones genéticas, como sugerido anteriormente por el gran efecto 'nugget' en el análisis de la población SA-8. Otra posibilidad es una interacción significativa de la toxicidad de Al con la disponibilidad de otros nutrientes tales como el Ca, Mg, K y P. Eso podría explicar la falta de un efecto significativo simple de la saturación de Al. Otros análisis mostraron que los niveles de P variaron sustancialmente ($\mu=8.6$ ppm, $ds=2.5$), pero no se autocorrelacionaron especialmente.

Según Brown et al. (1983), los ambientes de selección óptimos deben expresar la característica de interés y maximizar la variabilidad genética reduciendo al mínimo la variabilidad ambiental y la interacción genotipo x ambiente. Además, estos sitios deben representar fielmente los ambientes de los posibles usuarios finales. Se supone que en el mejoramiento de la tolerancia a suelos ácidos, la característica de interés es la inhibición

del crecimiento radical debido a una combinación de la toxicidad de Al y la infertilidad del suelo. Aunque en la estación experimental de Santander de Quilichao el efecto de la variabilidad de la saturación de Al fue evidente, el intento de aislar y estimar su efecto en el rendimiento, a nivel de parcelas de cada familia, no tuvo éxito. La falta de una relación significativa entre el rendimiento de la planta y la saturación de Al ha sido observada por Evans y Kamprath (1970), Adams y Moore (1983) y Bromfield et al. (1983), de manera que estos resultados no fueron totalmente inesperados, permitiendo incluso cierto error en las estimaciones de saturación de Al del modelo.

Teniendo en cuenta la fuerte correlación espacial de la saturación de Al, la clara relación entre la producción de materia seca y la saturación de Al (cuando superior al 70%), y dada la fuerte asociación entre rendimiento, saturación de Al, medida en un segundo ambiente, se recomendó que los diseños experimentales de los viveros de mejoramiento mantuvieran distancias de por lo menos 10m entre accesiones, para garantizar estimaciones adecuadas de las medias y las variancias de las accesiones. Esto se puede lograr con diseños de látice con 14 bloques de 14 accesiones (o más), sembrados en hileras de 0.75 m de ancho. Si bien esto no es un problema para los ensayos de progenie, puede requerir un poco más de planeación en pruebas varietales y ensayos de ciclo de selección, aunque no constituye un obstáculo serio.

En resumen, el análisis espacial cuantitativo puede ser útil en algunas circunstancias para caracterizar la variabilidad "incontrolable" del suelo que "infla" los términos de error en el análisis de ensayos de mejoramiento para estrés. Puede ser útil en decisiones sobre manejo del campo y diseño y análisis de ensayos. Sin embargo, parece que cuando los efectos de interacción son significativos, los efectos simples de una variable regional (como la saturación de Al) pueden no aumentar la eficiencia del análisis de covariancia, en comparación con el análisis de bloques al azar no ajustado.

Figuras

Fig. 1. Semivariograma para rendimiento. Ensayo SA-8, ciclo 91A, en Lote 2 de la Estación Experimental del CIAT en Santander de Quilichao, Colombia.

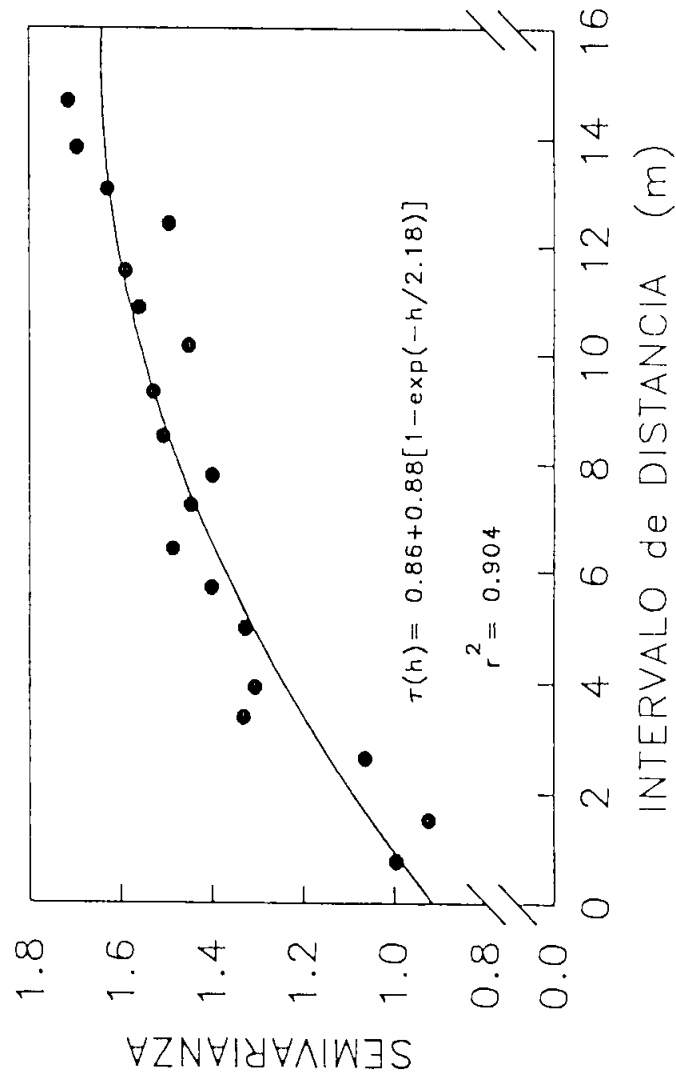


Fig. 2. Regresión lineal del rendimiento de 27 genotipos sobre el porcentaje de saturación de Al medido. Ensayo SA-8, ciclo 91A, en Lote 2 de la Estación Experimental del CIAT en Santander de Quilichao, Colombia.

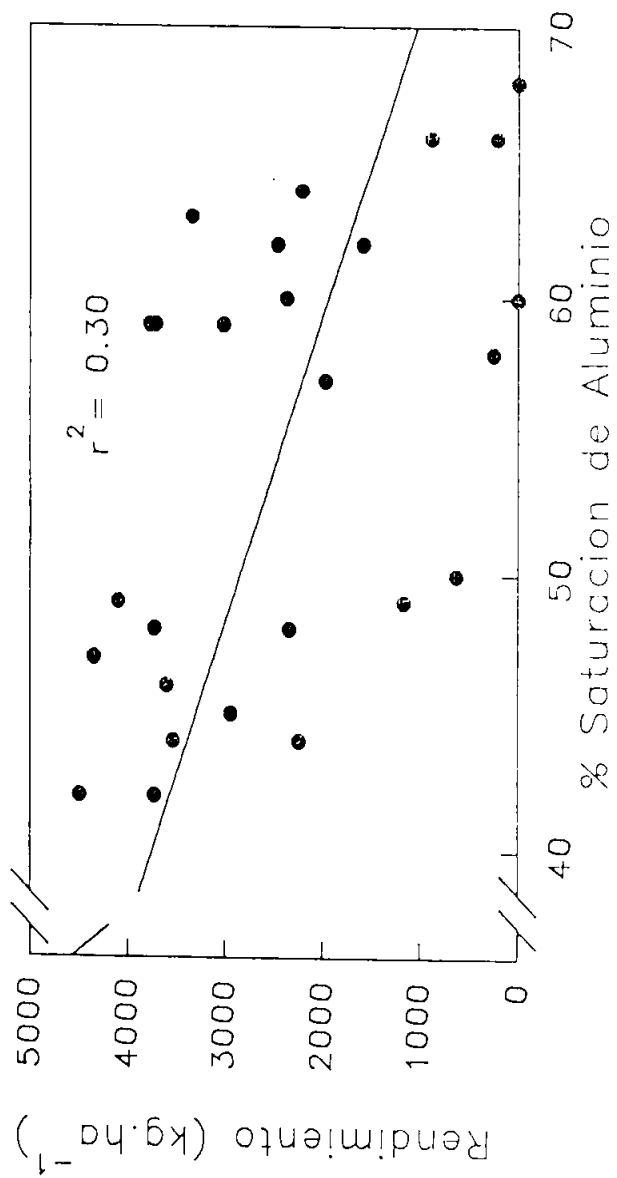


Fig. 3. Distribución en el campo de 4 intervalos de clase (en bloques) para porcentaje de saturación de Al obtenido del análisis de semivariograma. Los bloques son de 3m x 3m. Las coordenadas son georeferencias de la propia estación experimental.

Santander de Quilichao Lote 3 91B

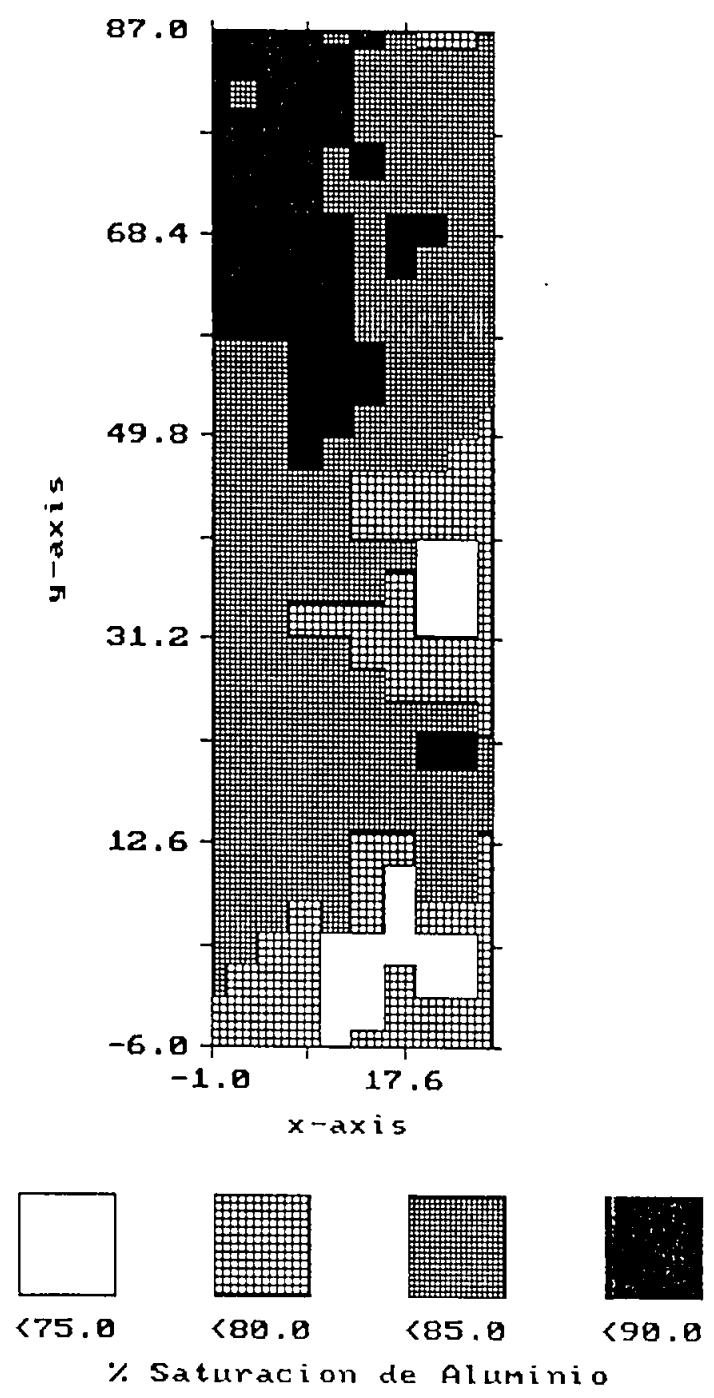


Fig. 4. Regresión lineal de producción de materia seca sobre porcentaje de saturación de Al estimado. Ensayo de uniformidad, ciclo 91B, en Lote 3 de la Estación Experimental del CIAT en Santander de Quilichao, Colombia.

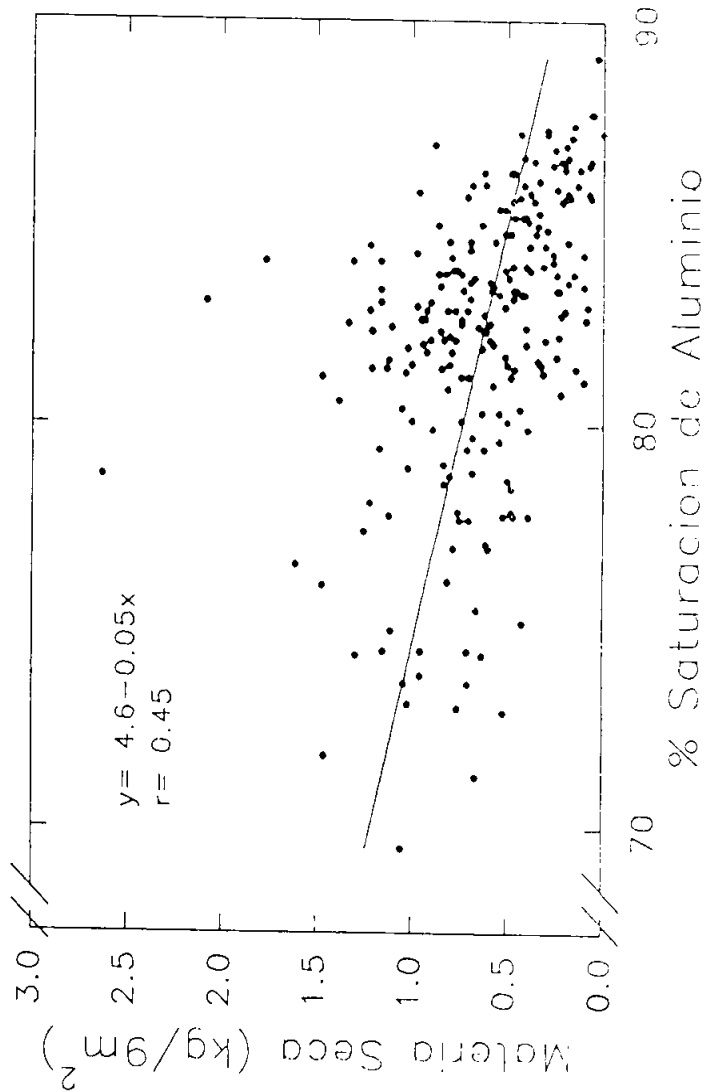
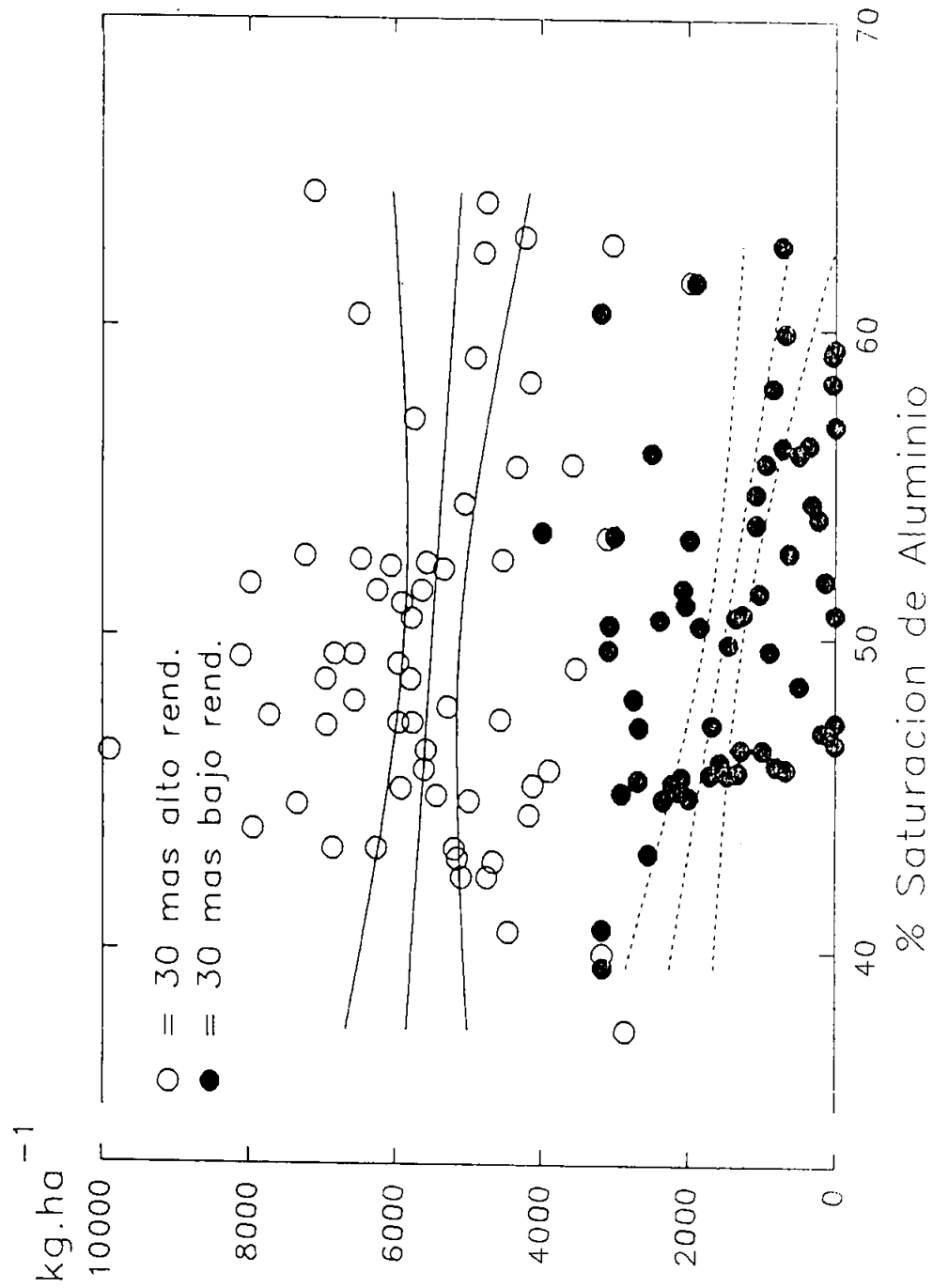


Fig. 5. Regresiones del rendimiento (con sus respectivos intervalos de confianza al 95%), de las 30 familias más rendidoras y las 30 menos rendidoras de la población SA-5, ciclo 91B. Aparentemente los mayores o menores rendimientos no se deben a una localización de las respectivas familias en parcelas con menor o mayor saturación de Al.



REFERENCIAS

- Adams, F., and B.L. Moore. 1987. Chemical factors affecting root growth in subsoil horizons of costal plain soils. *SSSA* 41,686-692.
- Bromfields, S.M., R.W. Cumming, D.J. David, and C.H. Williams. 1983. The assessment of available manganese and aluminium status in acid soils under subterranean clover pastures of various ages. *Australian J. of Experimental Ag. and Animal Husbandry* 23, 192-200.
- Brown, K.D., M.E. Sorrells, and W.R.Coffman. 1983. A method for classification and evaluation of testing environments. *Crop Sci.* 23:889-893.
- Cochran, W.G., and G.M. Cox. 1950. *Experimental Designs*. Second edition. John Wiley & Sons, New York.
- Diers, B.W., B.k.Voss, and W.R. Fehr. 1991. Moving mean analysis of fields tests for iron efficiency of soybean. *Crop Sci.* 31:54-56.
- Evans, C.E., and E.J.Kamprath. 1970. Lime response as related to percen Al saturation, solution Al and organic matter content. *SSSA* 36,893-896.
- Morkoc, F., J.W. Bigger, R.J.Millar, and D.R. Nielsen. 1985. Statistical analysis of sorghum yield: A stochastic approach. *Soil Sci.Soc. Am.J.*, 49:1342-1348.
- Richey, F.D. 1924. Adjusting yields to their regression on a moving average as a means of correcting for soil heterogeneity. *J. Agr. Res.* 27:79-90.
- Steel, R.G.D., and J.H.Torrie. 1960. *principles and Procedures of Statistics*. McGraw-Hill Book Compay, Inc., New York.
- Webster, R. 1985. Quantitative spatial analysis of soil in the fields. *Advances in Soil Science*, Vol. 3. p.1-70.
- Wilkinson, G.N., S.R.Eckert, T.W.Hancock, and O.Mayo. 1983. Nearest negihbor (NN) analysis of field experiments. *J.R.Statist. Soc.B.* 45.No.2:151-211.

Evaluación de Híbridos de Maíz (*Zea mays* L.) de grano blanco y amarillo, en diferentes ambientes México, Centro América el Caribe y Venezuela.

José Luis Quemé de León, Mario Roberto Fuentes López.¹

INTRODUCCION

En Centro América, Panamá y el Caribe, el cultivo de maíz es de suma importancia sembrándose aproximadamente 2,000,000 hectáreas en la región. Las variedades mejoradas y los híbridos son una opción para elevar la producción y productividad del cultivo, sin embargo, el éxito depende de la capacidad de adaptación de los genotipos a diferentes ambientes, por lo que se hace necesario hacer evaluaciones en diferentes localidades y años.

Con la finalidad de obtener genotipos de maíz de alto rendimiento y estables, los programas nacionales de la región y las compañías privadas nacionales y extranjeras han acordado desde hace varios años evaluar el comportamiento de sus variedades e híbridos comerciales y experimentales en ensayos uniformes, los cuales se han sembrado en un amplio rango de ambientes en la región. La información obtenida de estos ensayos ha sido útil para los programas nacionales, compañías privadas, instituciones internacionales, mejoradores y técnicos relacionados con la producción de maíz.

Hasta 1990, los ensayos uniformes del PCCMCA se estructuraban de 36 entradas, las cuales incluían genotipos de maíz de grano blanco y amarillo. A partir de 1991 se acordó hacer dos juegos de ensayos, uno de grano blanco y otro de grano amarillo. Fue así que le tocó al Programa de Maíz del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), por este año, preparar los ensayos, tabular la información y presentar el informe de los resultados de 1991.

Se formó un ensayo uniforme de híbridos blancos con 30 entradas y otro de híbridos amarillo de 22 entradas, los cuales se evaluaron en diferentes ambientes de México, Centro América, Panamá, el Caribe y Venezuela.

OBJETIVOS

- * Determinar la adaptación de híbridos de grano blanco y amarillo generados por los Programas Nacionales y Compañías Privadas bajo diversos ambientes de la región maicera de Centro América, Panamá y el Caribe.
- * Determinar la interacción de los híbridos en los diferentes ambientes, con el propósito de identificar híbridos superiores y con buena estabilidad de rendimiento.

* Poner a disposición de los Programas Nacionales, Compañías privadas, mejoradores e instituciones internacionales la información obtenida para que sirva de base en las decisiones de selección de genotipos, tanto a nivel de cada país como a nivel regional.

REVISION DE LITERATURA

Márquez (1985) menciona que la interacción genético-ambiental es un fenómeno universal en la agricultura, señalando que en el proceso de selección se puede dar en las siguientes situaciones: 1) "Selección dentro de una población genéticamente heterogénea"; 2) "Selección durante el avance generacional"; 3) "Selección final de las poblaciones". Esta se refiere a la última etapa de mejoramiento, en donde se ponen a prueba variedades de polinización libre, sintéticos, compuestos, híbridos de diferente clase o líneas puras; siendo de suma importancia en esta etapa el ambiente y los años o ciclos agrícolas de evaluación; y 4) "Técnicas de selección".

Córdova (1989=, Córdova (1990) y Córdova (1991) menciona que el análisis de estabilidad es un buen instrumento en la identificación de germoplasma de gran potencial para los programas de mejoramiento, hace una revisión completa sobre la interacción genético-ambiental, en donde toca temas relacionados con las formas de exhibir estabilidad de las variedades, datos de estudios de estabilidad de poblaciones de maíz con diferentes grado de heterocigocidad, estudios con variedades criollas y mejoradas y eficiencia de modelos de Eberhart y Russell y el AMMI (Efectos principales aditivos e interacción multiplicativas).

En cuanto al modelo AMMI, Córdova (1991) menciona que el modelo ha demostrado eficiencia por las siguientes razones: 1) Es más fácil el entendimiento de la interacción genético-ambiental al utilizar las puntuaciones PCA presentadas gráficamente; 2) "Predicción de estimaciones del rendimiento más precisas al descartar el residual con mucho ruido"; 3) "La mayor precisión se traduce en nuevas opciones para crear diseños experimentales con menos repeticiones y mayor número de tratamientos"; 4) "Mayor precisión repercutiendo en el éxito de seleccionar el mejor material"; 5) "El residual del AMMI puede revelar heterogeneidad en los experimentos en el campo"; 6) "El mejor entendimiento de las interacciones...."

En la evaluación del PCCMCA de 1988 (Córdova 1989) el híbrido HB-83M fue el que ocupó el primer lugar con 6,769 kg/ha, y un score AMMI de 0.443, otros híbridos que se evaluaron fueron HB-85, MAX 307 y HA-46, los cuales rindieron 6,434, 6,526 y 6,414 kg/ha

¹ Técnico Programa de Maíz ICIA: Guatemala y Coordinadora Programa de Maíz ICIA. Guatemala.

con scores AMMI de -0.069, -0.130 y -0.976 respectivamente.

En el PCCMCA de 1989 (Córdova 1990) el mejor híbrido fue el HB-85 con rendimiento de 5,723 kg/ha y score AMMI de 0.476, otros híbridos evaluados fueron HB-83, MAX-307, TACSA-H-92, H-53, HA-46 y P-8812 con rendimientos de 5.105, 5.018, 5.013, 4.807, 5.253 y 5.275 kg/ con valores AMMI de 0.333, -0.711, -0.316, -0.698 y 0.047 respectivamente.

En un análisis combinado de estabilidad a través de 52 ambientes y tres años (Córdova 1991) se identificaron como híbridos estables: HB-85, HB-83, H-30, MAX 307, HA-46, XCH-53 y HR-17, con rendimientos de 6.00, 5.73, 5.72, 5.55, 5.53, 5.54, 5.34 y 5.22 tm/ha respectivamente; siendo el testigo el H-5 el cual rindió 4.72 tm/ha.

MATERIALES Y METODOS

Material Genético

El ensayo uniforme de maíz del PCCMCA involucró dos grupos de híbridos, blancos (Cuadro 1) y amarillos (Cuadro 2) generados por Programas Nacionales y Compañías privadas nacionales y extranjeras.

Número de Ensayos y Localidades de Evaluación

Se prepararon 22 ensayos de grano blanco y 21 ensayos de grano amarillo, los cuales se distribuyeron a México, Centro América, el Caribe y Venezuela. Hasta el momento de realizar este informe, se habían recibido 19 libros de campo de híbridos blancos y 15 libros de híbridos amarillos, logrando con ello una recuperación de la información de 86% y 71% respectivamente. Las localidades de donde se recibió la información están descritas en los cuadros 3 y 4.

Diseño Experimental

Para la evaluación de los 30 híbridos de grano blanco se utilizó un diseño Látice rectangular simple duplicado 5 x 6; con el arreglo según Cochran y Cox (1974); y para los 22 híbridos amarillos se utilizó un Bloques completos al azar. Todos los ensayos estuvieron constituidos por 4 repeticiones, sembrando 4 surcos por unidad experimental, siendo la parcela útil los dos surcos centrales de 44 plantas teóricamente, tratando de obtener una densidad aproximada de 50,000 plantas por hectárea.

Toma de Datos

Se registraron las variables peso de campo de mazorca, porcentaje de humedad, días a floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca, acame de raíz y tallo, mazorcas con mala cobertura aspecto de mazorca, enfermedades foliares y de mazorca.

Ajustes de Rendimiento

El rendimiento de campo de mazorca se transformó a

rendimiento de grano ajustado al 15% de humedad. En las localidades donde influyó el número de plantas cosechadas se realizó un ajuste por análisis de covarianza.

Análisis Estadístico

Se realizaron análisis de varianza para rendimiento de grano, conforme a un diseño de Látice simple duplicado 6 x 5, para los híbridos de grano blanco, siguiendo el modelo descrito por Castillo (1980):

$$Y_{ijk} = \mu + B_j + T_k + P_i + \epsilon_{ijk}$$

donde

$$i = 1, 2, \dots, np=r$$

$$j = 1, 2, \dots, k,$$

$$k = 1, 2, \dots, t,$$

Y_{ijk} = Magnitud del carácter en el tratamiento k del bloque j dentro de la repetición i,

μ = Efecto general promedio

B = Efecto del bloque j dentro de la repetición i, se suponen no correlacionados, con media cero y varianza σ_{b_j} ,

T_k = Efecto del tratamiento k,

P_i = Efecto de la repetición i, y

ϵ_{ijk} = Efecto aleatorio de la parcela ijk; que se suponen no correlacionados, con media cero y varianza σ^2

Para los híbridos amarillos se realizaron análisis de varianza en bloques completos al azar. También se calculó la diferencia significativa honesta (DSH) para la variable rendimiento.

Para medir la interacción genético-ambiente se efectuó el análisis de efectos principales aditivos e interacciones multiplicativas (AMMI) utilizando el modelo descrito por Crossa *et al* (1990). Dicho modelo es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + g_j + \epsilon_j + \sum_{k=1}^p \lambda_k \alpha_{ik} \Gamma_{jk} + R_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = Rendimiento del genotipo i en el ambiente j;

g_j = Media del ambiente j menos la gran media;

λ_k = Raíz cuadrada del valor eigen del eje PCAK;

α_{ik} y Γ_{jk} = Son puntuaciones del componente principal para el eje PCAK del genotipo i y el ambiente j respectivamente; y

R_{ij} = Es el residual.



RESULTADOS Y DISCUSION

En el Anexo se describen los resultados por localidad para híbridos blancos (del Cuadro 1A al 19A) y amarillos (del cuadro 1B al 15B), así como un cuadro promedio para cada juego de híbridos (cuadros 20A y 16B). Se trataron de incluir todas las variables registradas por cada cooperador, con el propósito de quien esté interesado en una o varias localidades, pueda hacer su propio análisis y aprovechar dicha información.

A. Ensayos de Híbridos en Grano Blanco

En el cuadro 5 se presentan los análisis de varianza individual y el combinado de las 19 localidades en donde se aprecia que sólo en la localidad de Puerto Vallarta no se detectaron diferencias significativas entre los híbridos, lo cual puede estar explicado en cierta medida por el cuadrado medio del error reflejado en el coeficiente de variación (19%), situación provocada hasta cierto punto por lluvias y vientos que afectaron el ensayo e influyeron en las características agronómicas (cuadro 2A). Los ensayos que se sembraron en la Finca Las Vegas (localidad 7 y 18) fueron afectados por viento y sequía, lo cual repercutió en los resultados (cuadros 7A y 18A). Otra localidad seriamente influenciada por el ambiente fue San Cristóbal, en donde los genotipos fueron afectados por achaparramiento (Cuadro 13A).

La alta significancia de la interacción loc x trat. indica que los híbridos están influenciados de manera diferente por el efecto ambiental. En nueve localidades la eficiencia de Látice sobre Bloques completos al azar estuvo arriba de 5%.

En el análisis AMMI (Cuadro 6) el primer eje de interacción PCA1 capta el 20% de la suma de cuadrados de la interacción localidad x híbridos, con el 8.8% de grados de libertad. El segundo eje PCA2, en cierta medida, también está capturando gran parte de la interacción.

En el Cuadro 7 se presentan las puntuaciones (scores) AMMI para los híbridos y localidades en donde puntuaciones AMMI cercanas a cero se consideran de baja interacción; esto puede verse más claramente en la Figura 1 en la cual la mayor parte de genotipos están ubicados en línea perpendicular, lo cual quiere decir que tienen similares rendimientos pero, difieren en patrones de interacción con el ambiente.

De los 30 híbridos blancos evaluados, 12 de ellos tienen scores AMMI entre -0.26 a + 0.32 y con rendimientos entre 5.8 y 6.2 tm/ha, lo cual indica el progreso que ha existido en la generación de híbridos blancos por parte de las instituciones nacionales y compañías privadas. Los 12 híbridos son: C-343, Exp. 9105, Exp. 9111, C-385, M-9-11, H-53, CB-XHS-507, ML-19, MAX 301, MAX-307 y HB-85, los cuales superan al testigo HB-83 y a la media general (figura 1).

El score AMMI para el híbrido HB-83M fue de -0.136, y en las evaluaciones de 1988 y 89 estuvo abajo de 0.5,

razón por la cual se le ha calificado como un híbrido estable y se ha convertido como testigo. El rendimiento fue de 5.418 tm/ha, rendimiento que no varió al obtenido de la evaluación de varios años y localidades, el cual fue de 5.73 tm/ha. Otro dato importante de mencionar es la estabilidad que presentó el híbrido MAX-307 (score = 0.002), el cual presentó un rendimiento de 6.012 tm/ha, rendimiento estable que ha mostrado a través de varios años y localidades de evaluación.

Los mejores híbridos se presentan en el cuadro 8, en donde se observan buenos rendimientos y características agronómicas adecuadas, ubicándose en los tres primeros lugares los híbridos Exp. 9103, Exp. 9101 y el HB-85, con rendimientos que superan al testigo en más de 15%. Hay que hacer notar que los dos primeros híbridos, conjuntamente con el C-901425, pueden funcionar muy bien en ambientes con las características de Poza Rica, Aragua, Tlajomulco, E.E.F. Baudrit, UCR, Omonita y San Jerónimo, los cuales están ubicados en el cuadrante inferior derecho de la figura 1.

B. Ensayos de Híbridos de Grano Amarillo

En el cuadro 9 se presenta el análisis de varianza y otros estadísticos estimados, en el cual las localidades de la Finca Veraz y El Zamorano los híbridos evaluados no presentaron diferencias estadísticas significativas. Las localidades de La Honda, El Zamorano y La Máquina (ICTA) presentaron las medias de rendimiento más bajas y los coeficientes de variación más altos, esto se debió principalmente a sequías que existieron en dichas localidades. La localidad de la Finca Las Vegas fue influenciada por un tornado, el que afectó en la toma de datos (cuadro 4B). La interacción localidad x híbridos fue altamente significativa, por lo que también los híbridos amarillos fueron influenciados de manera diferente por el efecto ambiental.

Según el análisis AMMI (cuadro 10) el PCA1 capturó el 28% de la suma de cuadrados de la interacción con el 13% de grados de libertad, el PCA2 también capta buena parte de la interacción.

De acuerdo a las puntuaciones (score) AMMI del cuadro 11 y figura 2, tanto los híbridos como las localidades presentan diferentes patrones de interacción como de rendimiento. De los 22 híbridos evaluados, nueve de ellos presentaron rendimiento arriba del testigo Ha-46 (4.39 tm/ha), hasta 5.352 tm/ha. con puntuaciones AMMI entre -0.15 a + 0.29. Estos híbridos son: Exp. 9122, Exp.9120, P-8916, HC-78, H-104, C-505, C-805, W87 x CJ66ON (3098) Y 3078, los cuales se encuentran agrupados en la figura 2.

El testigo Ha-46 sigue manteniéndose estable (score = -0.03), confirmándose los estudios de estabilidad que se han realizado a través de ambientes contratantes y años.

En el cuadro 12 se presentan los mejores híbridos y sus características agronómicas, observando que tanto los programas nacionales como las instituciones privadas han logrado progresos en la generación de híbridos amarillos.

Sin embargo, este progreso no es tan marcado como el observado en los híbridos de grano blanco.

Hay que hacer notar que en los híbridos de grano blanco y amarillo, los primeros lugares son híbridos que se han estado generando en el Proyecto de Híbridos del Programa Regional de Maíz (PRM) conjuntamente con el Programa Regional de Maíz del CIMMYT.

CONCLUSIONES

1. De 22 ensayos de híbridos de grano blanco y 21 amarillos se recibieron datos de 19 localidades para blancos y 15 para amarillos, traduciéndose en 86% y 71% de recuperación de información respectivamente.
2. Existe progreso en la generación de híbridos blancos por parte de los programas nacionales y compañías privadas, ya que se identificaron híbridos que superaron en rendimiento al testigo HB-83 (5.4 tm/ha) en más de 10% y con puntuaciones AMMI cercanas a cero, lo cual los caracteriza como estables.
3. El híbrido blanco HB-85 siguió mostrando su buen rendimiento (6.3 tm/ha) y con poca interacción con el ambiente.
4. El progreso alcanzado en híbridos de grano amarillo no es tan significativo como en blancos. Sin embargo, existieron híbridos que superaron al testigo HA-46 (4.4 tm/ha) en más de 13% y con baja interacción con el ambiente.
5. Tanto en los híbridos blancos y amarillos, los primeros lugares fueron materiales generados por el Proyecto de Híbridos del PRM, conjuntamente con el Programa Regional de Maíz del CIMMYT.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que los híbridos experimentales superiores que no han sido liberados pasen lo más pronto posible a evaluaciones de transferencia, de acuerdo con los esquemas de investigación de cada país, para lograr que lleguen y lo utilicen los agricultores.
2. La superioridad de cualquier híbrido puede ser afectada por la calidad de la semilla, por lo que se recomienda que se fortalezca los programa de producción de semilla.
3. Con los híbridos superiores que ya están liberados, se recomienda se continúe su promoción en una forma más agresiva.

BIBLIOGRAFIA

- CROSSA, J.; H.G. GAUXH Jr y R.W. ZOBEL. 1990. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. *Crop. Sci.* 30: 493-500.
- CORDOVA, H.S. 1989. Evaluación de 36 cultivares de maíz en 20 ambientes de Centroamérica, Panamá y el Caribe, PCCMCA 1988. Presentado en la XXXV Reunión Anual del PCCMCA, San Pedro Sula, Honduras, Abril 2 al 7, 1989.
- , 1990. Estimación de parámetros de estabilidad para determinar de maíz (*Zea mays L.*) a ambientes contratantes de Centro América, Panamá y México. Trabajo presentado en la XXXVI Reunión Anual del PCCMCA celebrada en San Salvador, El Salvador, del 26 al 30 de marzo de 1990.
- , 1991. Respuestas diferenciales para rendimiento de híbridos de maíz evaluados en ambientes contratantes de Latinoamérica, PCCMCA 1990. Trabajo presentado en la XXXVII Reunión Anual del PCCMCA, República de Panamá, 18-21 de marzo de 1991.
- CASTILLO G., F. 1980. El rendimiento de grano de sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench*), su relación con los períodos del desarrollo y otros caracteres, efectos de aptitud combinatoria. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- MARQUEZ., F. 1985. Genotecnica Vegetal. Tomo 1 A.G.T. Editor, S.A. México.

Cuadro 1. Híbridos de grano blanco evaluados en el ensayo uniforme del PCCMCA 1991.

Entrada	Nombre	Institución	País
G 1	H-53	CENTA	El Salvador
G 2	H-57	CENTA	El Salvador
G 3	HC-43	UCR	Costa Rica
G 4	NIC. 5 x 11	CNIGB	Nicaragua
G 5	H-90M	TACSA	México
G 6	H-90	TACSA	México
G 7	TACSA-H-92	TACSA	México
G 8	M-9-11	SEMINAL	Guatemala
G 9	HR-15M	SEMINAL	Guatemala
G 10	ML-19	SEMINAL	Guatemala
G 11	NK-TB 7201	NORTHRUP KING	México
G 12	NK-TB 8101	NORTHRUP KING	México
G 13	CG-XHS-507	C. BURKARD	Guatemala
G 14	CB-XHS-521	C. BURKARD	Guatemala
G 15	CB-XHS-523	C. BURKARD	Guatemala
G 16	PIONEER 3086	PIONEER	México
G 17	MAX-301	AGRIDEC	USA
G 18	MAX-307	AGRIDEC	USA
G 19	MAX-311	AGRIDEC	USA
G 20	OM89B 13x14	SRN	Honduras
G 21	OM89B 17x18	SRN	Honduras
G 22	C-343	CARGIL	México
G 23	C-385	CARGIL	México
G 24	C-901425	CARGIL	México
G 25	HB-85	ICTA	Guatemala
G 26	EXP.9101	ICTA	Guatemala
G 27	HB-83M	ICTA	Guatemala
G 28	EXP.9103	ICTA	Guatemala
G 29	EXP.9105	ICTA	Guatemala
G 30	EXP.9111	ICTA	Guatemala

Cuadro 2. Híbridos de grano amarillo evaluados en el ensayo uniforme del PCCMCA 1991.

Entrada	Nombre	Institución	País
G 1	HC-78	UCR	Costa Rica
G 2	H-104	CENTA	El Salvador
G 3	CUB-T-2	CUBA	Cuba
G 4	CUB-T-3	CUBA	Cuba
G 5	CUB-T-6	CUBA	Cuba
G 6	P-8916	IDIAP	Panamá
G 7	P-8812	IDIAP	Panamá
G 8	P-8814	IDIAP	Panamá
G 9	MAX-12	AGRIDEC	USA
G 10	MAX-14	AGRICEC	USA
G 11	TACSA H-203	TACSA	México
G 12	HR-12	SEMINAL	Guatemala
G 13	W87xCJ66ON(3098)	PIONEER	México
G 14	3078	PIONEER	México
G 15	OM89B (31x32)	SRN	Honduras
G 16	OM89B (33x34)	SRN	Honduras
G 17	C-505	CARGIL	México
G 18	C-805	CARGIL	México
G 19	HA-46	ICTA	guatemala
G 20	EXP. 9102	ICTA	Guatemala
G 21	EXP. 9120	ICTA	Guatemala
G 22	EXP. 9122	ICTA	Guatemala

Cuadro 3. Localidades en donde se establecieron los ensayos de híbridos de grano blanco del PCCMCA 1991.

No.	Localidad	Código	País
1	Poza Rica (CIMMYT)	PBCI 9102	México
2	Pto. Vallarta (PIONEER)	PBJM 9103	México
3	Aragua (HIBRIVEN)	PBVH 9104	Venezuela
4	Tlajomulco (CARGIL)	PBCM 9105	México
5	El CIET (S.TACSA)	PBTM 9107	México
6	Fca. Verapaz (SEMINAL)	PBFV 9108	Guatemala
7	Fca. Las Vegas (CRISTIANI B.)	PBLV 9109	Guatemala
8	Cuyuta (ICTA)	PBCU 9110	Guatemala
9	La Máquina (ICTA)	PBLM 9111	Guatemala
10	Sta. Cruz Porrillo (CENTA)	PBSP 9112	El Salvador
11	San Andrés (CENTA)	PBSA 9113	El Salvador
12	C. Exp. Jalapa (CNIGB)	PBJN 9114	Nicaragua
13	San Cristóbal (CNIGB)	PBSC 9115	Nicaragua
14	E.E.F. Baudrit (UCR)	PBAL 9116	Costa Rica
15	U.C.R.	PBCR 9117	Costa Rica
16	Omonita (SRN)	OBOM 9118	Honduras
17	San Jerónimo (ICTA)	PBSJ 9120	Guatemala
18	Fca. Las Vegas (CRISTIANI B.)	PBLV 9121	Guatemala
19	Villa Flores (S. TACSA)	PBCH 9122	México

Cuadro 4. Localidades en donde se establecieron los ensayos de híbridos de grano amarillo del PCCMCA 1991

No.	Localidad	Código	País
1	Poza Rica (CIMMYT)	PACI 9102	México
2	Fca. Verapaz (SEMINAL)	PAFV 9106	Guatemala
3	El CIET (S. TACSA)	PATM 9105	México
4	Fca. Las Vegas (CRISTIANI B.)	PALV 9107	Guatemala
5	Cuyuta (ICTA)	PACU 9109	Guatemala
6	U.C.R.	PACR 9111	Costa Rica
7	E.E.F.B. (U.C.R.)	PAAL 9112	Costa Rica
8	Parita (IDIAP)	PAPP 9113	Panamá
9	La Honda (IDIAP)	PAPH 9114	Panamá
10	EAP (El Zamorano)	PAZA 9119	Honduras
11	Las Acacias (MRN)	PAAC 9120	Honduras
12	La Máquina (SEMINAL)	PALM 9121	Guatemala
13	La Máquina (ICTA)	PALM 9108	Guatemala
14	San Andrés (CENTA)	PASA 9110	El Salvador
15	Barú (IDIAP)	PABP 9115	Panamá

Cuadro 5. Resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento de grano (th/ha) de la evaluación de híbridos de grano blanco del PCCMCA 1991.

No.	Localidad	CM Trat.	Media	CV %	EL
1	Poza Rica (CIMMYT)	1.12**	4.753	11	118
2	Pto. Vallarta (PIONEER)	1.00NS	5.199	18	101
3	Aragua (HIBRIVEN)	2.55**	6.390	10	107
4	Tlajomulco (CARGIL)	4.69**	9.185	12	100
5	El CIET (S. TACSA)	1.48**	6.658	10	100
6	Fca. Verapaz (SEMINAL)	1.12**	4.240	12	100
7	Fca. Las Vegas (CRISTIANI B.)	0.49**	3.768	13	100
8	Cuyuta (ICTA)	1.01**	6.666	7	111
9	La Máquina (ICTA)	1.40**	4.514	10	114
10	Sta. Cruz Porrillo (CENTA)	2.71**	3.897	22	108
11	San Andrés (CENTA)	2.53**	4.699	14	101
12	C. Exp. Jalapa (CNIGB)	1.10**	5.374	12	110
13	San Cristóbal (CNIGB)	1.24**	3.932	15	102
14	E.E.F. Baudrit (UCR)	1.87**	8.231	8	104
15	UCR	3.03**	6.249	14	182
16	Omonita (SRN)	3.23**	6.127	12	121
17	San Jerónimo (ICTA)	2.86**	9.064	10	100
18	Fca. Las Vegas (CRISTIANI B.)	1.03*	4.698	16	100
19	Villa Flores (S. TACSA)	2.61**	7.395	16	112
Combinado		9.11**	5.8441	13	111
Interacción Loc x Trat		**			

CV = Coeficiente de variación en porcentaje

EL = Eficiencia de látex comparado con bloques completos al azar

NS = No significativo

** = Altamente significativo ($\alpha = 0.01$)

* = Significativo ($\alpha = 0.05$)

CM trat = Cuadrado medio de tratamientos

Cuadro 6. Análisis AMMI para rendimiento de 30 híbridos de grano blanco evaluados en 19 localidades. PCCMCA 1991

Fuente	GL	SC	CM	Probabilidad
Localidades	18	6,247	347.06	0.0000 ***
Híbridos	29	247	9.45	0.0000 ***
Localidad x híbridos	522	772	1.48	0.0000 ***
PCA 1	46	156	3.38	0.0000 ***
PCA 2	44	144	3.27	0.0000 ***
Residual	432	473	1.09	0.0029 **
Error	1653	1,473	0.89	
Total	2279	8,808	3.86	

Cuadro 7. Puntuaciones para híbridos de grano blanco y ambientes del primer eje de interacción (AMMI). PCCMCA 1991.

No	Híbridos	Rend. (tm/ha) X	Puntuación AMMI	Ambientes	Rend. (tm/ha) X	Puntuación AMMI
1	H-53	6.061	0.039	1 Poza Rica	4.754	-0.455
2	H-57	5.873	-0.083	2 Pto. Vallarta	5.204	0.687
3	HC-43	5.107	-0.464	3 Aragua	6.386	-0.687
4	NIC 5 x 11	5.952	0.448	4 Tajomulco	9.189	-0.201
5	H-90M	5.662	0.431	5 El CIET	6.652	0.161
6	H-90	5.514	0.972	6 Fca. Verapaz	4.239	0.691
7	TACSA H-92	5.634	0.670	7 Fca. Las Vegas	3.769	0.324
8	M-9-11	5.966	0.066	8 Cuyuta	6.664	-0.050
9	HR-15M	5.917	0.747	9 La Máquina	4.512	0.411
10	ML-19	5.957	-0.090	10 Sta. Cruz Porrillo	3.898	0.006
11	NK-TB 7201	5.794	-0.871	11 San Andrés	4.697	0.334
12	NK-TB 8101	5.749	-0.255	12 C. Exp. Jalapa	5.376	-0.491
13	CB-XHS-507	6.195	0.022	13 San Cristóbal	3.933	0.789
14	CB-XHS-521	5.627	0.170	14 E.E.F. Baudrit	8.230	-0.712
15	CB-XHS-523	5.606	-0.233	15 UCR	6.249	-0.427
16	PIONEER 3086	5.528	-0.053	16 Omonita	6.128	-1.164
17	MAX-301	5.916	-0.240	17 San Jerónimo	9.062	-0.556
18	MAX-307	6.012	0.002	18 Fca. Las Vegas	4.697	0.530
19	MAX-311	5.707	0.839	19 Villa Flores	7.396	0.870
20	OM89B 13x14	5.229	-0.370			
21	OM89B 17x18	5.362	-0.275			
22	C-343	5.842	0.329			
23	C-385	5.968	0.134			
24	C-901425	6.097	-0.739			
25	HB-85	6.276	-0.261			
26	Exp. 9101	6.525	-0.699			
27	HB-83M	5.418	-0.136			
28	Exp. 9103	6.589	-0.649			
29	Exp. 9105	6.078	0.268			
30	Exp. 9111	6.143	0.206			

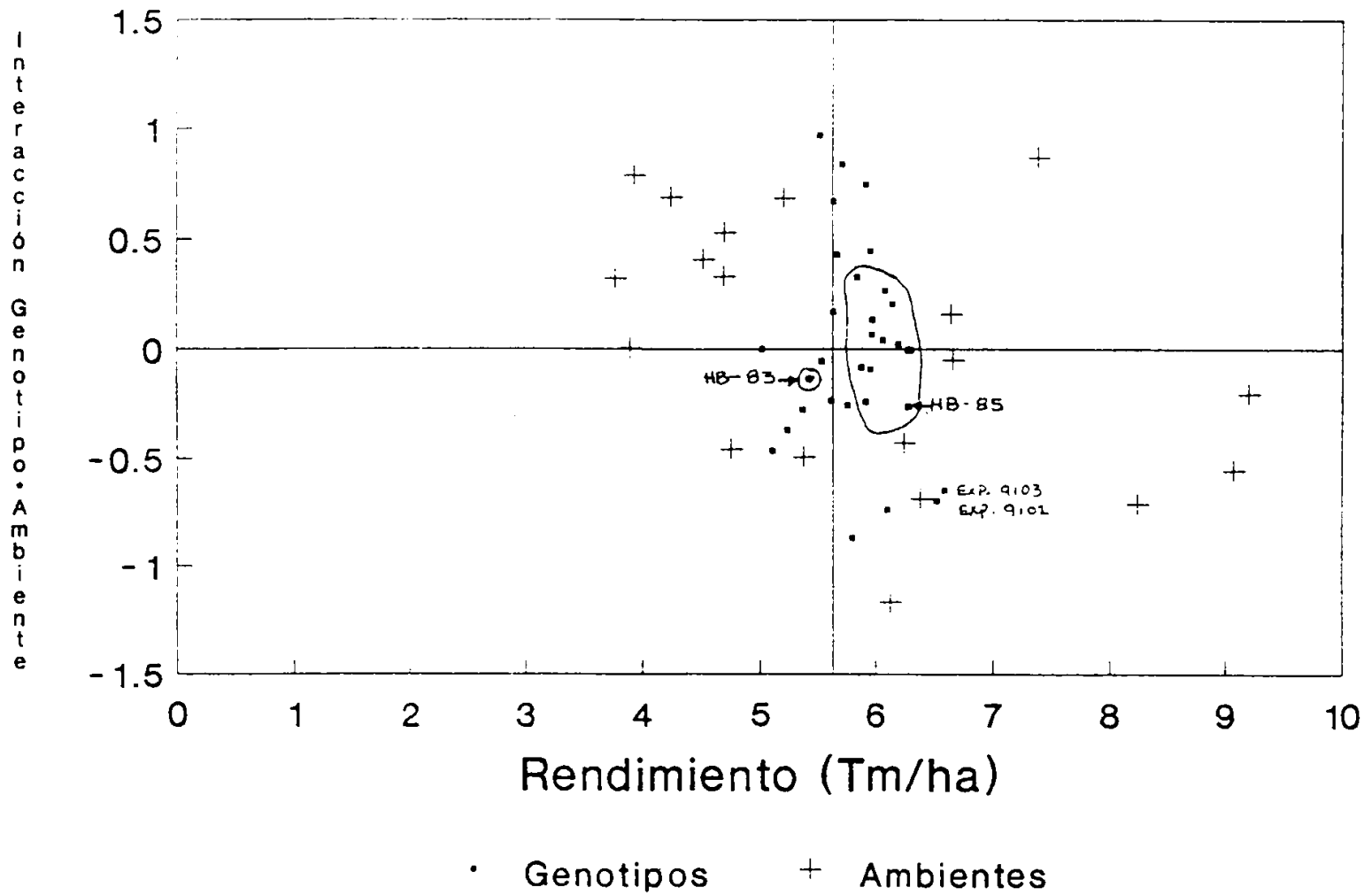
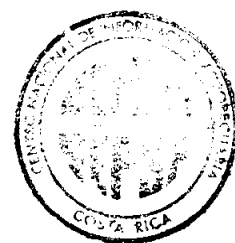


FIGURA 1. Diagrama de medias de rendimiento y puntuaciones del primer eje del componente principal de 30 híbridos de grano blanco y 19 ambientes PCCMCA 1991.



Cuadro 8. Rendimiento y Características agronómicas de los mejores híbridos de grano blanco evaluados en 19 localidades. PCCMCA 1991.

Híbridos	Rend. tm/ha	% Sobre HB-83M	Altura (cm) Mazorca	Mazorcas (%)		Puntuación AMMI
				Desc.	Pods.	
Exp. 9103	6.589	122	127	6	10	-0.649
Exp. 9101	6.525	120	129	6	9	-0.699
HB-85	6.276	116	121	5	10	-0.261
CB-XHS-507	6.196	114	123	6	8	0.022
Exp. 9111	6.143	113	120	5	10	0.206
C-901425	6.097	113	111	5	10	-0.739
Exp. 9105	6.078	112	111	5	7	0.268
H-53	6.061	112	122	8	8	0.039
MAX-307	6.012	111	124	10	8	0.002
C-385	5.968	110	107	7	13	0.134
M-9-11	5.966	110	113	7	11	0.066
ML-19	5.957	110	113	4	10	0.090
NIC 5 x 11	5.952	110	131	5	6	0.448
HB 83 M	5.418	100	117	4	9	-0.136
MEDIA	5.843		117	6	10	
DSH	0.450					

Cuadro 9. Resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento de grano (tm/ha) de la evaluación de híbridos de grano amarillo del PCCMCA 1991.

No.	Localidad	CM. Trat.	Rend. (tm/ha) X	C.V. (%)
1	Poza Rica (CIMMYT)	1.612 **	6.004	11
2	Fca. Verapaz (SEMINAL S.A.)	1.026 NS	5.293	16
3	EI CIET (S. TACSA)	1.596 **	5.645	13
4	FCA. LAS VEGAS (C.BURKARD)	1.172 **	4.519	15
5	Cuyuta (ICTA)	1.470 **	5.888	10
6	UCR (C. Rica)	3.289 **	5.085	18
7	Est. E.F.B. (UCR)	3.058 **	7.700	9
8	Parita (IDIAP)	0.467 *	3.047	16
9	La Hondra (IDIAP)	0.606 **	1.664	26
10	EAP (El Zamorano)	0.855 NS	1.724	42
11	E.E. Las Acacias (MRN)	2.034 *	4.909	18
12	La Máquina (SEMINAL)	0.995 *	5.661	13
13	La Máquina (ICTA)	1.586 **	1.920	30
14	San Andrés (CENTA)	2.044 **	4.674	12
15	Barú (IDIAP)	1.159 *	3.620	18
	Combinado:	5.768 **	4.762	15
	Localidad x Híbridos**			

** = Altamente significativo ($\alpha = 0.01$)

* = Significativo ($\alpha = 0.05$)

NS = No Significativo

CM Trat= Cuadrado medio de tratamientos

CV (%) = Coeficiente de variación en porcentaje

NOTA: El análisis combinado se realizó con las 12 primeras localidades.

Cuadro 10. Análisis AMMI para rendimiento de 22 híbridos de grano amarillo evaluados en 12 localidades. PCCMCA 1991.

Fuente	GL	SC	CM	Probabilidad
Localidades	11	3193.30	282.11	0.0000 ***
Híbridos	21	121.51	5.79	0.0000 ***
Localidad x híbridos	231	265.37	1.15	0.0000 ***
PCA 1	31	73.65	2.37	0.0000 ***
PCA 2	29	61.64	2.13	0.0000 ***
Residual	171	130.07	0.76	0.0002 ***
Error	756	382.44	0.51	
Total	1055	4004.30		

Cuadro 11 Puntuaciones para híbridos de grano amarillo y ambientes del primer eje de interacción (AMMI). PCCMCA 1991.

No.	Híbridos	Rend. (tm/ha) \bar{X}	Puntuación AMMI	Ambientes	Rend. (tm/ha) \bar{X}	Puntuación AMMI
1	HC-78	5.010	-0.049	1 Poza Rica	6.004	-0.132
2	H-104	5.008	0.019	2 Fca. Verapaz	5.293	-0.447
3	CUB-T-2	4.333	0.498	3 El CIET	5.645	-0.248
4	CUB-T-3	4.671	0.401	4 Fca. Las Vegas	4.519	0.021
5	CUB-T-6	4.642	-0.241	5 Cuyuta	5.888	0.029
6	P-8916	4.960	-0.150	6 UCR	5.085	-0.387
7	P-8812	5.083	0.788	7 Est. E.F. Baudrit	7.700	1.465
8	P-8814	4.842	0.784	8 Parita	3.047	0.097
9	MAX-12	4.088	-0.519	9 La Honda	1.664	-0.382
10	MAX-14	4.226	-0.472	10 El Zamorano	1.724	-0.421
11	H-203	4.795	-0.554	11 E.E. Las Acacias	4.909	1.010
12	HB-12	5.021	-1.086	12 La Máquina	5.661	-0.603
13	W87xCJ66ON (3098)	4.893	0.203			
14	3078	5.071	-0.162			
15	OM89B (31x32)	4.511	0.456			
16	OM89B (33x34)	4.376	0.163			
17	C-505	5.006	0.291			
18	C-805	5.064	0.262			
19	HA-46	4.393	-0.033			
20	Exp. 9102	4.331	-0.266			
21	Exp. 9120	5.076	-0.152			
22	Exp. 9122	5.352	-0.180			

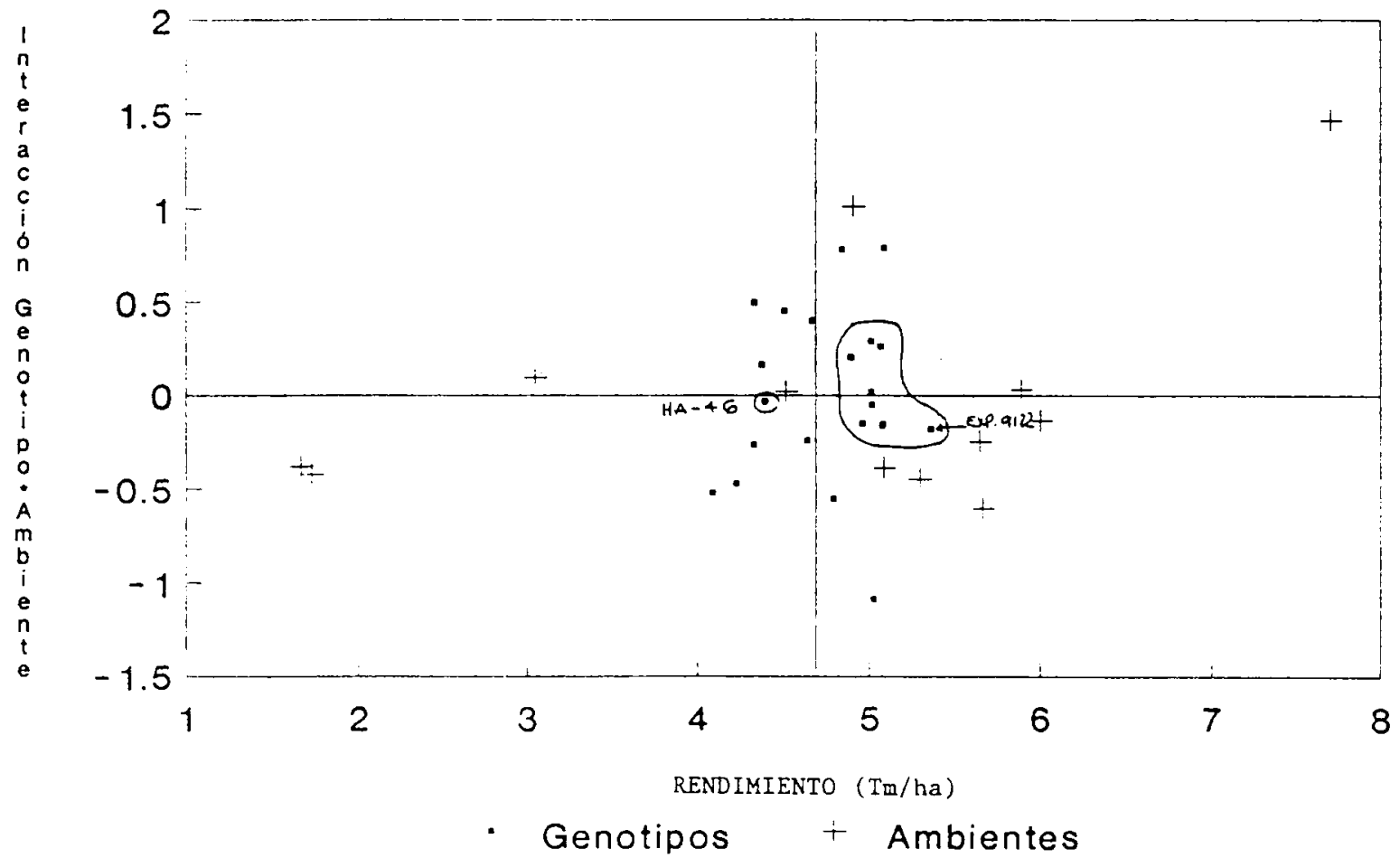


FIGURA 2. Diagrama de medias de rendimiento y puntuaciones del primer eje del componente principal de 22 híbridos de grano amarillo y 12 ambientes PCCMCA 1991.

Cuadro 12 Rendimiento y características agronómicas de los mejores híbridos de grano amarillo evaluados en 12 localidades. PCCMCA 1991

No.	Híbridos	Rend. (tm/ha)	% Sobre HA-46	Altura (cm) Mazorca	Mazorcas (%)		Puntuación AMMI
					Desc.	Pods.	
22	EXP. 9122	5.352	122	107	2	6	-0.180
7	P-8812	5.083	116	116	14	12	0.788
21	EXP. 9120	5.076	115	109	5	5	-0.152
14	3078	5.072	115	103	10	8	-0.162
18	C-805	5.064	115	96	6	11	0.262
12	HB-12	5.021	114	103	14	12	-1.086
1	HC-78	5.010	114	114	6	8	-0.049
2	H-104	5.009	114	110	12	8	-0.019
17	C-505	5.006	114	107	9	11	0.291
6	0-8916	4.961	113	114	19	11	-0.150
HA-46		4.394	100	103	4	5	-0.033
Media		4.762		112	10	9	
DSH		0.522					

RECONOCIMIENTO

El presente informe es producto de un trabajo cooperativo en el cual han participado entidades e instituciones de Centro América, Panamá, el Caribe, México y Venezuela, quienes al igual que otros años han participado con un alto profesionalismo.

Panamá: Alfonso Alvarado, Daniel Pérez, Lineth Carranza, Ismael Camargo, Román Gordon (IDIAP)

Costa Rica: Kenneth Jiménez, Carlos Salas (U.C.R.) Leopoldo Pixley (MAG)

Nicaragua: Róger Urbina, Eloy Ramírez (CNIGB)

Honduras: Luis Brizuela, Pedro Campos, R. Reyes (SRN), Leonar Corral (El Zamorano)

El Salvador: Adán Aguiluz, Fidencio Guerra (CENTA)

Guatemala: Carlos Pérez, Eduardo Landaverry, William Quemé, Mario Roberto Fuentes, José Luis Quemé, Nery Soto León (ICTA) Antonio Cristiani B., Héctor Deras, Jesús Merino (CRISTIANI BURKARD)

México: René Velásquez (SEMILLAS TACSA, SEMINAL, NORTHRUP KING) S.L. Vasal (CIMMYT) Rodolfo Gómez, Hernán Cortez (PIONEER) Alfonso Monteiro (CARGIL)

Cuba: Marcos Torres (IIHLD)

Haití: Jean René Bossa (CRDA)

República Dominicana: Rodolfo Pierre, Ramón Celado, Félix Navarro (CESDA)

Venezuela: Omar Rodríguez (HIBRIVEN)

E.E.U.U.: Federico Poey (AGRIDEC)

CIMMYT: Hugo Córdova, Salvador Bolaños, Héctor Barreto (Programa Regional de Maíz para Centro América y el Caribe)

Los coordinadores de los Programas Nacionales de Maíz (CRP) agradecen a las compañías de semillas que operan en la región, por el apoyo económico brindado para la realización de esta actividad.

CRISTIANI BURKARD CARGIL

SEMINAL PIONEER

AGRIDEC SEMILLAS TACSA

NORTHRUP KING

Rendimiento y Estabilidad de Híbridos de Maíz de Cruzas Simples Evaluadas Colombia, México y Centroamérica.

G. Srinivasan⁵, S.K. Vasal¹, F. González Cenicerros¹, H. Córdova¹, S.Pandey⁶ y N. Vergara¹

RESUMEN

Tres ensayos de híbridos (SC9007, SC9008, SC9009) fueron evaluados en siete u ocho localidades en México, Centro y Sudamérica durante 1990-91. 68 híbridos blancos se incluyeron en los ensayos SC9007 y SC9008 y 25 híbridos amarillos en el ensayo SC9009, junto con dos testigos locales en cada ensayo. Los híbridos más estables fueron: SC11, SC12, SC57, SC57 y SC44 entre los de grano blanco y el SC67 entre los de grano amarillo. SC07 (6.49 t/ha) y SC57 (5.95 t/ha) fueron los híbridos blancos con mayor rendimiento en los ensayos SC9007 y SC9008 respectivamente. Entre los híbridos amarillos, SC82 (5.94 t/ha), SC80 (5.93 t/ha) y SC77 (5.88 t/ha) fueron los de mejor comportamiento. Las ganancias máximas sobre los testigos se observaron en Cuyuta, Guatemala y EEEJN, Costa Rica. En Honduras, sin embargo, los mejores híbridos estuvieron a la par con el mejor testigo híbrido. En Panamá, los híbridos amarillos, SC77, SC80 y SC82 son prometedores, mientras que en Colombia, los híbridos blancos SC03, SC11 y SC57 fueron los de mejor adaptación.

INTRODUCCION

El programa de híbridos de maíz de CIMMYT se inició en 1985 en respuesta a la gran demanda de productos orientados a híbridos en muchos programas nacionales de países en desarrollo. En un período de seis años, el programa de híbridos de maíz de CIMMYT ha desarrollado una variedad amplia de fuentes de germoplasma orientado al desarrollo de híbridos (7). Se obtuvo información sobre patrones heteróticos y habilidad combinatoria de las poblaciones y pooles de CIMMYT (1,2,4,8). Durante 1991, más de 100 líneas tropicales y subtropicales se desarrollaron en el programa de híbridos y fueron anunciadas para su distribución y es proporcionada a nuestros cooperadores que las soliciten.

La meta principal de cualquier programa de híbridos, es producir híbridos de cruas simples involucrando líneas homocigotas como progenitores, con el objeto de explotar las posibilidades de desarrollar tipos de híbridos convencionales modificados que incluyen dos padres, los cuales son relativamente fácil de producir en poco

....

Las diez cruas con rendimiento superiores en cada uno de los tres ensayos aparecen en el Cuadro 3, con sus respectivos parámetros de estabilidad. En el ensayo SC 9007, las dos líneas derivadas de Pob. 21 HC 109 y Pob. 21 HC 219, aparecen como progenitores en cuatro de las diez mejores cruas cada una, indicando la excelente aptitud combinatoria general de estas líneas. Entre las

líneas reconstituidas, A. 7843-16S5-F3 y Ac. 7929-38-S4-F3 se incluyeron como progenitores en cuatro y tres híbridos superiores, respectivamente. Estas dos líneas reconstituidas de generaciones tempranas parecen tener buena aptitud combinatoria general. El valor de b_i para el híbrido con mayor rendimiento, SC07 fue alto (1.35), indicando que está mejor adaptado a ambientes con alto rendimiento, mientras que SC03 ($b_i=0.73$) se comporta bien en ambientes de bajo rendimiento. En los dos híbridos, el valor de SD_2 fue significativamente diferente de 0, indicando su falta de estabilidad de rendimiento a través de ambientes. Los híbridos SC11, SC12, SC06 y SC05 son los más estables de este ensayo (Cuadro 3).

En el ensayo SC9008, el híbrido SC57 fue el más rendidor (5.95 t/ha) y también fue muy estable a través de localidades ($b_i=1.04$). Otros híbridos que mostraron estabilidad en este ensayo fueron SC44 y SC30. Las cruas SC58 y SC36 se desarrollaron bien en localidades de bajo rendimiento, mientras que SC45 y SC48 se adaptan mejor en localidades de alto rendimiento. Al igual que en el ensayo SC9007, las dos líneas reconstituidas de Ac.7843 y Ac.7929 tuvieron buena aptitud combinatoria ya que están incluidos en siete de las diez mejores cruas.

En el ensayo SC9009, los híbridos SC82, SC80, SC77, SC76 y SC74 se consideran ideales para ambientales de alto rendimiento, mientras que SC61, SC65 y SC62 tuvieron un buen comportamiento en ambientes desfavorables. SC67 fue el híbridos más estable. Cabe hacer notar que SC82 y SC80 son híbridos convencionales involucrando líneas de generaciones tempranas. En ambos híbridos, uno de los padres (Sta. Rosa 8079-S3) es una línea derivada de la Población 79 que es resistente al achaparramiento. Una línea reconstituida derivada de la familia Pob. 27 HC15 fue progenitor en cinco de las mejores 10 cruas y parece ser buen combinador (Cuadro 3).

Algunas de las mejores cruas en el ensayo SC 9007, se comparan con sus respectivos testigos en cada localidad (Cuadro 4). El más alto rendimiento (39-45%) sobre los testigos, se observó en Cuyuta, Guatemala. En Omonita, Honduras; los híbridos mostraron una ventana mínima sobre los testigos; el híbrido SC07 que ocupó el primer lugar en rendimiento, estuvo a la par con el híbrido testigo H-29. La cruza SC07 (Pob. 21 x Pob. 43) estuvo en los primeros tres lugares en las cuatro localidades de Centroamérica. SC12, una cruza similar que incluye líneas de Pob. 21 y 43 mostró alto rendimiento en Cuyuta, Guatemala y Omonita, Honduras. En Palmira y Turipaná, Colombia; Poza Rica, México; el híbrido SC11 (Pob. 21 x Pob. 29) estuvo entre los tres primeros lugares. La cruza SC03 rindió bien en

Colombia, ocupando el primer y segundo lugar en Palmira y Turipaná respectivamente.

Las mejores cruzas del ensayo SC 9008 se presentan en el Cuadro 5 por localidades individuales. Se observaron las ganancias más altas de híbridos sobre testigos en las dos localidades de Guatemala. Las menores ganancias sobre los testigos se observaron en San Andrés, El Salvador y Palmira, Colombia. La cruza SC57, que incluye líneas del Pool 24 y la Pob. 29, ocupó los tres lugares en rendimiento en cinco de siete localidades por lo que se considera el híbrido más estable y de más alto rendimiento. El híbrido SC38, una cruza de grano cristalino x dentado, se comportó bien en localidades de Centro América. La cruza SC 48, otra combinación de grano cristalino x dentado (Pool 23 x Pob. 29), mostró un alto rendimiento en Cuyuta, Las Vegas, Guatemala; Palmira, Colombia.

En el Cuadro 6, se presentan para cada una de las ocho localidades, los híbridos amarillos de alto rendimiento que se incluyeron en el ensayo SC9009. Las mayores ganancias sobre los testigos se observaron en Cuyuta, Guatemala; Santa Cruz, El Salvador. En Las Acacias, Honduras; se observaron ganancias mínimas sobre los testigos. El híbrido SC61 (Pob. 24 x Pob. 27) fue uno de los más rendidores en Guatemala, El Salvador y Honduras. SC65, un híbrido intrapoblacional entre líneas de la Pob. 27, se comportó bien en Guatemala y El Salvador. Los híbridos SC77, SC82 y SC80 fueron los de más alto rendimiento en ambas localidades de Panamá, mientras que SC80 fue el de más alto rendimiento en Turipaná, Colombia; Poza Rica, México.

En muchas de las localidades, los testigos fueron los mejores híbridos comerciales, por lo que el comportamiento superior de híbridos simples experimentales de CIMMYT en muchas de las localidades de Centro y Sudamérica, es prometedor.

CONCLUSIONES

- 1) Los resultados de SC 9007 y SC 9008, mostraron que estos híbridos blancos tienen potencial en Guatemala, Costa Rica, El Salvador y Colombia. Los híbridos amarillos en el ensayo SC9009, se comportaron bien en Guatemala, El Salvador, Panamá y Colombia; comparados con los híbridos testigo.
- 2) Entre los híbridos blancos, SC11, SC12, SC57 y SC44 son los más estables a través de ambientes. La cruza SC67 fue la más estable entre los híbridos amarillos; aunque en rendimiento ocupó sólo el noveno lugar entre 23 híbridos.
- 3) Las dos localidades de Colombia y Poza Rica, México; favorecieron grupos diferentes de híbridos, en comparación con otras localidades de Centroamérica.
- 4) Los híbridos blancos SC07, SC12, SC38, SC48, SC57 y los dos híbridos amarillos SC61 y SC65 se

comportaron bien en localidades de Centroamérica. Sin embargo, en Panamá se comportaron mejor los híbridos SC77, SC80 y SC82. Entre los híbridos blancos SC57, SC03 y SC11 se consideran como las mejores opciones para Colombia.

BIBLIOGRAPHY

- Beck, D.L., S.K. Vasal, and J. Crossa. 1990. Heterosis and combining ability of CIMMYT's tropical early and intermediate maturity maize germplasm. *Maydica* 35(3):279-285.
- Crossa, J., S.K. Vasal, and D.L. Beck. 1990. Combining ability study in diallel crosses of CIMMYT's tropical late yellow maize germplasm. *Maydica* 35(3):273-278.
- Eberhart, S.A., and W.L. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.
- Vasal, S.K., D.L. Beck, and J. Crossa. 1986. Studies on the combining ability of CIMMYT maize germplasm. CIMMYT Research Highlights 1986. CIMMYT, El Batán, Mexico.
- Vasal, S.K., G. Han, E. Elias, and N. Vergara. 1988. Desarrollo de híbridos no convencionales de maíz. Presentado en la XIII Reunión de Maiceros de la Zona Andina, Chiclayó, Perú; del 25 al 30 de Septiembre, 1988.
- Vasal, S.K., G. Han N. Vergara. 1990. Conceptos y Resultados de ensayos de híbridos de maíz (*Zea mays L.*) no convencionales. A paper presented at XIII Congreso Nacional de Fitogenética. Cd. Juárez, México. 3-7 de Septiembre, 1990. p. 282.
- Vasal, S.K., and G. Srinivasan. 1991. Breeding strategies to meet changing trends in hybrid maize development. Presented at the Golden Jubilee of the Indian Society of Genetics and Plant Breeding. New Delhi. 12-15 Feb. 1991. New Delhi, India.
- Vasal, S.K., G. Srinivasan, D.L. Beck, J. Crossa, S. Pandey, and C. De León. 1992b. Heterosis and combining ability of CIMMYT's tropical late white germplasm. *Maydica* (*In press*).

Cuadro 3. Medias de rendimiento y parámetros de estabilidad (Eberhart y Russell, 1966) de 10 cruzas simples superiores de SC 9007, SC 9008, y SC 9009.

Código de Híbridos	Genealogía	Rendimiento (t/ha)	Parámetros de estabilidad	
			bi	Sdi2
<u>SC 9007 (localidades)</u>				
SC 07	Pob.21 C5 HC109-S7 x Ac.7843-16-S5-F3	6.49	1.35	0.75
SC 11	Pob.21 C5 HC219-S7 x Ac.7929-38-S4-F3	6.32	0.92	0.06
SC 12	Pob.21 C5 HC219-S7 x Ac.7843-16-S5-F3	6.32	1.06	0.05
SC 03	Pob.21 C5 HC229-S7 x Ac.7843-16-S5-F3	6.09	0.73	0.46
SC 06	Pob.21 C5 HC109-S7 x Ac.7929-38-S4-F3	6.01	1.03	-0.01
SC 19	Pob.21 C5 HC 84-S5 x Ac.7843-16-S5-F3	6.00	0.89	0.43
SC 09	Pob.21 C5 HC219-S7 x Pob.22 TSR(S2)-S5-F3	5.94	1.27	0.39
SC 05	Pob.21 C5 HC109-S7 x Pob.25 CO HC31-S6-F3	5.91	1.02	0.07
SC 15	Pob.21 C5 HC219-S7 x Ac.7929-38-S4-F3	5.82	0.94	0.10
SC 04	Pob.21 C5 HC109-S7 x Pob.22 TSR(S2)-S5-F3	5.81	0.78	0.15
Promedio		5.33		
<u>SC 9008 (7 localidades)</u>				
SC 57	P.24 C20 MH 94-S5 x Ac.7929-38-S4-F3	5.95	1.04	0.11
SC 48	P.23 C20 MH268-S5 x Ac.7929-38-S4-F3	5.62	1.27	0.78
SC 44	Ac.7643-15-S6 x Pob.32 C6(S1) MH88-S2-F3	5.49	1.06	-0.10
SC 45	Ac.7643-15-S6 x Pob.22 TSR(S2)-S5-F3	5.32	1.31	0.67
SC 38	Pob.25 CO HC31-S6 x Ac.7929-38-S4-F3	5.19	1.25	0.27
SC 30	Pob.25 CO HC31-S6 x Ac.7843-16-S5-F3	5.17	1.21	-0.04
SC 58	P.24 C20 MH 94-S5 x Ac.7843-16-S5-F3	5.16	0.18	0.59
SC 36	Pob.25 CO HC112-S6 x Ac.7843-16-S5-F3	5.11	0.66	0.29
SC 35	Pob.25 CO HC112-S6 x Ac.7929-38-S4-F3	4.89	1.21	0.37
SC 50	P.24 TSR-24-S4 x Pob.22 TSR(S2)-S5-F3	4.84	0.94	0.33
Promedio		4.66		
<u>SC 9009 (8 localidades)</u>				
SC 82	Pob.27 C5 HC117-S4 x Sta.Rosa 8079-S3	5.94	1.63	-0.14
SC 80	Pob.24 C5 HC 34-S3 x Sta.Rosa 8079-S3	5.93	1.82	0.58
SC 77	Pob.24 C5 HC 34-S3 x Pob.27 C5 HC71-S4	5.88	1.53	-0.03
SC 61	Pob.24 C5 HC227-S6 x Pob.27 C5 HC15-S4-F3	5.69	0.44	0.07
SC 65	Pob.27 C5 HC217-S5 x Pob.27 C5 HC15-S4-F3	5.55	0.64	0.15
SC 76	Pob.24 C5 HC 34-S3 x Pob.27 C5 HC71-S3	5.53	1.30	0.53
SC 62	Pob.24 C5 HC227-S5 x Pob.27 C5 HC15-S4-F3	5.50	0.69	0.88
SC 74	P. 26 C19 MH17-S5 x Pob.27 C5 HC15-S4-F3	5.40	1.65	0.44
SC 67	Pob.28 TSR (S2)-S5 x Pob.27 C5 HC15-S4-F3	5.35	1.05	-0.06
SC 83	Pob.27 C5 HC117-S4 x Ac. 8078-S3	5.34	1.55	-0.04
Promedio		5.08		



Cuadro 4. Cruzas con alto rendimiento de SC 9007 en diferentes localidades.

Localidad y País	Código de Híbridos	Genealogía	Rend. (t/ha)	% sobre mejor testigo
Cuyuta, Guatemala	SC 12	Pob.21 C5 HC219-S7 x Ac. 7843-16-S5-F3	5.94	144.5
	SC 13	Pob.21 C5 HC219-S7 x Pob.22 TSR(S2)-S5-F3	5.78	140.6
	SC 07	Pob.21 C5 HC109-S7 x Ac.7843-16-S5-F3	5.70	138.7
	Testigo 1	GB35 x GB41	4.11	
	Testigo 2	GB43 x GB45	3.74	
San Andrés, El Salvador	SC 07	Pob.21 C5 HC109-S7 x Ac.7843-16-S5-F3	6.20	113.1
	SC 04	Pob.21 C5 HC109-S7 x Pob.22 TSR(S2)-S5-F3	5.66	103.3
	Testigo 1	S28 x 6-283	5.48	
Omonita, Honduras	SC 07	Pob.21 C5 HC109-S7 x Ac.7843-16-S5-F3	9.39	101.7
	SC 12	Pob.21 C5 HC219-S7 x Ac.7843-16-S5-F3	8.17	88.5
	Testigo 1	H 27	8.84	
	Testigo 2	H 29	9.23	
EEEJN, Costa Rica	SC 26	Pob.22 TSR (S2)-S5 x Ac.7843-16-S5-F3	4.83	127.1
	SC 15	Pob.21 C5 HC219-S7 x Ac.7929-38-S4-F3	4.70	123.7
	SC 07	Pob.21 C5 HC109-S7 x Ac.7843-16-S5-F3	4.60	121.1
	Testigo 1	EJN 2	3.80	
	Testigo 2	Los Diamantes 8043	2.57	
Palmira, Colombia	SC 03	Pob.21 C5 HC229-S7 x Ac.7843-16-S5-F3	6.61	120.4
	SC 12	Pob.21 C5 HC219-S7 x Ac.7843-16-S5-F3	6.58	119.9
	SC 11	Pob.21 C5 HC219-S7 x Ac.7929-S8-S4-F3	5.84	106.4
	Testigo 1	H 13	5.49	
	Testigo 2	H 11	3.20	
Turipana, Colombia	SC 19	Pob.21 C5 HC 84-S5 x Ac.7843-16-S5-F3	7.36	134.6
	SC 03	Pob.21 C5 HC229-S7 x Ac.7843-16-S5-F3	7.20	131.6
	SC 11	Pob.21 C5 HC219-S7 x Ac.7929-38-S4-F3	7.06	129.1
	Testigo 1	HE 1023	5.47	
	Testigo 2	ICA V1560	4.96	
Poza Rica, México	SC 09	Pob.21 C5 HC219-S7 x Pob.22 TSR(S2)-S5-F3	7.35	138.4
	SC 11	Pob.21 C5 HC219-S7 x Ac.7929-38-S4-F3	7.02	132.2
	SC 15	Pob.21 C5 HC219-S7 x Ac.7929-38-S4-F3	6.73	126.7
	Testigo 1	B-833	5.31	
	Testigo 2	SC (Pool 24 X Pob.21)	4.84	

Cuadro 5. Cruzas con alto rendimiento de SC 9008 en diferentes localidades.

Localidad y País	Código de Híbridos	Genealogía	Rend. (t/ha)	% sobre mejor testigo
Cuyuta, Guatemala	SC 57	P.24 C20 MH 94-S5 x Ac.7929-38-S4-F3	6.10	133.8
	SC 48	P.23 C20 MH268-S5 x Ac.7929-38-S4-F3	5.89	129.2
	SC 38	Pob.25 CO HC31-S6 x Ac.7929-38-S4-F3	5.85	128.3
	Testigo 1	GB35 x GB41	4.56	
	Testigo 2	GB43 x GB45	4.55	
Las Vegas, Guatemala	SC 48	P.23 C20 MH268-S5 x Ac.7929-38-S4-F3	5.32	145.0
	SC 58	P.24 C20 MH 94-S5 x Ac.7843-16-S5-F3	5.00	136.2
	SC 56	P.24 C20 MH 94-S5 x Pob.25 CO HC31-S6-F3	4.54	123.7
	Testigo 1	Testigo local 1	3.67	
	Testigo 2	Testigo local 2	3.63	
San Andrés, El Salvador	SC 51	P.24 TSR-24-S4 x Pob.25 CO HC31-S6-F3	5.18	105.7
	SC 57	P.24 C20 MH94-S5 x Ac.7929-38-S4-F3	5.08	103.7
	SC 38	Pob.25 CO HC31-S6 x Ac.7929-38-S4-F3	5.05	103.1
	Testigo 1	S28 x 6-283	4.90	
EEEJN, Costa Rica	SC 57	P. 24 C20 MH 94-S5 x Ac.7929-38-S4-F3	6.29	156.5
	SC 36	Pob.25 CO HC112-S6 x Ac.7843-16-S5-F3	5.93	147.5
	SC 58	P. 24 C20 MH 94-S5 x Ac.7843-16-S5-F3	5.52	137.3
	Testigo 1	Los Diamantes 8043	2.35	
	Testigo 2	EJN 2	4.02	
Palmira, Colombia	SC 48	P.23 C20 MH268-S5 x Ac.7929-38-S4-F3	8.45	110.6
	SC 45	Ac.7643-15-S6 x Pob.22 TSR (S)-S5-F3	7.36	96.3
	SC 57	P.24 C20 MH 94-S5 x Ac.7929-38-S4-F3	7.31	95.7
	Testigo 1	H 13	6.07	
	Testigo 2	H 12	7.64	
Turipana, Colombia	SC 57	P.24 C20 MH 94-S5 x Ac.7929-38-S4-F3	6.66	118.7
	SC 58	P.24 C20 MH 94-S5 x Ac.7843-16-S5-F3	6.34	113.0
	SC 49	P.23 C20 MH268-S5 x Ac.7843-16-S5-F3	6.16	109.8
	Testigo 1	ICA V1560	5.61	
	Testigo 2	HE 1023	5.31	
Poza Rica, México	SC 45	Ac.7643-15-S6 x Pob.22 TSR(S2)-S5-F3	6.79	112.8
	SC 33	Pob.25 CO HC112-S6 x Pob.32 C6(S1)MH88-S2-	6.12	101.7
	SC 44	Ac.7643-15-S6 x Pob.32 C6(S1)MH88-S2-F3	6.00	99.7
	Testigo 1	B-833	6.02	
	Testigo 2	SC(Pool 24 x Pob.21)	5.18	

Cuadro 6. Cruzas con alto rendimiento de SC 9009 en diferentes localidades.

Localidad y País	Código de Híbridos	Genealogía	Rend. (t/ha)	% sobre mejor testigo
Cuyuta, Guatemala	SC 74	P. 26 C19 MH 17-S5 x Pob.27 C5 HC15-S4-F3	5.86	136.3
	SC 61	Pob.24 C5 HC227-S6 x Pob.27 C5 HC15-S4-F3	5.37	124.9
	SC 65	Pob.27 C5 HC217-S5 x Pob.27 C5 HC15-S4-F3	5.35	124.4
	Testigo 1	HA 46	4.30	
	Testigo 2	A 6	3.69	
Santa Cruz, El Salvador	SC 62	Pob.24 C5 HC227-S5 x Pob.27 C5 HC15-S4-F3	6.26	138.2
	SC 61	Pob.24 C5 HC227-S6 x Pob.27 C5 HC15-S4-F3	5.75	126.9
	SC 65	Pob.27 C5 HC217-S5 x Pob.27 C5 HC15-S4-F3	5.54	122.3
	Testigo 1	H-104	4.53	
	Testigo 2	H-107	3.24	
Las Acacias Honduras	SC 61	Pob.24 C5 HC227-S6 x Pob.27 C5 HC15-S4-F3	5.53	101.1
	SC 69	Pob.28 TSR(S2)-21-S4 x Pob.27 C5 HC15-S4-F3	5.43	99.3
	Testigo 1	H-29	5.47	
	Testigo 2	B-102	4.03	
	La Honda, Panamá	SC 77	Pob.24 C5 HC 34-S3 x Pob.27 C5 HC71-S4	7.37
SC 82		Pob.27 C5 HC117-S4 x Sta. Rosa 8079-S3	7.13	113.4
SC 80		Pob.24 C5 HC 34-S3 x Sta. Rosa 8079-S3	7.08	112.6
Testigo 1		X-304 C	5.98	
Testigo 2		X-3214	6.29	
Parita, Panamá	SC 80	Pob.24 C5 HC 34-S3 x Sta. Rosa 8079-S3	8.05	125.2
	SC 77	Pob.24 C5 HC 34-S3 x Pob.27 C5 HC71-S4	7.08	110.1
	SC 82	Pob.27 C5 HC117-S4 x Sta. Rosa 8079-S3	6.82	106.1
	Testigo 1	Testigo local -1	5.88	
	Testigo 2	Testigo local -2	6.43	
Palmira, Colombia	SC 82	Pob.27 C5 HC117-S4 x Sta. Rosa 8079-S3	7.83	112.5
	SC 74	P.26 C19 MH17-S5 x Pob.27 C5 HC15-S4-F3	7.67	110.2
	SC 83	Pob.27 C5 HC117-S4 x Ac. 8078-S	7.52	108.0
	Testigo 1	CIMCALI 11	6.65	
	Testigo 2	CIMCALI 12	6.96	
Turipana, Colombia	SC 76	Pob.24 C5 HC34-S3 x Pob.27 C5 HC 71-S3	5.65	121.5
	SC 78	Pob.24 C5 HC34-S3 x Pob.27 C5 HC117-S3	5.65	121.5
	SC 80	Pob.24 C5 HC34-S3 x Sta. Rosa 8079-S3	5.50	118.3
	Testigo 1	IC V 156	4.65	
	Testigo 2	HE 1023	3.73	
Poza Rica, México	SC 80	Pob.24 C5 HC34-S3 x Sta. Rosa 8079-S3	6.70	108.6
	SC 62	Pob.24 C5 HC227-S5 x Pob.27 C5 HC15-S4-F3	6.29	101.9
	Testigo 1	SC (Pob.24-S3 x Pob.36-S3)	6.17	
	Testigo 2	TWC (Pob.24 x Pob.24) x Pob.27	6.09	

AGRONOMIA Y FISILOGIA PRACTICAS CULTURALES

Efectos del Nitrógeno y la Densidad de Plantas Sobre los Componentes del Rendimiento en Maíz (*Zea mays L.*)

Margarita Cuadra ¹

RESUMEN

Con el objetivo de conocer la variación de los diferentes componentes del rendimiento de maíz (*Zea mays L.*) bajo los efectos del nitrógeno y la densidad de plantas se realizó Análisis de Correlación a los resultados de cuatro experimentos con nitrógeno realizados 1989 y un experimento con variedades y densidades llevado a cabo en 1991. Los experimentos estuvieron ubicados en dos localidades: La Compañía, Carazo y en Las Mercedes, Managua. De los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que el nitrógeno fue un factor limitante del rendimiento a través de la reducción en algunos de sus componentes (peso de grano, número de granos por mazorca y diámetro del tallo). Asimismo, la densidad inicial de plantas es un factor clave que se traduce en un menor número de mazorcas por hectárea. Por otro lado, existieron otros factores ambientales como enfermedades, los cuales contribuyeron a disminuir sensiblemente el número de mazorcas por hectárea y el rendimiento de grano.

Palabras claves: maíz, *Zea mays L.*, rendimiento, componentes del rendimiento, nitrógeno, densidades.

INTRODUCCION

Las plantas de un cultivo de maíz progresan a través de una serie de estados de desarrollo o estados fenológicos bien definidos: desde la germinación, iniciación floral, pasando por la floración y la madurez fisiológica. La duración de los diferentes períodos fenológicos es principalmente una función del genotipo, temperatura y fotoperíodo (Fischer & Palmer, 1984).

Al final, el rendimiento de grano puede ser dividido en tres componentes principales: densidad de población de mazorcas (número de mazorcas por unidad de área), tamaño de la mazorca o longitud (número de grano por mazorca) y el tamaño del grano (peso individual del grano) (Hay & Walker, 1989).

Evans (1977) menciona que existe una considerable variación entre estos tres componentes, pero generalmente a medida que un componente aumenta o disminuye, uno o ambos de los otros componentes actuaban compensatoriamente sin afectar el rendimiento final del grano.

Por otro lado, Stoskopt (1985) menciona que las variaciones en el rendimiento no están determinadas por los componentes del rendimiento, sino por la cantidad de fotosintato disponible para la distribución y cómo éste es particionado hacia las diferentes partes de la planta.

Estos tres componentes pueden verse afectados por diferentes factores tales como: densidad de población usada (competencia entre plantas), fecha de siembra, fertilización (nitrogenada especialmente) y el uso del riego (Hay & Walker, 1989).

El crecimiento, desarrollo y rendimiento puede verse adversamente afectado por un exceso o deficiencia de macronutrientes (Russell, 1973; Hay, 1981) siendo el más importante de ellos el nitrógeno. Cualquier deficiencia de este elemento tiene influencias profundas sobre el crecimiento del cultivo, pudiéndose perder el grano totalmente en casos extremos (Hay & Walker, 1989).

En el campo del agricultor nicaragüense existe en la actualidad una baja densidad de plantas a la cosecha causada entre otros factores por una baja dosis inicial de siembra, mortalidad de plántulas y predación, estreses ambientales, plagas y enfermedades. El aumento en la densidad de plantas está asociado con cambios en el desarrollo de los cereales y de los componentes del rendimiento de grano, los cuales tienden a compensarse mutuamente (Hay & Walker, 1989).

En Nicaragua, existe poca información acerca de la variación de los diferentes componentes del rendimiento en el cultivo del maíz. Este trabajo tiene como objetivo analizar la relación entre los diferentes componentes del rendimiento y el rendimiento así como su variación bajo la influencia de factores tales como la fertilización nitrogenada y la densidad de siembra utilizada.

MATERIALES Y METODOS

Experimentos con nitrógeno

Estos fueron en total cuatro experimentos realizados durante el año de 1989 en dos localidades distintas: La Compañía, Carazo y Las Mercedes, Managua. Los ensayos consistieron en tres factores.

- A: Dosis de nitrógeno
- B: Fraccionamiento del N
- C: Tiempo de aplicación del N

¹ Ing.Agr. Profesor-investigador Universidad Nacional Agraria (UNA). Escuela de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía. Apdo.453.

La variedad sembrada fue NB-12, a una densidad constante de 50 mil plantas/ha aproximadamente. El manejo agronómico fue el mismo para todos los cuatro experimentos.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento de grano, diámetro del tallo, longitud de la mazorca, número de granos por mazorca, mazorcas por hectárea y peso de grano.

Experimento con variedades y densidades

El experimento fue realizado en la Estación Experimental La Compañía, Carazo durante la época de Primera de 1991. El ensayo fue un bifactorial en BCA, los factores fueron:

A: Variedades

B: Densidades

Las variables tomadas fueron: rendimiento, diámetro del tallo, longitud de mazorca, número de granos por mazorca, número de mazorcas por planta, número de plantas por hectárea, peso del grano, número de mazorcas por hectáreas y peso de la mazorca.

La aplicación de fertilizante fue realizada según lo recomendado por MIDINRA (1985).

En ambos tipos de experimentos, se realizó el análisis de correlación de los parámetros evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSION

Correlación entre diferentes componentes del rendimiento de maíz bajo los efectos de la fertilización nitrogenada.

La cantidad y tiempo de aplicación del fertilización nitrogenado tiene influencia sobre el desarrollo de las plantas de maíz y por ende, sobre los componentes del rendimiento de grano (Hay & Walker, 1989).

El análisis de correlación realizado para el rendimiento y sus componentes a través de los cuatro experimentos (Tabla 1) nos muestra que el rendimiento tiene una correlación positiva y altamente significativa con los componentes del rendimiento a excepción del número de mazorcas/ha.

En estos experimentos, la densidad usada fue constante (45-50 mil plantas/ha) y el número promedio de mazorcas/ha estuvo alrededor de las 40 mil mazorcas/ha.

Es importante notar el hecho de la correlación positiva rendimiento* diámetro del tallo ($r=0.25$). Las aplicaciones de N produjeron tallos más altos y más delegado (16 mm en promedio), lo cual conlleva a pérdidas por acame.

Estreses ambientales durante la floración y fecundación

(en este caso un inadecuado suministro de N) resulta en un menor número de granos/mazorca (375 en promedio); esta reducción en el número de granos/mazorca explica la correlación positiva encontrada entre el rendimiento y el número de granos/mazorcas ($r=0.60$) y entre el rendimiento y la longitud de mazorca ($r=0.86$).

Finalmente, otra limitante al rendimiento de grano, fue el peso individual de grano (menor a 0.250 g). Se sugiere que el principal factor limitante para el rendimiento estuvo concentrado en la aplicación del fertilizante nitrogenado, el cual no estuvo disponible durante el período de máxima acumulación de biomasa de parte del cultivo, limitando, de esta manera la traslocación de nutrientes al grano en desarrollo.

Correlación entre los componentes del rendimiento de maíz bajo los efectos de diferentes densidades de siembra.

Los resultados del análisis de correlación realizado a los diferentes parámetros se presentan en la Tabla 2.

Estos resultados nos muestran una correlación positiva y altamente significativa entre el rendimiento de grano y el número de plantas/ha ($r=0.68$), con el número de mazorcas/planta ($r=0.74$), siendo el número de mazorcas/ha el parámetro que más se correlaciona con el rendimiento ($r=0.92$).

Estos resultados preliminares demuestran que una de las limitantes del rendimiento de grano fue la baja densidad de plantas (menor a 30 mil plantas/ha). Esto se debió a problemas durante la fase de establecimiento del cultivo, debido al ataque de pájaros posterior a la emergencia de las plántulas.

El ataque causado por un mildew (probablemente *Sclerophthora* sp. conocido como Cabeza loca) hizo que se produjera una marcada disminución de la fertilidad de las plantas del cultivo, reduciéndose el número de mazorcas/planta (0.69 en promedio). Este fue otro factor limitante del rendimiento de grano.

Como resultante de estos dos factores antes mencionados se obtuvo un bajo número de mazorcas/ha (20 mil mazorcas/ha en promedio), el cual fue el factor que finalmente tuvo mayor influencia y mayor correlación con el rendimiento ($r=0.92$). Bolaños y Barreto (1991) en análisis de 34 experimentos regionales mencionan que las localidades con bajos rendimientos eran aquellas que tenían un correspondiente bajo número de mazorcas/ha .

Como compensación al bajo número de plantas/ha, mazorcas/plantas y mazorcas/ha, se produjo un incremento en otros componentes del rendimiento, como son el número de granos/mazorca (462 granos/mazorca en promedio) y el peso individual del grano (0.300 g/grano en promedio) como parte del mecanismo

compensatorio entre los componentes del rendimiento mencionado ya anteriormente por Evans (1977) en los cereales.

CONCLUSIONES

A la luz del análisis de los componentes del rendimiento bajo diferentes condiciones podemos concluir lo siguiente:

1. El nitrógeno, así como su tiempo de aplicación es un factor limitante del rendimiento a través de la reducción en el diámetro del tallo, número de granos/mazorca y en el peso individual del grano. Esto confirma la importancia de la fertilización nitrogenada y su aplicación en el período de mayor demanda por el cultivo.
2. La densidad inicial de plantas es otro factor de importancia clave ya que limita los rendimientos potenciales de grano, traduciéndose en un menor número de mazorcas/ha, siendo éste el componente del rendimiento que afecta en mayor grado el rendimiento de grano en maíz.
3. A la vez, existen otros factores ambientales tales como enfermedades, los cuales contribuyeron a disminuir sensiblemente el número de mazorcas/planta y el rendimiento del grano.

RECOMENDACIONES

Siendo el nitrógeno y su tiempo de aplicación, así como la población de plantas por hectáreas factores determinantes de los bajos rendimientos en el cultivo del maíz se recomienda:

1. Hacer énfasis en el campo del agricultor en que la incorrecta fertilización del cultivo, así como las bajas dosis de siembra conllevarán necesariamente a pobres rendimientos de grano en el maíz.
2. Realizar experimentos con ambos factores, ya sea solos o en combinación para determinar la dosis óptima de nitrógeno y de siembra para este cultivo.

REFERENCIAS

- Evans, S.A. 1977. The influence of plant density and distribution and applied nitrogen on the growth and yield of winter wheat and spring barley. *Experimental Husbandry*. 33:120-6.
- Bolaños, J. A. & H. Barreto. 1991. Análisis de los componentes de rendimiento de los ensayos regionales de maíz de 1990.
- Fischer, K.S. & A.F. Palmer. 1984. *Tropical Maize*. En: P.R. Goldsworthy & N. M. Fischer (Eds). *The Physiology of Tropical Crops*. John Wiley and Sons, New York.
- Hay, R.K.M. 1981. *Chemistry for Agriculture and Ecology*. Blackwell Scientific Publications.
- Hay, R. & A. Walker. 1989. *An introduction to the physiology of crop yield*. Longman Scientific & Technical. United Kingdom. 292 p.
- MIDINRA. 1985. *Guía tecnológica para la producción de maíz en seco*. Nicaragua. Dirección General de Agricultura. 35 p.
- Russell, E. W. 1973. *Soil Conditions and Plant Growth*. 10 th edn. Longman.
- Stoskopf, N.C. 1985. *Cereal Grain Crops*. Reston Publishing Company, Inc. Reston, Virginia 516 p.

Tabla 1. Correlaciones (r) entre los datos de rendimiento de maíz y sus componentes bajo la influencia de la fertilización nitrogenada en cuatro ensayos durante 1989.

	Rendimiento	Diámetro de tallo	Longitud de mazorca	Granos por mazorca	Mazorcas por hectáreas
Peso de grano	0.34***	0.07	0.41***	0.35***	0.04
Mazorcas/ha	0.01	0.07	0.036	0.066	
Granos/mazorca	0.60***	0.29***	0.78		
Longitud mazorca	0.86***	0.27***			
Diámetro tallo	0.25***				

*, ** y *** = significativo (P<0.05, 0.01 y 0.001 respectivamente)

Tabla 2. Correlaciones (r) entre los datos de rendimiento de maíz y sus componentes bajo los efectos de la densidad de plantas en ensayo realizado durante 1991.

	REND	DTALLO	LONMAZ	GRAMAZ	MAZPL	PLAHA	PGRANO	MAZHA
PEMAZ	0.33*	0.12	0.63***	0.84***	0.28	-0.05	0.63***	0.08
MAZHA	0.92***	-0.53***	0.20	-0.04	0.75***	0.75***	0.29*	
PGRANO	0.37*	-0.11**	0.44**	0.12	0.38**	0.13		
PLAHA	0.68***	-0.4 **	0.05	-0.10	0.21			
MAZPL	0.74***	-0.43**	0.34*	0.12				
GRAMAZ	0.20	0.20	0.53***					
LONMAZ	0.38**	0.14						
DTALLO	-0.46							

*, ** y *** = significativo (P<0.05, 0.01 y 0.001 respectivamente).

REND = Rendimiento

DTALLO = diámetro del tallo

LONMAZ = longitud de mazorca

GRAMAZ = granos por mazorca

MAZPL = mazorca por planta

PLAHA = plantas por hectáreas

PGRANO= peso del grano

MAZHA = mazorcas por hectáreas

PEMAZ = peso de mazorca

Influencia de la Ecología, Cultivos Antecedentes y Control de Malezas sobre la cenosis en el Maíz.

Denis Salazar¹ Jurgen Pohlen² Helmut²

RESUMEN

En postrera 1987 se establecieron ensayos permanentes para seis años en Managua y Campos Azules (Masatepe) con el objetivo de estudiar el efecto de rotación de cultivos y del control de malezas sobre la dinámica de la cenosis y el rendimiento de granos básicos. En el trabajo se analiza el efecto de los cultivos precedentes frijol, soya y sorgo sembrados en postrera, sobre el cultivo del maíz, sembrado en primera en el período inicial de 1987 a 1989. Los tratamientos del control de malezas fueron: control químico (pre-emergente); control por período crítico (5ª/6ª hoja) y control tradicional (3 X azadón). Los resultados de los primeros dos años mostraron un efecto predominante de los factores ambientales específicos de cada lugar y del control de malezas sobre los criterios abundancia, dominancia y diversidad de la cenosis. Los cultivos antecedentes al maíz todavía no reflejaron una tendencia significativa.

INTRODUCCION

Las regiones maiceras en Nicaragua se encuentran en la Región del Pacífico y en la parte central del país. El maíz se establece en monocultivo, así como es rotado con sorgo o frijol. Las secuencias anteriores de cultivos y las mismas prácticas agronómicas, años con año, han permitido pocos cambios en la flora adventicia. Según el grado de mecanización se diferencian tres sistemas de producción, los cuales dependen de la dimensión del área de siembra y del status social del productor (2,5;7;8). Entre estos sistemas de producción tenemos el sistema manual, que utiliza espeque y machete; el sistema tradicional con arado de bueyes y azadón en pequeñas y medianas.

Empresas y el sistema moderno o mecanizado que hace uso de tractores y agroquímicos. Este último sistema se encuentra predominantemente en grandes empresas estatales y privadas.

Según BECK (1), se constataron 177 especies adventicias en zonas maiceras de Nicaragua. Estas se encuentran entre 0 y 1000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). La presencia predominante de especies de malezas fue influenciada tanto por la altura sobre el nivel de mar como por el sistema de producción.

El control de malezas en el maíz se efectúa con machete en el sistema manual; en el sistema tradicional

con azadón o con arado de bueyes, cuando el maíz se encuentra en el estado fenológico de 4-5 ó 5-6 hojas. En el sistema modernos las malezas se combaten químicamente (3;4;5;6). Los herbicidas empleados en pre-emergencia son: Atrazina (Gesaprim), Pendimethalin (Prowl), Alachlor (Lasso) ó las mezclas Gesaprim/Lasso o Gesaprim/Prowl. En post-emergencia se emplea el 2, 4-D.

Sin embargo, no existen estudios sólidos acerca de la influencia de los factores abióticos, los cultivos precedentes al maíz ni del control de malezas en el cultivo sobre el comportamiento de la abundancia, biomasa y diversidad de las malas hierbas en la época de primera (mayo-julio). Por tanto, ante esa carencia, analizaremos estas interrogantes en un período de 2 años en dos localidades de Nicaragua.

MATERIALES Y METODOS

En postrera de 1987 (agosto-diciembre) se estableció un experimento en un diseño de parcelas divididas con 4 réplicas en dos localidades. El objetivo fue estudiar el efecto de la rotación de cultivos y control de malezas sobre la dinámica de éstas y el rendimiento de los cultivos. En la Tabla 1 presentamos la posición geográfica y los factores abióticos de cada localidad.

¹ EPV - UNA Apdo Posta 453, Managua, Nicaragua

² Instituto de Agricultura Tropical, Universidad de Leipzig, Fichtestr.28, 0-7030 Leipzig, Alemania.

Tabla 1. Posición geográfica y factores abióticos en Campos Azules y Managua.

Factores abióticos	Campos Azules (Masatepe)	Managua
m.s.n.m	480	220
Latitud norte	11° 54'	12° 06'
Longitud oeste	86° 09'	86° 06'
Precipitación anual	1458 mm	1104 mm
Temperatura anual	24, 4°C	27,0°C
P.H.	5.7	6,0
Fertilidad del suelo	baja	bueno

En la parcela principal (5,0 x 14,4 m²), se ubicaron las rotaciones de cultivos en la época lluviosa con 4 niveles en Campos Azules y 5 en Managua (Tabla 2).

Tabla 2. Rotación de cultivos en ambas localidades

Rotaciones		Campos Azules	Managua
Primera	Postrera		
Sorgo -	Sorgo -	-	X
Maíz -	Sorgo -	X	X
Maíz -	Soya -	X	X
Maíz -	Frijol -	X	-
Pepino -	Soya -	X	X
Pepino -	Sorgo -	-	X

* Existe en esa localidad

En la sub-parcela (5,0 X 4,8 m²) se aplicaron los diferentes métodos de control. Los métodos estudiados en maíz fueron los siguientes:

- b₁ Control químico: Alachlor 1,0 l/ha en pre-emergencia (1988) Metolachlor 1,25 l/ha en pre-emergencia (1989)
- b₂ Período crítico: Azadón en el estado fenológico de 5-6 hojas
- b₃ Control tradicional: Limpias con azadón hasta el cierre de calle

La preparación del suelo en cada localidad se realizó según los medios existentes. La variedad utilizada (NB-100), la cantidad de semilla y la distancia entre hilera (0.4m) y golpe (0.2m) fue igual en ambas localidades, mientras que la fertilización dependió del análisis de suelo. En 1988 y 1989 en Masatepe la densidad poblacional del cultivo fue 14.5 y 7.7. pt/m² respectivamente. En Managua se registro una población de 9,5 y 3,9 pt/m² en cada año.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efectos Sobre la Abundancia de Malezas

No existió ninguna tendencia bien clara en el comportamiento de la abundancia entre ambas localidades. Los factores ambientales que incidieron enormemente en ese comportamiento fueron la instalación del período lluvioso y distribución de la precipitación en cada localidad durante la época de primera. Factores bióticos como: la diversidad poblacional del cultivo y las especies de malezas dominantes en cada localidad entre éstas y en cada año fueron diferentes; por otro lado la efectividad de los controles estudiados también fueron disimiles en cada lugar. El efecto conjunto de estos elementos tuvo como consecuencia un comportamiento diferente en la abundancia de malezas en cada año entre ambas localidades.

Al analizar el comportamiento de la abundancia, en cada localidad, se constató que en Masatepe en 1988 las especies dicotiledóneas presentaron mayor abundancia (Fig.1), de las cuales *Melampodium divaricatum* por su rápido crecimiento (1) y su hábito de crecimiento, alcanzó la mayor abundancia al momento de cosecha (35,4 pt/m²). En 1989 esta misma especie redujo su abundancia (7.5 pt/m²). La razón de esta reducción se debió a la baja densidad poblacional del cultivo (7.7 pt/m²), proporcionando mejores condiciones para especies de hábito de crecimiento rastrero como *Richardia scabra*, la cual alcanzó una mayor abundancia al momento de cosecha (14,5 pt/m²) en ese año. También especies gramíneas como *Digitaria sanguinalis*, *Sorghum halepense*, *Setaria geniculata* y *Anthephora hermaphrodita* incrementaron sus poblaciones. Esto dio origen a una fuerte competencia entre las especies dicotiledóneas y monotiledóneas principalmente por espacio.

En 1988 en Managua, la abundancia de las malezas entre ambos complejos no fue muy diferenciada. En 1989, en cambio se registró un mayor número de individuos en las especies monocotiledóneas (Fig.1), principalmente *Cenchrus brownii* y *Panicum laxum* dado que éstas no fueron controladas por el herbicida aplicado.

En Masatepe se presentó una menor abundancia de malezas en ambos años, cuando al cultivo de sorgo precedía al maíz. Esto se atribuye a que fue muy estrecha la distancia entre hileras en el sorgo (0.30 m) y a su capacidad competitiva, lo que pudo causar poca

producción de semillas adventicias. La abundancia adventicia al momento de cosecha, con frijol y soya como cultivos antecedentes al maíz, fue muy similar en ambos años. Sin embargo, con soya como cultivo precedente del maíz se presentó una mayor abundancia (Fig. 1). La razón de este comportamiento pudo deberse a una mayor distancia entre hileras en soya (frijol-0.40 m, soya-0.60 m), lo que incrementó la producción de semillas de las malezas. En Managua, los cultivos precedentes al maíz no reflejaron una tendencia clara. La causa principal de este comportamiento es la estructura de la cenosis.

Al realizar limpieas periódicas, hasta el cierre de calle del cultivo, se redujeron las poblaciones adventicias en ambas localidades (Fig.1). En Masatepe, la limpia con azadón en el estado fenológico de cinco a seis hojas mostró en ambos años una mayor abundancia al momento de cosecha. Esto se explica porque hubo una nueva generación adventicia producto de la remoción del suelo; a su vez un crecimiento lento del cultivo a consecuencia de las propiedades edáficas desfavorables en esa localidad.

En 1988, en Managua con la limpia en el período crítico del cultivo y el control químico, dio lugar a que las poblaciones de malezas fueran similares. En 1989, por el contrario, las poblaciones alcanzadas en estos controles fueron diferentes, principalmente por un control deficiente del herbicida Metalochlor sobre especies monocotiledóneas como: *Panicum laxum* y *Cenchrus brownii*. Estas especies incrementaron sus poblaciones durante el período de cultivo.

En los dos controles, antes mencionados influyeron otros factores que incidieron en el incremento de la abundancia de las monocotiledóneas tales como: una inadecuada distribución de las precipitaciones y baja densidad poblacional del cultivo (3.9 pt/m²).

Efectos sobre la Biomasa de Malezas

Al comparar la materia seca acumulada de las malezas entre ambas localidades, se mostró una estrecha relación con la abundancia y capacidad de formación de materia seca de las especies predominantes en cada año. De tal forma que en 1989 en Masatepe ocurrió una reducción de materia seca del 63,3 % en relación a la que fue acumulada en 1988. Sin embargo, en Managua se determinó un incremento de 722,0 % (Fig.2).

Con el sorgo como antecesor al cultivo del maíz, en 1988 en Masatepe se determinó una mayor materia seca acumulada por las adventicias (Fig. 2). Esta acumulación fue consecuencia de la gran capacidad de formación de biomasa de *Melampodium divaricatum*, así como la de una reducida competencia entre esta especie y *Richardia scabra*, puesto que en 1989 se registró una reducción de 97.4%, en relación al año anterior. Esto fue el producto de un incremento competitivo entre ambas especies y la baja capacidad de *Richardia scabra* para acumular materia seca. Un fenómeno inverso ocurrió en 1989 en Managua. En el año antes referido hubo un

aumento de materia seca de 794.8%. Esto fue el resultado del acrecentamiento de **Panicum laxum** y **Cenchrus brownii** y la habilidad de formación de biomasa en ambas especies. Estos resultados demuestran que el parámetro más adecuado para estimar el grado de competencia entre las malezas y los cultivos, es la materia seca acumulada por las adventicias.

En 1989, en Masatepe con la soya como antecesor del maíz, se constató al comparar la biomasa acumulada por las adventicias, un incremento del 4,9% en relación al año anterior. Este aumento se debió a que **Melampodium divaricatum** y **Cynodon dactylon** fueron sustituidos por **Sorghum halepense**, **Digitaria sanguinalis**, **Setaria geniculata** y **Cenchrus brownii**, que tienen gran capacidad de formar biomasa (Fig.2). En Managua existió un incremento de 652.2% por el aumento de las poblaciones de **Panicum laxum**, **Cenchrus brownii** y por la gran competencia de ambas especies.

En Masatepe al realizar un control mecánico en el estado fenológico de 5 a 6 hojas del maíz, se constató una mayor dominancia adventicia en ambos años (Fig.2). Esto fue el resultado de una nueva generación adventicia y la integración de especies gramíneas a la cenosis después de realizar el control así como un lento crecimiento del cultivo dando paso a que las especies alcanzaran un completo desarrollo. En Managua no se pudo observar este mismo comportamiento en esta variante, principalmente, porque el control químico permitió que **Panicum laxum** y **Cenchrus brownii** incrementaran sus poblaciones, las que formaron un 80% de biomasa total en esa variante.

Con las limpiezas mecánicas, hasta el cierre de calle del cultivo, se registró la menor biomasa de malezas. Esto se explica por la reducida abundancia al momento de cosecha y porque las adventicias no alcanzaron su completo desarrollo.

Efectos Sobre la Diversidad

El número de especies de un ecosistema (diversidad) refleja la influencia de factores bióticos y abióticos. Estos resultados demuestran que en Masatepe la diversidad adventicia es más estable que en Managua (Tabla 3). Tal consecuencia fue debida a un lento crecimiento del maíz producto de condiciones edáficas desfavorables para el cultivo en esa localidad. Otros factores que se tienen que tomar en cuenta son: el potencial de semilla en el suelo y la efectividad de los controles de malezas en el frijol. Fundamentamos que estas afirmaciones se basan en que con el frijol como cultivo antecedente al maíz se determinó el mayor número de especies adventicias (Tabla 3).

Un efecto de sorgo y soya, como cultivos antecedentes al maíz sobre la diversidad de malezas se observó únicamente en Managua a consecuencia de mejores condiciones para el crecimiento de estos cultivos y de una mejor efectividad de los controles de malezas (Tabla 3).

El control tradicional en ambas localidades presentó una menor diversidad, producto de las frecuentes limpiezas. Tanto el control realizado en el período crítico del maíz, como el control químico en Masatepe, mostraron una tendencia de incrementar la diversidad, dado que la reducida población del cultivo en 1989 permitió que se presentaran **sorghum halepense**, **Eleusine indica**, **Setaria geniculata**, **Digitaria sanguinalis** y **Baltimora recta**. (Tabla 3). Tal incremento en la diversidad no se pudo observar en Managua, porque **Cenchrus brownii** y **Panicum laxum** no lo permitieron por su habilidad competitiva y el estado de desarrollo que alcanzaron esas especies.

BIBLIOGRAFIA

- BECK; J. (1985): Die Segetalflora im Maisanbau Nicaraguas, Untersuchungen über Vorkommen, Bekämpfung und Interferenz mit der Kulturpflanze. Pflanzenproduktion und Landschaftskologie der Universität Hohenheim. Diss A.
- BND. (1983): Propuestas de financiamiento, crédito rural. Banco Nacional de Desarrollo, Managua, Nicaragua. 40 pp.
- CATIE, (1979): Descripción de una alternativa para el mejoramiento del sistema maíz-frijol en revelo practicado por pequeños agricultores de la comunidad agrícola de Samulali, Nicaragua. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 43pp.
- COREA; M. (1983): Malezas en Maíz (*Zea mays*) y su manejo. En: Técnicas para la producción de maíz. MIDINRA, Managua, Nicaragua. 214 pp.
- MIDINRA; (1982): Cultivos de Maíz. Guía No. 1. Managua, Nicaragua 48 pp.
- ORTIZ; L.R. (1983); Preparación de suelos con implementos agrícolas de tracción animal. En: Técnicas para la producción de maíz. MIDINRA, Managua, Nicaragua, 214 pp.
- SANDOVAL; U, García, J.; SANCHEZ, M (1983): Maquinaria y equipos de labranza y preparación de suelos. En: Técnicas para la producción de maíz. MIDINRA, Managua, Nicaragua. 214 pp.
- TIENHOVEN, V.N.; LAGEMANN, J (1981): Production in Jinotega, Nicaragua. Physico-biological and socio-economic conditions. Preliminary study. CATIE/DGTA/GTZ; Turrialba, Costa Rica. 81 pp.

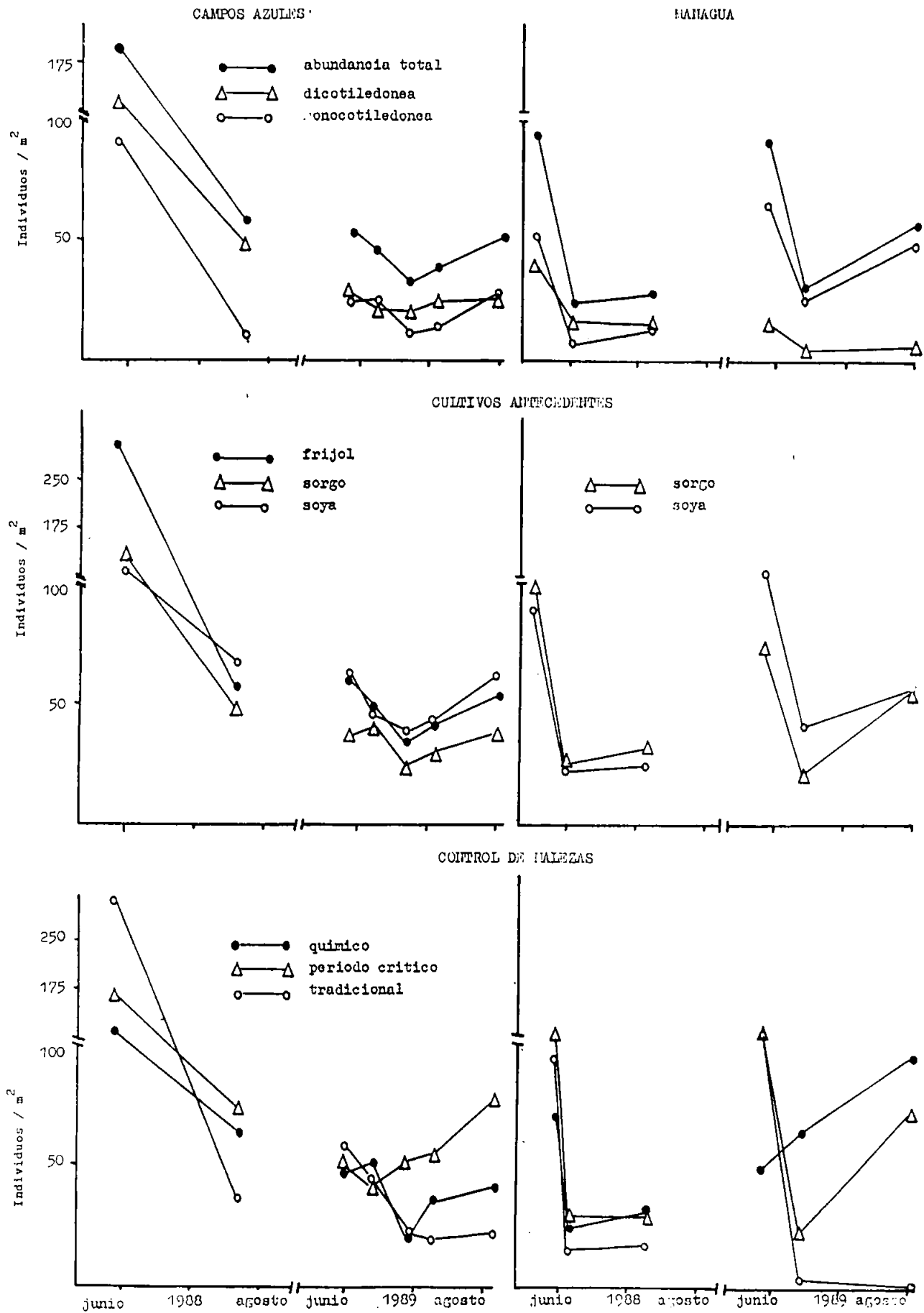


Figura 1: Influencia de la ecología, de cultivos antecedentes y del control de malezas sobre la abundancia

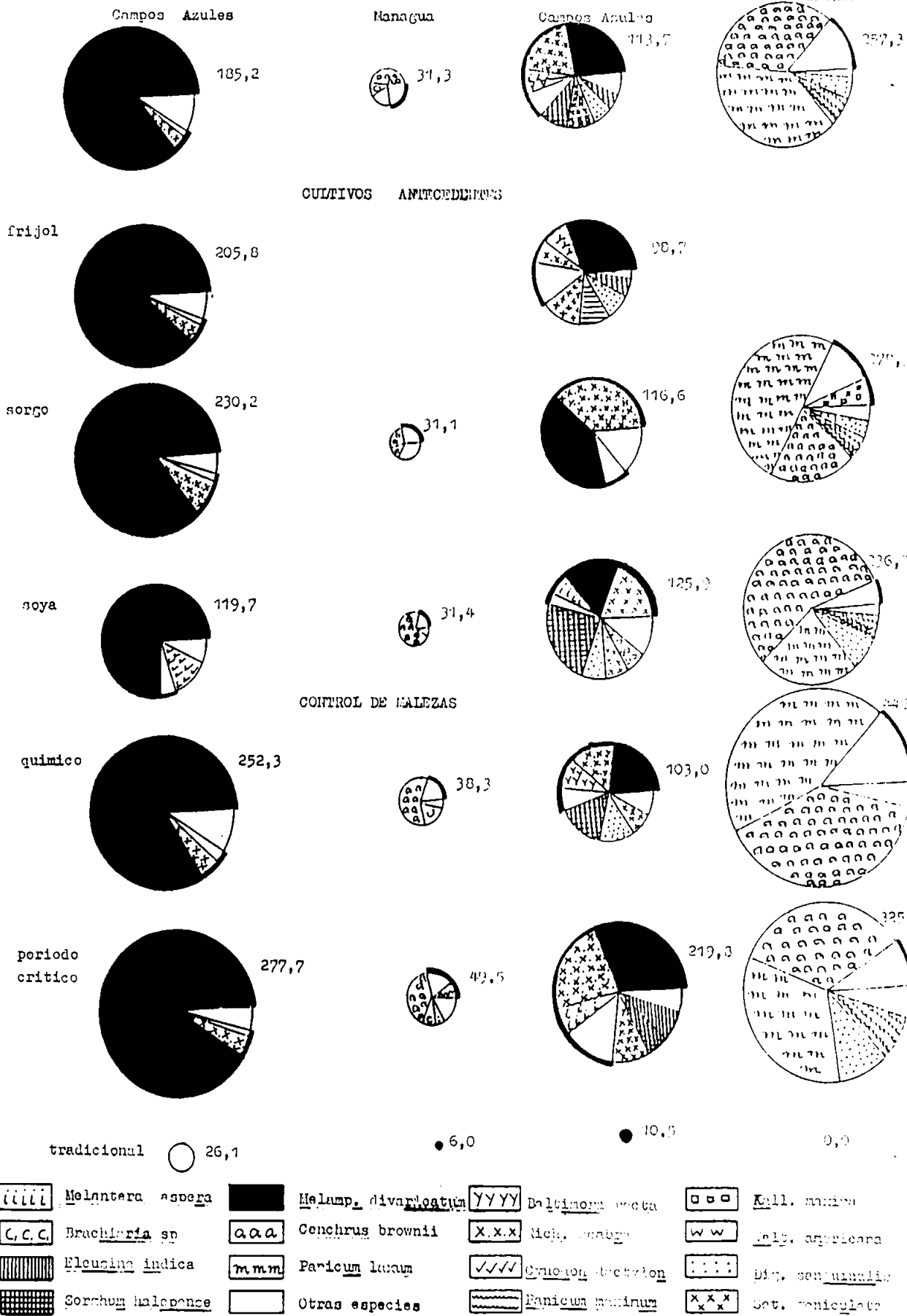


Figura 2: Influencia de la ecología, de cultivos antecedentes y del control de malezas sobre la biomasa seca (g/m²) de las adventicias.

Tabla 3. Efecto de la ecología, cultivos antecedentes del Maíz y controles de malezas sobre la diversidad (número de especies de malezas).

Factores	Campos Azules		Managua	
	Primera 1988	1989	Primera 1988	1989
Localidad	32	35	33	23
Cultivos Antecedentes				
Frijol	24	30	-	-
Sorgo	17	25	23	23
Soya	14	25	27	27
Control de malezas				
Químico	22	27	23	19
Período crítico	22	30	21	22
Tradicional	21	29	19	13

Evaluación de Componentes Tecnológicos en el Cultivo del Maíz (*Zea mays*)

Carlos Espinoza Molina¹, Guillermo Castillo C.²

RESUMEN

El cultivo del maíz es uno de los cultivos que ocupa el primer lugar en el consumo de los nicaragüenses. Durante la década de los años 80 se han presentado problemas y/o limitantes que han ocasionado la reducción de áreas siembra y rendimientos. Parte de estas limitaciones son las restricciones ecológicas, políticas económicas desfavorables (alto costo de insumos agrícolas) entre otros. Para encontrar una alternativa al productor, tango agronómica como económica; suministrando los insumos necesarios a este rubro, se diseñó un experimento (AET) que permitiera identificar los componentes tecnológicos que necesita este cultivo y determinar mediante los factores beneficio-costo, cual tecnología es la más adecuada. El diseño utilizado fue el de Bloques completos al azar (BCA) con cuatro repeticiones y cuyos tratamientos fueron los siguientes: T1=no insumos, T2=no insecticida al suelo, T3=no completo, T4=no herbicidas (Atrazina+ Dual), T5=no Dual, T6=No Urea, T7=No insecticida al follaje, T8=todos los insumos. Este trabajo se estableció en la localidad de Quebrada Honda, Departamento de Masaya. De este estudio las tecnologías (T5 no dual y T3 no Completo) fue la que demostraron resultados económicos favorables, sin embargo con la tecnología T5k no Dual permitimos compensar el phosphoro que sustrae el cultivo de la reserva del suelo. Dado a las condiciones difíciles por las que atraviesa este cultivo es de vital importancia retomar estos resultados y continuar experimentando estos factores ampliando el número de localidades eliminando alternativas dominadas y pasar en el futuro a una fase de validación.

INTRODUCCION

En los últimos 12 años el consumo de maíz en Nicaragua ha sobre pasado altamente la tasa de producción; esto efectivamente obedece a restricciones ecológicas (exceso o déficit de agua), recursos empleados son de acceso limitado y de baja productividad, uso limitado de oferta tecnológica disponible, políticas desfavorables (precios).

La IV Región en los últimos años se han venido reduciendo las áreas de siembra del maíz; en 1990 se sembraron aproximadamente 14,800 Has; en 1991 decreció esta cifra a 12,700 Has. sembradas (MAG) cuyos rendimientos por unidad de superficie no han sido lo suficientemente satisfactorio. Esto ha sido en mayor parte el resultado por el efecto de los factores antes mencionados.

En la década de los años 80 el productor adquiría los insumos bastantes favorables por ser subsidiados por el Estado, en los últimos años estos ya no gozan de este apoyo.

Esta política económica desfavorable ha permitido que muchos no usen los insumos necesarios variando el suministro de estos a sus cultivos y en algunos casos se ha visto obligado a ejercer la tecnología de subsistencia.

Antes esta situación presentada fue necesario buscar una alternativa donde el agricultor pudiera hacer uso indicado y adecuado de los insumos agrícolas que le permitan obtener mayores beneficios económicos.

Partiendo de esta necesidad se diseñó un trabajo de investigación en calidad de experimento; donde se pretende evaluar el efecto de suministrar la tecnología de producción completa sustituyendo en cada tratamiento un componente tecnológico diferente que tenga influencia en la producción de grano (herbicidas, insecticidas, fertilizantes).

Para realizar este trabajo nos planteamos lo siguiente: Determinar el efecto aplicando todos los componentes, relacionar la sustitución de componentes en base a los resultados, determinar el balance económico en relación costo-beneficio.

MATERIALES Y METODOS

Diseño

El diseño utilizado fue el de bloques completos al azar, cuyas dimensiones del ensayo fueron las siguientes:

Area total	=	621 m ²
Area/parcela	=	16.9 m ² (4 hileras)
Area útil	=	8.46 m ² (2 hileras centrales)
Distancia entre hilera	=	33"
Longitud de hileras	=	5

Tratamientos

- T-1 = Sólo semilla
- T-2 = Todo, menos insecticida al suelo
- T-3 = Todo, menos completo
- T-4 = Todo, menos herbicida Atrazina+Dual
- T-5 = Todo, menos Dual
- T-6 = Todo, menos Urea
- T-7 = Todo, menos insecticida al follaje
- T-8 = Todos los insumos

¹ Agr. Responsable de Producción MAG MASAYA

² Ing. Agr. Director PRODETEC IV Región

Este trabajo se condujo en la localidad de Quebrada Honda, parte Sur del Departamento de Masaya, en la cooperativa Máximo Rodríguez. Este sitio se ha caracterizado por presentar condiciones climatológicas buenas, tendiendo una altitud de 300 msnm aproximadamente con precipitaciones regulares y cierta disposición boscosa que influye ligeramente en la variación de T^º y humedad relativa respectivamente.

En cuanto a sus condiciones edafoclimáticas; son suelos pertenecientes a la serie Zambrana cuyas limitaciones son variables y se enmarcan en suelos bastante superficiales (10-40 cms de profundidad) con cierta capa fracturada de Talpetate y altos efectos de erosión.

Este experimento fue posible establecerlo en la primera quincena de julio, cuya preparación de suelo fue normal como lo acostumbra el agricultor. La siembra se efectuó en condiciones Óptimas de humedad. Los factores que integran este trabajo son los siguientes:

- Semilla (factor común)
- Insecticidas
- Fertilizantes
- Herbicidas

Se utilizó una dosis de semilla de 35 Lbs/mz para todos los tratamientos trabajando con el material NB-6. En el tratamiento 1 se utilizó semilla de esta variedad pero recolectada por el agricultor de años anteriores, no aplicándosele ningún insumo efectuando únicamente labores culturales mecánicas (raleo, aporque, desmatona) en el momento oportuno.

En el tratamiento (dos) se aplicaron todos los componentes menos insecticida Marshall (tratamiento a la semilla).

Se utilizó la dosis de 2 qq/mz. de la fórmula 12-30-10 en los tratamientos indicados al momento de la siembra.

Se aplicó de pre-emergencia Atrazina 3 Lbs/mz + Dual 1.5 Lt/mz. en mezcla en los tratamientos indicados no efectuando en estos labores de aporque y control manual de maleza (desmatona).

Se suministró 2 qq/mz de Urea 46% efectuando una sola aplicación a los 26 dds. menos en el tratamiento en estudio.

En cuanto al control de plagas del follaje, solamente se realizó una aplicación de fosforado (Filitox); contra Spodoptera específicamente.

RESULTADOS

Según los resultados obtenidos, el Cuadro 1. nos presenta el análisis de varianza, el cual nos indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos (factor 1) con un coeficiente de variación del 21% tratándose este de un trabajo conducido a nivel de finca de agricultores.

Cuadro 1. Análisis de Varianza

	GDL	S.C.	C.M.	Fcal.	PROB
TOTAL	31	61.36	1.98		
TRATAM.	7	45.95	6.56	11.48	0.0000
BLOQUES	3	3.40	1.13	1.98	0.1461
RESIDUO 1	21	12.01	0.57		

D.E. = 0.76
 CV = 21.00%

Cuadro 2. Resultados de Componentes Técnicos Maíz

Tratamientos	Pob. Final Miles/ha	Maz.Podr. Miles/ha	Plts.Est. Miles/ha	Rend.Grand. Ton/ha
NO DUAL	49	3.7	0.7	5.26
NO COMPLETO	44	3.5	0.5	4.86
NO INSECT-FOLLAJE	41	5.6	0.5	4.59
TODOS LOS INSUMOS	49	8.5	1.2	3.88
NO INSECT-AL SUELO	42	5.6	1.2	3.14
NO HERB (ATRZ+DUAL)	49	6.9	2.2	2.99
NO UREA 46%	49	6.0	5.7	2.65
NO INSUMO	34	2.8	12	1.46

Según la prueba de separación de medias (Newman-Keuls 5%), en el rendimiento del grano se pudo determinar tres (3) grupos homogéneos donde los mejores tratamientos (grupo A) resultaron ser T5 no Dual, T3 no Completo, T7 no Insecticida foliar, T8 todos los insumos) (ver Cuadro 3).

Cuadro 3. Prueba de Newman-Keurs al 5%

F 1	Tratamientos	Promedios Ton/ha	Grupos Homogéneos	
5	NO DUAL	5.26	A	
3	NO COMPLETO	4.86	A	
7	NO INSECTICIDA FOLIAR	4.59	A	
8	TODOS LOS INSUMOS	3.88	A	B
2	NO INSECTICIDA LA SUELO	3.14		B
4	NO HERBICIDAS	2.99		B
6	NO UREA	2.65		B
1	NO INSUMOS	1.46		C

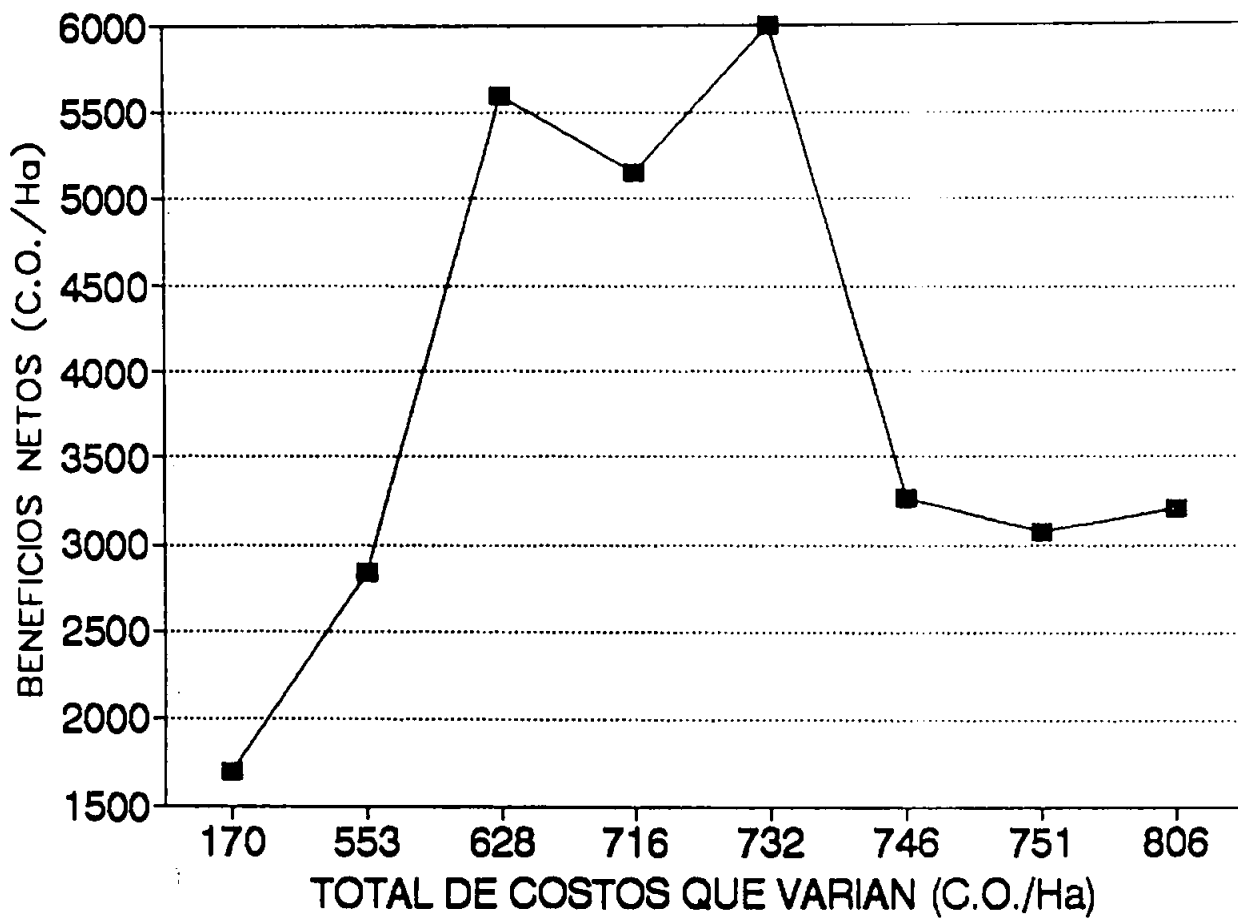
Los resultados obtenidos de acuerdo al análisis económico (beneficio-costo) a como se aprecia en el Cuadro 4, demuestra que existe un grupo de cuatro tratamientos dominados (T2 no Insecticida al suelo, T4 no Herbicida, T7 no Insecticida foliar, T8 todos los insumos). Estos tratamientos se mantienen con resultados económicos bastante similares en cambio el otro grupo incluye los cuatro tratamientos restantes (T1 no Insumos, T3 no Completo, T5 no Dual, T67 no Urea) los cuales económicamente presentaron los mejores resultados cuyos beneficios son variables.

Cuadro 4. Análisis Económico Componentes Técnicos Maíz

No.	Tratamiento	C T V	B N
T1	NO INSUMOS	170	1698
T2	NO UREA 46%	553	2839
T3	NO COMPLETO	628	5592
T4	NO INSECTICIDA FOLIAR	716	5159 D
T5	NO DUAL	732	6000
T6	NO INSECTICIDA AL SUELO	746	3273 D
T7	NO HERBICIDA	751	3076 D
T8	TODOS LOS INSUMOS	806	3213 D

El Gráfico 1 es evidente que los mejores tratamientos tecnológicos resultaron ser no Dual, no Completo; de los cuales el retorno es significativo.

CURVA DE BENEFICIOS NETOS COMPONENTES TECNICOS MAIZ 1991



DISCUSION

En cual al tratamiento, donde se aplicó fórmula completa, aparenta o haber tenido repercusión o influencia en el desarrollo del cultivo y que los demás factores fueron suficientes para obtener resultados satisfactorios.

Es probable que el contenido de fósforo y potasio en el suelo haya sido bastante suficiente para el requerimiento del cultivo, ya que no se observó deficiencias en el cultivo.

En cual al tratamiento donde se controló químicamente la incidencia de fitófagos en el follaje no se presentó mayores problemas ya que hubo control natural por medio e las precipitaciones e influencia de insectos benéficos el cual se desarrolló con buen aspecto.

Prácticamente estos tratamientos en mención no presenta diferencia significativa perteneciendo a un mismo grupo homogéneo que fue el que mejores resultados presentó.

En lo que fue el tratamiento (ocho) el cual se aplicó todo el paquete tecnológico no resulto lo esperado. Inicialmente este tuvo un buen desarrollo en todos sus aspectos, aunque posteriormente, después del estado de prefloración, se notó con menos vigorocidad que los tratamientos donde no se aplicó Dual y completo.

Además de lo anterior, en algunas parcelas el cultivo se tornó con frutos bien desarrollados y en algunos casos este rompió las brácteas en la parte superior permitiendo la penetración de agua resultando este tratamiento el de mayor número de mazorcas podridas. Esto probablemente incidió en los rendimientos.

Donde no se aplicó Urea (Nitrógeno) las plantas se tornaron cloróficicas totalmente, incidió en su desarrollo y contextura (sostén), ya que en algunas parcelas; algunas plantas se acamaron de raíz permitiendo el contacto del fruto con el suelo (húmedo) provocando pudrición de mazorca incidiendo finalmente en el rendimiento, cabe mencionar que este fue uno de los tratamientos con mayor cantidad de mazorcas podridas presentándose también mazorcas con brácteas abiertas en la parte superior. Aducimos que la falta de Nitrógeno tuvo mucha repercusión en cuanto a las exigencias del cultivo repercutiendo en los rendimientos.

CONCLUSIONES

* Efectivamente la tecnología donde no se suministró fertilizante completo no se observó repercusión negativa en el cultivo coincidiendo este trabajo con otro conducido similarmente en Honduras 1977, donde la fertilización con fósforo es el que menos afecta.
MOSCARDI E. SOZA R.

* Es evidente que el factor Nitrógeno influye negativamente cuando no se aplica demostrando susceptibilidad en el comportamiento del maíz.

* Estadísticamente los mejores tratamientos fueron T5 no Dual, no Completo. Este último como una alternativa afinada (durante el tiempo) se podría adoptar pero de manera intermitente en su aplicación ya que de lo contrario se agotarían las reservas de phosphoro en el suelo y el más indicado en este caso el T5 no Dual.

* Es importante retomar estos resultados y compararlos con futuros trabajos ampliando el número de localidades y contar de esta manera con mayores elementos de análisis, con la mira de pasarlos a una fase de validación.

Labranza en Seco para el Control de *Cyperus rotundus* L. en Campos de Agricultores.

Sandra Dinarte¹, Charles Staver², Charles Aker, Marvin Sarria³, Reynaldo Martínez³

RESUMEN

En Marzo de 1991, se establecieron 6 parcelas de 0.7 ha c/u: 3 en la Región II, con el Programa de CARE/León y 3 en el Valle de Sébaco, Matagalpa con productos de hortalizas para comprobar el efecto de la labranza en seco para el control de *Cyperus rotundus* L. en diferentes formas de preparación del terreno y texturas de suelo. Los tratamientos de labranza en seco consistieron en realizar el arado mecanizado, arado de bueyes, más pases de 1 a 3 gradas en el verano comprándolo con el método convencional de labranza con la primeras lluvias. Se encontraron diferencias entre los tratamientos ($F= 9.22^{**}$); con el arado + 1 grada en seco se obtuvo una reducción de 87% de la brotación; con arado + 2 gradas en Las Marías se redujo la brotación en 59% y en 77% en el Centro Exp. de Sébaco; con el arado de bueyes se logró reducir la brotación en 55%. Todas las formas de labranza en seco lograron reducir la brotación de covolillo en más del 50%, observándose que en suelos livianos, sólo con el arado, se obtiene buen control y en suelos pesados se requiere del 1 a 2 pases de gradas.

INTRODUCCION

Es frecuente observar en Nicaragua, campos agrícolas con severas infestaciones de *Cyperus rotundus* L. (covolillo) debido, entre una de sus causas, a programas de control de malezas que se han basado en el uso de herbicidas que controlan en su mayoría malezas de honas ancha y gramíneas, dejando mejores oportunidades para la proliferación de covolillo.

Esta maleza presenta un eficaz sistema de reproducción, siendo más importante el desarrollo de tubérculos y bulbos basales que dan origen a los rizomas subterráneos, los cuales en conexión con los tubérculos forman una red extensa difícil de controlar a causa de la dominancia apical que mantienen mientras están unidos (2).

Los tubérculos y rizomas generalmente se localizan en la superficie del suelo (4) y el 65% a profundidades inferiores a 10 cm (3), condición que ha permitido investigar el efecto del laboreo de suelo en época seca para romper la dominancia apical y llevar más tubérculos a la superficie de manera que queden expuestos a la acción del sol y mueran por desecación o pérdidas de reservas nutritivas al ser cortados por el implemento de

labranza.

En la Costa Norte de Colombia, disminuyeron la brotación de covolillo en 74.2% con rastrillas del suelo en época seca cada 10 días hasta completar 8 pases (3). En un ensayo de maceteras que contenían suelo seco en donde se sembraron tubérculos se encontró una mortalidad del 90% en 7 días (1). Los resultados del ensayo de labranza en seco para bajar las poblaciones de covolillo con exposición al sol por períodos de 0 a 10 días para la desecación de los tubérculos, se encontró a 10 días de expuestos, una disminución de su brotación del 90%, utilizando únicamente el arado de discos en suelos de textura liviana, reduciendo los riesgos de erosión eólica (4).

En Febrero, 1991 se coordinó con el Programa de CARE/León y pequeños productores del Valle de Sébaco, Matagalpa y con la participación del Dpto. de Biología, UNAN-León el Dpto. Malezas-CNPV, el establecimiento de parcelas medianas con altas infestaciones de covolillo para comprobar el efecto de la labranza en seco en condiciones reales del agricultor, otros tipos de suelos y diversas formas de laboreo del suelo, ea con tracción animal o motorizada y conocer la opinión de los productores en vía más directa.

MATERIALES Y METODOS

En marzo de 1991, con el Programa CARE/León, a través de sus técnicos y promotores de fincas, se escogieron tres lugares con altas infestaciones de covolillo para el montaje de las parcelas de comprobación con una área de 0.7 ha por finca. Los tratamientos seleccionados por los agricultores fueron los siguientes:

¹ Proyecto MIP/CATIE/MAG-NIC Managua, Nicaragua, 1992.

² Dpto. biología, UNAN/León. León Nic. 1992.

³ Dpto. Malezas. CENAPROVE. Managua. Nic. 1992.

SECTORES	TRATAMIENTOS			
	Labranza en seco			
	Convencional en húmido (Testigo)			
	1	2	3	4
Villa 15 Jul Posoltega	Arado	1 grada + arado de bueyes	2 gradas	Arado bueyes + 1 grada
Las Marías Malpalsillo	Arado	Arado + 1 grada	Arado + 2 gradas	Arado + 2 grada
Don Chico Malpalsillo	Arado	Arado + 1 grada	-----	Arado + 2 grada

Los tratamientos de labranza en seco, se realizaron en Abril de 1991, quedando expuestos los suelos al sol por un período de 20 a 25 días antes de la siembra del maíz, con previo pase de grada en todos los tratamientos, decisión del agricultor.

La labranza convencional se hizo después del inicio de las lluvias y en algunos campos no se logró sembrar maíz debido a la irregularidad de las lluvias.

En el Valle de Sébaco, la escogencia de los 3 lotes fue en coordinación directa con los productores de Hortaliza en Marzo de 1991. La conducción de estas parcelas fue similar a la Región II: los tratamientos de labranza en seco fueron realizados en el mes de Abril y el testigo con el inicio de las lluvias. previo a la siembra del cultivo (opción del agricultor) en parcelas se hizo un pase de grada. El período transcurrido de la labranza en seco a la siembra fue de 26 a 50 días. El tamaño de las parcelas fue de 0.7 ha y los tratamientos fueron los siguientes:

Lugares y tratamientos en el Valle de Sébaco, Matagalpa.

SECTORES	TRATAMIENTOS				
	Labranza en seco		Convencional en húmido (Testigo)		
	1	2	3	4	5
Centro Exp. de Sébaco	Arado	Arado + 1 gradas	Arado + 2 gradas	Arado + 3 gradas	Arado + 2 gradas cultivo frijol en labranza seca y maíz en convencional
Germán Pomares	Arado	Arado + 1 gradas	Arado + 2 gradas	Arado + 3 gradas	No hubo parcela convencional Sembraron maíz en labranza en seco.
Surco Muerto	Arado	Arado + 2 gradas	Arado + 2 gradas	-----	Labranza mínima espeque y gramoxone en maíz

En todos los sectores se cumplió la recomendación de efectuar la labranza en seco con un período mínimo de exposición de 15 días antes de la siembra.

Con la participación de los agricultores y técnicos de los Programas, se realizó a las 3 semanas de sembradas las parcelas, el recuento de coyolillo, utilizando el método de la doble W, que consistió en ubicar en cada brazo 5 cuadrantes de 25 x 25 cm para un total de 20 muestras por tratamiento, incluyendo el testigo de zona. Antes de realizar el muestreo se reunió a todos los participantes (día de campo) y se les explicó la mecánica a seguir como contabilizar los brotes de coyolillo. Una vez hecho el recuento, se procedió de inmediato a mostrarles los resultados del efecto de la labranza en seco para el control de la maleza en comparación a sus prácticas.

El tipo de análisis fue el porcentaje de control en base al número promedio de talles presentes en un metro cuadrado y ANDEVA para cuatro sectores (Las Marías, Don Chico, Est. Exp. Sébaco y Surco Muerto).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los tratamientos de labranza en seco redujeron la brotación de coyolillo (Figura 1) en relación a la labranza convencional, encontrándose diferencias entre tratamientos ($F=9.22^{**}$). En el Lote Don Chico se obtuvo el mejor porcentaje de control de 87% con el **arado + 1 grada en seco**, mientras que en las parcelas Las Marías y Centro Exp. Sébaco se detectó más reducción en la brotación con el tratamiento de **arado + 2 gradadas en seco con 59 y 77%** respectivamente (cuadro 1). En el sistema de Surco muerto, observando la figura 2, se nota que entre más pulverizado el suelo (aumentos de pases de gradadas), es menor el efecto de control, esté de debió a las diferencias de gradientes de humedad que había en el suelo al momento de realizar la labranza en seco, quedando ubicado el tratamiento de arado + 2 gradadas en parte más húmeda y el arado en la sección más seca, obteniéndose en este último un control de 84% de la brotación.

En Villa 15 de Julio, todos los tratamientos de labranza en seco, demostraron mejor control que el convencional (arado de bueyes + 1 grada), presentando mayor reducción en la brotación de coyolillo el tratamiento de **arado con 65%** y en segundo término, el **pase de grada + el arado de bueyes con 55%**.

En la Coop. Germán Pomares aparentemente los tratamientos de labranza en seco se comportaron en forma casi similar si observamos en el cuadro 1, el número de brotes encontrados.

Dos de los sectores en estudio con suelos se obtuvo el mejor control con el **arado en seco** mientras que el resto con suelos de tendencia pesada, el tratamiento de **arado + 2 gradadas** se presentó mayor reducción.

La labranza en seco que se realizó con **1 grada + arado de bueyes** en La Villa 15 de Julio, demostró ser

efectivo, disminuyendo la brotación a un nivel de 55%.

CONCLUSIONES

Todas las formas de labranza en seco redujeron la brotación de coyolillo, lo que demuestra que preparar el suelo en época seca, sí es una alternativa para reducir las poblaciones iniciales de coyolillo bajo las condiciones del agricultor, funcionando en suelos de diversas texturas, sean éstos laborados con tracción animal o motorizada, encontrándose en la mayoría de los tratamientos reducción de la brotación de coyolillo a niveles superiores del 50%, incluyendo el tratamiento en el que se hizo uso el arado de bueyes. Estos resultados fueron vistos de inmediato por los agricultores que participaron en el establecimiento de las parcelas y comprobaron que había más presencia de brotes de coyolillo en la parcela que fue preparada con su método convencional.

En suelos de textura liviana, se obtiene control de coyolillo, laborando el terreno con 15 días mínimo previo a la siembra, haciendo un pase de arado de discos y en suelos más pesados haciendo uso del arado + 1 pase de grada hasta un máximo de 2 gradadas.

Establecer parcelas a nivel demostrativo con más participación de productores como un mecanismo de llevar estos resultados a más zonas productivas que se ven afectadas por la maleza, que incluya comparaciones de rendimientos y costos para poder determinar si la labranza en seco es menos costosa que la labranza tradicional.

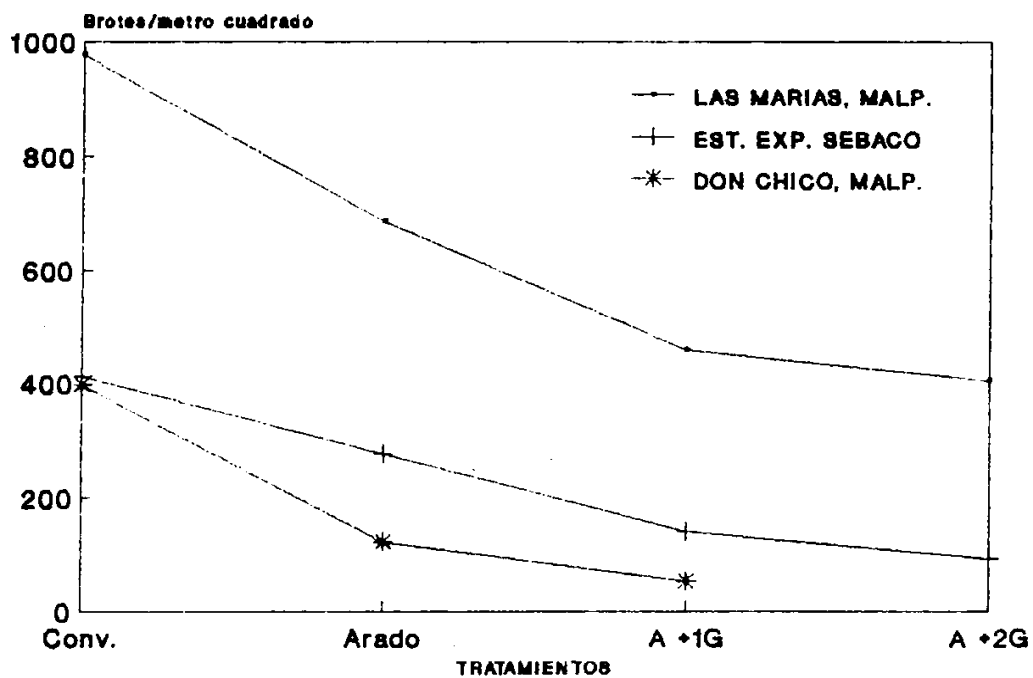
BIBLIOGRAFIA

- ARAGON, N., et al. 1989. Crecimiento, reproducción y mortalidad de *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León. III Congreso Internacional MIP. Managua, Nicaragua. 23 - 26 Octubre, 1990.
- CATIE. 1990. **Manejo y control de malezas**. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo maíz. Programa de Mejoramiento de cultivos tropicales. Turrialba, Costa Rica. 74 - 79 p.
- CIAT. 1982. El coquito (*Cyperus rotundus*), biología y control. Guía de estudio. Cali, Colombia.
- VARGAS, M. et al. 1990. La labranza en seco para el control de coyolillo (*Cyperus rotundus* L) en el Occidente de Nicaragua: el efecto de método de labranza y tiempo de exposición. III Congreso MIP. Managua, Nicaragua. 23 - 26 Octubre, 1990.

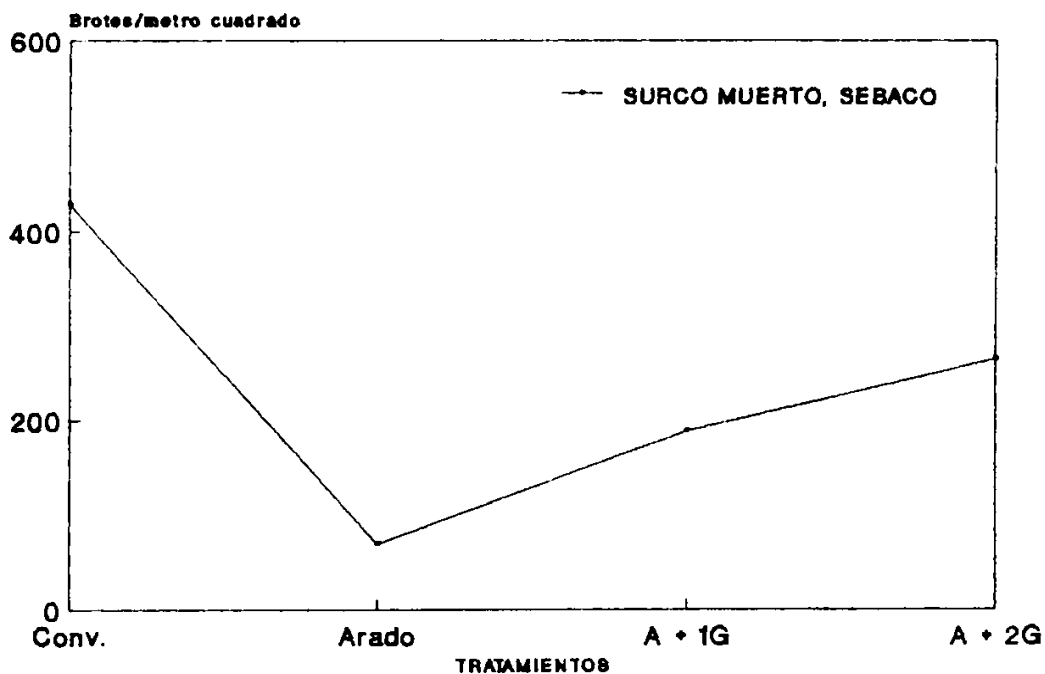
Cuadro 1. Brotes de tallos/m² en las parcelas de labranza seca. Region ii y valle de sébaco, matagalpa, 1192.

Las Marías, Malpaisillo					
	Arado	A + 1G	A + 2G		CONV(A+2G)
No. coyolillo/m ²	686	458	405		978
% control	30	53	59		
Don Chico, Malpaisillo					
	Arado	A + 1G	CONVENC(1+2G)		
No. coyolillo/m ²	123	53	398		
% control	69	87			
La Villa, Posoltega					
	Arado	1G + AB	2G		CONV(AB+1G)
No. coyolillo/m ²	274	351	408		780
% control	65	55	48		
Est. Exp. de Sébaco					
	Arado	A + 1G	A + 2G	A + 3G	CONV(A+2G)
No. coyolillo/m ²	278	141	93	94	413
% control	33	66	77	77	
Surco Muerto, Sébaco					
	Arado	A + 1G	A + 2G	LAB. MINIMA	
No. coyolillo/m ²	70	188	264	428	
% control	84	56	38		
Germán Pomares, Sébaco					
	Arado	A + 1G	A + 2G	A + 3G	
No. coyolillo/m ²	106	117	134	96	

Gráfica 1. Brotes de Cyperus rotundus a las 3 Semanas despues de la Siembra.



Gráfica 2. Brotes de Cyperus rotundus a las 3 Semanas despues de la Siembra.



AGRONOMIA Y FISILOGIA VALIDACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

Validación de tres Densidades de Población en Maíz (*Zea Mays L.*)

Alejandro Ponce Cortéz¹.

RESUMEN

Uno de los factores que está limitando la producción de maíz en la IV Región son las bajas densidades utilizadas por el productor, obteniendo rendimientos de 2000 a 2300 Kg/ha. En el presente estudio se evaluaron tres niveles de densidad poblacional en maíz: 43, 64 y 86 mil plts/ha con la variedad NB-6 en localidades de la IV Región de Nicaragua, durante el ciclo agrícola 91-92; con el objetivo de determinar la mejor población e identificar los diferentes índices ambientales para definir los dominios de recomendación de la Región mediante un análisis de estabilidad modificado. Se usó un diseño experimental en parcelas al azar sin repeticiones, cada parcela medía 500 m². Los resultados obtenidos indican que 43 y 64 mil plts/ha superan a 86,000 plts/ha, siendo estos rendimientos de 3711, 3,708 y 3216 Kg/ha respectivamente. Podemos decir que existen riesgos en el uso de altas densidades con variedades de ciclo intermedio y precipitaciones irregulares. Los resultados obtenidos indican que las bajas y medias densidades presentan los más altos rendimientos, esto debido principalmente a factores climáticos y manejo agronómico.

INTRODUCCION

Los rendimientos del cultivo del maíz dependen de una serie de factores que pueden ser modificados por el hombre, tales como densidad poblacional, fertilización, fechas de siembra entre otros.

Según Betanco et al (1988), la causa de los bajos rendimientos en la IV Región del país, se deben principalmente a las bajas densidades utilizadas por los agricultores, obteniéndose rendimientos de 2,000 a 2,300 Kgs/ha.

El Centro Nacional de Investigación en Granos Básicos (CNIGB) y el Programa de Desarrollo Tecnológico de la IV Región (PRODETEC), han venido desarrollando trabajos de investigación, de acuerdo a las limitantes identificadas en diagnóstico realizado con los agricultores.

A partir de 1987, inician experimentos de Nitrógeno x Densidad poblacional en maíz en fincas de agricultores utilizando poblaciones de 43, 64, 86 mil plantas/ha.

Durante 1987 y 1988, los resultados obtenidos indican que las densidades de 64,000 y 86,000 plantas/ha presentan los mayores rendimientos siendo la diferencia con el nivel de 43,000 plts/ha altamente significativo.

En 1989, se realizan experimentos sólo con densidades de 57-64-7178 y 86 mil plantas/ha no encontrándose diferencia significativa de un nivel a otro (Programa de Desarrollo Tecnológico y Asistencia Técnica, 1989).

Los resultados son bastante similares, para un año climático desfavorable (sequía), lo que hubiera favorecido a las densidades menores según las siembras tradicionales. Sin embargo, se observó que los rendimientos de las altas densidades fue mayor.

En el presente estudio nos proponemos como objetivos:

- Determinar la mejor densidad poblacional en maíz, a través de un análisis de estabilidad modificado.
- Identificar los diferentes índices ambientales y caracterizarlos de acuerdo a su manejo y clima.

MATERIALES Y METODOS

Se establecieron 10 áreas de validación en la época de primera ubicándolas en fincas de agricultores en los departamentos de Masaya, Granada, Carazo, Rivas:

¹ Agron. Investigador PRODETEC

Zona	Localidad	Temper.	Suelo
Masaya	Masaya	28	Franco
Granada	Granada	28	Franco
Carazo	Ojochal	27	Francoarc.
	El Javillo	27	Francoarc.
Rivas	Los Cerros # 1 y 2	28	
	Veracruz #1 y 2	28	
	Cascuajoche	28	
	Tola	28	

DISEÑO EXPERIMENTAL

El análisis se realizó en parcelas al azar sin repeticiones con áreas de 500 mts² y área útil de 150 mts² (10 x 15 mts) con separación de 2 mts. entre parcelas.

Tratamientos a Evaluar:

Tratam.	Plts/ha	Semilla/m1	Semillas Kg/ha
T1	43.000 Plts/ha	4	17.5
T2	64.000 Plts/ha	6	26.00
T3	86.000 Plts/ha	8	35.00

MANEJO AGRONOMICO

La siembra y manejo se realizan de acuerdo a como la maneja el agricultor, a excepción del factor en estudio (densidades). Las siembras se realizaron del 4 de junio al 3 de julio. Las densidades de 43,000; 64,000 y 86,000 Plts/ha. equivalentes a 12.3, 19 y 24.50 Kg/ha, o sea 27, 40 y 54 Lbs/Mz. de semilla. La fertilización 2 qq de la fórmula completa 12-30-10 y 18-46-0

Nitrógeno: 2 qq/mz de Urea 46%

Maleza : fue manejada con agroquímicos y manual (azadón)

Manejo de plagas se realizaron de 3 a 4 aplicaciones foliares para *Spodoptera frugiperda*, cosecha manual.

El análisis estadístico consistió en un análisis de estabilidad modificado a través de una regresión lineal.

RESULTADOS Y DISCUSION

Existe una gran variabilidad en rendimientos en las distintas localidades para los diferentes niveles de densidad. En el cuadro #1 podemos observar que los más altos rendimientos (3711 a 3708 Kg/ha) fueron obtenidos utilizando 43000 y 64,000 plts/ha.

Los promedios de los rendimientos de cada localidad representan los índices ambientales IA(e) los cuales están fuertemente influenciados por el clima, el suelo y el manejo agronómico a que fueron sometidos (Hildebrand y Poey, 1989).

En este ciclo agrícola tenemos índices ambientales desde 1190 Kg/ha a 5623Kg/ha correspondiendo las tres primeras localidades del cuadro #1 a fincas que estuvieron sometidas a bajas precipitaciones y a manejos deficientes tales como control de malezas tardío y alta incidencia de plagas (*Spodoptera sp.*); en el resto de localidades los rendimientos dependieron en su mayoría a problemas de manejo.

Cuadro 1. Rendimiento de Grano 1991 Kg/ha.

	Localidades	D1	D2	D3	IA (e)
CARAZO	OJOCHAL	1298	1193	1078	1189.67
MASAYA	MASAYA	1964	2251	2271	2162.00
RIVAS	LOS CERROS 1	3788	2549	2356	2897.67
RIVAS	VERACRUZ 1	3817	3206	2204	3075.67
CARAZO	EL JAVILLO	2806	4419	3118	3447.67
GRANADA	GRANADA	3234	3545	4211	3663.33
RIVAS	LOS CERROS 2	3624	3768	3720	3704.00
RIVAS	CASCUAJOCHE	4311	4800	4166	4425.67
RIVAS	TOLA	5427	5205	5167	5266.33
RIVAS	VERACRUZ 2	6842	6149	3877	5622.67

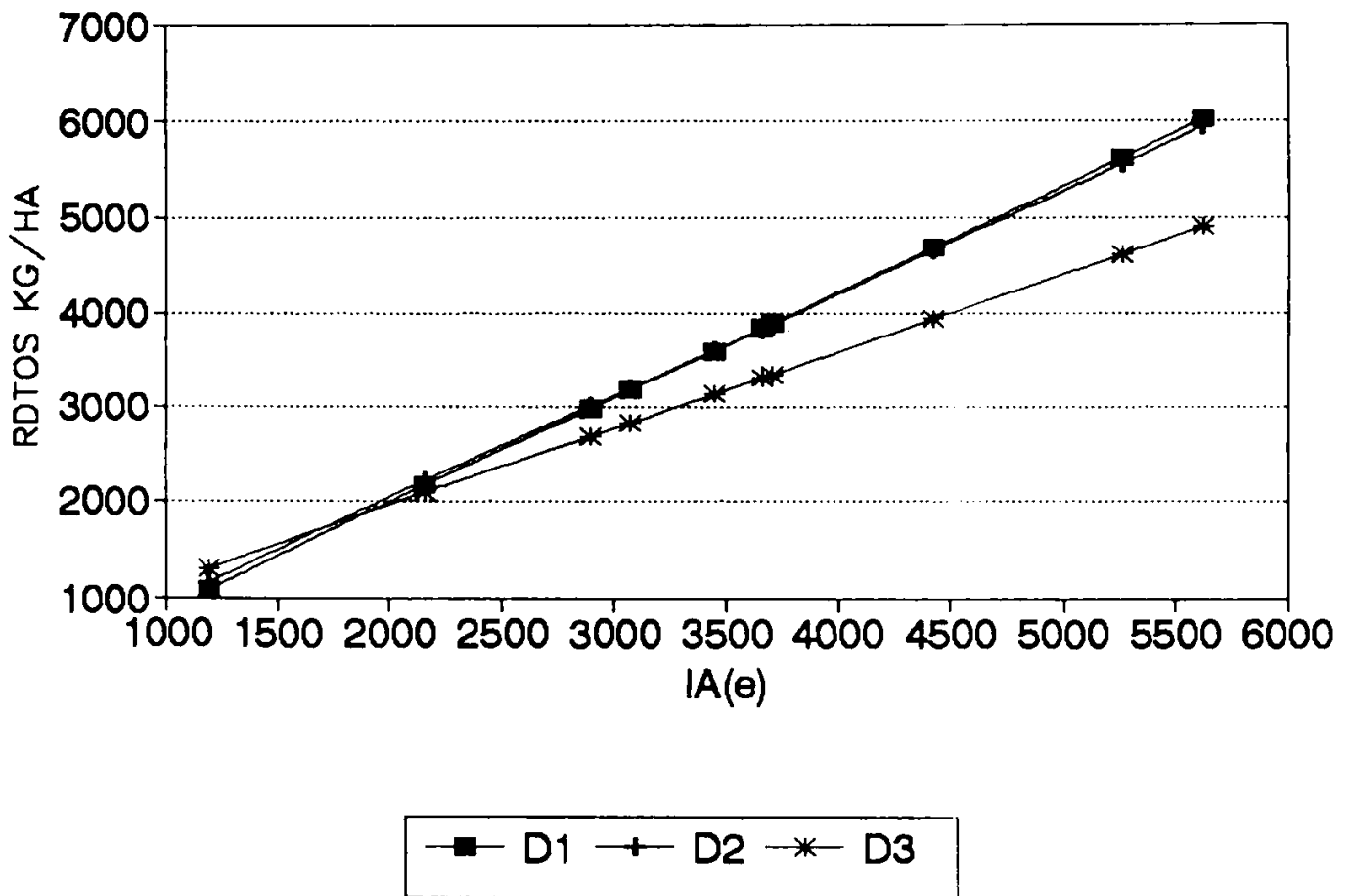
Para identificar los dominios de recomendación (ambientes buenos y ambientes malos) relacionamos los rendimientos de el tratamiento con los índices ambientales mediante un análisis de estabilidad modificado (Gráfico #1).

En gráfico podemos observar que a partir del índice ambiental IA (e) 2000Kg/Ha se identifican claramente las diferencias entre los tres tipos de densidades, obteniéndose los mejores rendimientos con bajas y medias densidades (43,000 y 64,000 Plts/ha) para los mejores ambientes.

Hay que agregar que la variedad utilizada (NB-6) fue determinante en los rendimientos obtenidos, ya que el ciclo de la misma es intermedio (115 días) teniendo como resultado que las bajas densidades pudieran aprovechar la humedad con mayor eficiencia, representando un riesgo al agricultor las altas densidades en condiciones adversas de precipitación.



ANALISIS DE ESTABILIDAD MODIFICADO DENSIDAD POBLACIONAL MAIZ 1991



En el ciclo anterior (1990), en el que las condiciones de precipitación fueron similares a las de 1991, se llevó a cabo esta validación siendo sus resultados similares a los actuales, observándose que los mejores rendimientos se obtuvieron con las bajas densidades (Gráfico 2).

En el Gráfico 3, agrupando los resultados de los dos años de estudios, observamos que los mejores rendimientos, tanto en mejores como en pobres ambientes, se obtuvieron con bajas densidades, manteniéndose siempre las altas densidades con bajos rendimientos con respecto a las otras densidades.

GRAFICO #2

Anlisis de Estabilidad Modificado

DENSIDAD POBLACIONAL

1990

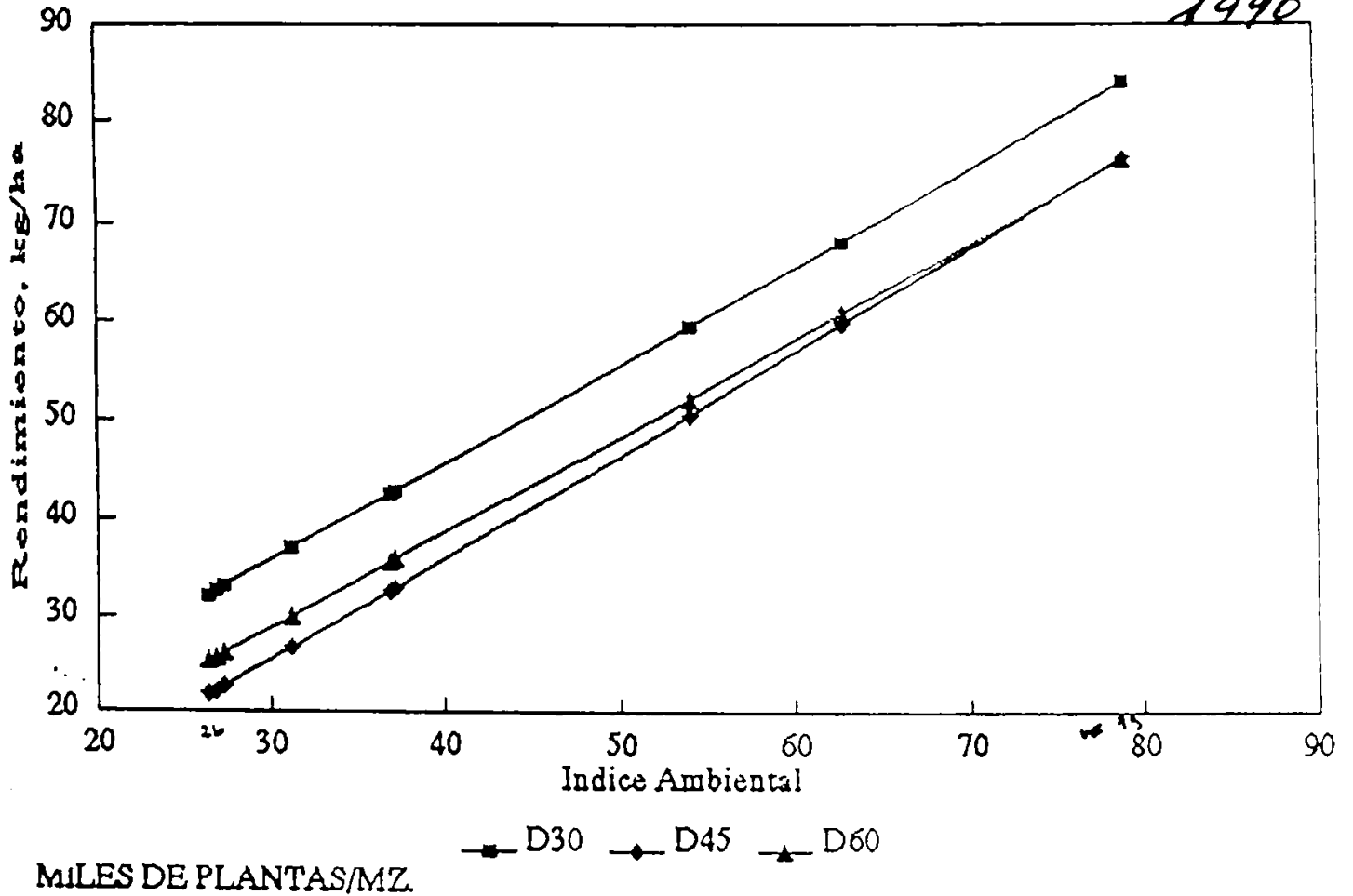
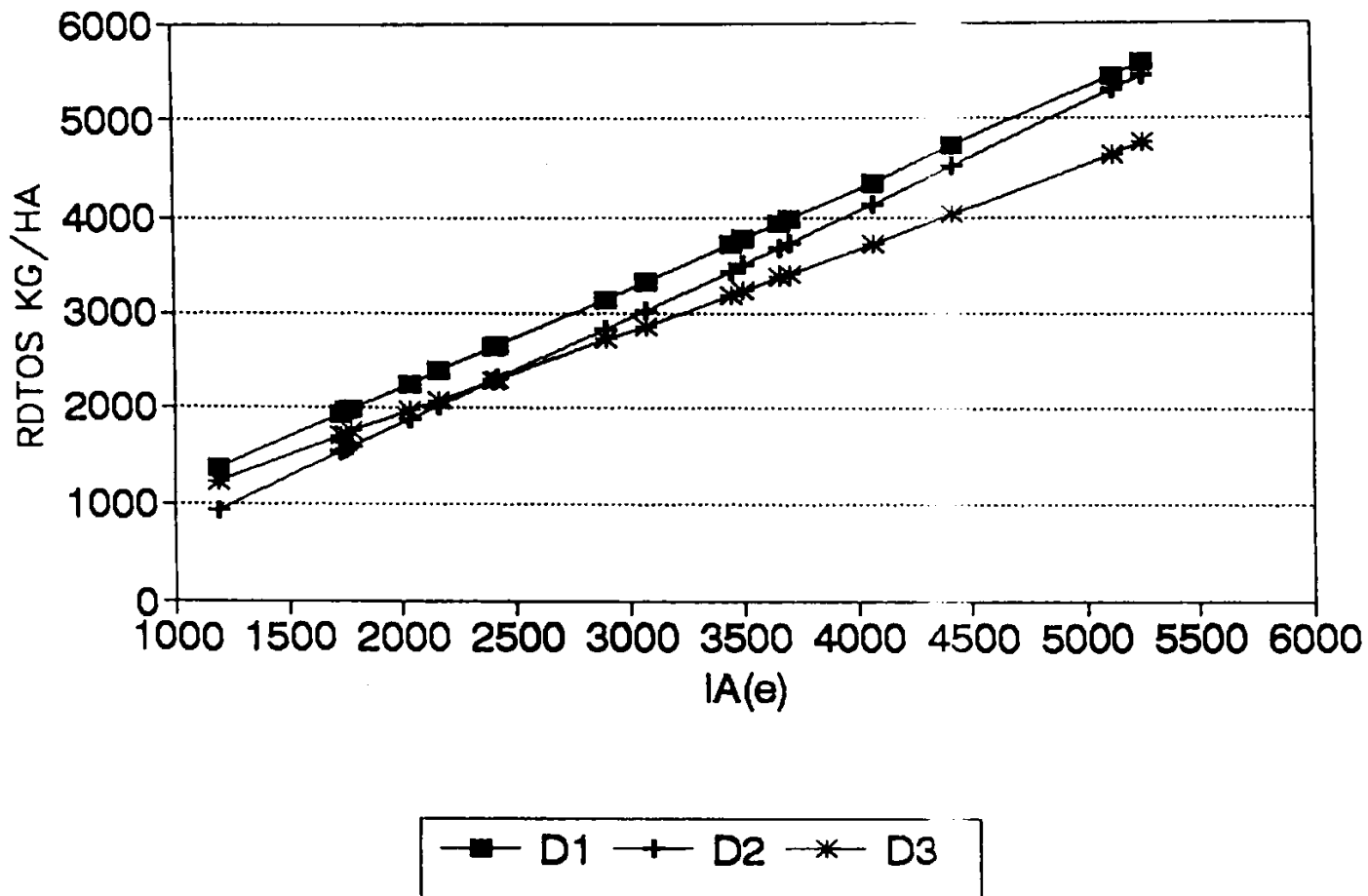


GRAFICO #3

ANALISIS DE ESTABILIDAD MODIFICADO

DENSIDAD POBLACIONAL MAIZ 90 Y 91



CONCLUSIONES

- Durante el presente ciclo agrícola las densidades de 43 y 64 mil plts/ha fueron las que obtuvieron los mayores rendimientos.
- Podemos decir que existen riesgos en el uso de altas densidades con variedades de ciclo intermedio y precipitaciones irregulares.
- Las precipitaciones (bajas) fueron decisivas para que las altas densidades tuvieran un comportamiento distinto a los resultados obtenidos en ensayos de años anteriores.

BIBLIOGRAFIA

- Hildebrand, P.E. y Poey F. (1989). Ensayo Agronómico en fincas, según el enfoque de sistema agropecuario.
- Betanco, et al (1988) Informe final de áreas del SGGT, ciclo 1987-1988
- Programa Desarrollo Tecnológico y Asistencia Técnica IV Región (1989). Síntesis de Resultados 1989: Presentación maíz y ajonjolí.
- Dulcire, M. (1988) Un primer diagnóstico del cultivo del maíz en la región IV de Nicaragua, ciclo primera 1987.

Fortalecimiento de la Capacidad Metodológica de Investigación de los Programas Nacionales de Maíz a través de la Capacitación.

H.J. Barreto¹.

INTRODUCCION

El CIMMYT² es una institución internacional sin ánimo de lucro dedicada a encontrar soluciones a la problemática de la producción de maíz y trigo en los países en vías de desarrollo. A nivel de Centro América y el Caribe, el CIMMYT en colaboración con los programas nacionales de investigación agrícola (PNIA) de la región, han realizado proyectos de evaluación de germoplasma mejorado de maíz desde hace más de 17 años. A partir de 1988, el proyecto ha expandido sus recursos a la evaluación sistemática de los componentes de manejo agro-socioeconómico del cultivo.

La capacitación impartida por el CIMMYT ha sido un instrumento importante para difundir las tecnologías mejoradas para producción de estos dos cultivos a través del mundo. Con el fin de aumentar la difusión de información técnica sobre el manejo adecuado del cultivo del maíz tropical entre los investigadores centroamericanos, los PNIA y el CIMMYT realizan anualmente cursos de capacitación a nivel regional sobre aspectos puntuales de la producción de maíz en Centro América y el Caribe. Estos cursos se realizan bajo la coordinación conjunta entre CIMMYT y los programas nacionales de investigación agrícola pertenecientes a la red PRM³.

OBJETIVOS Y TIPOS DE CAPACITACION

El objetivo de la capacitación coordinada por el CIMMYT es el de ofrecer los últimos avances en desarrollo de germoplasma y tecnología de manejo dentro del marco de la producción sostenida del maíz en la región de Centro América y el Caribe. El CIMMYT coordina actividades de capacitación en cuatro áreas. 1. Capacitación en Servicio; 2. Capacitación Regional Colaborativa; 3. Desarrollo de Materiales Didácticos y 4. Realización de Talleres y Reuniones Científicas. En la capacitación en servicio, el CIMMYT durante 1990-1992 realizó cursos en los temas de mejoramiento genético y manejo agronómico del maíz en México al que asistieron un total de 20 investigadores de la región.

El cuadro 1 ilustra el número de investigadores capacitados y los temas a través de cursos de carácter regional coordinador por el CIMMYT desde 1990 (Sain, 1991). Para la realización de estos cursos, el CIMMYT el Programa Regional del CIMMYT ha desarrollado materiales de capacitación en los temas ilustrados en el Cuadro 2.

En 1992 se realizarán cursos para investigadores orientados a dos aspectos de la problemática de la producción de maíz en Centro América y el Caribe: 1. Producción de semilla Mejorada de Maíz y 2. Conservación de suelos para la producción de maíz en laderas. Si el tiempo lo permite, en 1992 se realizará un curso de generación de recomendaciones a partir de datos experimentales.

1 Agrónomo Regional del Proyecto CIMMYT para Centro América y el Caribe. Apdo. Postal 231-A, Guatemala, Guatemala.

2 CIMMYT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Apdo. Postal 641, México.

3 El Programa Regional de Maíz (PRM) es una red colaborativa que incluye 9 países de C.A./C. y el CIMMYT.

Cuadro 1. Temas de cursos impartidos y número de investigadores capacitados desde 1990 (Sain 1991).

Capacitación Regional Coordinada por CIMMYT 1990-1992		
Año	Tipo de Curso	Participantes
1990	Análisis continuo de la respuesta de los cultivos a la fertilización.	12
1990	Curso Interfase IFA	22
1990-91	Análisis Económico de resultados experimentales	122
1991	Planificación de IFA	27
1990 Y 1992	Producción de semilla de maíz	50
1992	Labranza de Conservación en laderas	20
1992	Generación de recomendaciones	20

Cuadro 2. Algunos materiales de capacitación desarrollados entre 1990-1992 por el programa regional del CIMMYT para Centro América y el Caribe.

Metodología de la Investigación	
1	Análisis económico de los tratamiento de prevención (G. Sain y H. Barreto, 1991)
2	Análisis económico Continuo de la Respuesta de los Cultivos a la Fertilización en Fincas de Agricultores (G.E. Sain y M. Jauregui, 1990)
3	Desarrollo del Follaje, Intercepción de Radiación y un Modelo Simplificado de la Productividad Potencial del Maíz (J. Bolaños, 1991)
4	Manual de Producción Artesanal de Semilla para el Pequeño Agricultor (Córdova et al., 1991)

Software	
1	Manejo de datos experimentales usando el Ayudante de Datos MST (H.J.Barreto y W.R.)
2	Programa Índice de Selección (H.J. Barreto , J.A. Bolaños y H.S. Córdova, 1991)

PROTECCION VEGETAL USO DE PESTICIDAS

Evaluación de Insecticidas en dos Sistemas de Aplicación para el Control de Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el Cultivo de Maíz. Cuyuta, Guatemala, 1991.

¹ Ing. Marco Antonio Dardón ² Carlos Nicolás Pérez Rodas ³ Ing. Otto Francisco Dardón Cruz

RESUMEN

La producción del cultivo de maíz constantemente se ve afectada por el daño provocado por el gusano cogollero, el cual daña la planta causándole en algunos casos la pérdida total de su zona de crecimiento. A fin de combatir este insecto, los agricultores han utilizado diferentes insecticidas en variadas formas o sistemas de aplicación al follaje. Con el presente estudio se pretende comparar la efectividad de tres insecticidas y dos formas de aplicación, determinando además la residualidad de cada tratamiento y la tolerancia del cultivo a los insecticidas (fitotoxicidad).

El Ensayo se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Producción "Cuyuta" en Guatemala, en base a un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones y 7 tratamientos, o sea 3 insecticidas (Profenofos 400 EC, Lambda-Cyhalotrin 15 y Phoxin) y 2 formas de aplicación para cada insecticida, siendo éstas:

a) Riego continuo y b) localizado (directamente al cogollo), efectuándose 6 evaluaciones y 6 épocas de aplicación, según los resultados de cada evaluación, tomándose como base para aplicar el índice de daño promedio (IDP), el cual se obtiene multiplicando el porcentaje de plantas dañadas por la severidad (1 = planta sin daño y 10 = planta muerta) que al ser mayor a 50 se debe aplicar.

Los resultados obtenidos nos permiten concluir que el tratamiento que presentó los valores de IDP más bajos fue Profenofos 400 EC en forma localizada, o sea a 1.6 cc/lit, lo cual nos indica que fue el tratamiento que mejor control ofreció sobre Cogollero; en cuanto a la fitotoxicidad únicamente se detectó ésta en los tratamientos con PHOXIN 500 EC en una forma moderada. El sistema de aplicación localizado al cogollo resultó ser el más eficiente en la mayoría de los casos.

^{1, 2, 3} Técnicos Desarrollo y PM. CIBA-GEIGY, S.A. (ACC)

⁴ Técnico Programa de Maíz. ICITA, Guatemala.

Evaluación de Insecticidas en dos Sistemas de Aplicación para el Control de Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el Cultivo de Maíz Cuyuta, Guatemala 1991.

Las plantas del cultivo de maíz se ven constantemente afectadas en su zona de crecimiento (cogollo) debido al ataque del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), dicho daño provoca mermas en la producción que oscila entre el 10 y 15%.

A fin de lograr un buen control sobre dicho insecto, los agricultores han efectuado aplicaciones de insecticidas básicamente en dos sistemas de aplicación, siendo ellos:
a) Directamente a la planta, es decir, localizando la aspersión en cada cogollo y riego continuo; aplicando además diversos insecticidas, los cuales manifiestan diferente comportamiento.

Con el presente estudio se pretende determinar la eficacia de tres insecticidas y dos formas de aplicación en el cultivo de maíz.

OBJETIVOS

1. Comparar la efectividad de tres compuestos insecticidas en el control de gusano cogollero en maíz.
2. Determinar la residualidad de cada uno de los tratamientos.
3. Determinar la tolerancia del cultivo a los insecticidas (fitotoxicidad)
4. Evaluar la eficacia de cada insecticida en dos sistemas de aplicación (continuo Vs localizado).

MATERIALES Y METODOS

Localización:

El experimento se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Producción propiedad del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, en Guatemala; realizándose en la época normal de siembra (lluvia).

Diseño:

Se realizó en base a un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, en donde cada tratamiento por repetición constó de cuatro surcos de 5 mts. de largo (área aproximada de 16.5 m²) efectuándose las evaluaciones en los dos surcos centrales (44 plantas).

Tratamientos:

Tratamiento	Dosis	Sistema
PROFENOFOS 400 EC	1.6 cc/l	Localizado
PROFENOFOS 400 EC	0.7 l/ha	Continuo
LAMBDA-CYHALOTRIN 1%	1.6 cc/l	Localizado
LAMBDA-CYHALOTRIN 1%	0.7 l/ha	Continuo
PHOXIN 500 EC	1.6 cc/l	Localizado
PHOXIN 500 EC	1.43 l/ha	Continuo
TESTIGO ABSOLUTO		

METODOLOGIA DE EVALUACION

Las evaluaciones se efectuaron en base al número de plantas dañadas en los dos surcos centrales dentro de cada tratamiento calificando el nivel de daño (severidad) de acuerdo a una escala de 1 a 10; en donde 1 es igual sin daño y 10 planta totalmente dañada. Estas se realizaron al inicio de las aplicaciones y en intervalos entre 3 y 4 días determinando en cada una de ellas el INDICE DE DAÑO PROMEDIO (IDP)

$$\text{IDP} = \frac{\text{No. de Plantas dañadas} \times \text{Severidad} \times 100}{\text{No. de Plantas totales}}$$

METODOLOGIA DE APLICACION

Se efectuó una aplicación general 8 días después de siembra (DDS), las siguientes aplicaciones se efectuaron en base al IDP; es decir que si este (IDP) es mayor o igual a 50 se procedió a aplicar según fuere el tratamiento indicado.

ANALISIS

En base a los IDP obtenidos se realizó un análisis de comparación de los mismos, determinando con

esto el número de aplicaciones y la residualidad mostrada por cada tratamiento en el control de cogollero.

RESULTADOS

En el Cuadro No. 1 se muestran los índices de daño promedio obtenidos después de cada evaluación, observándose que los tratamientos que menos aplicaciones requieren son: PROFENOFOS 400 EC 1.6 cc/l y LAMBDA-CYHALOTRIN 1% 0.7 l/ha, lo cual nos indica que son los tratamientos que mejor control ofrecieron; en cuanto al número de aplicaciones en ambos tratamientos se efectuaron 2 aplicaciones, similar en el tratamiento de PHOXIN 500 EC 1.6 cc/l.

En lo relativo a la residualidad ejercida por cada tratamiento, se puede observar (Cuadro 1) que los tratamientos que presentaron más días de residualidad fueron PROFENOFOS 400 EC 0.7 l/ha y LAMBDA-CYHALOTRIN 1% 1.6 cc/l, aunque dicha residualidad se presentó después de la segunda aplicación por acumulación de insecticida, debido a que se necesitaron tres aplicaciones, en comparación con los tratamientos PROFENOFOS 400 EC (1.6 cc/l), LAMBDA-CYHALOTRIN (0.7 l/ha) y PHOXIN (1.6 cc/l), los cuales requieren solo dos aplicaciones

Cuadro 1. Evaluación de Insecticidas en dos Sistemas de Aplicación para el Control de S. Frugiperda en el Cultivo de Maíz. Cuyuta, Guatemala, 1991.

INDICE DE DAÑO PROMEDIO

TRATAMIENTO	DOSIS	INICIO 8 DDS*	4 12 DDS	4 16 DDS	3 19 DDS	4 23 DDS	8 31 DDS	No. DE APLICAC	RESIDUALIDAD
PROFENOFOS 400 EC	1.6 cc/l	0	20	38	44	66	22	2	15
PROFENOFOS 400 EC	0.7 l/ha	0	82	38	1	36	171	3	4 - 19
LAMBDA-CYHALOTRIN 1%	1.6 cc/l	0	51	0	3	44	236	3	4 - 19
LAMBDA-CYHALOTRIN 1%	0.7 l/ha	0	30	19	24	95	26	2	15
PHOXIN 500 EC	1.6 cc/l	0	33	26	32	113	21	2	15
PHOXIN 500 EC	1.43 l/ha	0	48	87	6	28	325	3	6 - 15
TESTIGO ABSOLUTO		0	284	238	290	83	294		

0 = Se aplicó



CONCLUSIONES

El tratamiento con PROFENOFOS 400 EC, con dosis de 1.6 cc/l fue el que presentó los valores más bajos en cuanto a índice de daño promedio.

Únicamente el tratamiento con PHOXIN 500 EC 1.6 cc/l fue el que manifestó fitotoxicidad moderada en las hojas del cultivo de maíz.

Los tratamientos en sistema localizado mostraron ser más eficientes que los tratamientos con riego continuo.

AGRONOMIA Y FISILOGIA ESTUDIOS DE SISTEMAS

Efecto residual de Intercalar Leguminosas sobre el Rendimiento de Maíz (*Zea Mays L*) en Nueve Localidades de Centro América.

José Luis Zea¹

RESUMEN

Nueve ensayos para evaluar efectos residuales de las siembras de leguminosas intercaladas en maíz fueron conducidos durante 1990 y 1991 en igual número de localidades de Centro América. El primer ciclo se evaluó en 1989 (dos ensayos) y en 1990 (siete ensayos), años en los que se sembraron tres leguminosas a dosis de 20 y 40 Kg. P/Ha cada una. La materia seca de las leguminosas se dejó en sus respectivas parcelas al final del primer ciclo y en el año siguiente se sembró maíz en las mismas posturas que el ciclo anterior, teniéndose debidamente identificadas las parcelas. En este ciclo residual no se aplicó fertilizante a ningún tratamiento. Los resultados muestran que las leguminosas incrementan el rendimiento de maíz en el ciclo residual, aunque sólo *Canavalia ensiformis* muestra tener un efecto neto positivo después de los dos ciclos. Este efecto neto es de 203 ± 314 Kg/ha, en promedio de las nueve localidades.

INTRODUCCION

El proyecto de siembras intercaladas de leguminosas en maíz se viene ejecutando desde 1989. Durante el transcurso de los años, y de acuerdo con los resultados que se han ido obteniendo, la estructura de los ensayos ha variado. En los ensayos de 1990 sólo se evaluaron tres leguminosas: *Stizolobium deeringianum* Bort (*mucuna*), *Vigna unguiculata* L. (*vigna*) y *Canavalia ensiformis* L. (*canavalia*), bajo dos niveles de fósforo (20 y 40 Kg P/Ha).

En 1990 se sembraron 13 ensayos en Centro América. Como en años anteriores, la información que se obtuvo fue que en el primer ciclo las leguminosas reducen el rendimiento de maíz, independiente de la leguminosa, aunque la reducción es variable para cada una. Esta tendencia es general para un total de 24 ensayos que se han conducido entre 1989 y 1990 a través de Centro América (4).

Como poca información se ha generado sobre los efectos de las leguminosas en un segundo ciclo, en 7 de los 13 sitios de 1990 se realizaron siembras para evaluar el efecto residual. La única información con que se contaba era la obtenida en dos ensayos en los que se evaluó un segundo ciclo (1990) en las localidades de Jutiapa y Cuyuta, Guatemala, información que se incluye

en este documento, junto con la de los otros 7 ensayos.

Las leguminosas se han utilizado mucho como los cultivos más apropiados para mantenimientos y mejoramiento de los suelos agrícolas. Es bien conocida su capacidad para fijar nitrógeno. Estudios de Mello (1978) muestran que la cantidad de este nutrimento en la materia seca de *canavalia* y *mucuna* eran de 3.51% y 2.78%, respectivamente, y que la cantidad total fijada era de 190 y 157 Kg/ha. La National Academy of Sciences (1984) reporta que el follaje fresco de las leguminosas puede contener entre 0.5 y 1.0% de nitrógeno y que *canavalia* y *mucuna* pueden fijar hasta 200 Kg N/ha, mientras que *vigna* fija unos 80. Experimentos realizados en Brazil por la red TROPISOILS (Universidad de Cornell, 1990) incluyeron entre otras leguminosas a los dos mencionados arriba.

En este estudio, las leguminosas se agregaron como materia seca al suelo, evaluándose su efecto en un primer ciclo de maíz bajo riego y luego durante un segundo ciclo en época húmeda, para evaluar residualidad. Los resultados obtenidos demuestran que los rendimientos de maíz logrados con el nitrógeno aportado por estas leguminosas es similar, por lo menos en el primer ciclo, al obtenido al agregar 200 Kg N/ha como urea.

Otro de los beneficios que se mencionan de las leguminosas es el de aumentar la retención de humedad del suelo al formar un mulch, situación muy importante para las regiones de Centro América en donde se presenta un período de escasa o nula precipitación pluvial (canícula), el cual generalmente ocurre durante la floración del maíz, provocando rendimientos bajos.

Efectos sobre el control de malezas han sido medidos en términos biológicos, pero no en términos económicos; tampoco se ha cuantificado el efecto sobre reducción de la erosión. Estos aspectos representan beneficios adicionales proporcionados por las leguminosas que es necesario estimar. Por esta razón, en la actualidad participan ya las disciplinas de Economía tanto de CIMMYT como de los programas nacionales en el análisis económico de estos ensayos.

El objetivo de estos ensayos era determinar el efecto que en un ciclo residual tienen las leguminosas sobre el rendimiento de maíz.

¹ José Luis Zea, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ITCA, Guatemala. Proyecto Colaborativo de Agronomía del Programa Regional de Maíz.

MATERIALES Y METODOS

Localidades:

Los ensayos se condujeron en las Repúblicas de Guatemala (5 ensayos), El Salvador (3 ensayos) y Panamá (1 ensayo), en los siguientes años y localidades:

Guatemala: 1990: Jutiapa y Cuyuta; 1991: Jutiapa, Cuyuta y La Máquina. El Salvador: Opico, Ciudad Arce y Sacacoyo. Panamá: La Honda.

Tratamientos y diseño experimental:

Los tratamientos y el diseño fueron los mismos de 1990, por ser una evaluación de residualidad. El diseño fue bloques completos al azar, con tres repeticiones. El listado de tratamientos aparece en el Cuadro 1.

Manejo Experimental:

La siembra del maíz se efectuó en las mismas posturas que en 1990. Los ensayos se establecieron bajo labranza de conservación, pues los residuos del ciclo 1990 quedaron en sus respectivas parcelas. En 1991 no se fertilizó, y en los ensayos residuales de 1989 sólo se aplicaron 50 Kg N/ha en Jutiapa. El control de malezas se efectuó por método químico.

Variables de respuesta:

El efecto residual de tratamientos se determinó mediante el rendimiento de grano y de rastrojo de maíz.

Análisis de Resultados:

Se efectuaron análisis de varianza para determinar el efecto de los factores leguminosas y dosis de fósforo. Mejor interpretación de los resultados se logró haciendo comparaciones entre rendimiento promedio de tratamientos con leguminosas (promedio sobre dosis de P) versus testigos sin leguminosa y entre rendimientos obtenidos en 1990 y 1991.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los Cuadros 1 y 2 muestran los rendimientos de grano y de rastrojo de maíz obtenidos en las nueve localidades en las que se hizo la evaluación residual. En cuanto a rendimiento de grano, estos varían entre 1226 y 2383 Kg/ha, lo cual es un efecto de la sequía que se presentó en 1991 en toda Centro América, pero también es un reflejo de las áreas en las cuales se establecieron los ensayos, pues se ha buscado que sean áreas marginales, representativas de los agricultores de pocos recursos. Los rendimientos de rastrojo varían entre 1928 y 3401 Kg/ha, siendo alrededor de un 50% más altos que los de grano.

Considerando que en términos generales la dosis de P no tiene mayores efectos significativos, si se toman los rendimientos promedio por leguminosa para detectar el efecto de esta sobre rendimiento de grano y de rastrojo de maíz, puede notarse que los tratamientos con

leguminosa y que, en el promedio de las nueve localidades, canavalia produce los mejores rendimientos tanto de grano como de rastrojo, aunque estos no sean significativamente mayores, en términos estadísticos.

Para determinar si en el segundo ciclo (residual) las leguminosas lograban compensar la reducción del primer ciclo se elaboró el Cuadro 3, en el que se presentan las diferencias entre tratamientos con leguminosa versus testigo sin leguminosa obtenidas en 1990 y 1991. Puede notarse que aunque mucuna tiene un efecto neto positivo al cabo de los dos ciclos (compensa la pérdida de rendimiento ocasionada en el primer ciclo y produce una ganancia adicional de 1 Kg/ha, en promedio), la variabilidad de respuestas con esta leguminosa es muy grande (desviación estándar de +436 Kg/ha), muy similar a lo que sucedió en el primer ciclo. En términos generales puede decirse que mucuna sólo logra compensar las pérdidas ocasionadas en el primer ciclo. Vigna es la única leguminosa que produce un efecto neto negativo (no compensa la reducción del primer ciclo), el cual es de -216 \pm 357 Kg/ha. Esto puede deberse a que por ser una leguminosa productora de grano, es más lo que extrae del suelo que lo que aporta y que además, por su ciclo corto, seguramente la biomasa empieza a descomponerse en el primer ciclo, quedando muy poca aportación para el ciclo residual. Canavalia es la leguminosa que tiene un efecto neto positivo bien claro al cabo de los dos ciclos en ocho de las nueve localidades. En promedio, esta leguminosa produce una ganancia neta de 203 Kg/ha, con una desviación de \pm 314 Kg/ha.

La consistencia de efectos netos positivos de esta leguminosa a través de localidades es similar también a lo sucedido en el primer ciclo a través de 24 localidades de Centro América, en donde canavalia mostró consistentemente ser la leguminosa que menos reduce el rendimiento de maíz y con la menor dispersión de datos (4).

De acuerdo a como estaban planteados los ensayos, las ganancias obtenidas en el segundo ciclo (1991) hipotéticamente se deben a la aportación de las leguminosas. Explicaciones de por qué las ganancias no son tan altas en relación a los testigos sin leguminosa no se tienen fundamentadas, pero puede suponerse que al hacerse bajo labranza de conservación existe bastante materia orgánica en el suelo para aportar nutrientes y que, además, las condiciones de precipitación fueron bastante erráticas durante 1990 y 1991.

Adicional a lo que sucede sobre el rendimiento, debe tenerse presente los beneficios dados por las leguminosas en relación al control de malezas, principalmente en el primer ciclo, así como la reducción de la erosión, aspectos que sólo se han cuantificado en términos físicos, debido a que, como ya se dijo antes, la disciplina de Economía se incorporó recientemente al Programa Regional de Maíz.

Finalmente, hay que mencionar otras ventajas que tiene canavalia sobre mucuna, las cuales son básicamente que

canavalia no requiere de un manejo (lo cual implica un costo adicional) y que por tener la capacidad de soportar escasez de humedad, permanece en el campo durante todo el verano (noviembre a abril), logrando con ello reducir la erosión por viento y la ocasionada por las primeras lluvias, que son los más perjudiciales al estar el suelo desnudo.

CONCLUSIONES

La evidencia de dos años y nueve ensayos a través de Centro América muestra que Canavalia ensiformis es la única leguminosa que produce efectos netos positivos sobre el rendimiento de grano y rastrojo de maíz, al cabo de dos ciclos de evaluación.

BIBLIOGRAFIA

- Cornell University. 1990. Green manures (documento en borrador). Preparado por el programa TROPISOILS, Universidad de Cornell, Ithaca, New York.
- Mello, F. 1978. N fixation by some legumes. Revista de Agricultura, Piracicaba, Brasil. Vol. 53, No. 1/2.
- National Academy of Sciences. 1984. Tropical legumes, Resources for the future. Washington, D.C. Pp. 292-332
- Zea, J.L., H. Barreto, G.E. Sain, J.A. Bolaños, W.R. Raun. 1991. Efecto de intercalar leguminosasa diferentes dosis de fósforo sobre el rendimiento de maíz, Zea Mays L., en 24 ensayos a través de Centro América. Programa Regional de Maíz para Centro América, Panamá y el Caribe. Documento de trabajo.

Cuadro 1. Medias de rendimiento de grano de maíz Kg/ha y parámetros de precisión experimental. Ensayos residuales de leguminosas intercaladas, Centro América, 1991.

Tratamiento	Rendimiento (Kg/ha)									Promedio
	Guatemala 90		Guatemala 91			El Salvador		Panamá		
	Jutiapa	Cuyuta	Jutiapa	Cuyuta	La Máquina	Opico	Ciudad Arce	Sacacoyo	La Honda	
Maíz + Sd 20P	1856	1927	2502	1583	1733	886	1763	1784	1173	1690
Maíz + Sd 40P	1824	2535	2317	1640	2161	968	1171	1519	1274	1712
Maíz + Vu 20P	1924	816	2761	1193	1890	1092	1635	1794	1067	1575
Maíz + Vu 40P	1768	777	2495	1600	1475	874	1497	1625	1432	1505
Maíz + Ce 20P	1893	1253	2434	1667	2020	1050	1135	2039	1162	1628
Maíz + Ce 40P	1772	1650	2503	2627	1822	883	1654	2042	1735	1854
Maíz solo 20P	1188	1083	1910	1055	1403	827	1289	1205	1233	1244
Maíz solo 40P	1562	644	2354	1460	1627	943	1175	1035	729	1281
Promedio	1768	1350	2383	1603	1766	1242	1651	1780	1226	
Parámetros de Precisión Experimental										
CME (tm ² /ha)	0.049	0.076	0.076	0.086	0.123	0.059	0.171	0.152	0.123	0.192
GLE	30	30	20	20	21	20	20	20	22	19
Err Est Difer	0.181	0.440	0.225	0.239	0.282	0.198	0.337	0.316	0.286	0.357

Sd = *Stizolobium deeringianum*; Vu= *Vigna unguiculata*; Ce = *Canavalia ensiformis*.
20P - 40P = dosis de fósforo en Kg/ha.

Cuadro 2. Medias de rendimiento de rastrojo (materia seca) de maíz Kg/Ha y parámetros de precisión experimental. Ensayos residuales de leguminosas intercaladas, Centro América, 1991.

Tratamiento	Rendimiento (Kg/ha)						Promedio
	Jutiapa	Cuyuta	La máquina	Opico	C. Arce	Sacacoyo	
Maíz + Sd 20 P	3569	2542	2425	2211	3030	2199	2663
Maíz + Sd 40 P	3468	2879	2374	2749	2346	1955	2629
Maíz + Vu 20 P	3316	2811	2803	2431	2785	1857	2667
Maíz + Vu 40 P	3367	2811	2138	2517	2859	1613	2551
Maíz + Ce 20 P	3451	2593	2751	2749	2224	2566	2722
Maíz + Ce 40 P	3468	4074	2612	2407	2553	2077	2865
Maíz solo 20 P	2761	2441	2200	2541	2258	1026	2205
Maíz solo 40 P	2805	2896	2724	2737	2517	1466	2691
Promedio	3401	2881	2503	2666	2716	1928	
Parámetros de Precisión Experimental							
CME (tm ² /ha)	0.185	0.254	0.197	0.253	0.115	0.284	0.215
GLE	20	20	21	20	20	20	20
Err Est Dif	0.351	0.412	0.362	0.411	0.277	0.435	0.378

Cuadro 3. Efectos netos de leguminosas intercaladas sobre el rendimiento de grano de maíz a través de dos ciclos. Ensayos residuales de leguminosas intercaladas, Centro América, 1991.

Localidad	Tratamiento	Ciclo tratado (Kg/ha)	Ciclo residual (Kg/ha)	Efecto Neto Dos ciclos kg/ha
Jutiapa	Maíz + Sd	-340	465	125
	Maíz + Vu	-140	471	331
	Maíz + Ce	-290	458	168
Cuyuta	Maíz + Sd	-1490	1367	-123
	Maíz + Vu	-390	-68	-458
	Maíz + Ce	-480	588	108
Jutiapa	Maíz + Sd	-240	278	38
	Maíz + Vu	-440	496	56
	Maíz + Ce	-215	337	122
Cuyuta	Maíz + Sd	-1070	354	-716
	Maíz + Vu	-870	139	-731
	Maíz + Ce	-625	890	265
La Máquina	Maíz + Sd	-450	432	-18
	Maíz + Vu	-860	168	-692
	Maíz + Ce	-320	406	86
Opico	Maíz + Sd	-5	42	37
	Maíz + Vu	-110	98	-12
	Maíz + Ce	-5	82	77
Ciudad Arce	Maíz + Sd	280	235	515
	Maíz + Vu	-360	334	-26
	Maíz + Ce	-260	163	-97
Sacacoyo	Maíz + Sd	130	532	662
	Maíz + Vu	-895	590	-305
	Maíz + Ce	80	921	1001
La Honda	Maíz + Sd	-760	243	-517
	Maíz + Vu	-370	269	-101
	Maíz + Ce	-365	468	103
Promedio	Maíz + Sd	-438	439	1
	Maíz + Vu	-493	277	-216
	Maíz + Ce	-276	479	203

Evaluación del Efecto de la Cantidad de Rastrojo en el Rendimiento de los Sistemas Maíz-Sorgo y Maíz Frijol, bajo Labranza Cero. El Salvador 1991.

Heriberto Soza¹; Oscar Gómez¹; Ana G. Alvarado¹; Sonia Bonilla¹; Héctor Barreto²; Jorge Bolaños².

RESUMEN

Se instalaron 6 ensayos sobre evaluación de cantidades de rastrojo en las áreas de Opico, Metalio Guaymango y Texistepeque en las cuales los sistemas predominantes son: maíz-frijol y maíz-sorgo, en terrenos de ladera con pendientes mayores al 40%, con altitudes que van de 0 a 1200 msnm, temperaturas de 20 a 35°C, precipitación de 1600 a 2000 mm, suelos Franco Arenoso y Arcilloso, bajos en Fósforo (4 ppm). El objetivo de este trabajo fue: evaluar cuatro niveles de rastrojo de maíz-sorgo y maíz-frijol en el rendimiento de grano de los sistemas; así mismo medir el efecto de aplicar 150Kg/ha de nitrógeno, en relación a la dosis de agricultor (105) bajo los niveles de rastrojo predominantes en cada área donde se realizaron los ensayos.

Se utilizó el maíz Híbrido H-53, sorgo criollo "corona" y frijol Rojo de Seda. Los ensayos fueron instalados con un diseño estadístico de bloques completamente al azar 3 repeticiones y 6 tratamiento consistiendo en 4 niveles de rastrojo (0, 10, 20, 30 T/ha), más dos testigos de la práctica del agricultor. Los resultados de las comparaciones agronómicas y estadísticas para el rendimiento de grano (T/ha) para maíz demostró que existió una respuesta positiva a los niveles de rastrojo aplicados, comparados con el nivel cero; así mismo en el área de Opico el mejor rendimiento se obtuvo con 10 T/ha de rastrojo, en Metalío-Guaymango no existió diferencias entre niveles y en Texistepeque la mejor respuesta fue con 30 Ton. No existieron diferencias relevantes al utilizar 150 Kg/ha de N con la cantidad de rastrojo que deja el agricultor. Existió cierta tendencia que a medida que se incrementar las cantidades de rastrojo, hay una disminución en rendimiento. En frijol relevo no existieron diferencias de interés en los rendimientos de grano; para sorgo en Guaymango las diferencias entre niveles fueron mínimas, en Texistepeque, el mejor rendimiento se obtuvo con 20 T/ha de rastrojo. No existieron diferencias por efecto residual de 150 y 105 Kg/ha de N, con el nivel de rastrojo del agricultor; así mismo el incremento en las cantidades de rastrojo muestra tendencia a disminuir rendimiento de grano.

¹ Técnicos Investigación en Fincas, Programa de Maíz, Técnico del Laboratorio de Suelos. CENTA.

² Agrónomo Programa Regional de Agronomía para Centro América y el Caribe. CIMMYT.

Evaluación del Efecto de la Cantidad de Rastrojo en el Rendimiento de los Sistemas Maíz-Sorgo y Maíz-Frijol bajo Labranza Cero. El Salvador 1991.

Heriberto Soza¹; Oscar Gómez¹; Ana G. Alvarado¹; Sonia Bonilla¹; Héctor Barreto²; Jorge Bolaños².

INTRODUCCION

El Salvador, tiene la mayor parte de sus suelos, con problemas de erosión, así mismo son sometidos a una actividad agrícola intensiva, ya que un 30% de la población se encuentra ubicada en esas áreas, teniendo como resultado el empobrecimiento de elementos del recurso suelo, razón por la cual se hace necesario la aplicación de alternativas tecnológicas para mejorar o mantener los rendimientos por unidad de área.

El manejo inapropiado e intensivo de los suelos de ladera ha tenido consecuencias severas en términos del deterioro de los recursos naturales como son el bloque, suelo y agua, por otra parte la mayoría de los agricultores pobladores de esas áreas son de subsistencia y en su mayoría pobres, dedicándose a varios sistemas de cultivo, destacándose por su importancia el maíz-sorgo en asocio tardío y maíz-frijol en relevo, y entre las prácticas más comunes se puede mencionar: la quema de rastrojos de maíz, sorgo y frijol y el control de malezas con herramientas inadecuadas (azadón) práctica que ha provocado pérdidas de suelo por erosión hídrica de hasta 200 T/ha/año. En base a lo anterior se hace necesario evaluar tecnologías apropiadas a las condiciones de ladera y agricultores de escasos recursos económicos, como es la práctica de labranza de conservación mediante cobertura de rastrojos, creando con ello los sistemas de producción agrícola estables y sostenibles, definiéndose como el desarrollo que permite mantener índices de producción agrícola, capaces de satisfacer las necesidades básicas de la población actual, sin comprometer la capacidad productiva de los suelos y que garantice obtener las producciones necesarios de alimentos para las generaciones futuras (FAO.1990).

Bajo ese contexto los objetivos que motivaron el estudio son: evaluar el efecto de cuatro niveles de rastrojo de maíz-sorgo y maíz-frijol en el rendimiento de grano de los sistemas predominantes en cada una de las áreas; así como el efecto de aplicar (150 Kg de Nitrógeno/ha en relación a la dosis del agricultor (105).

REVISION DE LITERATURA

En muchas regiones de México, Centro América y América del Sur, los campesinos tradicionales siguen usando el azadón y el machete como única herramienta para preparar el suelo para la siembra. Simplemente cortan la vegetación al ras del suelo, la dejan hilerada para sembrar maíz en los espacios libres o bien, la dejan

desparramada, sembrando a espeque a través de la capa de mantillo (3). Algunas de las razones que se han dado para justificar la preparación del suelo con implementos manuales o mecánicos son: control de malezas, manejo e incorporación de residuos vegetales, aireación del suelo, control de enfermedades e insectos, eliminación del pie de arado, mejoramiento de desarrollo radicular para hacerlo más normal. (4)

Los residuos vegetales, mejor que incorporarlos son útiles en forma de mantillo, para prevenir la erosión, bajar la temperatura del suelo en áreas tropicales y evitar pérdidas excesivas de agua por evaporación.

La labranza cero con bases científicas, se originó como una alternativa a la labranza convencional, en la década de 1940, con el descubrimiento del 2-4D y otros herbicidas hormonales, que permitieron a los agricultores controlar malezas de hoja ancha, sin el empleo del azadón o cultivadoras mecánicas. En 1950-60 se sumaron otros herbicidas como las Triazinas de efecto residual y que revolucionaron la producción de maíz (4).

VIOLIC, 1988 (7), define la labranza de conservación como aquellos sistemas en los cuales se deja un residuo vegetal en la superficie, o se deja un suelo terronado para protegerlo de la acción del viento y agua.

La Universidad de Illinois, en su circular de 1979, define a la labranza de conservación como un sistema que consiste en la pasada de arado de cincel o incluso no-labranza, que deja un mantillo protector en la superficie del terreno (3).

ZAFARRONI (7), menciona que la mayoría del fósforo permaneció en la superficie del suelo (primeros 2.5 cm.) al igual que el Potasio, en el sistema de no laboreo, los resultados coinciden con los de PHILLIPS y YOUNG quienes encontraron en la superficie de parcelas de no laboreo, valores de fósforo disponible 5 veces mayores que en las parcelas aradas; entre los 12 y 14 cm. de profundidad.

PHILLIPS, citado por BARRETO, H.J. (1) informaron que la aplicación superficial de P al suelo bajo labranza cero, eran más eficientes que la localización en bandas o la incorporación con suelo bajo labranza convencional. Otras investigaciones reportaron que el mantillo, al ofrecer mayor humedad en la superficie, promovía un

¹ Técnica Investigación en Fecsa, Programa de Maíz, Técnico del Laboratorio de Suelos. CENTA.

² Agrónomo Programa Regional de Agronomía para Centro América y El Caribe. CIMMYT.

crecimiento adecuado de raíces del maíz haciendo más disponible el fósforo en virtud de su posición.

En los sistemas de labranza de conservación y en especial en labranza cero, el suelo se prepara al mínimo, solo para enterrar la semilla. Los residuos vegetales y agroquímicos no se incorporan y quedan sobre la superficie. Esto origina una gradiente vertical y una estratificación de actividad de la superficie hacia abajo. El espacio poroso y su continuidad se mantienen intactos. Los residuos vegetales cubren el suelo disminuyendo la insolación, impacto de la lluvia, la evaporación y el encostamiento, en contraste con la labranza convencional (2).

En 1990 en las localidades de Opico y Guaymango se desarrolló un estudio, donde se evaluó niveles de rastrojo que variaban de 0 a 50 T/ha en incrementos de 5 T/ha. Se utilizaron dos niveles de nitrógeno: 150 Kg/ha que es la práctica del agricultor, usando el nivel potencial no limitado que es de que es del 150 Kg/ha, utilizando la fórmula 16-20-0 y Sulfato de Amonio, además se aplicó 57 Kg/ha de P₂O₅. Los objetivos fueron proveer evidencias preliminares sobre el efecto del rastrojo de maíz, sorgo y frijol en el rendimiento de maíz bajo condiciones de labranza cero, así como evaluar dos niveles de Nitrógeno (105 y 150 Kg/ha). Como resultados de este estudio se concluyó que en los sistemas maíz-sorgo y maíz-frijol a medida que se incrementan los niveles de rastrojo, existió una tendencia a disminuir rendimiento, el nivel 150 Kg de N/ha, respondió mejor, en Guaymango los mejores rendimientos fueron para los niveles de rastrojo en T/ha: entre 15 y 30 para el nivel 150 Kg de N/ha; en Opico en Maíz entre 15 y 35 y en frijol entre 20 y 35 con 150 Kg de N/ha (6).

ECKERT citado por BARRETO (1) indicaron que la respuesta positiva en el rendimiento del maíz, dependía de la fuente de N utilizada. Esto ocurría únicamente cuando el residuo del cultivo anterior era maíz ya que cuando el residuo era soya, todas las fuentes de Nitrógeno se comportaban igual y no existían diferencias en el rendimiento. Estos resultados resaltan el papel que la relación C/N juegan en la mineralización de los residuos vegetales y la disponibilidad de N bajo labranza cero.

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos fueron instalados en las áreas de influencia de las Agencias del MAG de Opico, Metalio-Guaymango y Texistepeque en las cuales los sistemas predominantes son maíz-sorgo y maíz-frijol en terrenos de ladera.

Las áreas seleccionadas presentan altitudes que van de 0 a 1200 msnm., precipitación promedio anual de 1200 a 1600 mm, terrenos con pendientes mayores al 40%, Franco Arenoso y Franco Arcilloso, bajos en fósforo (4 ppm) Temperaturas de 21 a 35°C.

Fase Maíz

Se instalaron 6 experimentos, ubicando dos en cada una de las áreas seleccionadas, se utilizó un diseño estadístico de Bloques completamente al azar, tres repeticiones y 6 tratamientos.

Los tratamientos consistieron en cuatro niveles de rastrojo (0,10,20,30 T/ha), más dos testigos de la práctica del agricultor, evaluando al mismo tiempo dos niveles de Nitrógeno (105 y 150 Kg/ha). Se utilizó, el híbrido de maíz H-53, 16 Kg de semilla/ha, la siembra se hizo con chuzo o espeque. El tamaño de parcela fue de 48 m², 10 surcos de 6 m de longitud y 0.80 m entre surco y 0.40 m. entre postura, depositando dos granos en cada una, para una densidad de 50,000 plantas/ha. En la estimación de rendimiento únicamente se tomaron seis surcos centrales para un área útil de 26.88 m² tomando los datos siguientes: número de plantas (con o sin mazorcas), número de mazorcas (sanas y podridas), porcentaje de humedad, porcentaje de desgrane y peso de grano (Kg).

En la estructura de tratamientos (cuadro 1) antes de la siembra se instalaron los residuos de rastrojo en la superficie limpia del terreno en cantidades medidas desde cero a 30 Ton/ha; asimismo, se incluyeron dos tratamientos con la práctica del agricultor, para lo cual se efectuó una cuantificación del nivel de rastrojo en cada uno de los testigos.

Al momento de la siembra se aplicó el 50% del nitrógeno en cada uno de los tratamientos, aplicando al mismo tiempo 57 Kg de P₂O₅/ha, utilizando como fuente la urea 46% y Fórmula 16-20-O. A los 35 días después se efectuó la segunda fertilización con el resto de nitrógeno, utilizando como fuente el Sulfato de Amonio.

Para el control de malezas se utilizó Paraquat (1-1 dimetil 4, 4-ion biperidilium) a una dosis de 0.51 lt. de i.a./ha en mezcla con Atrazina (2 cloroetiloamina-6 isopropilamina - 1,3,5 Triazina) a una dosis de 1.2 Kg i.a./ha.

Las plagas del suelo (*Phyllophaga sp*, *Ulus sp*) fueron controladas con aplicaciones de Lorsban 2.5 gr. en una dosis de 32 Kg/ha y las plagas del follaje (*Diabrotica sp*, *Spodoptera sp*) con Tamarón 600 a razón de 1 lt./ha.

Fase Frijol

Es importante mencionar que se instalaron 2 experimentos sobre puestos, es decir utilizando los mismos sitios y planos de campo empleados en maíz, la preparación del suelo se realizó según práctica del agricultor (Paraquat 2.5 lt./ha). se utilizaron 60 Kg de semilla de frijol Rojo de Seda/ha, efectuando la siembra a chuzo con dos surcos por hilera de maíz, 0.25 m. entre postura depositando 2 a 3 granos en cada una, para una densidad de 200,000 planta/ha.

Al momento de estimar rendimiento se tomaron 12 surcos de frijol que corresponden a los 6 de maíz, eliminando posturas extremas y los datos tomados fueron: número de plantas, porcentaje de humedad de grano y peso de grano (Kg.) Para evaluar el efecto residual de los niveles de rastrojo, se efectuó una fertilización general con 40 Kg. de N/ha, utilizando Urea 46%. Las plagas del follaje (*Diabrotica sp*, *Aphion sp*) fueron controladas con aplicaciones de Tamarón 600, 1 lt./ha, para prevenir daño de babosa (*Vaginulus sp*) se realizó aplicaciones de Caracolicidas 5 Kg/ha.

Fase Sorgo

Para la fase de Sorgo se instalaron 4 experimentos utilizando la variedad Corona, 10 Kg. de semilla/ha, para una densidad de 150,000 plantas/ha, para una densidad de 150,000 plantas/ha; la siembra se hizo en asocio tardío utilizando los mismos planos de campo, empleados en los tratamientos de maíz, la fertilización se hizo en forma general con 70Kg de N/ha, utilizando Urea 46% fraccionada en dos aplicaciones, 50% a la siembra y el resto a los 30 días después, en postura incorporada. Para medir rendimiento los datos tomados fueron: número de plantas, número de panojas, porcentaje de humedad y peso de grano (Kg.). En cada sitio experimental se tomaron muestras de suelo por repetición, a una profundidad de 10 cm., efectuando en el laboratorio análisis de fósforo, potasio, pH, textura al tacto, elementos menores y materia orgánica.

RESULTADOS Y DISCUSION

Sistema maíz-frijol (Opico)
Análisis de rendimiento de maíz.

Los rendimientos de grano de maíz en T/ha (cuadro:1) a través del análisis de varianza no muestra diferencias entre localidades, tratamientos ni en la interacción localidades por tratamientos evaluados con un coeficiente de variación de 22.23% en el análisis combinado.

Al realizar un análisis agronómico de los rendimientos de grano en T/ha a través de la Fig. 1 encontramos que al evaluar la respuesta a los diferentes niveles de rastrojo, se observan ciertas diferencias, obteniendo los mejores rendimientos de grano con el nivel de 10 Ton/ha de rastrojo (4.61) seguido por el de 20 (4.53) y luego por el de 30 (4.41) que comparados con el nivel cero rastrojos (4.14) se detectan diferencia de 0.47, 0.39 y 0.27 T/ha de grano respectivamente; así mismo, cuando los comparamos con el testigo del agricultor (4.16) se observa un comportamiento similar.

Es importante mencionar también que a medida se incrementan los niveles de rastrojo se observa un decremento en los rendimientos de grano en maíz, presentando en tal sentido una tendencia similar a los resultado de 1990.

Todos los resultados antes mencionados se han obtenido al mantener constante un nivel de 150 Kg de N/ha; sin embargo, cuando evaluamos dicha dosis con

una cantidad de rastrojo similar a la práctica del agricultor (7 T/ha de rastrojo como sistema maíz-frijol), se obtiene un rendimiento de 3.80 que comparado con el nivel de Nitrógeno que aplica el agricultor (105 Kg/ha) 4.16 se obtiene una diferencia negativa de 0.36 T/ha de grano, este resultado en su primer año de evaluación resulta difícil de explicar, razón por la cual amerita más investigación.

Análisis de Rendimiento de Frijol

En los rendimientos de grano en T/ha, (cuadro 1) a través del análisis de varianza se muestra que hay diferencias altamente significativas entre localidades, no existiendo entre tratamientos evaluados y diferencias significativas en la interacción localidad por tratamientos, con un coeficiente de variación de 22.75% en el análisis combinado.

La respuesta en rendimiento de frijol obtenida según el análisis agronómico a través de la Fig.4 demostró que el mejor efecto residual se obtuvo con 10 T/ha de rastrojo (1.20) seguido por el nivel de 30 (1.18) y el de 20 (1.12) que comparados con el tratamiento de cero rastrojo (1.11) se observa diferencias de 0.09, 0.07 T/ha de grano, lo cual pueden considerarse como rendimientos similares, si los comparamos con el tratamiento testigo del agricultor (1.36) se observa cierta superioridad; sin embargo, no es tan relevante.

Es importante mencionar también que el tratamiento que en maíz se le aplicó 150 Kg de N/ha y con la cantidad de rastrojo del agricultor resultó con menor rendimiento (0.97), lo cual tampoco tiene explicación.

Sistema Maíz-Sorgo (Texistepeque y Metalío-Guaymango)

Análisis de Rendimiento de maíz (Texistepeque)

Los rendimientos de grano de maíz en T/ha. (cuadro 1), a través del análisis de varianza detecta diferencias altamente significativas entre localidades, ninguna diferencia entre tratamientos, así como en la interacción localidad por tratamiento. Con un coeficiente de variación de 19.62% en el análisis combinado.

Al realizar un análisis agronómico de los rendimientos de grano obtenidos a través de la Fig. 2, se demuestra que al medir la respuesta de las diferentes cantidades de rastrojo se obtienen los mejores rendimientos con el nivel de 30 T/ha de grano; sin embargo, en el resto de tratamientos los resultados son similares.

En esta localidad se observó que a medida se incrementan los niveles de rastrojo se incrementan los rendimientos de grano en maíz, esta situación puede deberse a que en este lugar anteriormente era frecuente la quema de rastrojos por lo agricultores, así mismo, en el presente año las lluvias fueron erráticas, y la alta cantidad de mantillo permitió disminuir la pérdida de agua por evaporación; así como la competencia con malezas, durante el desarrollo del ensayo.

Otro aspecto importante de mencionar es que en esta localidad no se observaron diferencias significativas cuando se comparó la cantidad de rastrojo práctica del agricultor se obtienen rendimientos similares 3.69 y 3.63 respectivamente.

Análisis de Rendimiento de maíz (Metalío-Guaymango)

Los rendimientos de grano de maíz en T/ha (cuadro 1) a través del análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas entre localidades, diferencias significativas en la interacción localidades por tratamiento y ninguna diferencia entre tratamiento evaluados, con un coeficiente de variación de 19.38% en el análisis combinado.

Al efectuar un análisis agronómico de los rendimientos de grano a través de la Fig. 3 se demuestra que los resultados obtenidos en los diferentes niveles de rastrojo evaluados se obtiene que no hay diferencias relevantes ya que con 30 T/ha de rastrojo (3.17) con 20 (3.03) y con 10 (3.15) observándose por lo tanto rendimientos de grano similares; sin embargo, al compararlos con el tratamiento de cero rastrojo (2.63) si se obtienen diferencias bastante significativas de 0.54, 0.52 y 0.40 T/ha de grano respectivamente. Esta diferencia con relación al testigo cero rastrojo, se debe, a que en el área, cuando el maíz estaba iniciando la floración y llenado de grano se presentó una fuerte canícula la cual afectó grandemente los rendimientos, razón por la cual esta tendencia puede considerarse como lógica pues en el tratamiento cero, existió más pérdida de agua a causa de la evaporación, así como la competencia con malezas.

Al comparar la práctica del agricultor que incluye 8 T/ha de rastrojo y aplicarle 150 y 105 Kg de N/ha se obtienen rendimientos de 2.75 y 2.44 T/ha de grano respectivamente, mostrando una diferencia de 0.31 en beneficio del nivel más alto de nitrógeno, lo cual agronómicamente puede considerarse como mínima.

Análisis de Rendimiento de Sorgo (Metalío-Guaymango)

Los rendimientos de grano de sorgo T/ha (cuadro 1) y a través del análisis de varianza, demostró que existieron diferencias altamente significativas entre localidades; así como diferencias significativas entre tratamientos y en la interacción localidad por tratamiento, con un coeficiente de variación de 15.47%.

Cuando efectuamos un análisis agronómico de los rendimientos de grano a través de la Fig. 5, se demuestra que las diferencias entre niveles de rastrojo evaluados son mínimas, (3.78, 3.51, 3.52, 2.92 respectivamente) esto podría deberse a que en el área tienen muchos años de práctica la labranza de conservación y en un primer año sería difícil obtener diferencias relevantes, así mismo es importante hacer notar que al incrementar a 30 T/ha de rastrojo, se observa un decremento en los rendimientos de grano. (2.92).

Otro aspecto importante de mencionar es que no existieron diferencias relevantes por efecto residual al utilizar 150 Kg de N/ha con la cantidad de rastrojo que deja el agricultor del área comparada con la fertilización local (105 Kg de N/ha).

Análisis de Rendimiento de Sorgo (Texistepeque)

Los rendimientos de grano en T/ha (cuadro 1) y a través del análisis de varianza, no detectó diferencias estadísticas entre repeticiones y tratamientos evaluados con un coeficiente de variación de 9.12%. Un análisis agronómico de los rendimientos de grano Fig. 6, demostró que la mejor respuesta fue con el nivel de 20 T/ha de rastrojo (3.65), en el resto de tratamientos los rendimientos fueron similares (3.40, 3.31, 3.32 respectivamente). Es importante indicar que en esta área, es primer año que se desarrolla este trabajo, además en años anteriores se ha practicado la quema de rastrojos, lo que podría influir en los resultados.

No existieron diferencias de interés por efecto residual cuando se compara 150 y 105 Kg de N/ha, utilizando las cantidades de rastrojo que deja el agricultor del área.

CONCLUSIONES

En base a los análisis estadísticos y agronómicos de los rendimientos de grano en T/ha obtenidos en las diferentes localidades se concluye que:

Maíz (Opico, Guaymango, Texistepeque)

- Existió una respuesta positiva en rendimiento de grano a niveles de rastrojo aplicados, comparados en el nivel cero.
- En Opico el mejor rendimiento fue con 10 T/ha, en Guaymango no existió diferencia entre niveles y en Texistepeque se obtuvo con 30 T/ha.
- No existieron diferencias entre 150 y 105 Kg. de N/ha con las cantidades de rastrojo del agricultor.
- Existió tendencia de disminución de rendimiento al incrementar las cantidades de rastrojo.

Frijol (Opico)

- No existieron diferencias de interés en los rendimientos de grano.

Sorgo (Guaymango, Texistepeque)

- En Guaymango, las diferencias entre niveles de rastrojo evaluados fueron mínimas, en Texistepeque, el mejor rendimiento se obtuvo con 20 T/ha de rastrojo.
- No existieron diferencias por efecto residual de 150 y 105 Kg de N/ha con las cantidades de rastrojo del agricultor.
- Existió tendencia de disminución de rendimiento al incrementar las cantidades de rastrojo.

Cuadro 1: Rendimiento de grano T/ha. a través de localidades y diferencias significativas. Evaluación efecto cantidad rastrojo. El Salvador. 1991.

Tratamientos Rastrojo N		Guaymango		Texistepeque		OPICO	
T/ha	Kg/ha	Maíz	Sorgo	Maíz	Sorgo	Maíz	Sorgo
0	150	2.63	3.78	3.85	3.40	4.14	1.13
10	150	3.15	3.51	3.45	3.31	4.61	1.20
20	150	3.03	3.52	3.90	3.65	4.53	1.12
30	150	3.17	2.92	4.41	3.32	4.41	1.18
Agric.	105	2.45	3.02	3.63	3.06	4.16	1.36
Agric.	105	2.75	3.15	3.69	3.48	3.85	0.97
F Trat.		NS	*	ns	ns	ns	ns
F.loc x trat		**	*	ns	ns	ns	*
EED		0.784	0.725	1.06	0.434	1.34	0.371
C.V. %		19.38	22.61	19.62	9.12	22.23	22.75

* = Significativo al 0.10%

** = Significativo al 0.05%

ns = No significativo

LABRANZA DE CONSERVACION

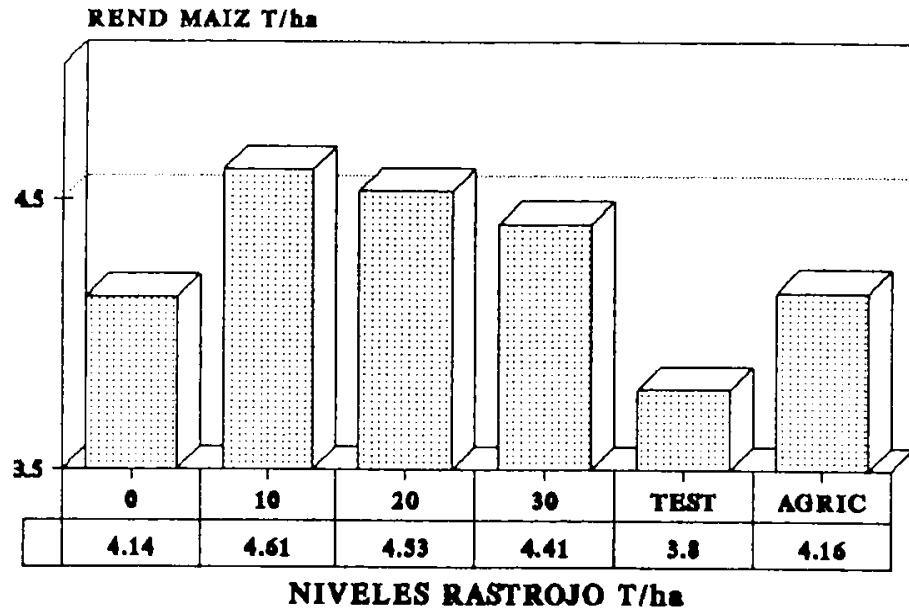


Fig. 1 EFECTO CANTIDAD DE RASTROJO. OPICO, EL SALVADOR 1991.

LABRANZA DE CONSERVACION

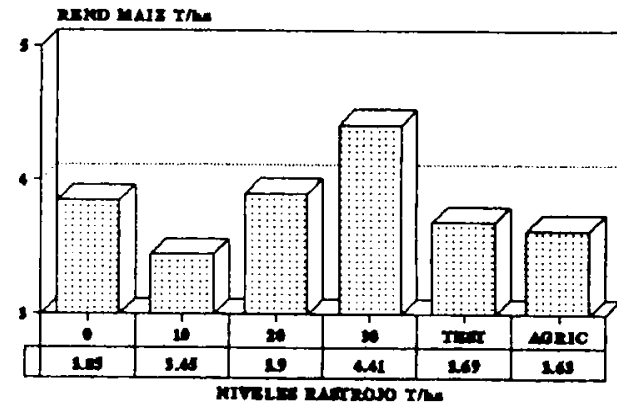


Fig. 2 EFECTO CANTIDAD DE RASTROJO. TEXISTEPEQUE, EL SALVADOR 1991.

LABRANZA DE CONSERVACION

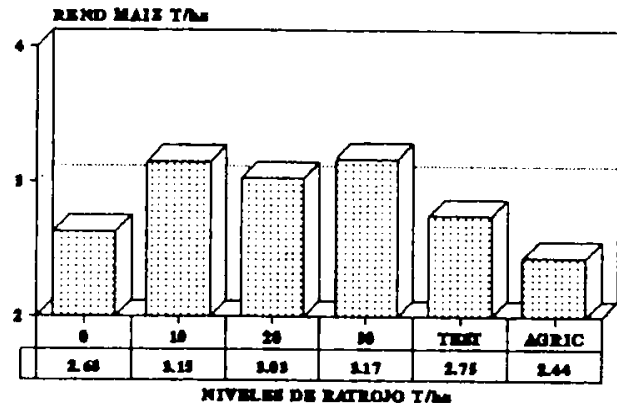


Fig. 3 EFECTO CANTIDAD DE RASTROJO. GUAYMANGO, EL SALVADOR 1991.

LABRANZA DE CONSERVACION

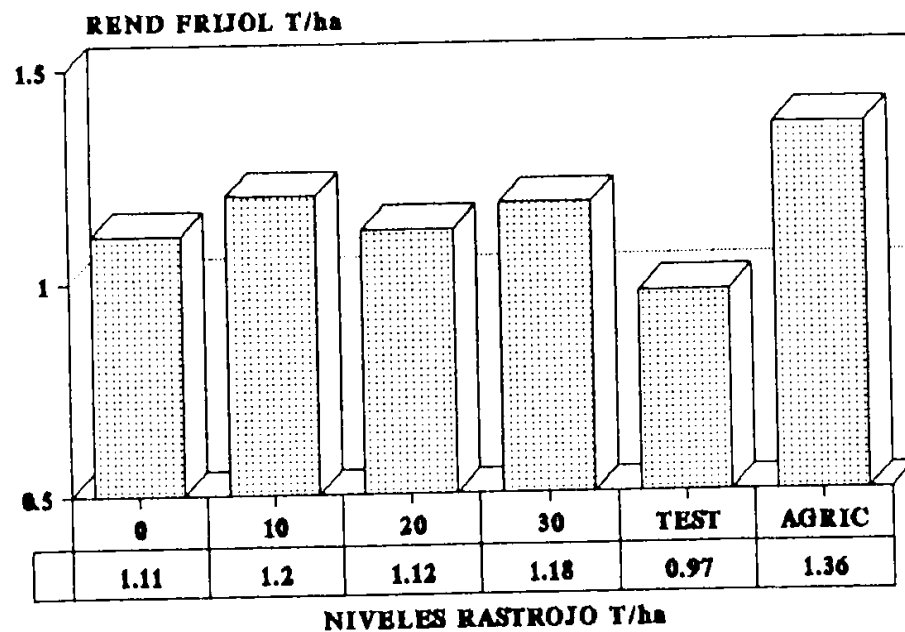


Fig. 4 EFECTO RESIDUAL RASTROJO FRIJOL RELEVO. OPICO, EL SALVADOR 1991.

LABRANZA DE CONSERVACION

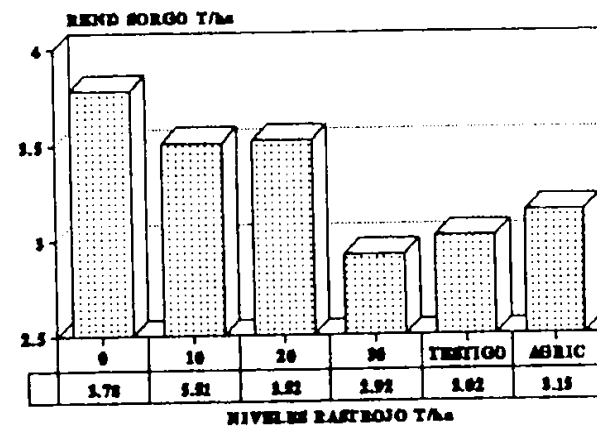


Fig 5 EFECTO RESIDUAL CANTIDAD RASTROJO GUAYMANGO, EL SALVADOR 1991.

LABRANZA DE CONSERVACION

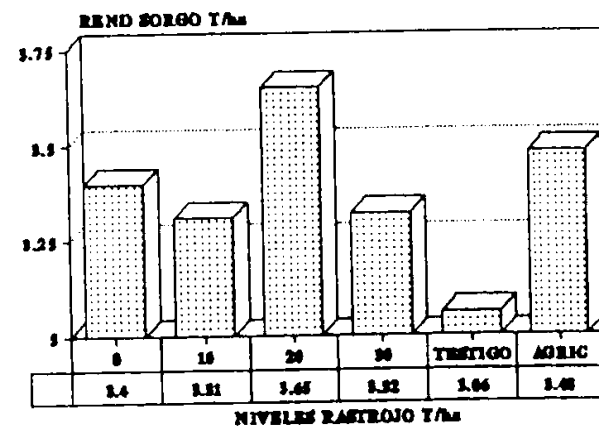


Fig 6 EFECTO RESIDUAL CANTIDAD RASTROJO TEXISTEPEQUE, EL SALVADOR 1991.

BIBLIOGRAFIA

- BARRETO, H.J. 1988. Cambios en propiedades químicas, patrones de fertilización y encalamiento en suelos bajo labranza cero. El Batán, México. 34-58 p.
- PHILLIPS RE and PHILLIPS SH, 1984. No-Tillage Agriculture Principles and Practices uan Nostrand Reinhold Co. Inc. New York.
- VIOLIC, A.A. 1988, Labranza Convencional y labranza de conservación. Definición de conceptos. El Batán, México. 15p.
- VIOLIC, A.A. 1988 Breve historia de la labranza de conservación. El Batán, México 1-4
- VALDIVIA, A.R. Y OTROS. 1987. Evaluación de dos tipos de labranza en el sistema maíz-frijol en relevo. San José, Costa Rica. 15p.
- SOSA, H. Y OTROS. 1990. Evaluación del efecto del rastrojo bajo labranza cero en el rendimiento de los sistemas maíz-sorgo y maíz-frijol. El Salvador. En XXXVII, Reunión Anual del PCCMCA. Panamá. Panamá. 15 p.
- ZAFFARONI, E. Y OTROS. 1979. Implicaciones de laboreo cero sobre algunas características químicas y físicas del suelo. Tegucigalpa, Honduras. PCCMCA. 20p.

El uso de Modelos de Simulación en el Diagnóstico de Riesgos y Formulación de Dominios de Recomendación

E.B. Knapp¹

RESUMEN

En el caso de estudio (proveniente de Manabí, Ecuador), se explora el uso de modelos de simulación como una metodología para definir explícitamente los riesgos e incertidumbres asociados a ciertos factores ambientales y de manejo del cultivo de maíz. Se examina la siguiente relación:

Rendimiento = $f(\text{ETa/ETp, fecha de siembra, densidad de siembra, N})$.

INTRODUCCION

Byerlee et al (1980), Zandstra et al. (1981), Shaner et al. (1982), y Sanders y Lyman (1982), entre otros, han descrito una secuencia lógica de los pasos para implementar la investigación multidisciplinaria en fincas, en manejo de cultivos. Sin embargo, en una revisión reciente, Byerlee (1987) consideró que la difusión de información al agricultor en los países en desarrollo era críticamente débil debido a la ineficiencia de los sistemas nacionales de investigación agrícola para generar un flujo de información relevante y útil.

De acuerdo con el conocimiento popular, los agricultores adoptan las prácticas de manejo con base en comparaciones de ganancias, riesgos, costo y compatibilidad de la nueva práctica con el sistema agrícola actual. De estas cuatro características de un componente tecnológico de un sistema de producción, se podría afirmar que el riesgo es la más importante porque determina el valor esperado, o la ganancia y pérdida de una determinada decisión de manejo. Para el científico el riesgo casi siempre se determina estadísticamente con base en mediciones repetidas de las que se obtienen distribuciones de frecuencias, medias y varianzas. Los problemas para hacer las mediciones necesarias, especialmente a lo largo del tiempo, son la necesidad de planeación y compromiso a largo plazo, y los costos. El objetivo de este estudio fue evaluar el uso de modelos de simulación para ayudar a estimar el riesgo y la incertidumbre relacionados con decisiones de manejo de algunos cultivos y de determinados ambientes. El caso de estudio se basa en datos de experimentos agronómicos con maíz realizados por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP) en Manabí, Ecuador, durante 1980-1989.

Descripción del área de investigación

La provincia de Manabí, ubicada en la costa semi-árida del Ecuador es un área agrícola importante, con aproximadamente 72,000 ha sembrados de maíz, y con

rendimientos promedio de 1.2 t/ha (Carrillo, 1990). Los agricultores son de escasos recursos y están expuestos a los riesgos climáticos normales de la agricultura. Los valores medios para balance hídrico se muestran en la Figura 1. Como se puede apreciar, el ciclo de cultivo es corto y la posibilidad de estrés hídrico, considerable.

Desde 1980, el INIAP ha evaluado tecnologías en fincas en colaboración con agricultores, con el fin de incrementar la productividad de los recursos dedicados a la producción de maíz. Se realizaron análisis económicos y estadísticos para cada año y sitio, y se brindaron recomendaciones a los agricultores. Sin embargo, al igual que en la mayoría de los programas de investigación, los tratamientos y los sitios experimentales cambiaron con el transcurso del tiempo. El resultado es que algunos tratamientos se evaluaron en años o sitios donde no hubo estrés hídrico mientras que otros se evaluaron en años y sitios donde sí hubo estrés hídrico. La pregunta es cómo integrar los datos para tener un análisis completo e imparcial del valor esperado de diferentes alternativas de manejo.

Resultados y discusión

El primer paso consistió en analizar nuevamente los datos históricos, utilizando análisis de coeficiente de "path" o recorrido (coeficiente de regresión parcial normalizada). Este tipo de análisis utiliza información *a priori* para definir las relaciones causales, que luego se estiman numéricamente empleando técnicas de regresión (Asher, 1976). La Figura 2 muestra el modelo con los coeficientes de recorrido resultantes y el Cuadro 1 resume los efectos directos, indirectos y totales en el rendimiento para cuatro variables. Como se esperaba, el número de mazorcas cosechadas ejerce un efecto importante en el rendimiento final, seguido por el número de plantas, la tasa de siembra y el nivel de aplicación de fertilizante nitrogenado. Sin embargo, la Figura 1 también muestra un gran error residual para el rendimiento final. Gran parte de esta variación "inexplicada" en el rendimiento se debe probablemente a déficits hídricos durante diferentes años. Para evaluar el efecto del riesgo de sequía en el rendimiento, se utilizó un modelo simple de balance hídrico (Forest, 1984) para estimar la Evapotranspiración actual. La Evapotranspiración potencial se estimó mediante el método de Linacre (1977). Luego, se comparó el cociente ETa/ETp con los rendimientos en fincas medidos durante cuatro años, dos de sequía. Los resultados muestran claramente el efecto del estrés hídrico a través de los años en el rendimiento final de granos (Figura 3).

Utilizando el mismo modelo de balance hídrico, el siguiente paso fue simular la interacción de la fecha de

¹ Especialista en Producción de Maíz, CIMMYT, oficina Regional para América del Sur. A. A. 6713, Cali, Colombia.

siembra y el rango de humedad no limitante del suelo, con la relación ETa/ETp en diferentes años. La Figura 4 muestra que durante los años sin sequía, 1986-1987 por ejemplo, prácticamente no hubo efecto de la fecha de siembra ni de la capacidad de retención de agua del suelo en la relación ETa/ETp , la cual afecta sustancialmente el rendimiento. En contraste, hubo un efecto muy fuerte en la relación ETa/ETp durante los años en los que sí hubo sequía, como en 1980-1981.

El análisis de coeficientes de recorrido indicó también la importancia de la fertilización nitrogenada. Siendo el fertilizante es el insumo más costoso, cabe preguntarse cuál sería el riesgo de aplicar fertilizante en el ambiente de Manabí teniendo en cuenta el efecto de la sequía, la fecha de siembra y la tasa de siembra (número de plantas/ha). Este análisis se hizo utilizando el modelo de simulación de crecimiento de maíz CERES (Jones et al. 1986 y Carberry et al. 1989).

Para simular una distribución de los rendimientos de maíz, se corrió el modelo CERES tomando aleatoriamente datos de densidad de plantas (Figura 5), fechas de siembra y balance hídrico en función de las distribuciones obtenidas durante los ensayos en finca. La Figura 6 muestra un ejemplo de los resultados de estas simulaciones. Lo que resulta obvio de estos datos, es que la aplicación de fertilizante es una decisión muy riesgosa considerando la posibilidad de sequía en Manabí.

Se corrieron otras simulaciones para evaluar tres opciones de fertilizante: cero fertilizante, 40 Kg de N/ha y 80 Kg de N/ha. La Figura 7 muestra que la tasa de 80 Kg de N/ha domina estocásticamente sobre la de 40 Kg de N/ha, y que ésta, a su vez, lo hace sobre la de 0 Kg. de N/ha. Sin embargo, si los aumentos en rendimiento valen la pena, es algo que debe evaluarse mediante análisis económicos.

Un uso final de los modelos de simulación se muestra en la Figura 8, en donde se crea una curva de probabilidad como en la Figura 7 empleando insumos al azar de las distribuciones conocidas o supuestas para humedad anual, fechas de siembra, densidad de plantas y niveles de N. El resultado de estas simulaciones se denomina "pre" distribución. A medida que se recibe información de la investigación en fincas, ésta se agrega a los datos simulados para formar una "post" distribución de probabilidad. Los datos medidos aproximan los resultados simulados a los reales. Estos resultados simulados tienen dos usos. Primero, están disponibles durante la etapa de planeación de la investigación y sirven como predicciones para guiarla. Segundo, los datos simulados son estimaciones a largo plazo de las expectativas y equilibran los datos de la investigación tomados de las observaciones hechas en pocos años y en pocos sitios. El Cuadro 2 es un resumen de un análisis típico que incorpora el concepto de análisis de "pre" y "post" probabilidad, que puede emplearse para mejorar la definición de dominios de recomendaciones a los agricultores.

Coeficientes "path" para el efecto directo, indirecto y total de las variables del modelo en el rendimiento.

	Directo	Indirecto	Total
Número de mazorcas cosechadas	0.660	-	0.660
Número de plantas ha ⁻¹	-	0.592	0.592
Tasa de siembra	-	0.478	0.478
Nitrógeno aplicado	0.386	0.075	0.461

Resumen Estadístico de Distribuciones de Probabilidad de "Prior" y "Post" para tres Estrategias de Niveles de Fertilización de Nitrógeno. Manabí, Ecuador.

Nitrógeno Distribución	0 Kg Ha ⁻¹		0 Kg ha ⁻¹		80 Kg ha ⁻¹	
	Prior	Post	Prior	Post	Prior	Post
μ	2655	2583	2866	2594	2946	3624
σ	872	882	944	1128	990	945
n	10	40	10	57	10	33

REFERENCIAS

- Asher, Herbert B. 1976. Causal Modeling, Sage University Papers, Series/Number 07-003, Sage Publications, CA.
- Byerlee, Derek, M. Collinson. 1980. Planning Technologies Appropriate to Farmers - Concepts and Procedures. CIMMYT, México.
- Byerlee, Derek. 1987. Maintaining the Momentum in Post-Green Revolution: A Micro-Level Perspective from Asia. MSU International Development Paper No. 10. East Lansing, MI.
- Carberry, P.S., R.C. Muchow and R.L. McCown. 1989. Testing the CERES-Maize Model in a Semi-Arid Tropical Environment. Field Crops Research, 20 297-315.
- Forest, F. 1984. Simulation du Bilan Hydrique des Cultures Pluviales: Presentation et Utilisation du Logiciel BIP. I.R.A.T.C.I.R.A.D., La Riviere.
- Jones, C.A. and J.R. Kiniry. 1986. CERES-Maize. A Simulation Model of Maize Growth and Development. Texas A&M University Press.
- Linacre, Edward T. 1977. A Simple Formula for Estimating Evaporation Rates in Various Climates, Using Temperature Data Alone. Agricultural Meteorology, 18 (1977) 409-424.
- Sanders, J.H. and J.K. Lynam. 1982. Evaluation of New Technology On Farms: Methodology and Some Results from Two Crop Programs at CIAT. Agricultural Systems 9 (2): 97-112.
- Shaner, W.W., P.F. Philip, and W. R. Schmehl. 1982. Farming Systems Research and Development, Westview Press, Co.
- Zandstra, H.G., E.C. Price, J.A. Litsinger, and R.A. Morris. 1981. A Methodology For On-Farm Cropping Systems Research. IRRI, Philippines.



FIGURA

Fig. 1. Promedios mensuales históricos del balance hídrico de Manabí, Ecuador, junto a fechas aproximadas de siembra y cosecha de maíz.

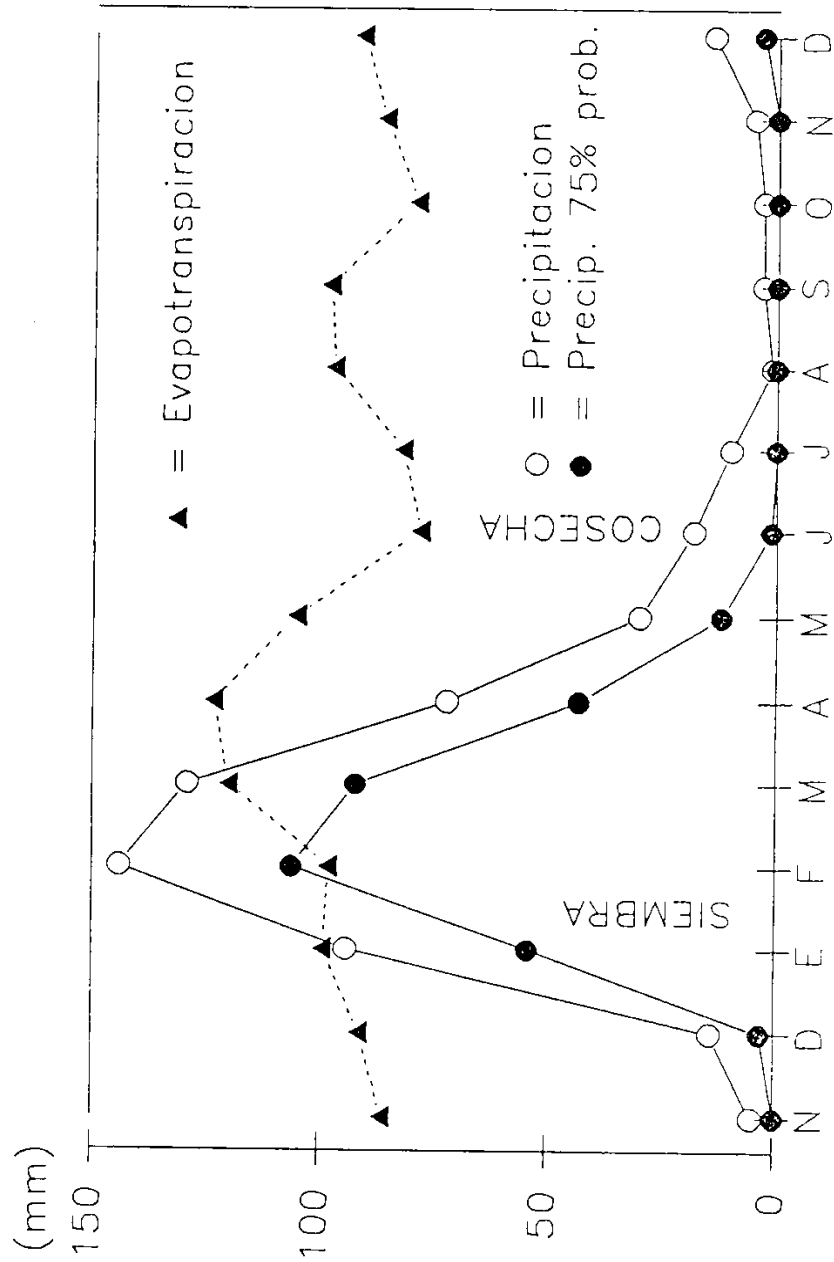


Diagrama de flechas y coeficientes "PATH" (coeficientes de regresion parcial normanizada) para las variables a ser analizadas por sus efectos el en rendimiento. Manabi, Ecuador. (n=101)

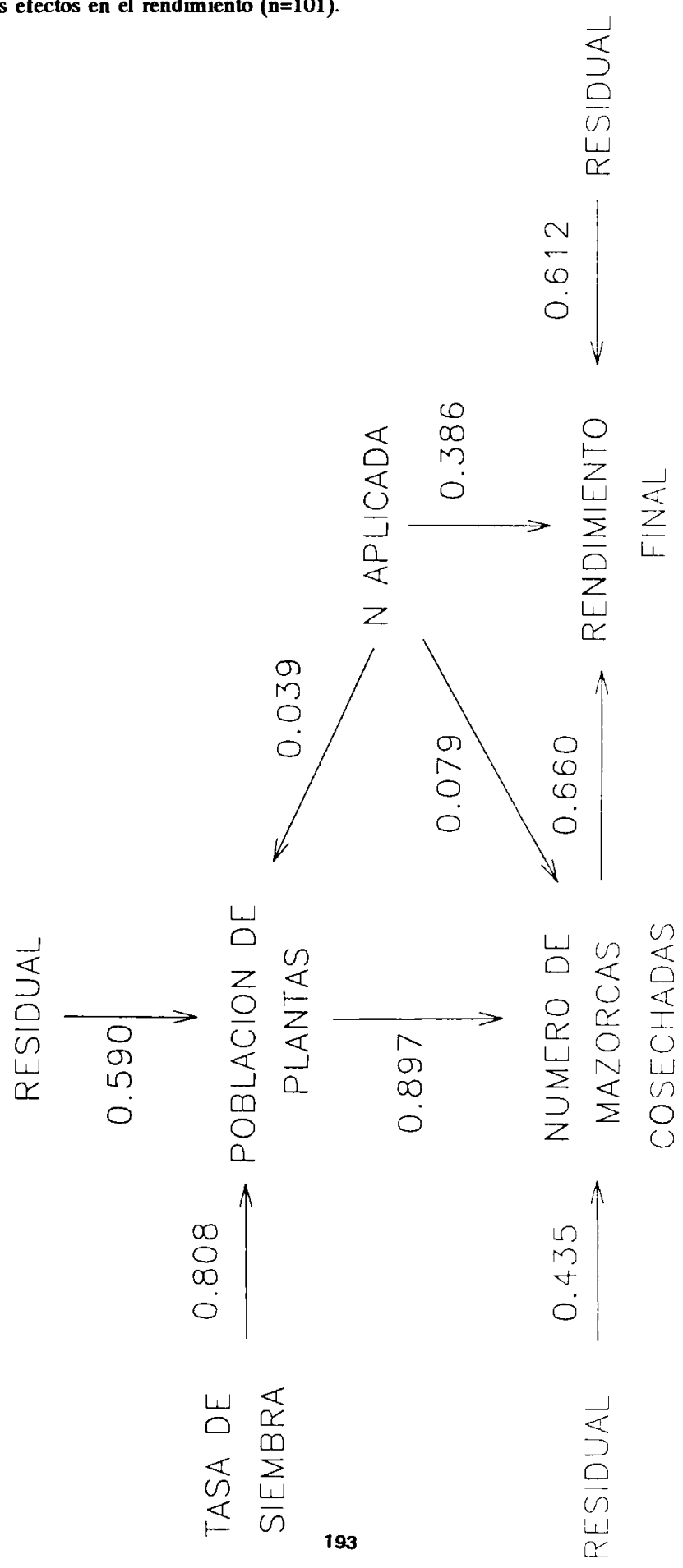


Fig. 2. Diagrama de flechas y coeficientes de recorrido (coeficientes de regresión parcial normalizada) para las variables a ser analizadas por sus efectos en el rendimiento (n=101).

Fig. 3. Probabilidades acumuladas para rendimiento obtenido en dos años con stress hídrico (1980 y 1981), y dos años sin estrés (1986 y 1987), para Manabí, Ecuador. También se muestran los valores simulados de ET_a/ET_p asociados con cada año.

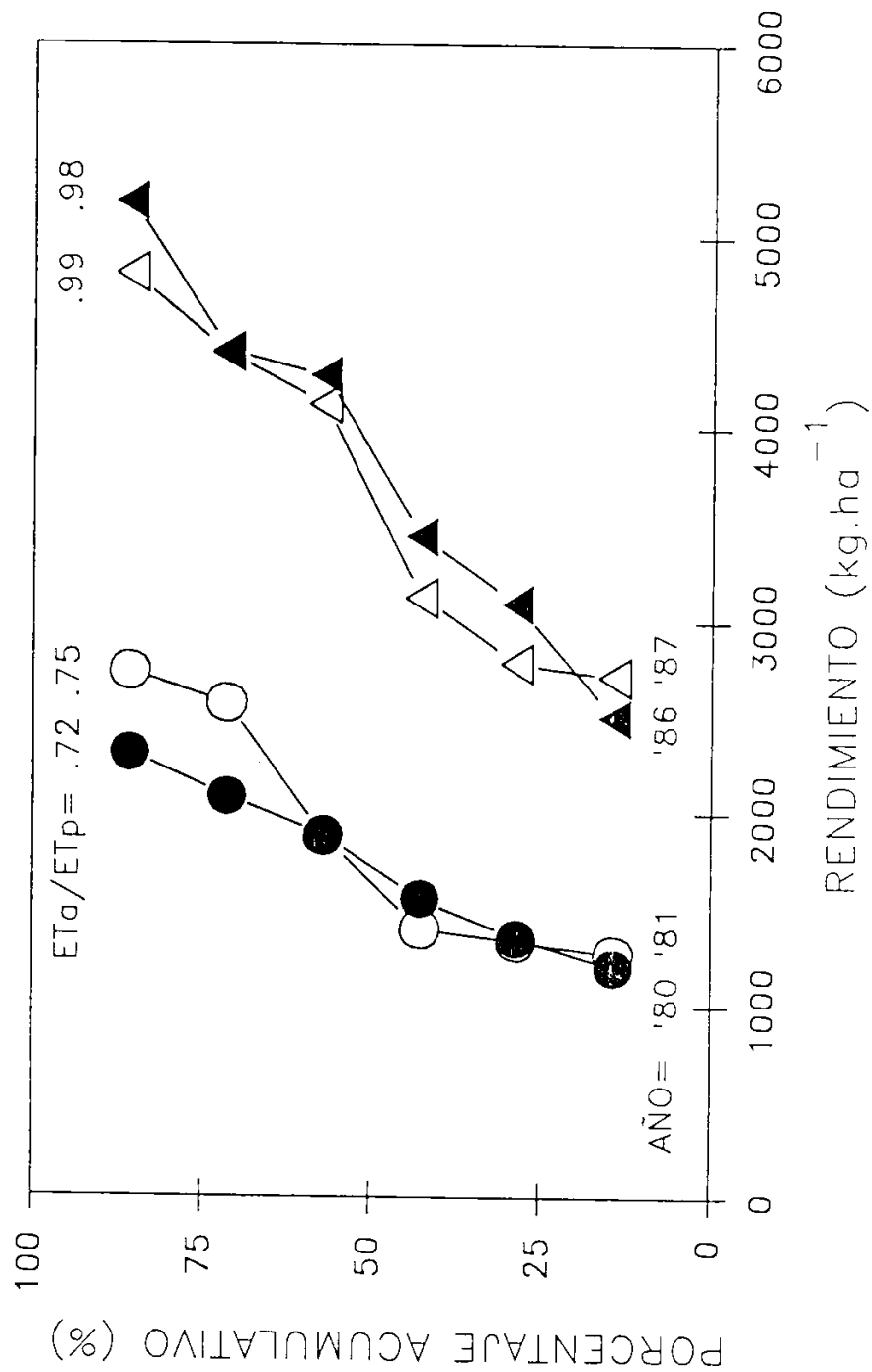


Fig. 4. Relación simulada entre rangos de humedad del suelo no limitantes, fecha de siembra, y ETa/ETp para dos años con sequía severa (1980 y 1981) y dos sin estrés hídrico (1986 y 1987). La mayoría de los años se ubican entre esos extremos de las superficies de respuesta más bajas (1980-81) y más altas (1986-87). La fecha de siembra "0" equivale a una situación de 20 mm de humedad disponible en los 10 cm alrededor de la semilla. Los restantes valores representan, en número de días, fechas de siembra previo (-5) o luego (5 y 10) de encontrar 20 mm de humedad disponible en el suelo alrededor de la semilla.

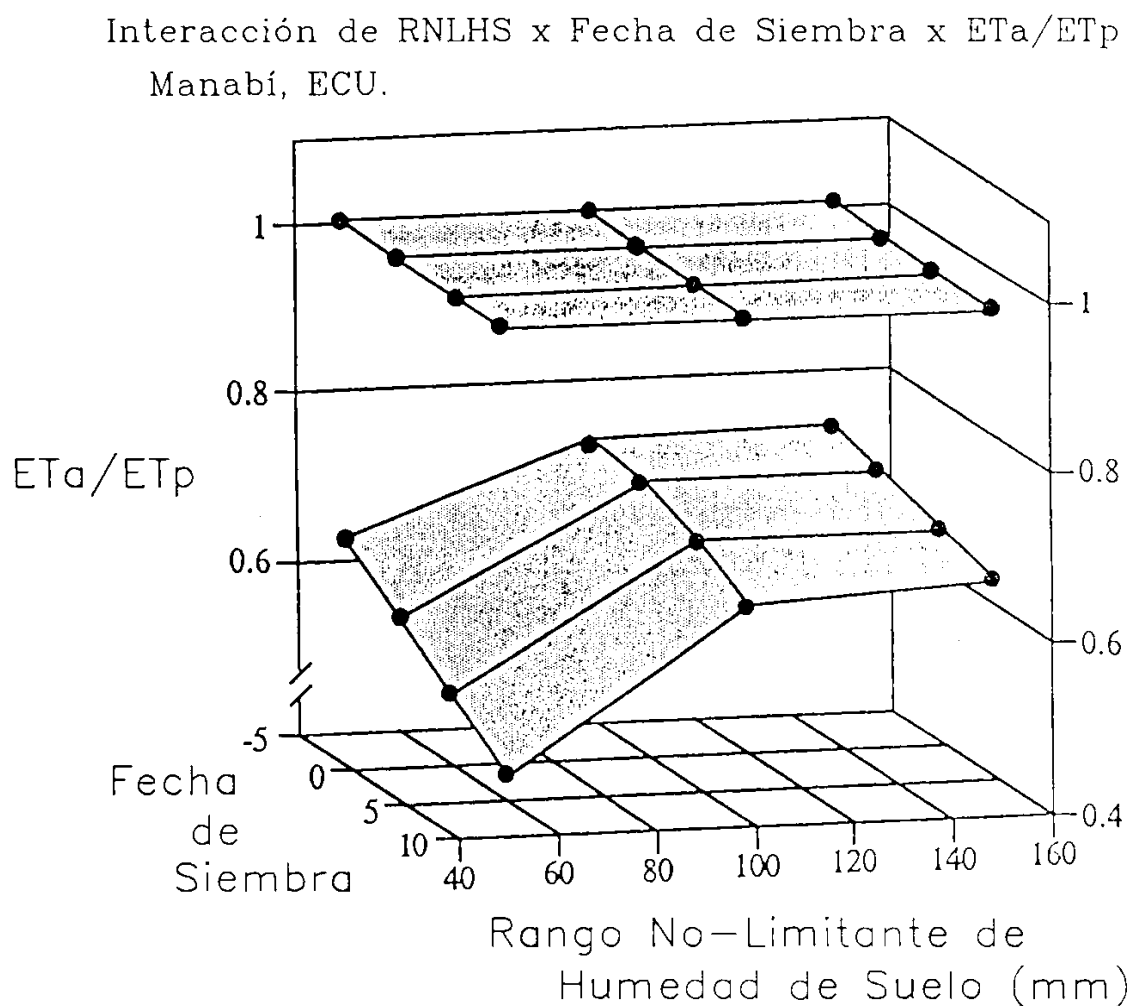


Fig. 5. Densidad de plantas media en Manabí, Ecuador se distribuyeron normalmente. Los datos fueron normalizados para desarrollar una función que pudiera ser mostreada aleatoriamente, para variar las condiciones simuladas por el modelo.

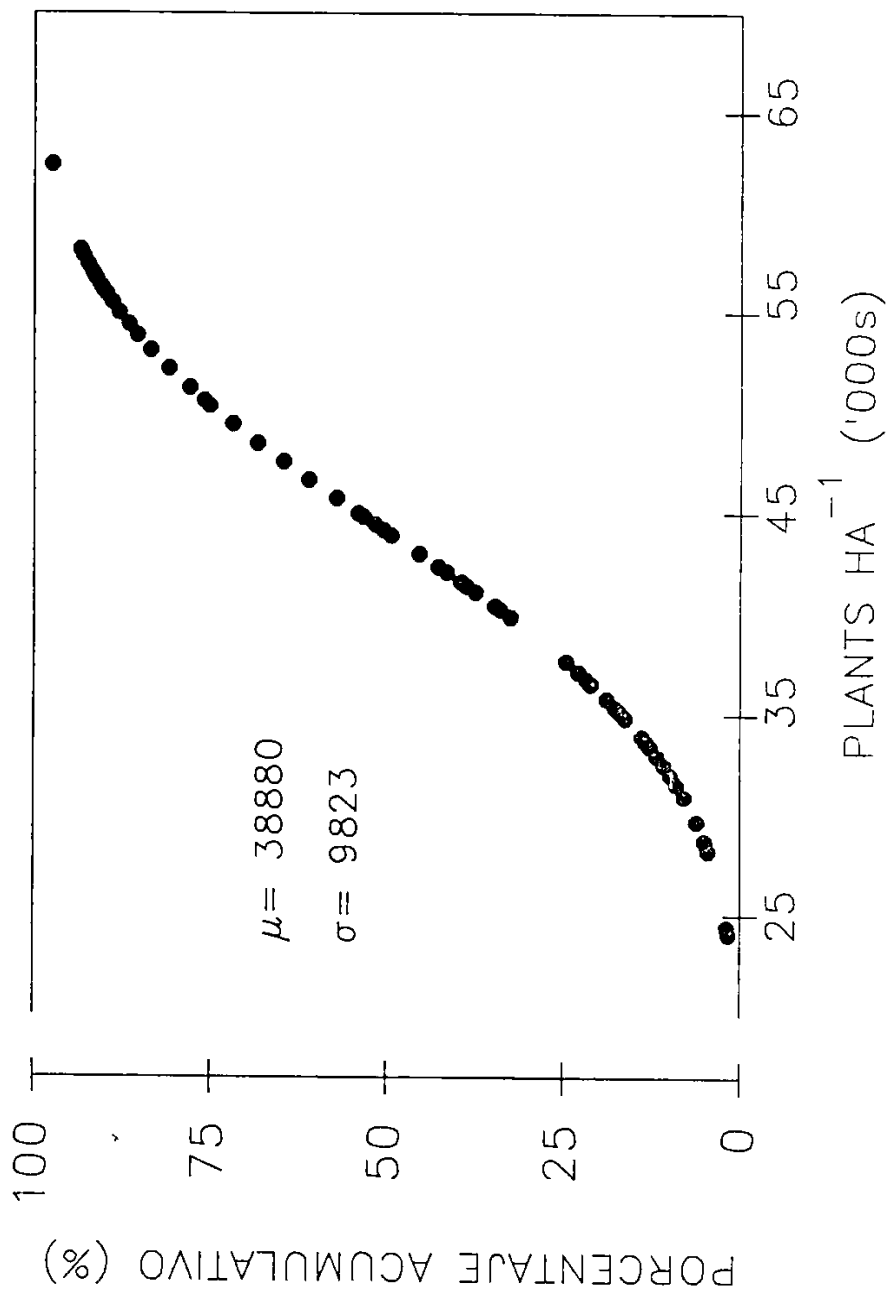
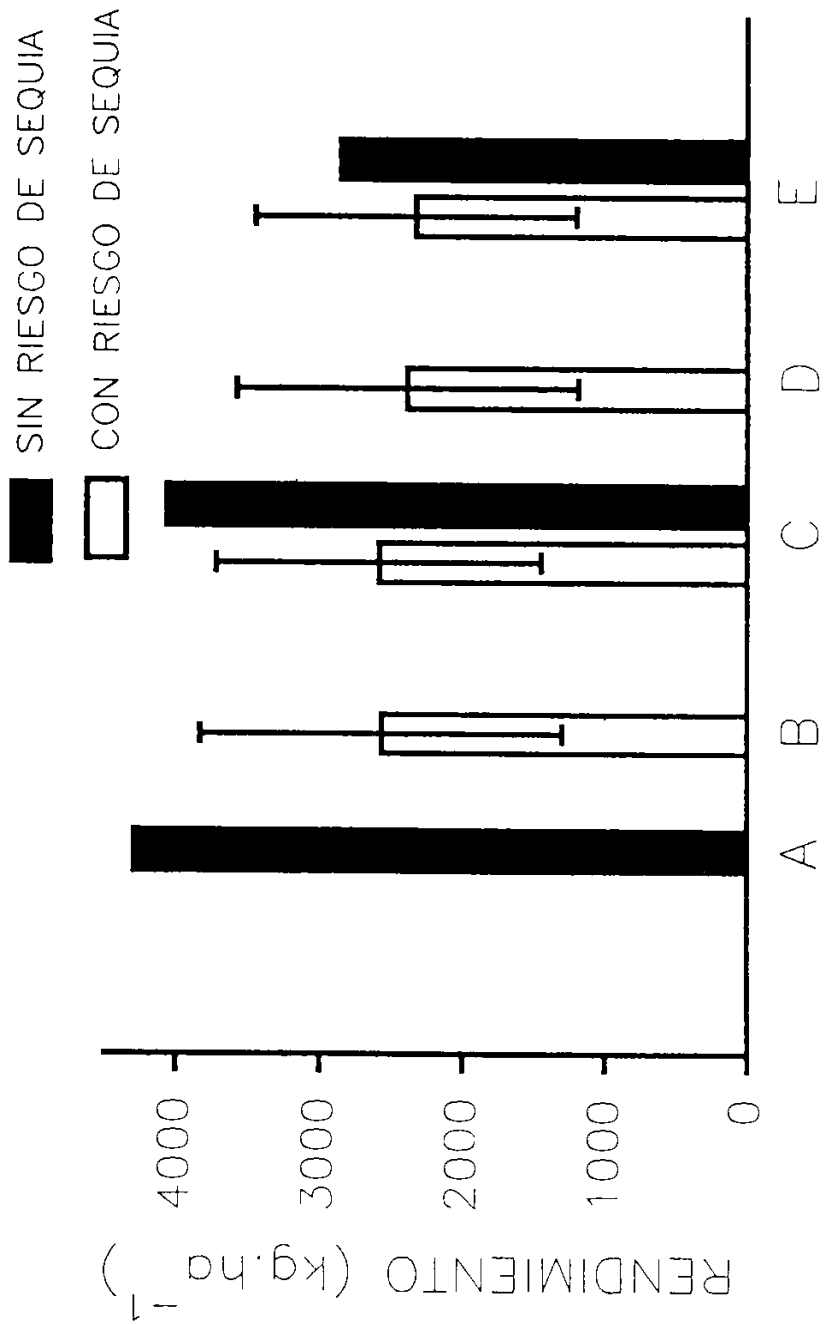


Fig. 6. Comparación de decisiones de manejo del cultivo selectas y efecto de eventos imprevistos para Manabí, Ecuador.



DECISIONES de MANEJO de MAIZ y RIESGO. Manabí, ECU.

- A. 20mm humedad, 50,000 pl·ha⁻¹, 80 kgN·ha⁻¹
- B. Lo mismo que A.
- C. Lo mismo que A pero 33,000 pl·ha⁻¹
- D. Lo mismo que A pero una fecha de siembra atrasada 10 días.
- E. Lo mismo que A pero sin Nitrogeno.

Fig. 7. Probabilidades acumuladas para rendimiento como resultado de tres estrategias de fertilización nitrogenada a lo largo de un período de diez años en Manabí, Ecuador.

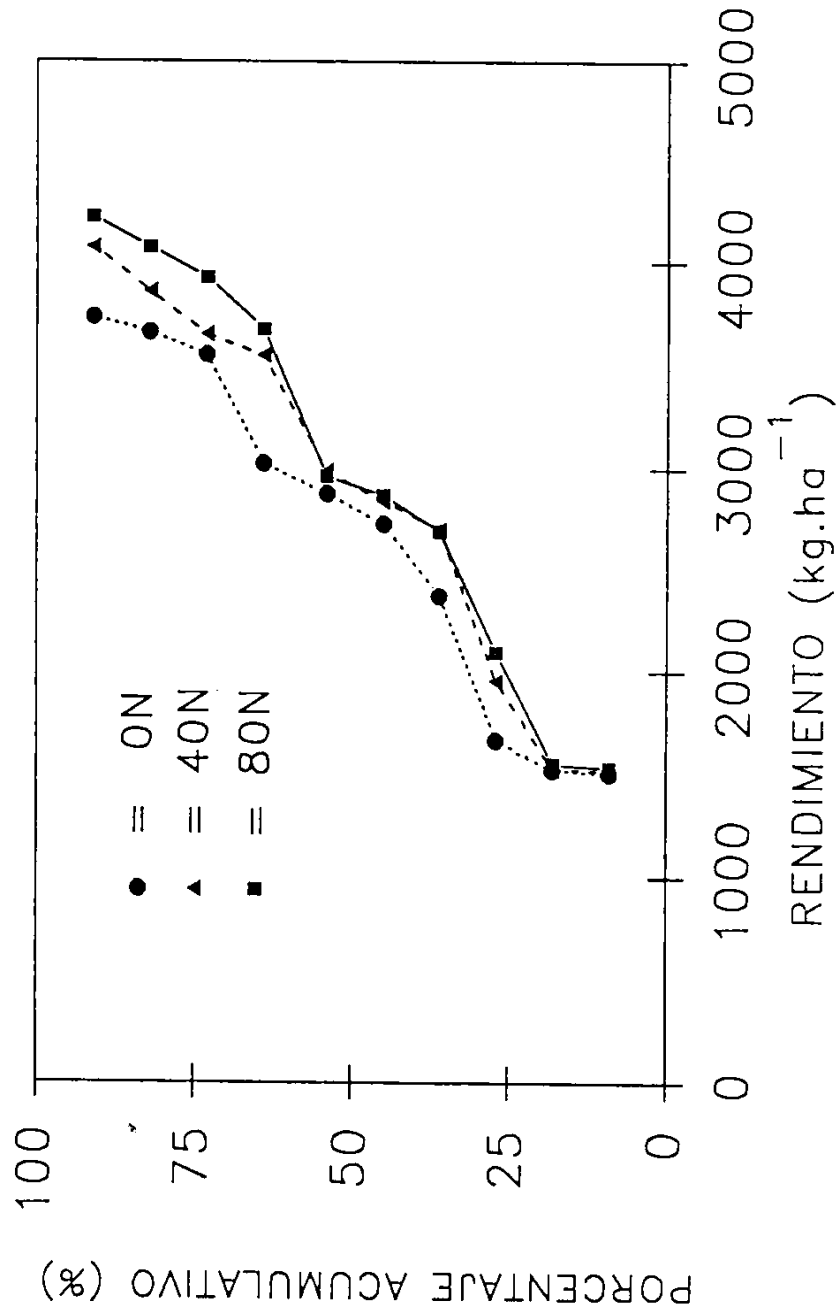
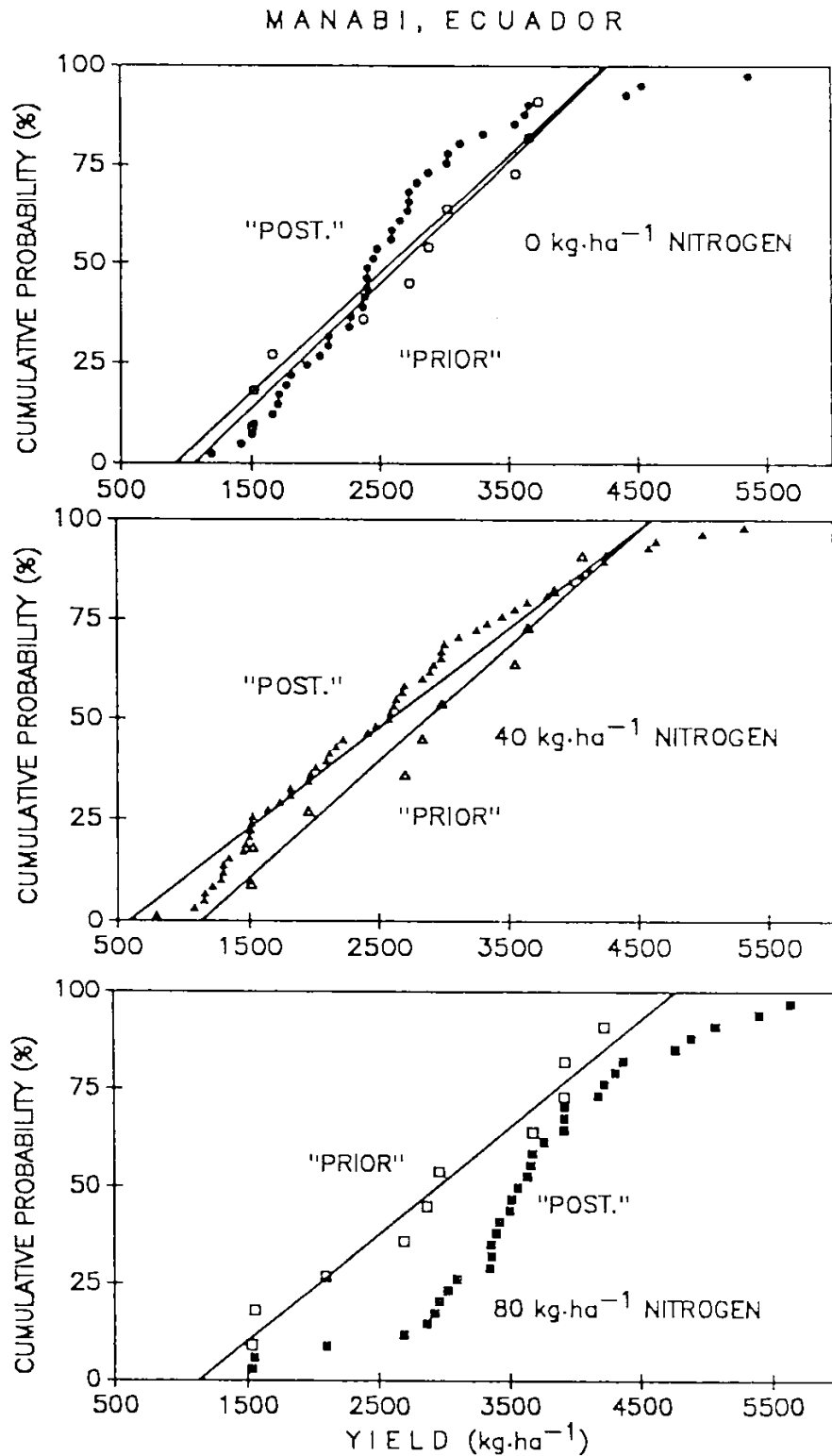


Fig. 8. Comparación de los resultados de tres estrategias de fertilización nitrogenada a lo largo de un período de diez años en Manabí, Ecuador. Las curvas 'per' presentan datos simulados provenientes de la Figura 7, mientras que la curva 'post' se obtuvo luego de la adición de observaciones provenientes de la investigación en fincas a lo largo del tiempo. Juntos, estos datos se "auto-corrigen" y son una medida más precisa de los riesgos e incertidumbres que cada grupo de datos individualmente.



PROTECCION VEGETAL

Diversidad Patogénica de *Colletotrichum lindemuthianum* en América Central

Carlos Manuel Araya F.¹, Marcial Pastor Corrales², María Mercedes Otoya²

RESUMEN

Se caracterizó la variación patogénica de 59 aislamientos de *Colletotrichum lindemuthianum* provenientes de Costa Rica (49), Guatemala (3), Honduras (3), El Salvador (3) y Nicaragua (1). se utilizó el grupo latinoamericano de 12 cultivares diferenciales de frijol. La denominación de los prototipos se hizo con base en un sistema binario, en el que el número que tipifica la raza se obtuvo de la sumatoria de los valores asignados a aquellos diferenciales que presentaron reacción susceptible. La diversidad patogénica encontrada fue mayor y diferente a la existente en otros países de América Latina. En Costa Rica se encontraron 22 razas (49%) distribuidos en las cuatro regiones muestradas, estando la mayor diversidad en la Zona Sur. Solo la raza 9 fue encontrada en todas las regiones y en todos los países. La raza 521 fue encontrada en las regiones Sur y Atlántica, la raza 1929 en el Pacífico y en el Atlántico y la raza 1993 se ubicó en las regiones Central y Sur. Otras 17 razas aparecieron solo en una región. Todos los cultivares diferenciales de grano pequeño, con excepción del G2333, presentaron reacción susceptible con la mayoría de patotipos costarricenses, mientras que los de grano grande tuvieron reacción resistente. En Guatemala se encontraron dos razas, en Honduras también dos, en El Salvador tres razas y en Nicaragua solo una raza. Del total de aislamientos fueron caracterizados 24 patotipos en América Central, de los cuales 22 se encontraron en Costa Rica.

INTRODUCCION

La antracnosis del frijol es una enfermedad ampliamente distribuida que causa pérdidas importantes de rendimiento, en diferentes países de América Latina (8). En Costa Rica es la principal causa de rechazo de lotes productores de semilla (1).

Una de las medidas de combate más barata para el agricultor y a la vez efectiva en el campo, es el uso de cultivares resistentes o tolerantes a la enfermedad. Esta práctica ha mostrado éxito en los Estados Unidos, Canadá y varios países de Europa y Africa (4,5,9), donde las razas del hongo son ampliamente conocidos y los cultivares comerciales mantienen estable su resistencia por largo tiempo. Sin embargo, esta situación varía en América Central donde no se cuenta con suficiente

información sobre las razas presentes, su virulencia y la distribución geográfica.

Algunos esfuerzos hechos en Costa Rica (2, 10), han demostrado que el hongo tiene una mayor variación patogénica y que ésta es diferente a la identificada para otros países de América Latina. Lo anterior sugiere la urgencia de conocer el estado real actual del hongo en la región, con el propósito de implementar una nueva estrategia de mejoramiento con una base genética más amplia, que cubra el ámbito de la variación patogénica existente.

El presente trabajo tuvo como objetivo identificar las razas de *Colletotrichum lindemuthianum* presentes en América Central y utilizar, por primera vez, el grupo de cultivares de frijol diferenciadores y la nueva nomenclatura aprobados para América Latina.

MATERIALES Y METODOS

En los invernaderos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), fue evaluada la reacción de 12 cultivares diferenciadores a aislamientos de *Colletotrichum lindemuthianum* provenientes de los países centroamericanos, con énfasis en Costa Rica. Los cultivares diferenciadores fueron: Michelite, Michigan Dark Red Kidney (MDRK), Perry Marrow, Cornell 49292, Widusa, Kaboon, México 222, PI-207262, TO, TU, AB-136 y G 2333; recomendados y aprobados en el taller "Antracnosis del frijol común *Phaseolus vulgaris* L. en América Latina". (3)

A partir de cultivos monopóricos se incrementó el inóculo siguiendo el procedimiento propuesto por Pastor-Corrales (7). Las variedades diferenciadoras fueron sembradas en hileras de diez semillas, en una mezcla 1:1 de arena; suelos estériles. Una suspensión de $1,2 \times 10^6$ conidios/ml. de cada aislamiento, fue inoculada sobre plántulas de siete días de edad, con un aplicador De Vilbis No. 15 a 15 lbs. de presión por pulgada cuadrada. Las plántulas fueron incubadas durante siete días a temperatura entre 20 y 22°C y 95 a 100% de humedad relativa; posteriormente se evaluaron.

La reacción de los diferenciadores se clasificó de 1 a 9 con base en la escala de severidad usada por el "Programa de Patología del Frijol" del CIAT (7), donde 1 es planta sana; 3 es presencia de muy pocas y pequeñas

¹ Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional. Apdo. 86-3000. Heredia. Costa Rica.

² Patología de Frijol. CIAT. Apdo. Aéreo 6713. Cali, Colombia.

lesiones en la vena primaria; 5 es presencia de varias lesiones pequeñas en el peciolo, en las venas primarias y secundarias del envés de la hoja; 7 es presencia de numerosas lesiones grandes en el envés de la hoja y en los peciolos; 9 es necrosis severa en el 25% o más del tejido en hojas, peciolos, tallo, ramas y ápice. De acuerdo con esta escala, se asignó reacción resistente (R) si el promedio de severidad fue menor o igual a 3 y reacción susceptible (S) si el promedio fue mayor de 3.

Para la determinación de la raza, se mantuvo el orden dado a los diferenciadores, de 0 hasta 12, y este fue el exponencial de base dos correspondiente, de manera que Michelite se asocia a 1 y así sucesivamente hasta el G 2333 que se asocia a 2048. La identificación de la raza se hizo sumando los valores asociados a aquellos diferenciados que presentaron reacción S.

RESULTADOS Y DISCUSION

Costa Rica fue el país que mayor número de aislamientos presentó, con 49 aislamientos provenientes de las Zona Sur, Central, Pacífica y Atlántica que representaron 14 sitios de muestras diferentes. El Salvador, Guatemala y Honduras aportaron tres aislamientos cada país y Nicaragua aportó únicamente un aislamiento.

El Cuadro 1 muestra las razas más frecuentes identificadas en la región. Se observa cómo la diversidad patogénica del hongo en Costa Rica es bastante amplia, ya que de 49 aislamientos fue posible identificar ocho razas como las más frecuentes, sin embargo existen otras 15 razas que se presentaron con un aislamiento. La mayor variación se encontró en la Zona Pacífica y Zona Sur, donde en el primer caso, de seis aislamientos evaluados se identificaron seis razas diferentes, representando una variabilidad del 100%, mientras que en la Zona Sur fue del 66%. La raza más frecuente y presente en todas las zonas muestreadas fue la raza 9.

Por ser este el primer trabajo de razas en Centroamérica, no se tiene referencia comparativa de otras zonas. No obstante, es evidente no solo la amplia variación presente, sino que además esta variación es diferente a la identificada en otras latitudes. Menezes y Dianese (6) hacen un recuento de 1948 a 1972, de la forma como se ha incrementado el número de razas en Europa, Estados Unidos y América Latina, donde se destaca la baja variabilidad de los aislamientos evaluados. Asimismo, para el caso de Brasil la variación es de apenas nueve razas hasta 1988, a partir de 201 aislamientos.

En los restantes países de América Central la tendencia es muy semejante a la observada en Costa Rica. Pese a tener un número reducido a aislamientos, no se observó la predominancia de una raza en especial; por el contrario, de cada aislamiento se obtuvo, en la mayoría de los casos, una raza diferente. Sobresale el hecho de que la raza 9 se encuentra en todos los países, lo que

sugiere algún origen común de esta raza y adaptación a las condiciones climáticas y patógenas centroamericanas.

En términos generales, los resultados demuestran la urgente necesidad de completar el estudio para América Central y determinar con precisión la variación patogénica de *C. lindemuthianum*, para iniciar un programa de mejoramiento específico para la región que contemple resistencia a las razas nativas, y no trabajar bajo el supuesto errado, que las razas en América Central es semejante a la identificada en otros países de América Latina.

REFERENCIAS CITADAS

- ARAYA, C.M. 1989. La antracnosis del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas 13: 0391.
- ARAYA, C.M.; PASTOR-CORRALES, M.A.; RAMIREZ, J.F. 1991. Variación patogénica de aislamientos de *Colletotrichum lindemuthianum* procedentes de la zona noroeste y central de Costa Rica. Agrn. Costarr. 15 (1-2) (en prensa)
- CIAT. 1988 Antracnosis del frijol común *Phaseolus vulgaris* en América Latina. Taller. 6-10 Junio. Cali, Colombia.
- DRIJFHOUT, E.; DAVIS, J.H.C. 1989. Selection of a new set of homogeneously reacting bean (*Phaseolus vulgaris*) differentials to differentiate races of *Colletotrichum lindemuthianum*. Plant Pathology 38: 391-396.
- FOUILLOUX, G. 1978. New Races of Bean Anthracnose and Consequences on our Breeding Programs. In Diseases of Tropical Food Crops. Ed. by H. Marathite and J.A. Meyer. Proceedings of an International Symposium UCL. Lou vaim-la-Newere, Belgium.
- MENEZES, J.R. and DIANESE, J.C. 1988. Race characterization of Brazilian Isolates of *Colletotrichum lindemuthianum* and Detection of Resistance to Anthracnose in *Phaseolus vulgaris*. Phytopathology 78(6): 650-655.
- PASTOR-CORRALES, M.A. 1985. Técnicas, materiales y métodos utilizados en la evaluación de frijol por su reacción a las enfermedades. In Frijol: investigación y producción. Ed. por. M. López, F. Fernández y A. Schoonhoven. CIAT. Cali, Colombia. p. 157-168.
- PASTOR-CORRALES, M.A.; TU, J.C. 1989. Antracnose. In Bean and M.A. Pastor-Corrales. CIAT. Cali, Colombia. p. 77-104
- SCHOONHOVEN, A. VAN; PASTOR-CORRALES, M. A. Comp. 1987. Sistema estándar para la

evaluación de germoplasma de frijol. CIAT.
Cali, Colombia. 56 p.

TU, J.C. 1989. La antracnosis del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas. 13: 83-91.

VILLAO, V. M. 1986. Evaluación de resistencia a la antracnosis y determinación de algunas razas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* presentes en ciertas zonas frijoleras de Costa Rica. Tesis M. Sc. Turrialba, IICA. 62 p.

Tres tipos de Labranza, Cultivares en Función de Bacteriosis (*Xanthomonas campestris*) como Manejo de la Enfermedad Bacterial.

Francisco Blanco B.¹

RESUMEN

En la IV Región, la enfermedad conocida como **Quema**, causada por la Bacteria *Xanthomonas campestris* es una limitante económica en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en zonas donde se presentan condiciones climáticas favorables para el patógeno. La labranza conservacionista es una alternativa viable, ya que la no remoción de suelo evita que el factor primario de diseminación del agente causal se propague con menor intensidad. Los ensayos se realizaron en las localidades de La Granadilla, Cascajoche y La Compañía, en la época de postrera del ciclo 1990-91. Se usó un diseño experimental de parcelas divididas con tres repeticiones, siendo la parcela principal el tipo de labranza y la sub-parcela la variedad. El factor localidad, presenta alta diferencia significativa, partiendo del hecho de tener condiciones climáticas diferentes. El factor tipo de labranza, no muestra diferencia significativa al 5% de probabilidad. El agrupamiento nos muestra que el factor variedades, no presenta diferencia significativa al 5% de probabilidad, pero sí en el análisis por separado en las localidades de La Granadilla y Cascajoche. Podemos decir que la interacción por separado del factor localidad con el factor 1 y 2 (Labranza-variedad) o la interacción de los tres factores demuestra que sí existe diferencia significativa, basado en el factor ambiente el cual es diferente en las tres localidades. La variedad REV-84 mostró su resistencia de reacción intermedia en relación a la enfermedad, pero no respondió en rendimiento como lo fue Rojo Nacional bajo el sistema de Labranza Cero y Mínima como tratamientos en estudio.

INTRODUCCION

En Nicaragua especialmente en la Región IV, la enfermedad conocida como **Quema**, causada por la Bacteria *Xanthomonas campestris*, es una limitante en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en zonas donde se presentan períodos intermitentes de lluvias con temperaturas de 28°C y humedad relativa de 80%.

La bacteria sobrevive en residuos de cosecha, hasta por un período de seis meses, activándose durante el período lluvioso. El manejo de la enfermedad a través del método convencional de control químico no ha sido efectivo por la distribución amplia del inóculo (semilla) y por la incidencia temprana de la infección. Las medidas deben integrarse con el uso de algunas prácticas, tales como siembra con **cero y mínima** labranza, variedades con resistencia intermedia y rotación de cultivo principalmente con gramíneas.

Con estas consideraciones, se establecen las siguientes hipótesis:

- Con el sistema de cero y mínima Labranza se evita que las bacterias localizadas en el suelo sean llevadas a los tejidos de la planta por la acción del salpique de las lluvias.
- Las variedades con resistencia intermedia deben mostrar estabilidad a la reacción de la enfermedad, comparadas con variedades testigos y susceptibles. La integración de las medidas planteadas conlleva a obtener un efecto aditivo desfavorable para el patógeno y aumento del rendimiento.

La **Quema** del frijol común es causada por la Bacteria fitopatógena del género *Xanthomonas*. En el trópico se considera la enfermedad más destructiva por la defoliación rápida y drástica que causa a las plantas afectadas, provocando en la mayoría de los casos la pérdida total de la cosecha.

La presencia de esta enfermedad ha sido reportada en varios países con climas de tipo cálido tropical o subtropical.

Las pérdidas pueden ser muy elevadas en áreas con condiciones favorables para su desarrollo; puede causar la muerte rápida y total de las plantas afectadas, sobre todo cuando el nivel de inóculo se porta en la semilla.

La bacteria fitopatógena presenta una forma celular baciforme, rígida o ligeramente curva con una prominente pared celular. Especie Gram-negativa estrictamente aeróbica carente de habilidad fermentativa, presenta un solo flagelo polar.

El ciclo primario del patógeno se inicia en la primera etapa reproductiva del desarrollo de la planta de frijol entre la cuarta y quinta semana después de la siembra, cuando por efectos de las lluvias el suelo infestado llega a los tejidos sanos de la planta de esta manera se desarrolla la infección. Las células penetran directamente en el tejido por heridas provocadas por el salpique de lluvias o algunas veces por estomas ubicadas en el borde del trifolio llamados hidátodos. De esta forma se desarrollan las primeras lesiones las cuales con mucha frecuencia aparecen primero en las hojas trifoliadas más próximas al suelo. Sobre las lesiones y alrededor de las áreas sanas se produce un halo amarillo que origina la formación de

¹ Lic. Técnico CNIGB, IV Región, Nicaragua.

miles de células y que por efecto de la lluvia origina el ciclo secundario de la infección.

La bacteria infecta las plantas durante todo el ciclo del cultivo, en condiciones favorables de ambiente. Temperaturas de 28 - 30°C y humedad relativa de 80 - 90% son condiciones óptimas para el crecimiento y fructificación del patógeno. Existen otros factores que predisponen al desarrollo del patógeno en un tejido susceptible como la presencia de agua sobre el tejido foliar y alta intensidad de luz.

Incorporar resistencia genética a líneas y cultivares de frijol para bacteriosis es la mejor opción de control, pero no se ha podido avanzar con rapidez. La capacidad de adaptación del patógeno ha hecho difícil encontrar resistencia.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), ha evaluado miles de accesiones de *Phaseolus vulgaris* bajo condiciones de alta incidencia del patógeno, lo que ha permitido un excelente tamizado de germoplasmas.

La utilización de químicos es uno de los métodos de control más tradicional, sin embargo con niveles altos de inóculo y en condiciones ambientales favorables esta recomendación no es efectiva. En el presente estudio nos trazamos los objetivos de comparar el efecto de las labranzas sobre el salpique como factor primario de la enfermedad, así como evaluar el comportamiento de las variedades en base al desarrollo y severidad de la misma entre los diferentes ambientes.

MATERIALES Y METODOS

2.1 Ubicación Geográfica de la Zona

Los ensayos se realizaron en las localidades de: La Granadilla y la Estación Experimental La Compañía en Masatepe.

2.2 Area de Estudio

El estudio se llevó en la época de postrera del ciclo agrícola 1990-1991, en la finca de productores organizados en cooperativas.

2.3 Tratamientos

Se planificó un experimento factorial con 9 tratamientos producto de las combinaciones de los siguientes factores:

A. Labranzas Labranza Cero
Labranza Mínima
Labranza Convencional

B. Variedades Variedad REVOLUCION-79
Variedad REVOLUCION-84
Variedad ROJO NACIONAL

2.4 Diseño Experimental

Se usó un diseño experimental de parcelas divididas con tres repeticiones. Siendo la parcela principal el tipo de labranza y la subparcela la variedad.

2.5 Unidad Experimental

Se usaron parcelas de seis hileras de 5 m. de longitud separados a 0.50 m (20") resultando un área de 15m², representado a través de las dos hileras centrales.

2.6 Manejo del Experimento

Labranza Convencional (Lc)

Preparación del terreno: Tres pases de arado con bueyes, el mismo día de la siembra.

Control de Malezas: No se usó herbicida pre-emergente, a los 25 días después de la siembra se realizó la única limpia manual.

Control de Enfermedades: ninguna.

Labranza Mínima (Lm)

Preparación del Terreno: Se hizo un pase de arado superficial el mismo día de siembra.

Control de malezas: Se usó herbicida pre-emergente PROWL+ROUNDUP a razón de 1.42 + 1.42 lt/ha., el mismo día de siembra. 25 DDS se aplicó herbicida FLEX a razón de 1 lt/ha.

Control de Enfermedades: ninguna.

Labranza Cero (Lo)

Preparación del terreno: Se sembró con máquina manual Control de Malezas y Enfermedades: Igual al tratamiento de Labranza Mínima.

2.7 Cosecha

Después de cosechar en forma manual, se tomaron los datos de componentes de rendimientos, ajustándose la humedad del grano al 14%.

2.8 Parámetros Epidemiológicos

Severidad (daño). Los datos de severidad de la enfermedad, se tomaron del área útil de cada parcela, seleccionando cinco plantas permanentes y marcadas con cintas. Las evaluaciones consistieron en estimar en forma visual la infección en el follaje de cada subparcela. Para esto se utilizó la escala con grado de reacción de 0 - 100%. Se realizaron tres evaluaciones aproximadamente a los 27, 40 y 55 días después de la siembra.

2.9 Parámetros Agronómicos

- * Población inicial y final en el área útil de cada parcela.

- * Número de vainas por planta. Número de granos por vaina

- * Peso de 1000 semillas

- * Rendimiento de campo expresado en Kg/ha y ajustado al 14% de humedad.

El número promedio de vainas por planta, granos por vaina y el peso de 1000 semillas se evaluaron en una muestra de 10 plantas por parcela útil tomadas al azar.

Cuadro 1. Rendimientos expresados en Toneladas/ha. Frijol - 1990

Tratamiento	Localidades			
	Granadilla	Cascuajoc	Compañía	X
Lo-79	0.86	1.14	0.70	0.90
Lo-84	0.81	1.26	0.78	0.95
Lo-RN	1.22	1.65	0.79	1.22
Lm-79	0.66	1.31	1.12	1.03
Lm-84	0.90	1.46	0.99	1.11
Lm-RN	0.85	1.66	1.04	1.18
Lc-79	0.59	1.35	0.73	0.89
Lc-84	0.89	0.69	1.00	0.85
Lc-RN	0.87	1.23	0.92	1.00

Cuadro 2. Respuesta Potencial a Bacteriosis Común expresado en Porcentaje.

Tratamiento	Localidad			
	Granadilla	Cascuajoc	Compañía	X
Lo-79	3.7	3.3	1.9	4.9
Lo-84	1.6	0.7	3.9	2.1
Lo-RN	3.6	0.7	7.6	4.0
Lm-79	8.0	3.7	6.7	6.1
Lm-84	2.8	1.3	6.8	3.6
Lm-RN	7.7	2.3	4.3	4.8
Lc-79	13.0	4.7	6.7	8.1
Lc-84	3.1	2.0	3.0	2.7
Lc-RN	9.0	2.0	9.7	6.9

RESULTADOS Y DISCUSION

Los Cuadros 1 al 2, muestran los resultados de los tipos de labranzas y uso de variedades sobre el rendimiento y el nivel de severidad de la enfermedad.

En base al análisis de varianza por localidad y bajo la interpretación general de un agrupamiento, resulta lo siguiente:

6.1 Efecto de localidades sobre el Rendimiento y Severidad de la Enfermedad.

El factor 3 ó localidades, presenta alta diferencia significativa, partiendo del hecho de tener condiciones climáticas diferentes.

6.2 Efecto de tipos de Labranza sobre el Rendimiento y Severidad de la Enfermedad:

El factor 1 ó tipos de Labranza no muestran diferencia significativa al 5% de probabilidad. Los tratamientos de labranza Cero y Mínima fueron favorecidos fundamentalmente al no disturbar el suelo, el cual retiene muy alto el contenido de materia orgánica, mantiene la humedad residual, disminuye el nivel de daño de la enfermedad y evita la erosión del suelo.

Ambas labranzas evitaron que las bacterias presentes en el suelo fueran diseminadas por el salpique de la lluvia a los tejidos de la planta. El área de infección fue mayor en las parcelas sometidas a Labranza Convencional; igualmente la presencia de la enfermedad en los primeros estadios de la planta fue más evidente en las parcelas de Labranza Convencional. Las plantas en estas parcelas estuvieron más expuestas al salpique del inóculo primario, no solo por la preparación del suelo, sino que por el aporque que se le hizo al tratamiento con el fin de controlar malezas.

6.3 Efecto de las Variedades sobre el Rendimiento y la Severidad de la Enfermedad.

El factor 2 ó variedades no presentan diferencia significativa al 5% de probabilidad en el agrupamiento. La Variedad Rojo Nacional mostró mejor comportamiento en relación a la Variedad Revolución-84 y 79.

Las variedades Rev-79 y Rojo Nacional presentan valores semejantes a la respuesta potencial a la enfermedad, lo cual demuestra la susceptibilidad.

6.4 Interacción Localidad por Tipos de Labranza

En el agrupamiento existe alta diferencia significativa, fundamentalmente por la

composición de estructura y textura de lossuelos y por aspectos topográficos.

6.5 Interacción Localidad por Variedad

Nos dice que existe diferencia significativa al 5% de probabilidad. Este resultado se debe a que los tres materiales en prueba, presentan características morfo-fisiológicas diferentes, que hace que respondan de una u otra forma en los ambientes expuestos.

6.6 Interacción Labranza por Variedad

6.6.1 Variable - Rendimiento

Al comparar las tres variedades en cada uno de los sistemas de labranza, resulta que no existe diferencia significativa al 5% de probabilidad. Pudimos observar que en las parcelas sin labranzas y con la variedad Revolución-84, la planta retarda su crecimiento; tal efecto suponemos que es debido a que el sistema radicular de dicha variedad no es pivotante, y posee una cabellera radicular fibrosa muy débil, que no le permite un buen desarrollo, para así aprovechar en forma más eficiente los nutrientes y humedad del suelo.

6.6.2 Variable - Severidad

Al analizar el área de infección de la enfermedad, observamos que el mayor porcentaje de daño al follaje, se dió en el tipo de labranza convencional y en la variedad que se usó como material susceptible, como es Revolución-79 seguido del Rojo Nacional (ver cuadro 2).

6.7 Interacción entre Localidades-Labranza-Variedades

Muestran alta diferencia significativa al 5% de probabilidad debido básicamente a los diferentes ambientes de clima y suelo a que fueron sometidos los ensayos.

Como podemos observar en el cuadro No. 3, el factor 3 ó localidades, presenta alta diferencia significativa, hecho que se ratifica en la interacción con los factores 1 y 2 por separados y la interacción en conjunto.

Tal situación demuestra que el factor ambiental, es determinante en los resultados que se obtienen, al relacionarlos con otros factores en estudio.

Cuadro 3. Análisis de Varianza del Agrupamiento de las Tres Localidades.

Fuente de Variación	SC	GDL	CM	TEST F			
				COCCM	F CAL	GDLF	PROB
A: TOTAL	2.23	26	0.09				
B: FACTOR 3	1.12	2	0.56	B/I	39.57	2/44	0.00
C: FACTOR 1	0.17	2	0.08	C/E	1.31	2/4	0.36
D: FACTOR 2	0.20	2	0.10	D/F	2.68	2/4	0.18
E: INTER F3-F1	0.25	4	0.06	E/I	4.36	4/44	0.00
F: INTER F3-F2	0.15	4	0.04	F/I	2.56	4/44	0.05
G: INTER F1-F2	0.05	4	0.01	G/H	0.36	4/8	0.82
H: INTER F3-F1-F2	0.29	8	0.04	H/I	2.51	8/44	0.00

IV CONCLUSIONES

1. El análisis de varianza del agrupamiento indica que existen diferencias significativas entre localidades.
2. La interacción por separado del factor localidad con el factor labranzas y variedades o la interacción de los tres factores, demuestra que sí existe diferencia significativa, basado en el factor ambiente, el cual es diferente en las tres localidades.
3. La remoción mínima del suelo retarda la presencia y nivel de severidad de la enfermedad, ya que evita que la bacteria presente en el suelo (residuos) sea diseminada por el salpique de lluvia.
4. La variedad Revolución-84 mostró su resistencia de reacción intermedia a la enfermedad como inicialmente se había seleccionado pero no respondió en rendimiento a sistemas de Cero Labranza.
5. Las variedades Revolución-79 y Rojo Nacional reaccionaron como materiales susceptibles a la enfermedad tal como se había concebido, con la excepción de que Rojo Nacional potencia sus rendimientos en la práctica de Labranza Cero y Mínima.
6. A través de la integración de Labranza conservacionista, un eficiente manejo de malezas y el uso de variedad de reacción intermedia de resistencia a la enfermedad, se disminuye el % de severidad y aumenta el rendimiento.
7. Deben continuarse estudios detallados sobre mínima labranza en diferentes tipos de suelo, en función del sistema radical de los cultivares.
8. Deben realizarse estudios sobre la enfermedad en el tiempo y en el espacio, con el objeto de conocer cuando ejercer el control químico, dosis y frecuencia de aplicación con el fin de que esta práctica se incorpore al manejo integrado.

VIII BIBLIOGRAFIA

- CIAT, 1985. Investigación y Producción en Frijol. Pág. 209-213
- FAO, Manual para Patólogos Vegetales. Pág. 29-34
- Ospina H. F., 1981. Enfermedades Bacterianas en Frijol, identificación y control. Pág. 1-10.

Control Integrado de Babosa y Mustia Hilachosa en el sistema de Relevo.

N.D. Escoto*, F. Rodríguez*.¹

RESUMEN

El estudio se realizó en cuatro localidades comprendidas en el Valle de Jamastrán de la región Sur Oriental del país, que presentan serios problemas de daños de Babosa (*Sarasinula plebeia*) y Mustia Hilachosa *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk. Los objetivos del trabajo fueron transferir la tecnología generada para siembras del cultivo de frijol en el ciclo de postrera, utilizando la cobertura provocada por el deshoje, despunte y quema química de malezas que resulta de la preparación de lotes para siembra en relevo. Los monitoreos y controles de babosa se realizaron colocando 4 - 5 gramos de postura del cebo pelet. En todos los lotes en estudio se encontraron niveles críticos de babosa en el primer muestreo, un segundo muestreo solo resultó positivo en las comunidades de El Chichicaste y Las Animas. El área de parcela fue de 90 m² con una área útil de 5 m². Los tratamientos evaluados fueron, dos formas de preparación de suelo, dos frecuencias de aplicación de fungicidas y un testigo sin aplicación. La evaluación de severidad de daño de mustia, únicamente se realizó en las etapas V4 (Tercera hoja trifoliada) y R8 (llenado de vainas), básicamente fue en estas etapas donde se observó aumento de severidad, ya que las condiciones ambientales fueron adecuadas para el desarrollo del patógeno.

El análisis de varianza individual para rendimiento solamente fue significativo en la localidad de Sartenejas con 1328 Kg/ha, siendo el mejor tratamiento el control manual más dos aplicaciones y el peor control el manual sin protección con 940 Kg/ha. La variable severidad fue altamente significativa en todas las localidades, se observó que los tratamientos con doble protección fueron superiores a los no protegidos con valores de 14 y 23% de severidad de daños.

El ANAVA combinado para rendimiento fue también altamente significativo, mostrando que los tratamientos con dos aplicaciones fueron superiores en las tres localidades, con rendimientos promedios de 1133 Kg/ha, superiores a los 733 Kg/ha que reportaron los tratamientos con cero aplicación.

I. INTRODUCCION

Dos de los factores limitantes de la producción

de frijol en Honduras, lo constituyen el daño ocasionado por la babosa y la mustia hilachosa, factores éstos que en la mayoría de los casos suelen coincidir por ocurrir en condiciones favorables tanto para uno para el otro, como ser las altas precipitaciones, suelo, temperaturas, sistema de siembra, etc. la idea de control integrado se concibe como un conjunto de prácticas culturales plasmados en pequeñas parcelas ubicados en fincas de agricultores del Valle de Jamastrán, donde se incluyen un muestreo y control de babosa antes de realizar la siembra de frijol, segundo de las prácticas de preparación de suelo y protección y no protección química del cultivo, los resultados obtenidos del presente estudio son comentados más adelante.

II. OBJETIVOS

- * Validar la tecnología generada para el control de babosa y determinar su efecto sobre la incidencia de la mustia hilachosa.
- * Estudiar bajo el sistema de relevo prácticas culturales que permitan evaluar daños de mustia hilachosa.
- * Determinar la práctica económicamente rentable.

2. DISCUSION DE ACTIVIDADES

- A. Selección de lotes: Para realizar esta actividad se pensó en aquellas comunidades de la región que presentan problemas comunes de daño en babosa y mustia hilachosa; como ser Jutiapa, Sartenejas, el Chichicaste y El Pataste, comprendidas en el Valle de Jamastrán y Las Animas respectivamente.
- B. Elaboración de cebo: Los monitoreos y controles de babosa se realizaron con cebo PELET a razón de:

<u>INGREDIENTES</u>	<u>CANTIDAD</u>
Maíz	100 Lbs.
Maleza	10 Lbs.
Metaldehido	1 Lb.
Benzoato de Na.	1 onza
Agua	Proporcional

¹ * Investigador asociado y Principal. Secretaria de Recursos Naturales, Programa Nacional de Frijol, Honduras, C.A.



- C. Area de Parcela: Las evaluaciones de daño se realizaron en una área de 90 m². Para la información de rendimiento solamente se cosechó una área central de 5 m².

TRATAMIENTOS Y ALEATORIZACION

No.	Descripción	Aleatorización		
1	Control Químico + 2 aplic.*	101	101	301
2	Control Químico + 0 "	102	202	302
3	Control Químico + 1 "	103	203	303
4	Control Manual + 1 "	104	204	304
5	Control Manual + 0 "	105	205	305
6	Control Manual + 2 "	106	206	306

* 0 y 2 Frecuencias acumuladas de aplicación de Benomil 0.5 Kg/ha a los 20 y 30 D.D.S.

- # Surcos/Parcela = 20
- Distancia entre surco = 0.40 m.
- Distancia entre plantas = 0.35 - 0.40 m.
- # granos/postura = 3
- Variedad sembrada = Dorado
- Diseño D.C.A. con tres repeticiones

D. Muestreos y control de babosas:

Los muestreos se realizaron 3 ó 2 días antes de realizar la siembra de frijol, bajo condiciones de buena humedad de suelo, esto permitió conocer las poblaciones de la plaga y al mismo tiempo se determinaron los niveles críticos que justificaron hacer controles de la misma.

En todas las localidades cuando se hizo el primer muestreo se encontraron niveles críticos y en el 80% de los casos existió más de una babosa por postura. En el cuadro 1,2,3 y 5 se presenta un ejemplo de una repetición por localidad el segundo muestreo reportó niveles críticos en las comunidades de **Chichicaste** y **Las Animas únicamente**.

Los muestreos se hicieron colocando aproximadamente de 5-8 gramos de cebo Pelet en cinco posturas por cada parcela, lo cual totalizan 30 posturas por repetición, con un nivel crítico de 0.5 babosas por postura.

Los controles se realizaron colocando posturas de cebo cada metro, dejando un surco de por medio de maíz, con la idea de permitir un efectivo control de la plaga.

E. Preparación de suelo:

Con el objeto de conocer el efecto de la cobertura y el control de malezas en el cultivo, se realizó la preparación de dos formas:

- * Con control manual (Azadón)
- * Con control químico (Raund-up a razón de 240 cc/bomba de 17 lts. en pre-siembra).

F. Siembra: Esta se realizó a chuzo, depositando 3 semillas por postura de la variedad Dorado.

G. Control de Plagas:

Se realizaron 1-2 controles de plagas (Diabroticas y empoasca) para lo cual se utilizó **Arrivo 300** a razón de 12 cc/bomba de 17 lbs.

H. Control Químico y Evaluación de la enfermedad:

Los controles químicos para el control del cultivo se realizaron como fueron planificados en el perfil del Proyecto, uno a los 20 y 30 días después de siembra. En el caso de los lotes en evaluación presentaron la sintomatología e incidencia adecuada, en cambio las condiciones agroclimáticas de la (s) zonas, principalmente la baja precipitación ocurrida durante el período,

no permitió un adecuado progreso de la enfermedad.

III DISCUSION DE RESULTADOS

Todos los lotes bajo estudio mostraron presencia de la plaga (babosa) al hacer los monitoreos respectivos, en las localidades C y D del cuadro No. 1, se puede observar que tanto en el primero como en el segundo muestreo fue necesario hacer aplicaciones para control de babosa.

El análisis de varianza por localidad para la variable rendimiento solamente mostró diferencias significativas al 5% en la Comunidad de Sartenejas, cuadros 2,3 y 4 respectivamente.

La separación de medias a través de Duncan muestra que los mejores tratamientos fueron aquellos que tuvieron medias de rendimientos de 1.328, 1339 y 1,299, 1,261 con dos y una aplicación de **Benomil** respectivamente, sin importar la forma de cómo hacer la preparación de suelo, la evaluación de severidad fue altamente significativa para cada una de las localidades, encontrándose en forma generalizada que los menores porcentajes de daño ocurrieron en los tratamientos que se protegieron con el fungicida benomil, con porcentajes de **severidad de 10-14%** comparado con los tratamientos no protegidos que muestran valores de 20-25% de daño como lo muestran los cuadros 2, 3 y 4.

El cuadro 6 muestra el análisis de varianza combinado para las variables **rendimiento y severidad de la enfermedad**, observándose aquí que los mayores daños de severidad se manifestaron en los tratamientos sin aplicación, con porcentajes de daño de 23% comparado con los tratamientos protegidos que solamente alcanzaron un máximo de 14% de daño.

En el caso de la variable rendimiento las diferencias entre tratamientos fueron altamente significativas, donde los tratamientos con dos aplicaciones de fungicida sin importar la forma de cómo hacer la preparación de suelo resultaron con rendimientos de 1133 Kg/ha, superiores a los 733 Kg/ha, que reportaron los tratamientos con cero aplicación.

Las comparaciones de medias a través de **Duncans** señala tres grupos que en definitiva demuestra que entre cero y una aplicación estadísticamente no existen diferencias, pero si las hay entre cero y dos aplicaciones de fungicida, por último el cuadro 6 del análisis combinado muestra que existen diferencias de rendimiento entre localidades, siendo la localidad de **Sartenejas** la que obtuvo los mejores rendimientos con 1199 Kg/ha.

CONCLUSIONES

1. La efectividad del cebo **Pelet** permitió observar un control de la plaga hasta 3-4 días después de su aplicación.
2. Las evaluaciones de daños de la enfermedad se realizaron con un aceptable nivel de daño en todos los lotes de las comunidades en estudio; sin embargo, posteriormente y debido a las condiciones de baja y mala distribución de la precipitación ocurrida en el período, principalmente en las etapas del cultivo R5, R6, R7 y parte de R8, el grado de severidad de la enfermedad fue muy baja, razón por la cual los rendimientos del cultivo no se vieron tan severamente afectados, en el anexo 1 muestra una comparación de un año normal de precipitación en la zona (1987), comparado con un año normal (1991).

Cuadro 1. Promedios y totales de babosas por localidad del ensayo control integrado de babosa y mustia 1991-B

Muestras	Loc.	X Babosas/loc	Total Bab.	Nivel Crítico
Primero	A	1.43	129	*
Segundo	A	0.12	11	-
Primero	B	1.6	150	*
Segundo	B	0.17	16	-
Primero	C	3.2	288	**
Segundo	C	0.5	49	*
Primero	D	15.7	1415	**
Segundo	D	4.0	365	**

A = Sartanejas
 B = Jutiapa
 C = Chichicaste
 D = Las Animas

Cuadro 2. Evaluación de daño, promedios de rendimiento y comparación de medias a través de Duncan's para la localidad de Jutiapa. Ensayo control integrado de babosa y mustia hilachosa.

Tratamientos	Severidad (%)	Rendimiento kg/ha
CQ + O aplic. 2	22 A	595
CM + O aplic. 5	20 A	650
CQ + 1 aplic. 3	14 B	834
CQ + 2 aplic. 1	10 B	955
CM + 1 aplic. 4	12 B	915
CM + 2 aplic. 6	10 B	1027
Significancia	**	ns
C.V. (%)	16.01	-

** y ns, Significativo a $P < 0.01$ y no significativo respectivamente.

Cuadro 3. Evaluación de daño, promedios de rendimientos y comparación de medias a través de duncans para la localidad del Chichicaste.

Tratamientos	Severidad (%)	Rendimientos Kg/ha
CQ + O aplic. 2	22 A	591
CM + O aplic. 5	18 AB	668
CM + 1 aplic. 4	15 BC	859
CQ + 1 aplic. 3	15 BC	836
CQ + 2 aplic. 1	12 C	1105
CM + 2 aplic. 6	10 C	1022
Significancia	**	ns
C.V. (%)	13.4	-

** ns, Significativo a $P < 0.01$ y no significativo respectivamente.

Anexo 2. Proyecto control integrado de babosa y mustia hilachosa. 1991. B.

No	Cooperador	Fecha Siembra	Variedad	Localidad	Agencia
1	Juan Cruz	19/09/91	DORADO	El Coyolar	Jutiapa
2	Feliciano Romero	23/09/91	"	"	"
3	Mariano de J. Avila	27/09/91	"	"	"
4	Gonzalo Ramírez	11/09/91	"	Sartenejas	Sartenej
5	Humberto Avila	11/09/91	"	"	"
6	Rufino Martínez	13/09/91	"	"	"
7	José G. Chacón	27/09/91	"	Chichicast	Chichic
8	Piedad Murillo	24/09/91	"	"	"
9	Jorge Canales	2/10/91	"	"	"
10	Irene Sevilla	21/10/91	"	El Pataste	Las Animas
11	Victor Sevilla	22/10/91	"	"	"
12	Ramón Sevilla	23/10/91	"	"	"

Cuadro 4. Evaluación de daño, promedios de rendimientos y comparación de medias a través de Duncan's para la localidad de Sartenejas. Ensayo control integrado de babosa y mustia hilachosa.

Tratamientos	Severidad (%)	Rendimiento Kg/ha
CM + 0 aplic. 5	25 A	940.0 C
CQ + 0 aplic. 2	23 A	1014.0 BC
CM + 1 aplic. 4	14 B	1261.0 AB
CQ + 1 aplic. 3	12 B	1299.0 A
CQ + 1 aplic. 1	10 B	1339.0 A
CM + 2 aplic. 6	10 B	1328.0 C
Significancia	**	*
C.V. (%)	12.5	15.6

*, **, Significativo a $P < 0.01$ y 0.05 respectivamente.

Cuadro 5. ANAVA combinado para severidad, rendimiento y separación de medias a través de Duncan's del ensayo manejo integrado de babosa y mustia hilachosa 91-B.

Tratamientos	Severidad (%)	Rendimientos Kg/ha
CQ + 0 aplic. 2	23 A	733 A
CM + 0 aplic. 5	21 A	752 A
CQ + 1 aplic. 3	14 B	990 A
CM + 1 aplic. 4	12 B	1012 A B
CQ + 2 aplic. 5	12 BC	1122 B
CM + 2 aplic. 6	10 C	1129 B
8 Significancia	**	**
C.V. (%)	14.7	26.3

** Significativo a $P < 0.01$

Cuadro 6. Anava combinado para rendimiento y comparación a través de Duncan's del ensayo manejo integrado de mustia y babosa.

Localidades	Rendimiento kg/ha
Sartenejas	1199 A
Chichicaste	847 B
Jutiapa	929 B
Significancia	**
C.V. (%)	26.3

** , Significativo a $P < 0.01$

Aislamientos, poblaciones y patogenicidad de *Xanthomonas campestris* p.v. *phaseoli* en semillas de frijol.

R. Angeles Ramos¹ F. Saladín García², A. Figueroa³, A. Mora⁴

RESUMEN

El método más efectivo para recobrar aislamientos patogénicos de *X. c.* p.v. *phaseoli* de la semilla consistió en triturar los granos, incubarlos en buffer (12.5 mM Po_4 + mM Mg So_4) por dos horas, diluir en serie y esparcir 0.1 ml. de la dilución sobre la superficie del medio. Poblaciones de 2.0×10^4 y 2.2×10^4 CFU/gr. semillas fueron obtenidos en granos de las líneas Pompadour G y MUS 89 respectivamente, pero no se recuperó la bacteria en los materiales XAN-236 y PR-PC-8738-52A. Aislamientos seleccionados obtenidos indujeron síntomas claros de patogenicidad al ser inoculados en hojas trifoliadas de habichuela con el método de punta de micropipeta en condiciones de Casa malla. La bacteria del tizón común no se encontró en unas 10 muestras representativas de un lote de semillas básicas de la variedad PC-50, las plantas con síntomas de la enfermedad.

INTRODUCCION

Se ha determinado que semillas de Frijol (*Phaseolus vulgaris*) infectadas por la bacteria del tizón común (*X. c.* pv. *phaseoli*) son la principal fuente de infección de la enfermedad, por lo que se precisa de la siembra de semillas sanas en los campos.

El método de sanar la semilla consiste en detectar plantas con síntomas de la bacteriosis común, arrancarlas y eliminarlas del lote sembrado, pero la bacteria puede estar presente en las semillas de plantas que no fueron detectadas o en forma asintomática, aunque este método sanitario se complete con aplicaciones de fungicidas cúpricos.

Cuando se observan granos con diferentes grados de manchado, este síntoma puede proceder del ataque de la bacteria o la invasión de hongos o ambos a la vez. Si estos granos son colocados en un medio de cultivo como el medio semi-selectivo MXP, el aislamiento de la bacteria se hace difícil, predominando el crecimiento de hongos secundarios. Por tanto, se precisa de un método efectivo para aislar la bacteria lo cual sería de provecho para detectar la contaminación de la semilla y además facilita el hecho de guardar semillas

infectadas en el laboratorio, las cuales preservan la bacteria viable por largo tiempo y esta puede ser aislada con facilidad para ser usada en inoculaciones para pruebas de patogenicidad, virulencia o cualquier otra prueba de laboratorio.

Por otra parte, la evaluación de la presencia de bacterias, patogénicas en la semilla, sobre todo en la que están aparentemente sanas, sirve para determinar hasta que grado el método actual de selección de semillas básicas es confiable para el productor al cual se le suministra este material de siembra.

OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son:

- a) Desarrollar una metodología rápida, práctica y efectiva para aislar *X. c.* pv. *phaseoli* de las semillas.
- b) Determinar poblaciones y patogenicidad de la bacteria en semillas, principalmente semillas básicas, para evaluar la efectividad de la selección fenotípica del grano.

MATERIALES Y METODOS

Aislamiento de la Bacteria:

Se utilizó muestras de semillas básica de la variedad PC-50, así como de los siguientes materiales: PR-PC-8738-52A; XAN-236; MUS-89 y Pompadour G. Para el aislamiento se utilizó el medio semi-selectivo MXP y los trabajos de laboratorio fueron llevado a cabo en la Estación Experimental Arroyo Loro de San Juan de la Maguana.

Se probaron los métodos siguientes:

METODO I

Se trató de aislar la bacteria de semillas de PC-50 enteras y partidas en sus dos cotiledones, sanas y manchadas, así como de diluciones de semillas colocadas por tiempo diferentes y luego sometidas o no a agitación.

¹ Ing. Agron., M.S. Fitopatólogo Investigador Proyecto Titulado XII y Proyecto COSUDE.

² Ing. Agron., Investigador Principal Proyecto Título XII y Proyecto COSUDE.

³ Lic. Técnico Investigador Proyecto Título XII y Proyecto COSUDE.

⁴ Ing. Agron., Técnico Investigador Proyecto Título XII y Proyecto COSUDE.

Las variantes de este método fueron:

- a) Se colocaron en forma directa 5 semillas sobre la superficie del medio MXP.
- b) Se colocaron 20 semillas en placa petri durante 24 horas en 100 ml. buffer (12.5 mM K_2HPO_4) y luego se sembraron 5 semillas en MXP y se realizó rayado de la dilución con ansa de siembra sobre la superficie del medio.
- c) Se colocaron 20 semillas en placa petri en buffer y se agitaron por 2 horas a 180 RPM, luego se sembró igual al (b).
- d) Las 20 semillas puestas en placa petri en buffer por 24 horas luego se agitaron por 2 horas a 180 RPM y se sembró igual que en (b)

La evaluación se realizó a los 6 días.

METODO II

Se tomaron 24 semillas de PC-50 con diferentes grados de manchado y se dividieron en 4 grupos de 6 (sin síntomas, síntomas regular, severo y muy severo) cada grupo de 6 granos se sembró directamente en MXP y el crecimiento se evaluó a los 6 días.

METODO III

Se usaron 2 variantes:

- 1) Se utilizaron granos sin síntomas de manchado de la línea PR-PC-8738-52A, que presentó un 25% de infección de bacteriosis en el campo. Para preparar las diluciones se tomaron 100 granos enteros y se depositaron en las fundas plásticas tipo Ziploc. A una de las fundas se le añadió 100 ml. de buffer de fosfato. Ambas fundas se agitaron por 2 horas a 180 RPM. Luego se diluyó en serie desde original hasta 10^{-3} y de cada dilución se esparció 0.1 ml. sobre la superficie de MXP. Como control se sembró una placa en rayado en forma de Z con el aislamiento patogénico "Vallejuelo" de *X. c. pv. phaseoli*.
- 2) Se procesaron 3 muestras de 100 granos correspondiente a granos sanos y manchados de la línea PR-PC-8738-52A y una muestra de la variedad Pompadour G., las semillas fueron colocadas en fundas plásticas ziploc y se le añadió 100 ml. de buffer de fosfato. Luego se agitaron por 2 horas a 180 RPM, se diluyeron desde original hasta 10^{-3} , y se esparció 0.1 ml. de cada dilución en el medio de cultivo.

METODO IV:

En primer lugar se procesaron 5 muestras que incluían granos sanos y manchados de la línea PR-PC-8738-52A y semillas de los materiales XAN-236, MUS-

89 y Pompadour G. Luego se procesaron 12 muestras de las cuales 10 correspondían a semilla básica de la variedad PC-50 y 2 correspondían a la línea Pompadour G. El procedimiento utilizado para procesar y sembrar las semillas fue el siguiente:

- 1) Pesar 1 gr. de semilla, envolverlas en papel de aluminio y tritularlas con un martillo esterilizado con alcohol flameado al mechero.
- 2) Colocar en fundas ziploc, añadir 9 ml. buffer y dejar incubar por 2 horas.
- 3) Realizar dilución en serie añadiendo 0.1 ml. a 0.9 ml. de buffer en tubos de ensayo, con un rango desde original hasta 10^{-3} , y sembrar 0.1 ml. de cada dilución en platos de MXP.

PRUEBA DE PATOGENICIDAD

Las pruebas de patogenicidad fueron ejecutados en condiciones de casa malla en las instalaciones del Centro Sur de Desarrollo Agropecuario, CESDA de San Cristóbal. Se seleccionaron un total de 12 aislamientos, 6 obtenidos de semillas de MUS-89 y 6 procedentes de Pompadour G.

Colonias individuales de esos aislamientos fueron resembrados dos veces en MXP y luego de haber crecido por 3 días fueron inoculados en hojas de frijol utilizando el método de inoculación con puntas de micropipetas. Se utilizó la 2da. y a veces la 3ra. trifoliada de plantas de 27 días de edad, inoculando en ambos lados de la nervadura central de los folíolos con un solo aislamiento por planta (total 10 puntos por folíolo). Una planta inoculada con agua estéril sirvió como control y la evaluación se realizó a los 3, 7, 10 y 15 días después de la inoculación.

A los 15 DDS se colectaron 6 muestras de los aislamientos inoculados para disecar las hojas y conservar las bacterias. Se tomaron los 3 folíolos inoculados con los aislamientos MUS-89-2, MUS-89-4, MUS-89-5, Pomp. G-2, Pomp. G-3 y Pomp. G-6. Para preparar las muestras se envolvieron los folíolos en tela de gaza (cheese cloth) y se colocaron en caja petri grandes plásticas a las que se añadió Hipoclorito de calcio como agente disecante. A las 3 semanas las hojas se cortaron en trozos pequeños y se colocaron en tubos de ensayos estériles con algodón e hipoclorito de calcio para conservarlos en la nevera a 4°C.

RESULTADOS

Aislamiento y Poblaciones de *X. c. pv. phaseoli*.

METODO I

Todas las semillas de la variedad PC-50 colocadas sobre el medio de cultivo presentaban crecimiento de diversos tipos de hongos, cuyo desarrollo se observaba sobre la superficie del grano y enmascarada algún crecimiento de bacteria.

Los platos petri donde se sembraron las diluciones con buffer no presentaron crecimiento de hongos, se observaron sobre ellos el crecimiento de bacterias blanquecinas y blancas amarillentas sin hidrólisis del almidón, las cuales no correspondían a la bacteria causante del tizón común del frijol. El crecimiento de este tipo de bacterias fue menor cuando las semillas se agitaron por dos horas en buffer en comparación con las que se mantuvieron por 24 horas o por 24 horas más 2 horas de agitación.

METODO II

Los resultados se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Evaluación de Siembra en MXP de Semillas de PC-50 con diferentes grados de manchado.

Grado de manchado	No. de Semillas	Colonias Bacteria	Total hongos	Rhizoctonia Solani
Sin Síntomas	6	0	6	0
Regular	6	0	6	1
Severo	6	0	6	3
Muy severo	6	0	6	3

Con este método no se aisló ningún tipo de bacteria predominando el crecimiento de hongos de los cuales se identificó *Rhizoctonia solani* que es patogénico en frijol.

METODO III

No se pudo evaluar el crecimiento de *X. c. pv. phaseoli* ya que todas las diluciones procedentes del lavado de semillas presentaron una cantidad incontable de colonias bacterianas blancas las cuales posteriormente se comprobó que provenían de la contaminación del buffer de fosfato utilizado. Tampoco se produjo crecimiento de *Xanthomonas* sp. en las placas donde se sembró diluciones de C1Na al 0.85%

METODO IV

De un total de 17 muestras de 1 gr. que fueron procesadas, 2 presentaron crecimiento de bacterias amarillas con hidrolis de almidón, las cuales luego fueron identificadas como *X. c. pv. phaseoli*. El resultado del conteo de población se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Evaluación de Poblaciones de *X. c.* pv. *phaseoli* en Semillas de 5 Materiales de Frijol.

Material	No. Muestras	Población (CFU/gr. semilla)
Pompadour G	1	2.0×10^4
MUS-89	1	2.2×10^5
XAN-263	1	0
PR-PC-8738-52A	2	0
Pompadour G.	2	0
PC-50 (básica)	10	0

Prueba de Patogenicidad

Se comprobó que los 12 aislamientos inoculados fueron patogénicos en hojas de frijol, aunque los síntomas presentaron variaciones notables. A los 3 días se notaba una ligera coloración marrón alrededor de los puntos de inoculación y en algunos casos se comenzó a notar un incipiente halo verde amarillento. A los 7 días se observaba que algunos puntos de inoculación presentaban síntomas mientras otros no. Los aislamientos típicamente patogénicos mostraban principio de necrosis con un halo amarillento visible, pero en otros casos el halo era poco notable. Alrededor de los 10 días los sitios de inoculación mostraban una zona necróticas que variaba de un color oliváceo a marrón pálido y en los síntomas típicos los halos coalescían y se comenzaba a observar marchitamiento de los folíolos. A los 15 días las lesiones necróticas se habían expandido y coalescían en algunos casos marchitando por completo el foliolo. Los aislamientos más virulentos presentan los 3 folíolos inoculados marchitos, mientras que los menos agresivos presentaban el síntoma solo en algunos puntos de inoculación. La ausencia de halos típicos fue notable en algunos aislamientos.

DISCUSION

Diversas metodologías, han sido usadas para detectar bacterias en semillas de frijol. La presencia de bacterias en lotes de semillas puede ser determinada por incubación en agua o en un medio líquido, el cual luego es inoculado en plantas susceptibles mediante inyección o infiltración (6). Técnicas más recientes de detección incluyen ELISA, inmunofluorescencia y combinación de medios semi-selectivos con pruebas serológicas (1, 5, 7).

El medio semi-selectivo MXP es adecuado para aislar *X. c. pv. phaseoli* de varias fuentes, incluyendo la semilla (2, 3, 4). Sin embargo, si se colocan los granos sobre la superficie del medio, predomina el crecimiento de hongos ya que el punto de contacto es mínimo y los microorganismos más competitivo se desarrollan más rápido.

En el caso de lavado y siembra de diluciones la contaminación con hongos es insignificante, pero si las diluciones provienen de granos enteros o partidos en sus dos cotiledones, la remoción de la bacteria se hace difícil. Si se aumenta el tiempo de incubación, predomina el desarrollo de levaduras y de bacterias diferentes a *Xanthomonas* sp. ya que en un mayor lapso de tiempo la flora bacteriana de la semilla se incrementa.

El método más efectivo para recobrar aislamientos patogénicos de *X. c. pv. Phaseoli* de la semilla, consistió en triturar los granos, incubarlos en buffer de fosfato por 2 horas, diluir en serie y esparcir 0.1 ml. de la dilución con espátula sobre la superficie del medio MXP. Los aislamientos obtenidos indujeron síntomas claros de patogenicidad al ser inoculados en hojas trifoliadas de Frijol.

La bacteria del tizón común no pudo ser obtenida en 10 muestras de 1 gr. representativas de un lote de semilla básica de la variedad PC-50 del cual se eliminaron las plantas enfermas y se cosechó aproximadamente 32 Kg. de semillas. Esto indica que el método actual de selección podría ser confiable. No obstante es recomendable que después de cada cosecha de un lote de semillas básicas se monitoree en forma rutinaria la presencia del patógeno usando un mínimo de 10 muestras de 10 gr. por lote, lo cual aumentaría la confiabilidad de la sanidad del material de siembra que se obtiene.

CONCLUSIONES

1. Cuando se siembran granos enteros o partidos en sus dos cotiledones sobre la superficie del medio MXP o se realiza incubación por diferentes períodos, lavado con o sin agitación en el medio, se dificulta el aislamiento de *X. c. pv. phaseoli*, predominando el crecimiento de hongos sobre los granos y de levaduras u otras bacterias.
2. La metodología más práctica y efectiva para aislar la bacteria del tizón común y determinar poblaciones en la semilla se basa en el triturado de granos, incubación en buffer, dilución y siembra en MXP.
3. El método actual de saneamiento y selección de semillas básicas, en lotes donde se eliminan las plantas con síntomas visible de la enfermedad, parece ser adecuado. Sin embargo, sería prudente chequear la presencia del patógeno usando el método descrito, cada vez que se coseche un lote de semillas básicas.

BIBLIOGRAFIA

- AFANADOR, L. 1981. Specificity of ELISA to *Xanthomonas campestris* p.v. *phaseoli* identification. pp. 113-121. In Proc. 5th. Int. Conf. Plant Pathogenic Bacteria. J.C. Lozano (ed) CIAT, Cali, Colombia.
- ANGELES RAMOS, R. 1988. The occurrence and properties of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* pv. *phaseoli* (Smith) Dye and other *Xanthomonads* on Symptomless weeds. M.S. Thesis, University of Nebraska-Lincoln, U.S.A.
- ANGELES RAMOS, R., VIVADER A. K., and FLYNN, P. 1991. Characterization of epiphytic *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and pectolytic *Xanthomonads* recovered from Symptomless weeds in the Dominican Republic. *Phytopathology* 81: 677-681.
- CLAFLIN, L.E., VIVADER, A.K. and SASSER, M. 1987. MXP, a semi-selective medium for *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* *Phytopathology* 77: 730-734

- MALIN, E.M., ROTH, D.A. and BELDEN, E.L. 1983. Indirect immunofluorescent staining for detection and identification of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in naturally infected bean seed. *Plant Disease* 67: 645-647.
- SCHUSTER, M.L. and COYNE, D.P. 1975. Detection of Bacteria in Bean Seed. *Ann. Rept. Bean Improv. Coop.* 18: 71.
- TRUJILLO, G.E. and SAETTLER, A.W. 1979. A combined semi-selective medium and serology test for the detection of *Xanthomonas* blight bacteria in bean seed. *J. Seed Technology* 4: 35 - 41.

Determinación de la persistencia de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* sobre malezas en campos de frijol infectados.

R. Angeles Ramos¹, Saladín García², Figueroa, Mora, Peña³

RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo en dos etapas con el objetivo de determinar la persistencia del patógeno sobre malezas de hojas anchas y gramíneas a fin de poder establecer la importancia o no de estos como fuente de inóculo. En el 1er. ciclo se observó que la bacteria se mantiene hasta 60 días sobre las hojas de las malezas *Sorghum halepense* y *Portulaca oleracea* y los aislamientos más virulentos se obtuvieron de *Amaranthus dubius*. En el 2do. ciclo solo un aislamiento patogénico se encontró en *Euphorbia heterophylla*. Por tanto, si la bacteria se encuentra epifítica en malezas anuales es poco probable que persista para el próximo período de siembra.

INTRODUCCION

El rol que desempeñan las malezas en la supervivencia y diseminación de numerosas bacterias patógenas de plantas, ha sido ampliamente documentado (4, 5, 7, 8, 9, 10). Las bacterias que sobreviven en forma epifítica en malezas que crecen en los campos cultivados o en los alrededores, pueden diseminarse al cultivo y causar epidemia o servir como inóculo primario en el siguiente ciclo de siembra.

X. c. pv. *phaseoli* ha sido asociado con especies de malezas en varias formas. La bacteria puede encontrarse como patógeno (5), mantener su virulencia en residuos de malezas sobre la superficie del suelo (11) o diseminarse desde frijol inoculado y crecer como epífita en hojas de malezas y plantas cultivadas (3).

La presencia de poblaciones naturales de la bacteria del tizón común en 8 especies de malezas asintomáticas ha sido reportada en la República Dominicana (1, 2), pero era necesario comprobar si el patógeno tiene la capacidad de persistir en esas plantas e infectar el frijol en el próximo período de siembra. En consecuencia, el objetivo de este trabajo consistió en determinar el tiempo máximo de supervivencia y la patogenicidad de la bacteria que crece en forma epifítica en malezas de hojas anchas y gramíneas, a fin de establecer la importancia o no de estas plantas como fuente de inóculo primario del tizón común del frijol.

MATERIALES Y METODOS

Durante el 1er. año de ejecución se sembró una superficie de 30 m² de frijol variedad PC-50. Las plantas fueron inoculadas en la etapa de 1ra. trifoliada con una solución bacteriana de *X. c.* pv. *phaseoli* de concentración aproximada a 10⁷ CFU/ml. La parcela se dejó enmalezar a partir de los 15 días y luego el cultivo de frijol fue eliminado en la etapa de maduración del grano y se procedió a tomar muestras de las especies de maleza más frecuentes en la parcela. Se realizaron 3 muestreos, a la cosecha, 30 y 60 días después, y las malezas colectadas fueron *Synedrella nodiflora*, *Sorghum halepense*, *Portulaca oleracea*, *Amaranthus dubius*, *Parthenium hysterophorus*, *Euphorbia heterophylla* y *Echinochloa colonum*. En el 1er. muestreo se colectaron 2 muestras de hojas asistomáticas de frijol para ser usadas como control.

Para el aislamiento se tomaron 10 gramos de hojas de cada maleza, se le añadió 100 ml. de buffer de fosfato y luego de agitarla por 2 horas a 180 RPM se preparó una dilución en serie hasta 10⁻⁴ y se sembró 0.1 ml. de cada dilución en dos platos del medio semi-selectivo MXP.

En el 2do. año se sembró un área de 40 m² con la misma variedad y se dividió en dos partes. A los 37 DDS, se inocularon 13 hileras, donde se habían eliminado las malezas con una solución bacteriana similar al año anterior y se dejó un lote de 13 hileras de frijol sin inocular y con malezas. Entre ambos lotes se dejaron 3 hileras como área buffer. El muestreo de malezas se realizó a la maduración y cosecha del frijol a los 52 DDS, en el lote testigo sin inocular y a los 20, 49 y 83 días después de la cosecha en el lote inoculado. Exceptuando la *S. nodiflora* y *E. colonum* e incluyendo la *Leptochloa filiformis*, se conectaron 6 especies durante este 2do. año. Como testigo y para realizar comparaciones, simultáneamente con el 1er. muestreo del lote inoculado se tomó una muestra compuesta de cada una de las especies de malezas en el campo de producción a nivel semi-comercial en Arroyo Loro, San Juan. Simultáneo al 2do. muestreo se colectaron 6 muestras de malezas en la parte no sembrada de frijol alrededor de los ensayos y viveros de adaptación en San Cristóbal.

¹ Ing. Agrón., M.S. Fitopatólogo Investigador Proyecto Título XII y Proyecto COSUDE.

² Ing. Agrón., Investigador Principal Proyecto Título XII y Proyecto COSUDE.

³ Técnicos Proyecto Título XII y Proyecto COSUDE.

Para el aislamiento de las bacterias epifíticas, se tomaron de 3-5 hojas y se colocaron en 10 ml. de buffer en fundas plásticas tipo ziploc. La agitación, dilución y siembra fue similar al 1er. ciclo. En ambos casos a los 4-5 días se realizaba el conteo de colonias característica de *Xanthomonas* y de otras colonias amarillentas, pero sin hidrólisis del almidón en MXP, luego se procedía a realizar las pruebas de patogenicidad de aislamiento representativos en plantas de frijol inoculadas con el método de punta de micropipeta bajo condiciones de casa malla.

RESULTADOS Y DISCUSION

Cuadro 1. Poblaciones epifíticas de *X. c. pv. phaseoli* en malezas y % de patogenicidad según época de muestreo (1er. año).

Especie	Poblaciones a la Cosecha del Frijol	CFU/ml/ [*] 30 DDC	% De Patogenicidad a la Cosecha del Frijol	
				30 DDC
<i>Synederella nodiflora</i>	4.0 x 10 ²	3.0 x 10 ²	5	5
<i>Sorghum halepense</i>	1.5 x 10 ³	1.0 x 10 ²	5	NE
<i>Echinochloa colonum</i>	4.3 x 10 ⁴	6.6 x 10 ⁴	5	5
<i>Euphorbia heterophylla</i>	9.6 x 10 ³	ND	5	NA
<i>Portulaca oleracea</i>	2.1 x 10 ³	2.0 x 10 ³	5	3
<i>Parthenium hysterophorus</i>	4.2 x 10 ⁴	6.0 x 10 ²	5	5
<i>Amaranthus dubius</i>	1.2 x 10 ³	2.0 x 10 ²	80	5
<i>Phaseolus vulgaris</i>	2.5 x 10 ⁶	NE	80	NA

* Promedio de 2 réplicas, DDC = días después de la cosecha del frijol.

ND = No se detectó *X. c. pv. phaseoli*, NE = No estimada y NA = no aplica.

En el primer año la población más alta de *X. c. pv. phaseoli* se obtuvo en la especie *E. colonum* 30 DDC, mientras que de *A. Dubius* se obtuvieron a la cosecha los aislamientos con el % más alto de patogenicidad (80%) similar al obtenido de hojas de frijol usada como control. A los 60 días después de la cosecha, solamente se desarrollaron colonias de la bacteria en muestra de *S. halepense* y *P. oleracea* obteniéndose un porcentaje de patogenicidad de 3% en ambos casos.

Cuadro 2. Poblaciones de bacterias epifíticas en malezas del lote testigo y del lote inoculado según época de muestra (2do. año)

Especie de Maleza	Lote Testigo	Poblaciones epifíticas (CFU/ml)		
		Lote Inoculado		
		20 DDC	49 DDC	83 DDC
Amaranthus dubois	4.8 x 103(X)	NC	6.9 x 104(B)	1.0 x 10(B)
	6.7 x 103(X)	3.2 x 105(B)	5.9 x 105(B)	5.6 x 10(B)
Portulaca oleracea	1.6 x 104(X)	1.1 x 104(X)	7.0 x 104(B)	0
	3.6 x 103(B)	3.7 x 103(X)	1.0 x 105(B)	0
Leptochloa filiformis	3.4 x 104(X)	NC	6.0 x 103(B)	1.0 x 10(B)
	3.5 x 104(X)	NC	2.0 x 103(B)	3.0 x 102(B)
Euphobia heterophylla	3.5 x 104(X)	2.3 x 103(B)	1.2 x 103(B)	0
	1.8 x 103(X)	8.0 x 105(P)	1.4 x 105(B)	2.0 x 10(B)
Parthenium hysterophorus	9.8 x 103(X)	1.6 x 104(X)	1.2 x 104(B)	0
	6.6 x 104(X)	3.5 x 104(B)	1.7 x 104(B)	1.0 x 102(B)
Sorgum halepense	2.1 x 103(X)	8.1 x 105(B)	4.0 x 105(B)	1.0 x 10(B)
	2.5 x 103(X)	NC	4.2 x 104(B)	3.0 x 102(B)

NC= No contables

B = Colonias blancas y/o Blanco amarillentas sin hidrólisis del almidón en MXP

X = *Xanthomonas* spp

P = *X. c. pv. phaseoli*

DDC= Días después de la cosecha del frijol.

La mayoría de los aislamientos provenientes del lote sin inoculado y algunos que provenían del 1er. muestreo del lote inoculado correspondieron a bacterias amarillas con hidrólisis del almidón en MXP y se identificaron como *Xanthomonas* spp.

Solo un aislamiento, denominado 12-EH-2, fue identificado como patógeno por los síntomas producidos en hojas de frijol. Este aislamiento fue obtenido de la especie *Euphorbia heterophylla* en el primer muestreo de malezas en el lote inoculado (20 DDC).

Las malezas colectadas a los 49 y 83 DDC en el lote inoculado, no produjeron bacterias típicas de *Xanthomonas* y las poblaciones de epifíticas en general, fueron muy bajas a los 83 días.

Debido a que la presencia de *X. c.* pv. *phaseoli* fue prácticamente nula, su persistencia no fue comprobada, igualmente, se observó que la presencia de *Xanthomonas* y otras bacterias disminuían a medida que se realizaban los muestreos. Durante la época del ensayo se registró una fuerte sequía en la zona.

CONCLUSIONES

1. En el primer ciclo se comprobó que *X. c.* pv. *phaseoli* persiste hasta 60 días epifíticamente en las hojas de 2 de 7 especies de malezas muestreadas.
2. La presencia de la bacteria del tizón común fue insignificante en el 2do. año y la disminución de la flora bacteriana epifítica pudo ser causada por la sequía registrada en el área.
3. Las especies de malezas colectadas y más frecuente en campos de frijol, son de ciclo anual y es poco probable que poblaciones epifíticas de *X. c.* pv. *phaseoli* puedan persistir para el próximo ciclo de siembra del frijol y ser fuente de inóculo primario de la enfermedad.

BIBLIOGRAFIA

- ANGELES RAMOS, R. and VIVADER, A.K. 1990. Ocurrencia y Propiedades de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y *Xanthomonas* pectolíticas, epifíticas en malezas. *Agronomía Mesoamericana*, 1: 1-6.
- ANGELES RAMOS, R.; VIVADER, A.K. and FLYNN, P. 1991. Characterization of Epiphytic *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and Pectolytic *Xanthomonads* Recovered from Symptomless Weed in the Dominican Republic. *Phytopathology* 81: 677-681.
- CAFATI, C.R. and SAETTLER, A.W. 1980. Role of Nonhost species as alternate inoculum sources of *Xanthomonas phaseoli*. *Plant Dis* 64: 194-196
- ELANGO, F.N. and LOZANO, J.C. 1981. Epiphytic survival of *Xanthomonas manihotis* on common weeds in Colombia. Pages 204 - 209 in Proc. Int. Conf. plant pathog. Bact. J.C. Lozano, Ed. CIAT. Cali, Colombia.
- GARDNER, M.W. 1924. A native weed host for bacterial blight of bean. *Phytopathology* 14:340
- JONES, J.B.; POHRONEZNY, K.L.; STALL, R.E. and JONES, J.P. 1986. Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in Florida on tomato crop residue, weeds, seeds and volunteer tomato plants. *Phytopathology* 76:430-434.
- LATORRE, B.A., and JANES, A.L. 1978. Survival and pathogenicity to sour cherry of *Pseudomonas syringae* recovered from weeds and plants refuse (abstr). *Phytopathol. News* 12:137
- LAUB, C.A. and STALL, R.E. 1967. An evaluation of *Solanum nigrum* and *physalis minima* as susceptps of *Xanthomonas vesicatoria*. *Plant Dis. Rep.* 51:659-661
- Mc CARTER, S.M.; JONES, J.B.; GITAITIS, R.D. and SMITLEY, D.R., 1983. Survival of *Pseudomonas syringae* pv *tomato* in association with tomato seed, soil, host tissue and epiphytic weed hostin Georgia. *Phytopathology* 73:1393-1398.
- Mc CARTER-ZORNER, M.J.; HARRISON, M.D. FRANC, G.D.; OVINN, C.E.; SELLS, I.A. and GRAHAM, D.C. 1985. Soft rot *Erwinia* bacteria in the Rhizosphere of weeds and crop plants in Colorado, United State and Scotland. *J. Appl. Bacteriol.* 59: 357-368.
- SCHUSTER, M.L. 1970. Survival of bean bacterial pathogens in the field and greenhouse under different environmental conditions. (Abstr). *Phytopathology* 57:830

Determinación de la Eficiencia de Bactericidas a Base de Cobre en el Control de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*

Ing. Freddy Saladin G.^{1*}, Ing. Miguel Herrera^{2**}, Ing. Ramón Jiménez R.^{2**}, Ing. M.S. Rosendo Angeles^{2**}, Lic. Estela Peña Matos^{2**}

INTRODUCCION

La Bacteriosis común del frijol debida a *Xc. pv. phaseoli* es la enfermedad más difundida a nivel de las principales zonas de producción de la República Dominicana.

Los reportes de daños de importancia económica son del orden del 35-60% por defoliación de las plantas; escaldes de las vainas y manchados de grano que afectan sensiblemente el rendimiento y calidad del producto comercial (6).

Todos los tipos criollos de Pompadour: Checa, Mocana; Rocío y Chichara son susceptibles a la enfermedad al igual que la variedad introducida José Beta, sin embargo por su condición de adaptación y precocidad en las diferentes zonas de producción ubicadas entre 40-1, 200 msnm., permite alcanzar una producción comercial y aceptación por el consumidor nativo que difícilmente es superada por líneas y variedades introducidas.

Las evaluaciones de materiales introducidas para detectar fuentes de tolerancia a la enfermedad con miras a mejorar el material criollo y/o de liberación como nuevas variedades tropiezan con el problema de ser materiales tardíos, de tamaño y color del grano no comercial y de mala adaptación a las condiciones agroclimáticas prevalecientes en las zonas de producción.

En razón de lo anteriormente señalado, el enfoque del problema que presenta la bacteriosis común en el cultivo de frijol en el país (3) debe estar basado en el manejo integrado para el control de la enfermedad en cuanto a:

- Producción de semillas limpias
- Prácticas culturales
- Uso de bactericidas disponibles en el mercado local para el control preventivo y/o curativo.

OBJETIVOS

- a) Evaluar la eficiencia de Vitigran verde - Oxiclورو de Cu al 88%; Kocide 101 - Hidróxido cúprico al 77% y Cupravit azul - Hidróxido de cobre al 60% en aplicaciones

preventivas y curativas para el control de *X. c. pv. phaseoli*

- b) Evaluar la eficiencia de bactericida cúprico en aplicaciones preventivas y según grado de acidez del agua de la solución.
- c) Validar a nivel semi-comercial el control preventivo de la bacteriosis común en base a productos cúpricos.

MATERIALES Y METODOS

El material de siembra utilizado corresponde a semillas básicas de las líneas PM-23 y de la variedad PC-50.

En un diseño e parcela divididas, en el cual las parcelas grandes corresponden a inoculación y no inoculación y las sub-parcelas al uso de los bactericidas en forma preventiva y curativa y un testigo sin inocular.

Los tratamientos utilizados fueron:

- a) Tratamientos preventivos en frecuencia de 15-27-39-51 y 63 días a partir de la siembra.

T1 = Testigo sin inocular y aplicación de fungicida.
T2 = Kocide 101 en dosis comercial de 3.9 gr/litro.
T3 = Cupravit azul 60 WP en dosis comercial de 4.2 gr/litro.
T4 = Vitigran 50 PM en dosis comercial de 2.8 gr/litro.

- b) Tratamientos curativos con inoculación del patógeno a una concentración de una caja de petri/galón de agua equivalente a 10⁶CFU/ml mediante aspersión al follaje en la primera trifoliada - 15 DDS.

T5 = Testigo sin protección
T6 = Kocide 101 en dosis similar al preventivo y aplicado 24 horas después de inoculación y aplicaciones sucesivas a los 27 - 39 - 51 y 63 DDS.
T7 = Cupravit azul en dosis similar al preventivo y aplicaciones en intervalos similar al anterior.
T8 = Vitigran en dosis similar al preventivo y aplicaciones en intervalos similar al anterior.

Este ensayo se estableció en Constanza, San

¹ * Investigador principal Proyecto Título XII-Lider Proyecto PROFRIJOL-DIA-SEA.

² ** Investigadores Programa Nacional de Leguminosas Alimenticias-DIA-SEA, Rep. Dominicana.

Juan de la Maguana, San Rafael del Yuma-Higüey y CESDA-San Cristóbal en el período 1988-89 en la primera etapa de evaluación del efecto preventivo y curativo de los bactericidas.

En la segunda etapa 1990-91 se evaluó en el CESDA y EEAL-SJM la calidad del agua para la mezcla del bactericida Kocide 101, en aplicaciones preventivas se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones y 5 tratamientos:

- T1 = Kocide 101 con agua de pozo acidificada a pH 5.5
- T2 = Kocide 101 con agua de pozo acidificada a pH 6.5
- T3 = Kocide 101 con agua sin acidificar pH 7.0
- T4 = Kocide 101 con agua normal del CESDA - pH 7.1
- T5 = Testigo sin protección

Para la acidificación del agua para mezcla se hizo a base de vinagre de frutas, color ambar -Victorina a razón de 5 cc. de vinagre por cada 0.5 grado de acidez a incrementar.

La validación del efecto preventivo a nivel semi-comercial de los mejores bactericidas cúpricos se llevó a cabo también en CESDA-SC y EEAL-SJM.

Las evaluaciones del ataque de la bacteriosis común se hizo en base a escala internacional de 1 - 9 entre los 35 y 61 DDS, dependiendo del avance de la enfermedad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos de evaluación del ataque de *X. c. pv. phaseoli*; rendimiento obtenido y % de granos manchados en la determinación de la eficiencia del Cu en aplicaciones preventivas y curativas en las zonas de Constanza y San Rafael del Yuma se indican en el Cuadro 1.



Tratamientos Preventivos	Zonas de Producción					
	Constanza			San Rafael del Yuma		
	Bact. 56 DDS	Rend. Kg/ha	G.M. %	Bact. 61 DDS	Rend. Kg/ha	G.M. %
Cúpravit Azul	5.25 AB	1294 A	2.3	3.75 C	629 C	18.0
Vitigran	5.25 AB	1084 AB	3.8	4.75 BC	723 C	16.0
Testigo	5.00 B	1055 AB	5.4	4.50 BC	715 BC	9.0
Kocide 101	6.00 AB	983 B	2.9	3.75 C	737 BC	6.0
Tratamientos Curativos						
Cúpravit Azul	6.75 AB	1084 AB	4.3	7.25 A	629 C	14.0
Vitigran	6.25 AB	954 B	6.8	6.75 A	723 C	21.0
Testigo	7.75 A	903 B	5.4	7.50 A	715 BC	13.0
Kocide 101	6.75 AB	889 B	4.3	5.75 AB	737 BC	13.0

NOTA: El análisis estadístico para rendimiento del ensayo establecido en Constanza determinó diferencias estadísticas a nivel de parcelas y tratamientos, pero no a la interacción Parcela x Tratamiento a nivel del 0.5% con la prueba de Duncan.

Desviación Standard Promedio = 105.854
Kgr/ha = 6.667 QQ/Ta
DLS = 302 Kgr/Ha = 0.43 qq/ta.

El análisis del grado del ataque *X. c. pv. phaseoli* a los 56 días a partir de la siembra arrojó los siguientes resultados.

Desviación Standars promedio = 0.7617415
DLS = 2.240296
Coeficiente variación = 24.88%

Para la zona de San Rafael del Yuma, el análisis estadístico para el rendimiento, determinó diferencias significativas a nivel del 5% entre parcelas y tratamientos pero no a la interacción parcela x tratamiento según Prueba de Duncan.

En el análisis del grado de ataque de bacteriosis común a los 61DDS, se detectó diferencias significativas entre las parcelas pero no entre los tratamientos de las parcelas al nivel del 5% de la prueba de Duncan.

Desviación Standard del promedio = 0.5667892
DLS = 1.684017
Coeficiente de variación = 20.61%

Los resultados obtenidos en el ensayo establecido en EEAL-SJM se indican en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados obtenidos en la determinación de eficiencia de bactericidas a base de cobre en EEAL-SJM.

Tratamientos Preventivos	Evaluación bacteriosis 45 DDS	Rend. QQ/TA	Obtenido Kgr/Ha
Vitigran	8 - 21%	0.96	692
Cupravit azul	8 - 20%	0.92	667
Kocide 101	8 - 21%	0.91	657
Testigo	8 - 15%	0.79	571
Tratamientos Curativos			
Testigo	9 - 28%	0.92	663
Cupravit azul	9 - 30%	0.91	655
Vitigran	9 - 37%	0.75	546
Kocide 101	9 - 37%	0.71	513

En razón de que los resultados obtenidos, señalan que el uso de los cúpricos no evidencia ningún efecto en forma preventiva y/o curativa no se hizo un análisis estadístico del mismo.

Pero si se observó que los resultados diferían de los obtenidos en Constanza y en San Rafael del Yuma, hecho por el cual, se planteó la hipótesis de que la calidad del agua utilizada para la dilución de los productos incidía sobre la eficiencia de los mismos.

Para tales fines se procedió al análisis del agua utilizada en EEAL-SJM y se comparó con el agua del CESDA-SC, cuyos resultados se indican en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Resultados de análisis de agua utilizada para dilución de productos cúpricos según fuente.

ORIGEN	PH	CE X 10 ³	Ca	Mg	Na	HCO ³	Cl
EEAL-SJM	7.0	1.50	4.10	7.10	3.80	4.80	10.50
CESDA-SC	7.1	0.33	2.30	2.30	---	1.25	0.65

Nota: En EEAL-SJM, el agua procede de un pozo y el contenido de sales; conductividad eléctrica y pH, la enmarca en la clasificación C 3 S 1 altamente salina y bajo en sodio, mientras que el agua de CESDA-SC se considera como normal.

En razón de lo expuesto anteriormente, se estableció en EEAL-SJM y CESDA-SC, un ensayo para evaluar el efecto de la calidad del agua según grado de acidez y contenido de sales sobre la eficiencia en el control preventivo de la bacteriosis común del frijol. Los resultados obtenidos se indican en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Evaluación del efecto preventivo del Kocide 101 en el control de la bacteriosis común según calidad del agua de dilución.

TRATAMIENTO EVALUADO	ZONAS DE PRODUCCION			Rend. Obt. Gr/3.6 m ²
	EEAL - SJM Eval. Bact. 54 DDS	Eval. Bact. 55 DDS	CESDA - SC	
Testigo sin protec.	8 - 17% b	7 - 12% a		367 a
EEAL-pH 6.5	9 - 26% a	6 - 8% ab		313 ab
EEAL-pH 5.5	8 - 24% ab	5 - 5% b		311 ab
EEAL-pH 7.0	8 - 24% ab	5 - 5% b		270 ab
CESDA-pH 7.1	8 - 17% b	4 - 4% b		225 b

Nota: En EEAL-JSM se utilizó material básico de PC-50, mientras que en el CESDA-SC se utilizó semillas de pompadour comercial.

El análisis estadístico detectó diferencias significativas en el ataque al área foliar según prueba de Duncan al 5% para EEAL-SJM.

DLS = 7.086321

Coef. variación= 24.38%

De igual modo se detectaron diferencias significativas en el ataque al área foliar pero no en cuanto al ataque sobre las vainas a los 61 DDS, el cual fluctuó entre 5.2 - 4.0%

DLS para ataque sobre el área foliar = 5.7995528

DLS para ataque sobre las vainas = 4.663792

DLS para rendimiento parcela 3.6 m² = 100.8147 gr.

Los resultados obtenidos, nos indican que los bactericidas cúpricos en general no tienen un efecto curativo para el control de la bacteriosis común, siendo su mejor eficiencia en el tratamiento preventivo.

El contenido de sales del agua a ser utilizada de la enfermedad a nivel comercial ratifican los resultados obtenidos con Cupravit azul y Kocide 101, como se puede observar en el cuadro 5.

Cuadro 5. Evaluación de la eficiencia en el control preventivo de *Xc pv. phaseoli* de Cupravit azul y Kocide 101 en dos zonas de producción.

TRATAMIE	Evaluaciones <i>X. c. pv. phaseoli</i>				Rendimiento obtenidos			
	EEAL- SJM		CESDA - SC		EEAL - SJM		CESDA - SC	
	35 DDS	55 DDS	35 DDS	55 DDS	Kg/Ha	GM%	Kg/Ha	GM%
Cupravit azul	5-5%	9-25%	3-2%	5-5%	477	18.8	1944	2.3
Kocide 101	3-2%	9-25%	3-2%	3-2%	390	22.7	1619	0.7

Nota: Las evaluaciones en el CESDA-SC se hicieron en base a cinco muestras/trat. de 500 plantas cada una y tomadas al azar en el campo de una superficie por lote de 6.36 tareas equivalente a 0.4 Ha.

En EEAL-SJM, las evaluaciones se hicieron sobre una superficie total de 200 m²/Trat.

CONCLUSIONES

- A. En el manejo integrado para el control de la bacteriosis común del frijol, el uso de semillas de calidad juega un papel importante para evitar daños de importancia económica.
- B. La utilización de bactericidas a base de cobre en el control curativo de la enfermedad no es recomendable. En el control preventivo de la enfermedad, el Cupravit azul y el Kocide 101 tienen una mejor eficiencia que el Vitigran.
- C. La dosis comercial de 3.9 gr/litro de Kocide 101 en aplicaciones a los 15-27-39-51DDS, a pesar de que tiene un buen efecto en el control preventivo de la enfermedad, deprime el rendimiento grano del cultivo del frijol.
- D. El contenido de sales del agua utilizada en la preparación de la solución afecta la eficiencia en el control preventivo de la bacteriosis común del frijol.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS CONSULTADAS

Angeles Ramos, Rosendo y Vidaver, Anne K. 1990. Ocurrencia y Propiedades de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y *Xanthomonas* pectolíticas y epifíticas en malezas. *Agronomía Mesoamericana* 1, 1-6.

Peña Matos, Estela; Arnaud S. Eladio y Saladín G. Freddy. Longevidad de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en Residuos de Cosecha Infectados Naturalmente en el Campo. Trabajo presentado en la XXXV Reunión Anual del PCCMCA, celebrada en San Pedro de Sula - Honduras. Marzo de 1989.

Proyecto COSUDE. Resultados Obtenidos en el Manejo Integrado para el Control de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* Reportes Técnicos: Marzo 1988 - Marzo 1989; Marzo 1989-Marzo 1990 y Marzo 1990-Marzo 1991. SEA-DIA-Programa Nacional de Investigación en Leguminosas Alimenticias.

Proyecto Título XII. Resultados de Selección de Líneas con Fuentes de Resistencia Bacteriosis común procedente del Vivero Internacional. Reporte Técnico Octubre-Diciembre 1988. SEA-DIA.UN-UPR.

----- Resultados de Cosecha de Selección de Líneas procedente del Vivero Caribeño. Reporte Técnico Octubre-Diciembre de 1986. SEA-DIA-UN-UPR.

Saladín García, Freddy. Bacteriosis común y Roya en el Cultivo de Habichuela Roja y Frijol Negro: Descripción de los Factores que favorecen su Desarrollo e Importancia Económica. Seminario sobre Bacteriosis común y Roya en el Valle de San Juan de la Maguana. ANPA. Febrero de 1981.

Determinación de Razas Fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* en Nicaragua

Carlos Rava¹, Julio Molina C.*², Marianella kauffman L.*², Ivania Briones.¹

RESUMEN

En Nicaragua, la antracnosis del frijol incitada *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc.& Magn.) Scribner, presenta una distribución bastante amplia, siendo más importante en zonas frescas, con altitud superior a los 600 m.s.n.m., las cuales son también las más apropiadas para el cultivo del frijol.

El estudio de 10 aislamientos del patógeno provenientes de la Región I permitió identificar 7 entidades fisiológicas diferentes, seis de las cuales corresponden a una raza alfa-Brasil y el restante al grupo Mexicano I.

Fue determinada la capacidad de los aislamientos locales de inducir reacciones compatibles con varios cultivares considerados fuentes de resistencia, tales como: PI 207. 262, To, Tu y AB 136.

Los resultados de este trabajo, además de ser la primera información de la variabilidad patogénica de *Colletotrichum lindemuthianum* en el país, constituyen la base para un programa de utilización de la resistencia genética para el control de la enfermedad.

INTRODUCCION

La antracnosis del frijol común *phaseolus vulgaris* L. incitada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc.&Magn) Scribner, 1987, es una de las enfermedades de mayor importancia de este cultivo, afectando en todo el mundo los cultivares susceptibles establecidos en localidades con temperaturas moderadas y alta humedad relativa.

Las pérdidas ocasionadas por este patógeno pueden llegar al 100% cuando se siembra semilla infectada bajo condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad (CHAVES, 1990). El hongo afecta también la calidad del producto.

En Nicaragua, la enfermedad presenta una distribución bastante amplia, siendo más importante en las zonas frescas, con altitud superior a los 600 m.s.n.m., las cuales son también las más apropiadas para el cultivo del frijol.

La susceptibilidad generalizada de los cultivares actualmente difundidos y la constatación de alta

incidencia de antracnosis en la línea ES-373 que, a pesar de su alta capacidad de rendimiento, excelente arquitectura y calidad de grano, no pudo ser lanzada, forzaron a considerar la utilización de la resistencia genética a este patógeno dentro de las prioridades del programa de mejoramiento del CNIGB (Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos) sin embargo, el conocimiento de la variabilidad del patógeno es un requisito básico para el desarrollo de cultivares resistentes, capaces de mantener esa característica por períodos prolongados de tiempo.

La primera comprobación de la existencia de variabilidad patogénica en el hongo fue realizada por BARRUS (1911, 1918) mediante la constatación de que cultivares de frijol se comportaban de forma diferente cuando inoculados con aislamientos de diferentes procedencias, diferenciando dos razas fisiológicas que denominó alfa y beta. Posteriormente, BURKHOLDER (1923) identificó una tercera raza que denominó gamma y, ANDRUZ & WADE (1942) citados por WALKER (1969), relataron la ocurrencia de una cuarta raza descubierta en Carolina del Norte, a la que denominaron delta.

En México, JERKES & ORTIZ (1956) relataron la ocurrencia de tres nuevas razas (o grupos), México I, II y III, diferentes de las anteriores.

Cuando se utilizan tres cultivares diferenciadores (Michelite, Dark Red Kidney y Perry Marrow) y se consideran dos clases de reacción (resistente o incompatible y susceptible o compatible), teóricamente puede determinarse un total de $2^3 = 8$ razas fisiológicas, siendo la octava raza (o grupo) descrita en Río Grande del Sur, Brasil, por OLIVEIRA et al. (1973) y denominada grupo Brasileiro I.

Sin embargo, mediante la adición de nuevos cultivares diferenciadores, aislamientos pertenecientes a las ocho razas previamente definidas, pueden ser subdivididos en nuevas entidades fisiológicas diferentes. De esta forma, YERKES & ORTIZ (1956) subdividieron los grupos mexicanos I, II y III diez razas locales (MA-1 a MA-10) y YERKES (1958) descubrió tres nuevas razas (MA-11 a M-13) pertenecientes al grupo alfa, además de la raza alfa típica.

Siguiendo un procedimiento semejante en el Brasil, OLIARI et al. (1973), mediante la adición de tres nuevos cultivares diferencia dores, describieron siete razas

¹ Agrón. Ph. D., Experto del Proyecto FAO TCP/Nic8956 (E)

² *Ings. Agros., Técnicos en Mejoramiento del Frijol, CNIGB Sub-Sede Estelí.

locales (BA-1 a BA-7) pertenecientes a los grupos alfa, Mexicano II y Brasileiro I. Los referidos autores definieron un nuevo grupo, el Brasileiro II, pero basándose en las reacciones de los tres cultivares diferenciadores básicos (Michelite, Dark Red Kidney y Perry Marrow) tal grupo es semejante a alfa. PLO-RIVEIRO & CHAVES (1975), usando el mismo conjunto de diferenciadores describieron tres nuevas razas locales (BA-8 a BA-10).

MASTENBROEK EN 1960 (CITADO por KRUEGER et. al. 1977) determinó que el cultivar Cornell 49-242 originario de Venezuela, posee el gen dominante ARE, el cual le confería resistencia a todas las razas conocidas en la época.

Sin embargo, nuevas razas capaces de "quebrar" la resistencia del gen ARE fueron citadas posteriormente, tales como la raza alfa-Brasil determinada por FOUILLOUX (1976); una nueva raza originaria de la localidad de Ebnet en Alemania, posteriormente denominada kappa (Krueger et al. 1977) y la raza iota, aunque esta última no haya sido aún detectada en la naturaleza (CHAVES 1980). La primera de las razas citadas pertenece al grupo alfa, mientras que las dos últimas al grupo delta.

BOLAÑOS (1984) trabajo con el CIAT con 15 aislamientos provenientes de México, clasificándolos en los grupos Brasileiro I (Típico y Cornell-susceptible), alfa (típica y alfa-Brasil) y al México I. Un hecho importante es que varios aislamientos fueron virulentos en fuentes de resistencia importantes, tales como los cultivares To, Tu, PI 207.262, México 222, AB 136, Evoluite y BAT 841.

En el Brasil, MENEZES (1985) estudió 201 aislamientos provenientes de 16 Estados, determinando las razas alta y epsilon (grupo alfa); delta, mu, teta, lambda y kappa (grupo delta) y la raza zeta (grupo Brasileiro I, To susceptible).

La falta de uniformidad de los conjuntos de cultivares diferenciadores empleados así como de un criterio uniforme para la definición de las entidades fisiológicas y de nomenclatura, dificulta y algunas veces imposibilita la comparación de los resultados obtenidos por diferentes investigadores. Por este motivo fue realizada en el CIAT una Reunión Internacional en Junio de 1988 para definir un conjunto de cultivares diferenciadores y una nueva nomenclatura para las razas fisiológicas.

La capacidad de variación patogénica del hongo dificulta los trabajos de mejoramiento para resistencia, pero existe en el frijol común variabilidad suficiente para posibilitar el empleo de la resistencia genética como método de control económico y eficiente de la enfermedad. Sin embargo, para lograr que la vida media de los cultivares resistentes sea mayor, se deberán adoptar medidas complementarias como el uso de semilla de alta calidad sanitaria, tratamiento químico de las semillas, rotación de cultivos, eliminación de los restos de cultivos, con la finalidad de lograr el control integrado

de la enfermedad.

MATERIAL Y METODOS

El conjunto de 12 cultivares diferenciadores utilizados fue el aprobado en el Taller Internacional de Antracnosis, realizado en el CIAT en junio de 1988, el cual se presenta en el Cuadro 1. Cada conjunto estuvo constituido por 5 a 7 plantas de cada cultivar diferenciador y del testigo susceptible IPA 74-19.



Cuadro 1. Número de orden y cultivares diferenciadores utilizados para la identificación de razas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum*.

No. de Orden	Cultivar	No. de Orden	Cultivar
01	Michelite	07	México 222
02	Dark Red Kidney	08	PI 207.262 (Tlalnepantla 64)
03	Perry Marrow	09	To
04	Cornell 49-242	10	Tu
05	Widusa	11	AB 136
06	Kaboon	12	G 2333 (Colorado de Teopisca)

Fueron obtenidos 10 aislamientos del patógeno provenientes de importantes zonas productoras de la Región I, cuyas principales características se detallan en el Cuadro 2. A partir de cultivos del hongo sobre vainas verdes previamente esterilizadas, fue preparado el inóculo que consistió en una suspensión de $1, 2 \times 10^6$ /ml (PIO-RIBEIRO & CHAVES, 1975).

La inoculación fue realizada 12 días después de la siembra, manteniéndose posteriormente a las plantas en cámara húmeda durante 10 noches consecutivas.

Cuadro 2. Origen y características de los aislamientos de *Colletotrichum lindemuthianum*.

Identificación	Localidad ^{1/}	Cultivar	Esporulación ^{2/}
CI NIC - 1	CNIGB - Estelí	Santa Clara	1.8 x 10 ⁶
CI NIC - 2	"	"	1.4 x 10 ⁶
CI NIC - 3	El Naranjo, Estelí	Estelí 90-A	1.1 x 10 ⁶
CI NIC - 4	"	Estelí 90-B	6.0 x 10 ⁷
CI NIC - 5	"	"	8.8 x 10 ⁷
CI NIC - 6	"	"	9.7 x 10 ⁷
CI NIC - 7	"	ES - 373	7.8 x 10 ⁷
CI NIC - 8	"	"	4.0 x 10 ⁷
CI NIC - 9	Los Jobos, Estelí	Estelí 90-A	3.1 x 10 ⁶
CI NIC - 10	"	"	2.0 x 10 ⁶

^{1/} Los materiales infectados fueron obtenidos el 20/11/91

^{2/} Estimación del número de conidios producidos sobre cuatro vainas esterilizadas, después de 10 días de incubación a 22°C.

La evaluación de los síntomas fue realizada 10 días después de la inoculación, utilizándose la escala de 9 grados que se describe en el Cuadro 3. Fueron consideradas resistentes (reacción incompatible) las plantas que presentaron grados de 1 a 3 y susceptibles (reacción compatible) aquellas con grados de 4 a 9.

Cuadro 3. Criterio de evaluación de síntomas foliares de la Antracnosis del frijol común para inoculaciones en invernadero y a campo.

Grado	Descripción
1	Ausencia de síntomas
2	Hasta 1% de las nervaduras presentando manchas necróticas, perceptibles solamente en la faz inferior de las hojas.
3	Mayor frecuencia de los síntomas foliares descritos en el grado anterior, hasta el 3% de las nervaduras afectadas.
4	Hasta 1% de las nervaduras presentando manchas necróticas, perceptibles en ambas fases de las hojas.
5	Mayor frecuencia de los síntomas foliares descritos en el grado anterior, hasta el 3% de las nervaduras afectadas.
6	Manchas necróticas en las nervaduras, perceptibles en ambas fases de las hojas, presencia de algunas lesiones en tallos, ramas y pecíolos.
7	Manchas necróticas en la mayoría de las nervaduras y en gran parte del tejido del mesófilo adyacente que se rompe. Presencia de abundantes lesiones en tallos, ramas y pecíolos.
8	Manchas necróticas en la casi totalidad de las nervaduras, ocasionando rupturas, defoliación y reducción del crecimiento de las plantas.
9	Lesiones muy abundantes en tallos, ramas y pecíolos. Mayoría de las plantas muertas.

* Escala utilizada por el Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijao Goiania, Brasil. EMBRAPA.

El criterio adoptado para la nomenclatura de las razas fisiológicas es el propuesto por HABGOOD (1970). Cada cultivar diferenciador tiene un valor 2^i , donde 2 es el número de clases de reacción consideradas e i es el número de orden del cultivar. La reacción incompatible vale cero y anula el valor del cultivar al ser por él multiplicado. La reacción compatible vale 1, de donde, la suma de los valores de estos cultivares susceptibles da por resultado el número que identifica la raza fisiológica.

También fueron considerados los criterios de nomenclatura utilizados por otros autores, a efectos de poder realizar la comparación de los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las reacciones de los doce cultivares diferenciadores inoculados con los diez aislamientos del patógeno, permitieron identificar siete entidades fisiológicas diferentes. Junio 1991. Las cuales se describen en el cuadro 4.

En general, las plantas de los cultivares diferenciadores presentaron grados de infección que las ubicaron dentro de una misma clase de reacción. La única excepción constatada fue el cultivar No. 7 (México 222) con los aislamientos CI NIC-1 (4 S y 3 R) y CI NIC-2 (2S y 4 R). Estos resultados plantearon la posibilidad de que ambos aislamientos pertenecieran a la misma raza, por lo que se procedió a la repetición de esas inoculaciones en Diciembre 1991, de donde se concluyó, que los dos aislamientos en mención pertenecen a la misma entidad fisiológica, considerando en ambos aislamientos una misma clase de reacción. Cuadro 5.

Considerando la clase de reacción de los primeros tres cultivares diferenciadores, nueve aislamientos corresponden a la raza alfa (BARRUS, 1918) y el restante al grupo Mexicano I (YERQUEZ & ORTIZ, 1956). Si se adiciona la reacción del cuarto cultivar diferenciador, los nueve aislamientos antes mencionados pertenecen a la raza alfa-Brasil, determinada por FOUILLOUX (1976) y que fue la primera con la capacidad de "quebrar" la resistencia conferida por el gen ARE. Sin embargo, los nueve aislamientos nicaragüenses "quebraron" la resistencia del gen Mex 2 (cultivar Tu) y uno de ellos, el CI NIC-10 la del gen Mex 1 (Cultivar To), ambos seleccionados por FOUILLOUX (1976) como fuentes de resistencia para la raza alfa-Brasil.

Cuadro 4. Identificación de razas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum*. Nicaragua, Junio 1991.

Aislamiento	Número de Orden de los Diferenciadores												Razas
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
CI NIC - 1	S	R	R	S	R	R	S	S	R	S	R	R	713
CI NIC - 2	S	R	R	S	R	R	R	S	R	S	R	R	649
CI NIC - 3	S	R	R	S	R	R	S	R	R	S	S	R	1609
CI NIC - 4	S	R	R	S	R	R	S	S	R	S	S	R	1737
CI NIC - 5	S	R	R	S	R	R	S	R	R	S	S	R	1609
CI NIC - 6	R	R	R	S	R	R	S	R	R	S	S	R	1608
CI NIC - 7	S	R	R	S	R	R	S	R	R	S	S	R	1609
CI NIC - 8	S	R	R	S	R	R	R	R	R	S	S	R	1545
CI NIC - 9	S	R	R	S	R	R	S	S	R	S	S	R	1737
CI NIC - 10	S	R	R	S	R	R	S	R	S	S	S	R	1865

Cuadro 5. Identificación de razas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum*. Nicaragua, Diciembre 1991.

Aislamiento	Número de Orden de los Diferenciadores												Razas
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
CI NIC - 1	S	R	R	S	R	R	R	S	R	S	R	R	649
CI NIC - 2	S	R	R	S	R	R	R	S	R	S	R	R	649

La capacidad de los aislamientos locales de inducir reacciones compatibles susceptibles con cultivares como Tu y AB 136, considerados como fuente de resistencia en Europa y América del Sur, coincide con resultados obtenidos por BOLAÑOS (1984) al estudiar el comportamiento de 15 aislamientos mexicanos. También coincide con el referido autor de la reacción de resistencia a todos los aislamientos presentados por el cultivar Dark Red Kidney y, en el presente estudio, lo mismo fue constatado para Perry Marrow y Widusa. Todos estos cultivares presentan reacciones de compatibilidad con numerosas razas determinadas en América del Norte, del Sur y en Europa. Estas diferencias regionales en la prevalencia de determinados bióticos, posiblemente son la consecuencia de líneas evolutivas diferentes, dirigidas por los genotipos del hospedante en cada una de ellas.

Los resultados presentados y discutidos, además de ser la primera información de la variabilidad patogénica de *Colletotrichum lindemuthianum* en el país, constituyen la base para el establecimiento de un programa con el objetivo de utilizar la resistencia genética como uno de los componentes de un sistema para el control integrado de la enfermedad.

LITERATURA CITADA

- BARRUS, M.F. Variation of varieties of beans in their susceptibility to anthracosis. *Phytopatology*, 1:190-195. 1911.
- BARRUS, M.F. Varietal susceptibility of beans to strains of *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. and Magn.) B. and C. *Phytopatology*, 8:589-614, 1918.
- BOLAÑOS, J.I. Variación patogénica de aislamientos mexicanos de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib., agente causal de la antracnosis del frijol común (*Phaseoli vulgaris* L.) Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira, Colombia. 1984. 70 p.
- BURKHOLDER, W.H. The gamma strain of *Colletotrichum lindemuthianum*. (Sacc. & Magn.) B. & C. *Phytopatology*, 13:316-323, 1923.
- CHAVES, G. La antracnosis In: Problemas de Producción del Frijol: Enfermedades Insectos, Limitaciones Edáficas y Climáticas de *Phaseolus vulgaris*. Colombia, Eds. Schwartz & Gálvez, 1980. p.37-47.
- FOUILLOUX, G.L. antracnose du haricot *Colletotrichum lindemuthianum*, (Sacc. et Magn.): Nouvelles sources de résistance et nouvelles races physiologiques. *Ann. Amélior. Plantes*, 26:443-53, 1976.
- HABGODD, R.M. Designation of physiological races of plant pathogens. *Nature* 27: 1268-69. 1970
- KRUEGER, J. HOFFMANN, G.M. & HUBBELING, N. The kappa race of *Colletotrichum lindemuthianum* and sources of resistance to anthracnose in *Phaseolus* beans. *Euphytica*, 26: 23-25, 1977.
- MENEZES, J.R. Variabilidade patogénica de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. e Magn) Scrib. em *Phaseolus vulgaris* L. Universidad de Brasilia. Instituto de Ciencias Biológicas. Departamento de Biología Vegetal. Brasilia, DF. 1985. 65 p. Tese de Mestrado.
- OLIARI, L VIEIRA, C. & WILKISON, R.E. Physiologic races of *Colletotrichum lindemuthianum* in the state of Minas Gerais, Brazil. *Plant Dis. Reporter*, 57: 870-72, 1973.
- OLIVEIRA, E.A., ANTUNES, I.F. & COSTA, J.G.C. Racas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* identificadas no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina de 1968 a 1972. Pelotas, IPEAS, 5p., 1973.
- PIO-RIBEIRO, G. & CHAVES, G.M. Racas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Scrib. que ocurren em alguns Municipios de Minas Gerais, Espirito Santo e Rio de Janeiro. *Experientiae*, 19 (6): 95-118, 1975.
- WALKER, J.C. Plant Pathology 3a. Ed.N.4. Ed. Mcgraw-Hill, Inc. 1969, 819 p.
- YERKES JR., W.D. Additional new races of *Colletotrichum lindemuthianum* in México. *Plant Dis. Reporter*, 42 (3): 329, 1958.
- YERKES JR. W.D. & ORTIZ, M.T. New races of *Colletotrichum lindemuthianum* in México. *Phytopatology*, 46 (10): 564-67, 1956.

Estudio Preliminar de las Enfermedades y Plagas en las Colectas de *Phaseolus spp* de México.

José S. Muruaga Martínez¹, Jorge A. Acosta Gallegos¹ y Ramón Garza García¹.

RESUMEN

En el presente trabajo se revisaron en forma visual los ejemplares de herbario y los datos de pasaporte de las especies de *Phaseolus* colectadas durante el período de 1978 a 1991, con el objetivo de conocer la distribución de las enfermedades y plagas en esas especies. Se revisó un total de 775 ejemplares de herbario, los que incluyeron 24 especies. Se observó una amplia distribución geográfica para ambas, enfermedades y plagas; por lo cual, dichas especies son hospederas de los mismos patógenos que afectan al frijol común (*P. vulgaris*).

INTRODUCCION

Durante el período de 1978 a 1991, se realizaron en forma sistemática trabajos de exploración y colección de las especies del género *Phaseolus* en México, con el doble propósito de apoyar a los programas de fitomejoramiento del frijol común y de conservar la diversidad genética. Las colectas se depositan en el banco de germoplasma del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) de México. En los trabajos de recolección, se registran observaciones sobre la presencia de plagas y enfermedades que son comunes al frijol común.

Según Vavilov (1931), México forma parte de los centros de diversificación primaria de las plantas cultivadas. Son endémicas de México la mayoría de las especies del género *Phaseolus*, cuyo estado taxonómico ha sido recientemente actualizado (Delgado, 1985). Sin embargo, se desconoce cuales especies son hospederas de las enfermedades y plagas que afectan a las especies cultivadas (Miranda, 1968).

Las especies del género *Phaseolus* más estudiadas en cuanto a su reacción a enfermedades y plagas han sido las formas cultivadas de *P. vulgaris*, *P. coccineus*, *P. acutifolius* y *P. lunatus* (Cárdenas, 1984; Yerkes y Freytag, 1956; Guevara *et al.*, 1952), estas especies se cultivan en México y forman parte de la dieta del pueblo mexicano (Cárdenas, 1968). Entre éstas destaca *P. vulgaris* (frijol común) por su adaptación desde los 20 a los 2400 msnm y por la superficie cosechada, la que en los últimos años ha sido de 1.81 millones de ha (Lépiz, 1988).

Desde la década de los 40's, los trabajos de fitomejoramiento del frijol común han sido prioritarios en México, principalmente lo relacionado a la formación de variedades con resistencia a plagas y enfermedades en los

principales tipos comerciales (Acosta, INIFAP, 1992, común, pers.). Los resultados de dichos trabajos se reflejan en el número de variedades generadas, de las que aproximadamente 30 son las más utilizadas.

En cuanto a la superficie y producción, destacan los estados de Zacatecas, Durango, Chihuahua, Nayarit, Sinaloa, Guanajuato y Chiapas. Los rendimientos unitarios promedio son de alrededor de 900 Kg/ha en las partes más favorables de los estados mencionados. No obstante los logros obtenidos en 50 años de fitomejoramiento del frijol común en México, los investigadores están conscientes que la búsqueda de fuentes de resistencia a factores adversos no debe concentrarse en *P. vulgaris*, sino que también se deben evaluar y utilizar las demás especies del género. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es sintetizar la distribución de las enfermedades y plagas registradas en las colectas de *Phaseolus spp.* efectuadas en México durante el período de 1978 a 1991.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el herbario de la Unidad de Recursos Genéticos del INIFAP, localizado en el Campo Experimental "Valle de México", Chapingo, Méx. (19°27'N, 98°53'W y 2240 msnm). El material e información utilizados fueron los ejemplares de herbario de las especies del género *Phaseolus* colectadas durante los meses de agosto a noviembre durante el período antes citado. En total se revisaron 755 ejemplares, los que incluyeron 24 especies de *Phaseolus*. Las especies se agruparon en base a las secciones del género de acuerdo con a la última revisión del mismo (Delgado, 1985). La identificación de las enfermedades y plagas fue realizada in situ por los diferentes colectores, y solo en el caso de las enfermedades se verificó su identidad en forma visual en los ejemplares de herbario.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las enfermedades registradas por los colectores, también estuvieron presentes en los ejemplares de herbario. Estas fueron las siguientes: virosis (incluye mosaico dorado y moteado clorótico) detectada en 14 especies (58%) en un rango de distribución altitudinal de 10 a 2900 msnm; tizón común (*Xanthomonas phaseoli*), detectada en 11 especies (46%) en un rango de distribución altitudinal de 700 a 2900 msnm; tizón de halo (*Pseudomonas phaseolicola*) encontrada en tres especies (12%) en un rango de distribución altitudinal de 500 a 2200 msnm; roya (*Uromyces appendiculatus*)

¹ Investigadores de INIFAP, México.

encontrada en 11 especies (46%) en un rango altitudinal de 200 a 2900 msnm; y antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en cinco especies (21%): *P. vulgaris*, *P. leptostachius*, *P. neglectus*, *P. maculatus* y *P. marechalii*, en un rango de 500 a 2600 msnm (Cuadro 1).

Las plagas más comunes fueron: mosquita blanca (spp. no identificadas) detectada en 12 especies (50%) en un rango altitudinal de 10 a 2900 msnm. El picudo del ejote (*Apion* spp.) y la conchuela del frijol (*Epilachna varivestis*) en nueve especies (37%), ambos insectos con una distribución altitudinal de 700 a 2900 msnm. Diabroticas (spp. no identificadas) detectadas en cinco especies (21%) con una distribución de 10 a 2200 msnm.

No se observó entre las especies estudiadas del género *Phaseolus* ninguna inmune a todas las enfermedades y plagas que son de importancia económica en el frijol cultivado. Este hecho es importante cuando el (la) fitomejorador (a) intenta identificar fuentes de resistencia para alguna enfermedad y/o plaga específica en dichas especies. También se debe tener cuidado de que al introducir la característica de resistencia, no se incorporen caracteres indeseables.

La distribución geográfica de las enfermedades y plagas encontradas resulto muy amplia entre las especies silvestres del género. (Cuadro 1).

De acuerdo a su sintomatología y tipo de daño, las enfermedades y plagas identificadas en este estudio, parecen ser las mismas que causan pérdidas cuantiosas en el frijol cultivado cuando no son controladas. Las especies silvestres del género *Phaseolus*, las que muchas veces se encuentran creciendo cerca de las áreas de producción del frijol común, son hospederas de las mismas enfermedades y/o plagas que afectan al frijol cultivado, por ello, es posible que en un mismo ciclo agrícola, tanto las poblaciones silvestres como los cultivos de frijol estén sometidos a las mismas presiones estos parásitos. Existen posibilidades de que las poblaciones de frijol, tanto silvestres como cultivadas contengan plantas resistentes a dichas enfermedades y plagas.

El aprovechamiento de las especies silvestres como fuentes de resistencia a las plagas y enfermedades dependerá del progreso que se haga sobre el conocimiento de dichas especies, la compatibilidad de estas con el frijol común y la determinación de la herencia de los caracteres a transferir.

Existe la creencia generalizada de que el germoplasma de especies silvestres en su centro de origen y diversidad primaria contienen muchos genes de resistencia a enfermedades e insectos debido a una larga convivencia de la planta y los parásitos. Sin embargo, en el caso de las poblaciones de *P. vulgaris* silvestre, cuando las condiciones son propicias para el desarrollo de las enfermedades, se han observado muchas más plantas susceptibles que resistentes (Acosta, 1992), INIFAP, común, pers.). En tal situación, sería más

apropiado realizar varias visitas a las poblaciones silvestres para primero identificar las plantas resistentes. Las fuentes de resistencia identificadas en el campo, deben después ser evaluadas y caracterizadas bajo condiciones controladas para su posterior utilización.

LITERATURA CITADA

- CARDENAS, R.F. 1968. Leguminosas de grano. Reimpreso de la Memoria del Tercer Congreso Nacional de Fitogenética. CENEINA, Chapingo, México. pp.340-369.
- DELGADO SALINAS A. 1985. Systematics of the genus *Phaseolus* (Leguminosae) in North and Central America. Ph.D. Thesis University of Texas, Austin.
- GUEVARA, C.J.G., Patino, G., y E. CASAS. 1960. Selección de variedades de frijol resistentes al picudo del ejote. Agric. Téc. Méx. 10:10-12
- LEPIZ, R. 1988. Futuro de los pequeños productores de frijol en México y su relación con la agricultura comercial. In: S. Beeve (ed.) Documento de Trabajo No. 47. CIAT. Cali, Colombia. pp. 375-414
- LYMAN, J.M. 1980. Adaptation and breeding studies on the lima bean *Phaseolus lunatus* L. as a food legume for Latin American. Thesis Ph.D. Cornell University p. 257.
- MIRANDA C.S. 1968. Comentario a la ponencia: Leguminosas de grano. Reimpreso de la Memoria del Tercer Congreso Nacional de Fitogenética. CENEINA pp. 369-376.
- THOMAS, H.R. JORGENSEN, H. and R.E. WESTER. 1952. Resistance to downy mildew in lima beans and its inheritance. Phytopathology 42:43-45
- YERKES, W.D. and G.F. FREYTAG. 1956. *Phaseolus coccineus* as a source of root rot resistance for common bean. Phytopathology 46:32

Cuadro 1. Distribución de enfermedades y plagas detectadas en las colectas de *Phaseolus spp.* de México, en base a los herbarios del INIFAP.

Identificación	Enfermedades					Plagas			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4
Sección <i>Chiapasana</i>									
<i>P. chiapasanus</i>		X			X				
Sección <i>Phaseolus</i>									
<i>P. angustissimus</i>				X	X				X
<i>P. filiformis</i>				X	X				X
<i>P. leptostachyus</i>	X	X	X	X	X	X	X		
<i>P. vulgaris</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>P. acutifolius</i>					X				X
<i>P. microcarpus</i>					X				
<i>P. lunatus</i>					X		X		X
<i>P. neglectus</i>	X			X	X	X			X
<i>P. coccineus</i>		X		X	X	X		X	X
<i>P. salicifolius</i>					X				X
<i>P. maculatus</i>	X			X		X	X	X	X
<i>P. polystachyus</i>		X						X	
<i>P. xolocotzii</i>			X						X
<i>P. ritensis</i>		X				X		X	
<i>P. marechalii</i>	X	X				X		X	
<i>P. pedicellatus</i>		X		X		X		X	
<i>P. sonorensis</i>					X				X
Sección <i>Minkelersia</i>									
<i>P. pauciflorus</i>		X		X		X	X		
<i>P. nelsonii</i>					X				
<i>P. parvulus</i>				X					
<i>P. pluriflorus</i>		X		X		X		X	
Sección <i>Xanthotrichus</i>									
<i>P. xanthotrichus</i>		X						X	
<i>P. hintonii</i>					X				X

Enfermedades	Plagas
1- Antracnosis	1- Conchuela
2- Tizón común	2- Diabrotica
3- Tizón de halo	3- picudo del ejote
4- Roya	4- Mosca blanca
5- Virosis	

Cuadro 2. Distribución de las especies silvestres de *Phaseoli spp* en México, en base a los herbarios del INIFAP.

Identificación	Distribución por Estado	Rango Altitudinal (msnm)
Sección <i>Chiapasana</i> <i>P. chiapasanus</i>	Oax., Ver., Chis.	1000 - 1500
Sección <i>Phaseolus</i> <i>P. angustissimus</i> <i>P. filiformis</i>	Chih., y Coah. BCN, BCS, Son., Sin., Chih. y Dgo. En casi todo el país	1600 - 1750 200 - 1350 500 - 2200
<i>P. leptostachyus</i> <i>P. vulgaris</i>	Chih., Dgo., Zac., Ags., Son., Sin., N.L., Mich., Jal., Méx., Gro., Gto., Oax., Mor., SLP. Pue.y Nay.	700 - 2000
<i>P. acutifolius</i>	BCS, BCN, Son., Sin., Chih., Dgo., Zac., Nay., Coah., Oax., y Gro	20 - 2000
<i>P. microcarpus</i>	Jal., Oax., Pue., Ver., Gro., Mor., Jal., Dgo.y Nay	20 - 1600
<i>P. lunatus</i>	Sin., Nay., Jal., Oax., Gro., Chis., Camp., Yuc., Q.R., Mor., y Ver.	10 - 800 1200 - 1600
<i>P. neglectus</i> <i>P. coccineus</i>	Tamps., N.L. y Coah. De alturas medias a altas en casi todo el país.	700 - 2900 1400 - 1900
<i>P. salicifolius</i> <i>P. maculatus</i>	Dgo. y Sin. Chic., Dgo., Son., Zac., Sin., Ags., Gto., Qro., Hgo., Jal. y N.L.	1400 - 2200 1200 - 1600 1500 - 1800
<i>P. polystachyus</i> <i>P. xolocotzii</i> <i>P. ritensis</i> <i>P. marechalii</i> <i>P. pedicellatus</i>	Ver. y Mor. Oax., y Mor. Chic., y Dgo. Hgo., Tlax. y Méx. Chic., Dgo., Ags., Zac., SLP, Hgo., Oax. y Qro.	1800 - 2100 2100 - 2600 1500 - 2800 40 - 1600
<i>P. sonorensis</i>	BCS, BCN, Son., Chih. y Dgo.	
Sección <i>Minkelersia</i> <i>P. pauciflorus</i> <i>P. nelsonii</i> <i>P. parvulus</i> <i>P. pluriflorus</i>	Dgo., Mich., Jal., Méx., Oax. Oax., Méx. y Jal. Chih., y Dgo. Méx., Mich., Oax. y Jal.	1700 - 2000 1900 - 2200 2100 - 2500 2000 - 2500
Sección <i>xanthotrichus</i> <i>P. xanthotrichus</i> <i>P. hintonii</i>	Hgo. y Chis. Oax., Mor. y Mich.	1500 - 1700 1500 - 1700

RESOLUCIONES, CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

Mesa de Leguminosas PCCMCA XXXVIIIª Reunión Anual Managua, Nicaragua, 1992.

Esta mesa inició su trabajo el día lunes 23 de Marzo de 1992 a las 04.20 P.M.

Inicialmente se procedió a la lectura del acta de la reunión anterior, celebrada en la ciudad de Panamá, Panamá. Posteriormente se procedió a la elección del presidente y secretario de la mesa, responsabilidades que fueron asignadas a las siguientes personas:

- a) Presidente: Ing. José Angel Vanegas. CNIGB, Nicaragua.
- b) Secretario: Ing. Carlos Manuel Araya. UNA, Costa Rica.

Inmediatamente después de la elección se dio inicio a la presentación de los trabajos inscritos.

El trabajo de la mesa de leguminosas fue distribuido en cuatro temas principales de la siguiente manera:

TEMA	AREA
1. Genotecnia Vegetal.	a. Mejoramiento genético b. Evaluación de cultivares
2. Agronomía	a. Fisiología b. Nutrición y Microbiología c. Estudio de Sistemas d. Prácticas Culturales e. Validación y transferencia de tecnología.
3. Protección Vegetal	a. Uso de pesticidas b. Estudios de aceptación y adopción de tecnología c. Mercadeo y crédito

Durante la semana se presentaron un total de 34 trabajos, tres posters y se participó en tres paneles cuyos temas estaban relacionados con las prioridades y estrategias para la década de los 90. Rol que les corresponde a los viejos y nuevos actores institucionales: sector público ONG; Universidades, Organizaciones Gremiales y económicas del Agro. Posibilidades de colaboración inter-institucional para la investigación, sobre agricultura sostenible en Centroamérica y el Caribe.

Se contó con la colaboración de los siguientes moderadores:

1. Ing. Rafael Rodríguez	ICTA, Guatemala.
2. Ing. Freddy Saladín	SEA-PNILA, República Dominicana.
3. Ing. Emmanuel Prophete	MAH-CIDA, Haití.
4. Ing. Omar Alfaro	IDIAP, Panamá.
5. Ing. Telémaco Talavera	UNA, Nicaragua.

A quienes la mesa de leguminosa extiende cordial agradecimiento y reconoce la gran labor realizada. La mesa contó con la participación promedio de 32 participantes.

SESION DE MEJORAMIENTO GENETICO:

Se presentaron seis trabajos de mejoramiento genético de los cuales cinco versaron sobre evaluación y selección de germoplasma por su rendimiento y su reacción a enfermedades o sequía. Un trabajo se basó en la colecta de materiales silvestres y su comportamiento ante el picudo de la vaina.

Se evaluaron viveros ECAR (rojo y negro) en las zonas de Jutiapa y Monjas, Guatemala, por su resistencia a mosaico dorado. Se encontró seis líneas provenientes de cruza con DOR-362 y DOR-367, superan al testigo DOR-364 en su rendimiento. En otros ensayos planteados en Nicaragua (seis sitios), Honduras (dos sitios), Guatemala (siete sitios), El Salvador (cuatro sitios), Costa Rica (cinco sitios), Panamá (un sitio) y Colombia (tres sitios), evaluados durante dos años, 15 materiales rojos en 22 ambientes y 15 materiales negros en ocho ambientes. De estos últimos, DOR-448, DOR-390, DOR-500, DOR-446, DOR-445, superan al ICTA Ostúa, que ha sido la mejor en rendimiento durante los últimos años.

Se evaluó el comportamiento de genotipos ante limitantes edáficas en las zonas de Zacatecas durante la época de temporal.

El BAT se utilizó como testigo de materiales de zona tropical, cuyas poblaciones segregantes presentaron los mayores rendimientos. En el grupo según colores la población derivada de la cruz 102-MX Bayo Victoria fue la más rendidora en dos generaciones. El alto rendimiento y la heterosis de generaciones tempranas se mantuvo en la generación posterior.

Se informó de 218 colectas de frijoles silvestres en diez estados del altiplano mexicano, con el objetivo de seleccionar materiales con resistencia a *Apion godmani*, se determinó que 41 colectas fueron resistencias, siendo las mejores HGO 19-A, HGO 40-A, HGO 51, Tlax 65-A, Jal 112 y Mex. 49.

En evaluación de 36 cultivares por su resistencia a mustia sólo fue posible obtener resultados en la segunda siembra, realizada en Septiembre de 1991. Se seleccionaron por su resistencia a mustia el DOR 484 y el RAB 507, otros 20 materiales fueron tolerantes y seis fueron los de mayor rendimiento.

En Masaya, Nicaragua se evaluaron líneas de frijol con grano rojo, con el objetivo de seleccionar por su

rendimiento y por su resistencia a bacteriosis. De esas líneas sólo tres mostraron resistencia a bacteriosis. El mayor rendimiento se presentó en Nic. 4, DOR 364, y RCZN 10028-16 y precoces fueron RCZN-10028-16, Nic.9 y el criollo.

En soya se evaluaron nueve cultivares comerciales con inoculante. Todas las cepas mostraron eficiencia en la fijación de nitrógeno, los mejores fueron: EAP 1004 y TG y los cultivares cristalina, TG-81430-D y Júpiter II, mostraron el mayor potencial de rendimiento bajo las condiciones locales.

SESION DE AGRONOMIA:

Se presentaron 11 trabajos de investigación. Evaluándose en cinco materiales la resistencia a sequía, en base al crecimiento de la raíz y el contenido de ácido abscísico en hojas y tallo. Se concluyó que el crecimiento y pronto establecimiento de la raíz parece ser la condición más adecuada para manifestación de resistencia a sequía. Las variedades Pinto presentaron la mayor cantidad de raíces; más delgados y mejor distribuidos en el suelo; su crecimiento es lento pero continuo.

La variedad G-151 tuvo el mayor rendimiento y la mayor concentración de ácidos abscísico en hojas, en ausencia de estrés hídrico la concentración de ácido abscísico es variable.

Se evaluó la concentración de inhibidores de tripsina en ocho cultivares pertenecientes a cuatro tipos de frijol. La baja actividad del inhibidor de Tripsina en el frijol cocido está relacionado con un mayor tiempo de cocción y menor tamaño del grano. La digestibilidad se aumentó por efecto de la cocción.

Se caracterizaron cuatro variedades de frijol por la concentración del triptófano y metionina, dos de ellas alta en metionina y dos altas en triptófano. Las variedades Bayo Río Grande y Canario 107, tuvieron la mayor cantidad de L-metionina y L-triptófano, contrastando con el BAT 104.

Se evaluaron 57 materiales de Nicaragua y 17 de Guatemala, de los cuales sobresalieron cinco materiales duros y semiduros, el resto fue de calidad normal. Se encontró mayor absorción de agua en semillas suave, que presentaron pH básico después de la cocción pero que después se reduce. Se comentó que este comportamiento depende del método de almacenamiento y que pueden estar involucradas algunas bacterias o levaduras.

Se informó sobre la influencia de algunos aspectos ecológicos sobre las etapas del frijol. Se observó que en general todas las etapas fenológicas son más largas en la siembra de primera, así como la presencia de malezas es mayor en postrera. En la primera siembra fue superior el rendimiento. Precipitación entre 400 y 450 mm. favorece el desarrollo del frijol, mientras que precipitaciones superiores aumentaron la presencia de malezas dicotiledóneas, de mustia y de bacteriosis.

Se evaluaron leguminosas (terciopelo, canavalia y dolicos), asociados con maíz, en suelo sujeto a alta erosión. El frijol terciopelo fue igual al testigo comercial en altura de planta y nodulación; en rendimiento se observó que el asoció con frijol de abono y 33 Kg/ha de nitrógeno es igual al rendimiento del comercial.

Se estudió el manejo integrado de babosa y de mustia en sistema de relevo, en cuatro localidades. Se encontró nivel crítico de babosas en el primer muestreo, el segundo fue positivo sólo en dos localidades. La evaluación de mustia se hizo en V4 y R8, el mejor tratamiento fue con dos aplicaciones de fungicida.

Se informó sobre el combate de malezas en soya, en cuatro sitios de clima tropical y cinco de clima templado, utilizando el método manual y el método químico. Los mejores resultados se obtuvieron cuando se hizo una mezcla de ambos métodos, usando un herbicida pre-emergente y 30-40 días después el control manual de malezas.

Se estudió la densidad de población en soya. En la variedad Williams 82, no se encontró respuesta al aumento de la densidad, posiblemente porque existen mecanismos de compensación en la planta. Hasta este año se estarán utilizando cepas de inoculantes nativas, a pesar que el cultivo existe desde 1935. Se recomienda 250.000 plantas por hectárea en época de lluvias y 40.000 en épocas seca con riego.

Se determinó la contribución de cepas nativas de *Rhizobium phaseoli* fijación biológica de nitrógeno y se evaluó la respuesta a la inoculación de rizobios efectivos en dos zonas frijoleras. Se concluyó que existe una alta variabilidad en la población nativa; que en suelo con bajo N la correlación con el vigor de la planta es alto; que los rendimientos fueron aumentados con la inoculación de la CEPA CF-1.

SESION FITOPROTECCION

Se presentaron diez trabajos orales y tres posters.

Se evaluó tres tipos de labranza y su influencia sobre el ataque de bacteriosis en localidades de Nicaragua. Se trabajó con tres cultivares comerciales en labranza cero (LO), labranza mínima (LM) y labranza convencional (LC). Los resultados indican que la mejor combinación en cada localidad fue LC + VAR 79 y LC + Rojo nacional siendo esta última la de mayor rendimiento, a pesar que no se determinó diferencias estadísticas. La LO redujo en 40% los costos en relación con LC. Se aportó información adicional en cuanto a la opinión de los agricultores sobre LO versus LM, en cuatro localidades de Nicaragua.

Se determinó la persistencia de *Xanthomonas campestris p.v. phaseoli* (X.C.P.) en malezas de campos frijoleros en República Dominicana. Fueron evaluados siete malezas durante dos ciclos. Se logró observar que X.C.P. puede permanecer hasta 60 días en condición

epífita sobre malezas, siendo casi insignificante la población bacteriana en el segundo año. La información sugiere que las malezas no son un medio importante de sobrevivencia y que la principal fuente de inóculo en el campo es la semilla contaminada. Asimismo, se trabajó con métodos para determinar la presencia de bacterias en la semilla. El método más eficiente consistió en triturar semilla e encubar en buffer ($\text{PO}_4 + \text{MgSO}_4$), por dos horas y cultivar la suspensión sobre el medio de cultivo MXP.

Usando diferentes formulaciones de cobre en el combate de XCP, se encontró que los mejores productos fueron Cupravit azul y Kocide, aplicados a los 15, 27, 39 y 51 días después de la siembra. Se llama la atención sobre el efecto depresivo del Cupravit azul sobre el rendimiento. Se comentó que no se realizó un análisis económico de los tratamientos, no obstante es práctica común hacer tres aplicaciones en lotes productores de semilla. El tratamiento de la semilla con esos productos no se ha evaluado.

Se presentaron tres trabajos sobre la variación fitopatogénica *Colletotrichum lindemuthianum* en América Central. Se concluyó que esa es diferente; más amplia y más virulenta que la encontrada en otras regiones. Se propone incrementar estos trabajos para elaborar programas de mejoramiento conjunto y evaluaciones de fuentes de resistencia.

Se hizo un recuento de los virus del frijol presentes en Nicaragua. De 500 muestras analizadas se han identificado el virus del mosaico común, el mosaico amarillo, el mosaico sureño y un grupo de géminivirus. Se observó sinergismo en plantas con infección mixta.

SESION SOCIOECONOMICA Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA:

Se presentaron siete trabajos. Se validaron cuatro cultivares rojos mejorados y varios criollos en cinco localidades de la Región I de Nicaragua. Se concluyó que las variedades Estelí 90A y Estelí 90B mostraron el mayor rendimiento en tres épocas durante los años 90 y 91, su rendimiento fue 50% superior que los criollos; ambos tienen buena resistencia a enfermedades. La variedad Estelí 373 se pasó a un programa de mejoramiento para incorporarle resistencia a antracnosis.

Se presentó un estudio sobre la adopción de variedades mejoradas en Nicaragua. Se determinó que Cuarentano y Rojo Nacional son los criollos de mayor uso. En cuanto a las variedades mejoradas, las más usadas son REV.84, REV.81, RAB 310 y DOR 364. Los rendimientos han sido mayores en cultivares mejorados que en criollos. Se estimó que 83% de los productores están dispuestos a utilizar semilla mejorada. También se analizó el efecto de la condición económica en el modelo de transferencia y en la tecnología que se transfiere, con énfasis en la zona norte de Costa Rica.

Se comparó cuatro fincas de República Dominicana, el uso de fungicidas para combatir mustia y la aceptación

de la tecnología. Se encontró que el trifenil acetato de estaño y el benomil fueron los mejores productos en relación con el rendimiento; sin embargo en el costo económico el primer fungicida es más rentable, con tasas de retorno desde 0.23 hasta 2.01.

Se hizo una retrospectiva de la situación del frijol en Guatemala en los últimos 25 años. Se demostró que a la fecha ha existido aumento de área (88%) de la producción (95%) y de rendimiento (19%). El aumento de producción ha sido consecuencia del aumento de área. El frijol es prioritario en el esquema investigación-transferencia porque el 44% de la producción nacional se dedica al consumo de la finca. Se determinó que el agricultor recibió poco apoyo de los servicios estatales y que se ha hecho poco en cuanto a lograr una mayor eficiencia técnica y económica.

Se presentó el perfil del frijol en la investigación, la extensión y el crédito en El Salvador. Se determinaron factores limitantes de producción y de promoción del cultivo, en los últimos 15 años el rendimiento aumentó sólo 0.7% y la región más productora es la Región I con 39% del área total sembrada. En 1991 se liberó la variedad CENTA-Cuscatleco, el cual es conocido parcialmente por los agricultores (41-75%). Esta es una variedad tolerante a BGMV, mustia y algunos insectos. De 59 a 91% de los agricultores sembraron este cultivar en 1992.

CONCLUSIONES

1. En mejoramiento genético se alcanzó el objetivo propuesto por algunos programas nacionales, ya que están a disposición una serie de genotipos con resistencia a diferentes patógenos y con adaptación que pueden ser utilizados en programas de validación para su posterior liberación.
2. En cuanto a manejo de enfermedades se observa un gran avance en el estudio de la variación patogénica de varios fitopatógenos, que facilitará la implementación de programas de mejoramiento contrarrestar a las enfermedades de importancia en la región. Así mismo, se conoció más acerca del combate y caracterización del picudo de la vaina, la babosa y los insectos del almacén.
3. Se enfatizó en procedimientos y normas para evaluar y mejorar la calidad culinaria del frijol. Se presentó el frijol de abono como una buena alternativa para mejorar el rendimiento del frijol en asocio y proteger el suelo de laderas o erosionados en su fertilidad, así como la influencia de los factores ecológicos en el desarrollo de la planta, tanto de su parte radical como de las áreas.
4. Los trabajos de socioeconomía dieron pauta para mejorar la transferencia de tecnología y conocer el impacto de las nuevas variedades y tecnologías adoptadas por el agricultor.

Los aspectos climáticos y su influencia sobre el frijol común.

Moisés Blanco N.¹

RESUMEN

En la estación experimental La Compañía, San Marcos, Carazo, Nicaragua, se realizó un estudio comparativo con el objetivo de conocer la influencia de los factores climáticos sobre el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Se tomaron en cuenta los rendimientos de frijol y peso fresco de malezas a la madurez fisiológicas y se compararon con las condiciones climática existentes en los ciclos de primera (Junio-Agosto) y postrera (Octubre-Diciembre) de los años 1986, 1987, 1988 y 1989. Los resultados obtenidos indicaron que el factor de más variabilidad fue la precipitación pluvial, la temperatura y la humedad relativa fueron más estables durante estos años. Al compararse los ciclos de primera con postrera se encontró que en primera las etapas fenológicas fueron más largas y los rendimientos mayores, en postrera fue mayor el peso de malezas. Se determinó el óptimo de precipitación para el cultivo (400-450 mm/ciclo) y para malezas (300-350 mm/ciclo).

Descriptores: *Phaseolus vulgaris* L., rendimiento, malezas, precipitación, temperatura, humedad relativa, estaciones de crecimiento, fenología.

"De los factores atmosféricos depende mucho; porque el estado del organismo cambia de acuerdo con la sucesión estacional" Hipócrates, 460-377 a. de J.C. citado por Muradova (1985).

INTRODUCCION

Los aspectos ecológicos son de suma importancia para establecer los cultivos, en el caso del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) estos aspectos son vitales.

El frijol se siembra en todo el territorio nacional, en alturas que fluctúan entre los 50 y los 1500 metros sobre el nivel del mar y bajo condiciones variables de lluvia (FAO, 1978), siendo las regiones de mayor producción la I, IV y VI. La región IV aporta aproximadamente el 12 por ciento de la producción nacional (Castillo & Gutiérrez, 1989).

El frijol constituye la fuente de proteínas más importante y barata para el pueblo nicaragüense, contiene del 16 al 22.3 por ciento de proteínas en adición de carbohidratos y minerales (Martín, 1984; MIDINRA, 1985), siendo el consumo per cápita alto (aproximadamente 50 g) variando mucho de año a año (FAO, 1982; Tapia & Camacho, 1988).

Diversos estudios sobre el rendimiento de este cultivo se han realizado pero hay poca información en lo que se refiere a la influencia ejercida por los factores climáticos.

Por tal razón, se realizó un estudio comparativo de cuatro años en ambos ciclos, primera (Julio-Agosto y Postrera (Octubre-Diciembre), considerando el rendimiento obtenido en esos ciclos, así como el peso fresco de malezas a la madurez fisiológica para ser cotejados con los aspectos climatológicos de temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa.

Por lo cual se realizó este estudio con los siguientes objetivos:

1. Encontrar el efecto que tienen los factores climáticos sobre la duración de las etapas fenológicas del frijol.
2. Encontrar el efecto que tienen los factores climáticos sobre el rendimiento del frijol.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Descripción del lugar y experimentos:

Los experimentos de campo se realizaron en el Centro Experimental La Compañía, Carazo, Nicaragua, en las coordenadas 11°54' latitud norte y 86°09' oeste.

Estos se condujeron durante los años 1986 a 1989 en ambos ciclos.

Las variaciones anuales de temperatura y precipitación se presentan en la Figura 1.

Para realizar comparaciones se usaron los datos promedios de peso fresco de malezas y rendimiento de grano obtenidos en cada ciclo.

La fenología del cultivo correspondió a las distintas fechas de siembra según se ve en la Tabla 1.

¹ Ing. Agr. MSc. Jefe Departamento de Cultivos Perennes. EPV-FAGRO-UNA.

Tabla 1. Fechas de diferentes etapas fenológicas del frijol durante los dos ciclos de 1986 a 1989 en La Compañía.

Ciclo	Año	Siembra	Floración	Madurez Fisiológica	Cosecha
Primera (Jun-Ag)	1986	9 Jun	26 Jul	22 Agos	29 Agos
	1987	26 Jun	10 Agos	9 Sep	16 Sep
	1988	10 Jun	25 Jul	23 Agos	31 Agos
	1989	16 Jun	4 Agos	25 Agos	1 Sep
Postrera (Oct-Dic)	1986	10 Oct	24 Nov	15 Dic	23 Dic
	1987	13 Oct	25 Nov	23 Dic	30 Dic
	1988	7 Oct	22 Nov	19 Dic	28 Dic
	1989	7 Oct	24 Nov	13 Dic	22 Dic

2.2 Métodos de fitotecnia

Se utilizó la variedad Revolución 81 color rojo brillante originaria del CIAT (Tapia, 1987) por ser de amplio uso en la zona.

El suelo fue preparado de maneja convencional haciendo una arada y dos pases de grada. La fertilización se realizó según lo recomendado por Vanegas (1986) que consiste en 70Kg de nitrógeno y 90 Kg. de fósforo. Para el control de plagas del suelo se usó carbofurán en dosis de 20 Kg/Ha. No se hicieron aplicaciones contra enfermedades o plagas del follaje.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Gráfica de climas

El presente trabajo se enfoca sobre todo a precipitación pluvial por ser el factor más variable y por tanto influyente.

La Figura 1 permite observar una alta variabilidad en el nivel y distribución de precipitaciones, al comparar los años de estudio con el promedio de los 10 años anteriores mostrando mayor volumen de precipitación en postrera que en primera.

En los años en estudio aparecen diferencias para 1986 en que hay alta precipitación en primera y baja en postrera, en 1987 tanto la primera como la postrera son bajas, en 1988 la primera y la postrera son altas y en 1989 es mayor la postrera que la primera.

Para temperatura y humedad relativa los cambios no son drásticos, los rangos son aceptables para el cultivo siendo sus variaciones estacionales (mensuales y anuales) relativamente bajas.

3.2 Fenología del cultivo

Una variedad bien adaptada a una región puede sufrir alteraciones cuando se presentan cambios externos o variaciones en uno o varios de los factores ambientales durante su ciclo de crecimiento (Shwartz & Gálvez, 1980).

Para todas las etapas fenológicas del cultivo se observó un alargamiento en el ciclo de primera al compararlo con postrera (Figura 2).

Esto puede ser debido a la interacción de los factores climáticos, ya que tanto la temperatura, precipitación y humedad relativa fueron mayores en el ciclo de primera que en postrera.

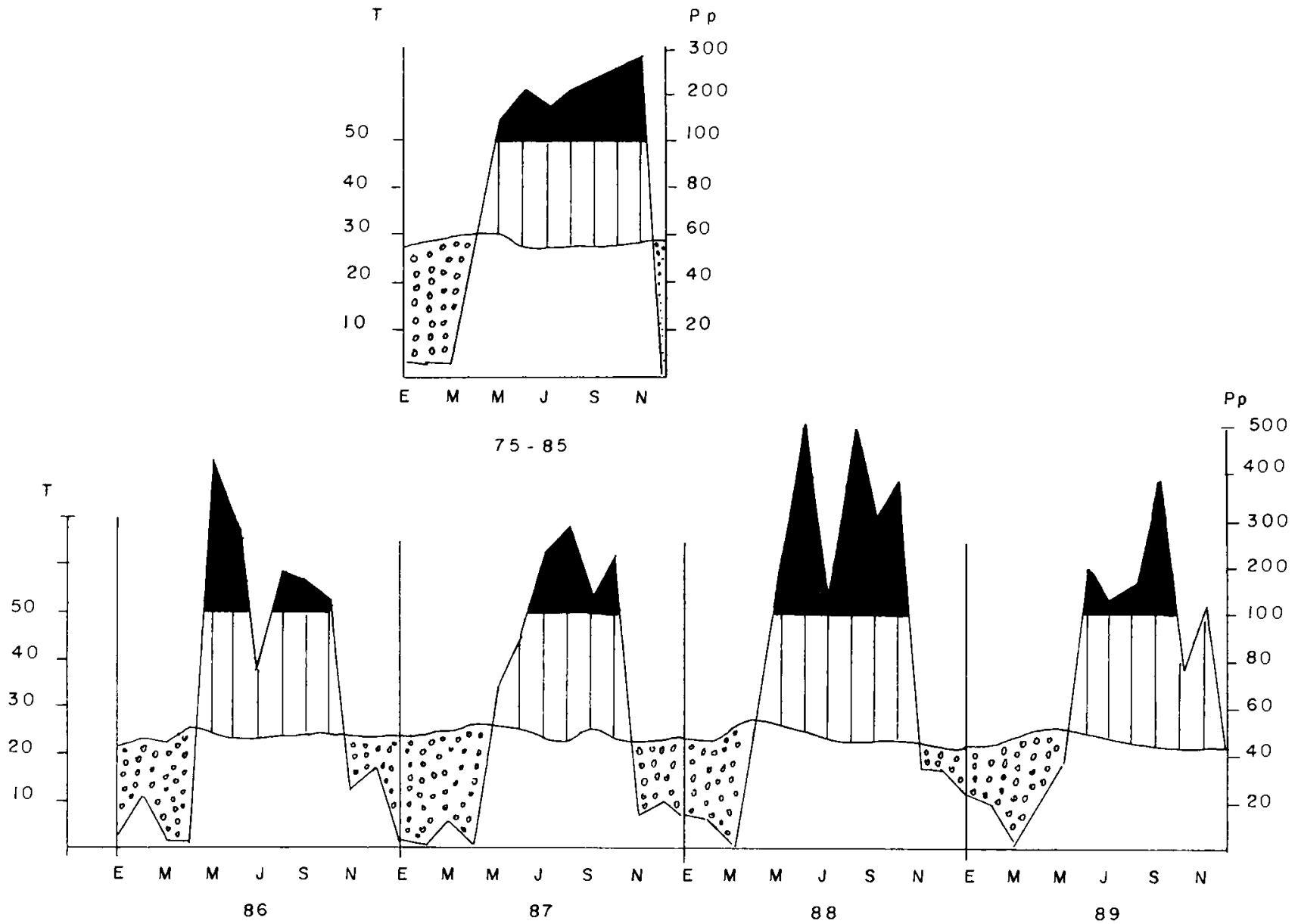


FIGURA.1. Datos Climatográficos para la Estación Experimental LA COMPAÑIA ,
 (Según Walther y Lieth , 1960).

Confirmando lo dicho por Blanco (1991) quien afirma que: el ciclo biológico del frijol, cambia según el genotipo y los factores climáticos, las plantas de igual origen genético se comportan de manera diferente al cambiar el medio ambiente.

3.3 Efecto sobre el rendimiento

Los factores climáticos ejercen marcada influencia sobre el rendimiento.

De igual manera que se afectó la extensión del ciclo vegetativo del cultivo (Figura 2), así mismo los rendimientos fueron mayores en el ciclo de primera que en postrera (Figura 3), a excepción de 1988, año en el cual los rendimientos fueron afectados por las fuertes lluvias del fin del ciclo de primera (Blanco, 1990), afectando sobre todo a los componentes del rendimiento vainas por planta y granos por vaina (Anexo 3, Tabla 4).

Siendo que la temperatura y la humedad relativa factores que registraron poca variación, su influencia no fue directa en el rendimiento, sino en crear condiciones para problemas fitosanitarios.

Ambos factores están relacionados puesto que cambios en la temperatura influyen en la habilidad de las plantas para absorber humedad del suelo (Shwartz & Gálvez, 1980).

El factor climático que más influye en el rendimiento en nuestro medio, es la precipitación. Las condiciones extremas de exceso o falta de humedad, influyen en los procesos fisiológicos, en el desarrollo de la planta y en la susceptibilidad a organismos fitopatógenos (Shwartz & Gálvez, 1990).

Cuando las precipitaciones son mayores de 600 mm por ciclo el cultivo no prospera en cambio, las malezas se ven beneficiadas sobre todo las especies dicotiledóneas que tienen porte alto y ciclo largo como *Melanthera aspera* (Jacquin) L.C. Richard ex Sprengel y *Melampodium divaricatum* (L.C. Richard), D.C. ya que éstas crecen continuamente mientras disponga de humedad, acumulando biomasa, en cambio las poáceas detienen su crecimiento al llegar su período de floración.

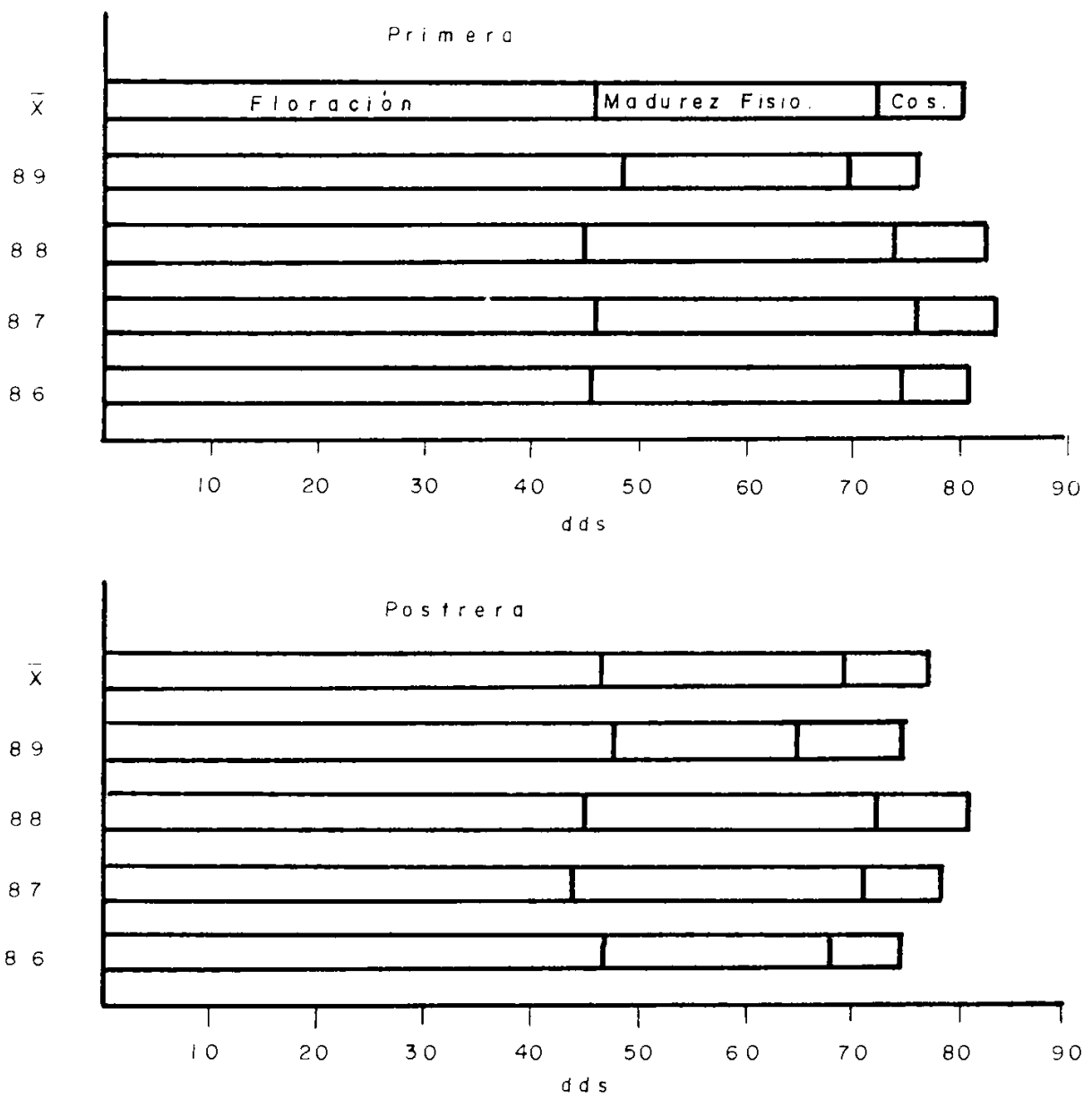


FIGURA . 2 . Duración de las etapas fenológicas en los ciclos de Primera y Postrera (1986 a 1989).

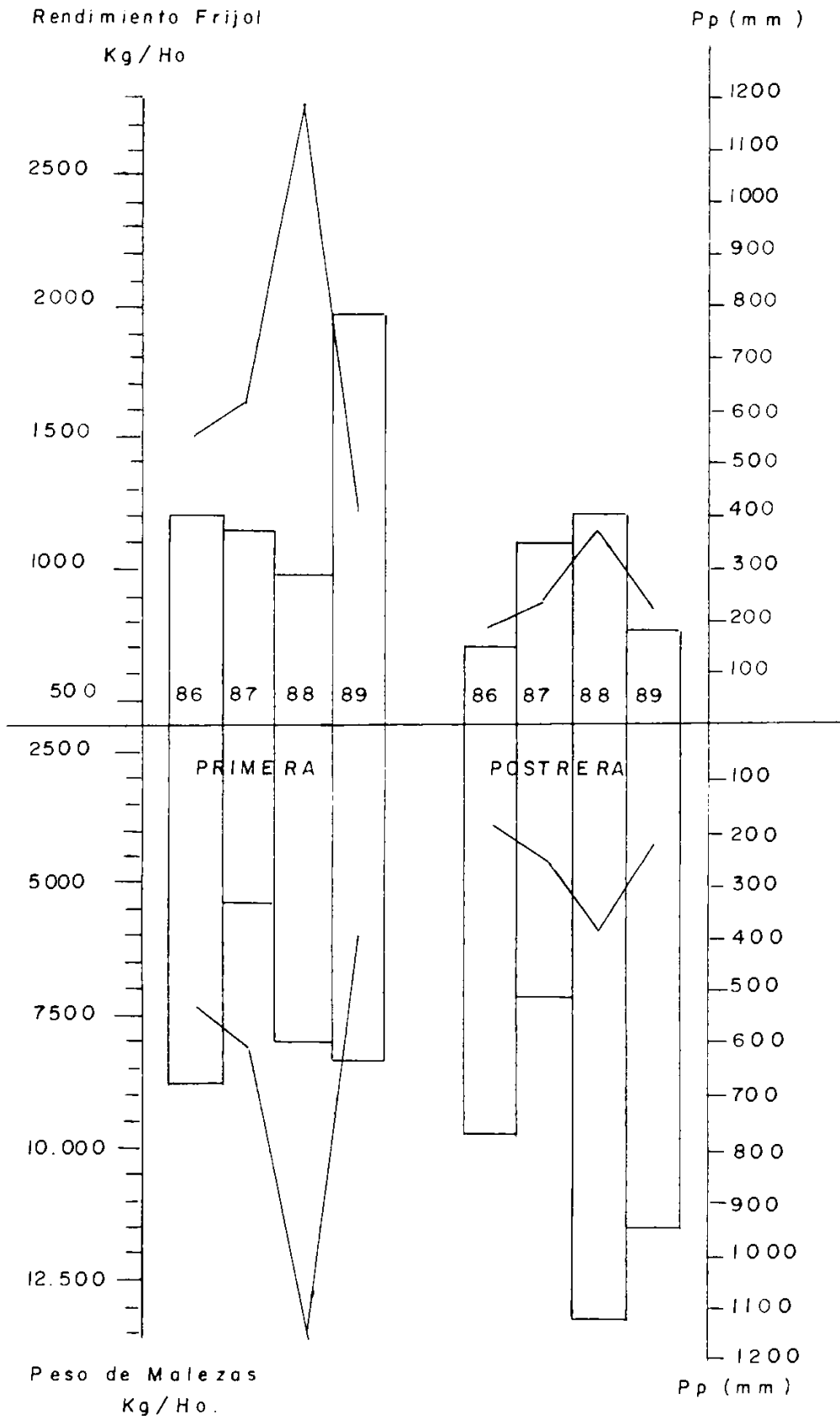


FIGURA. 3 . Peso fresco de malezas a la madurez fenológica, Rendimiento y Precipitaciones de los ciclos de 1986 a 1989 .

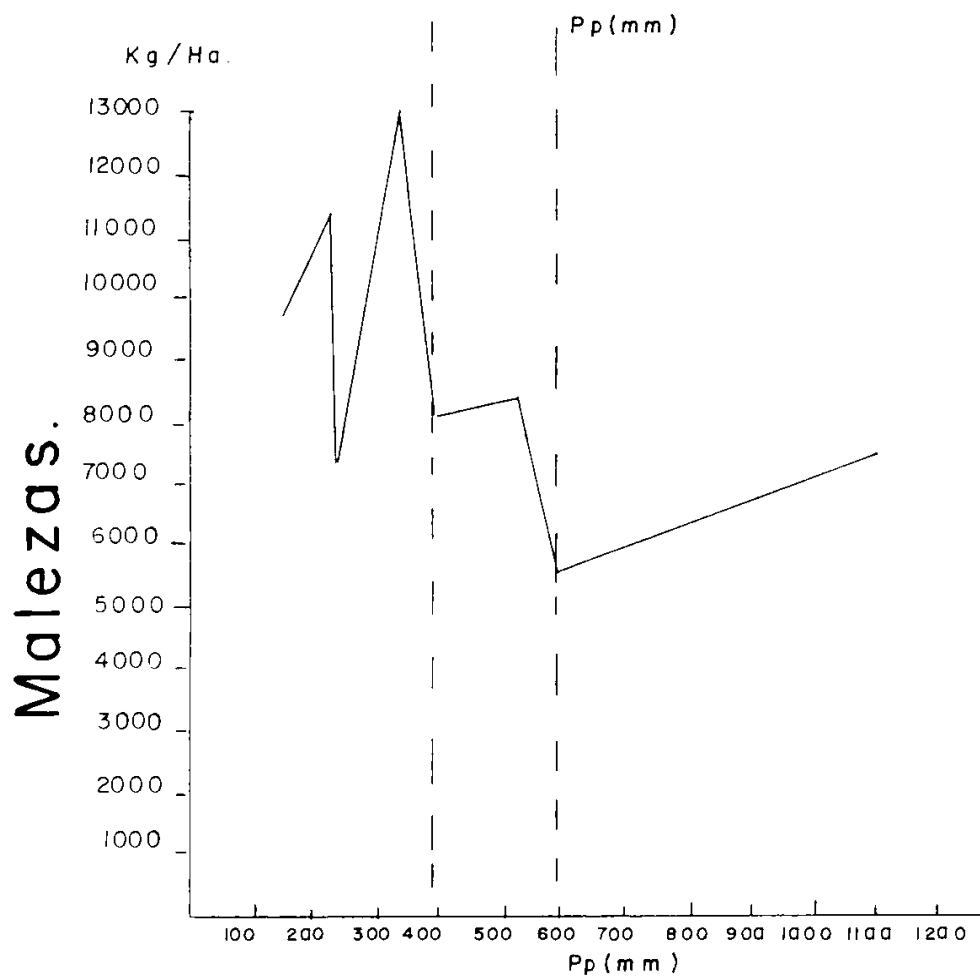
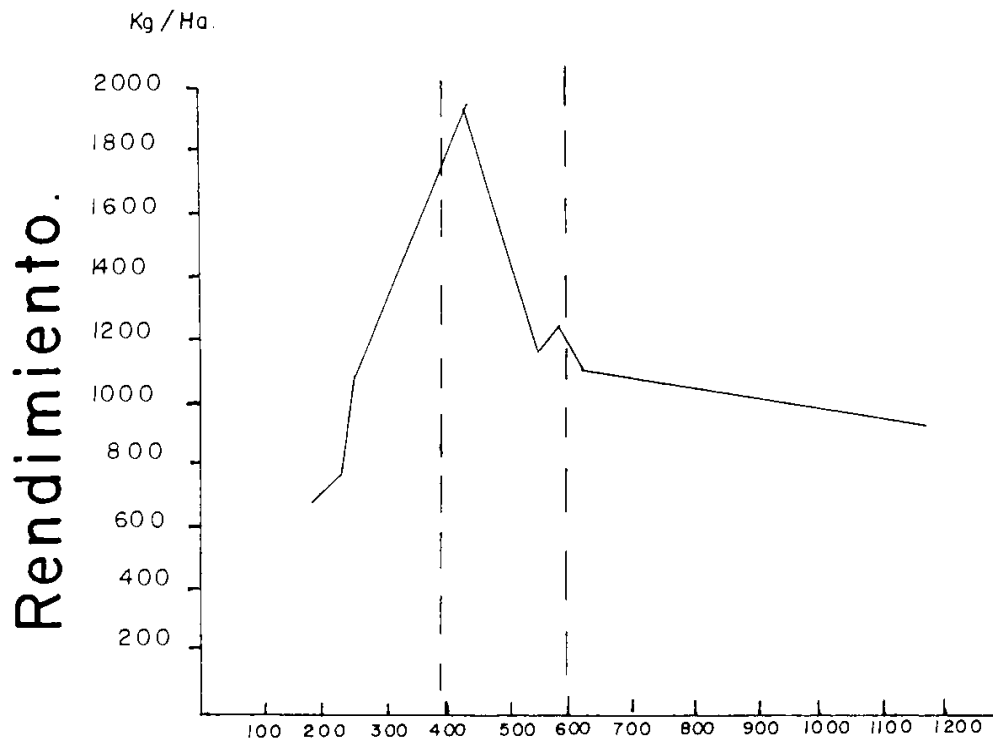


FIGURA.4. Curva empirica de Rendimiento y Peso Fresco de maleza a la madurez fisiologica y rangos de Precipitación.

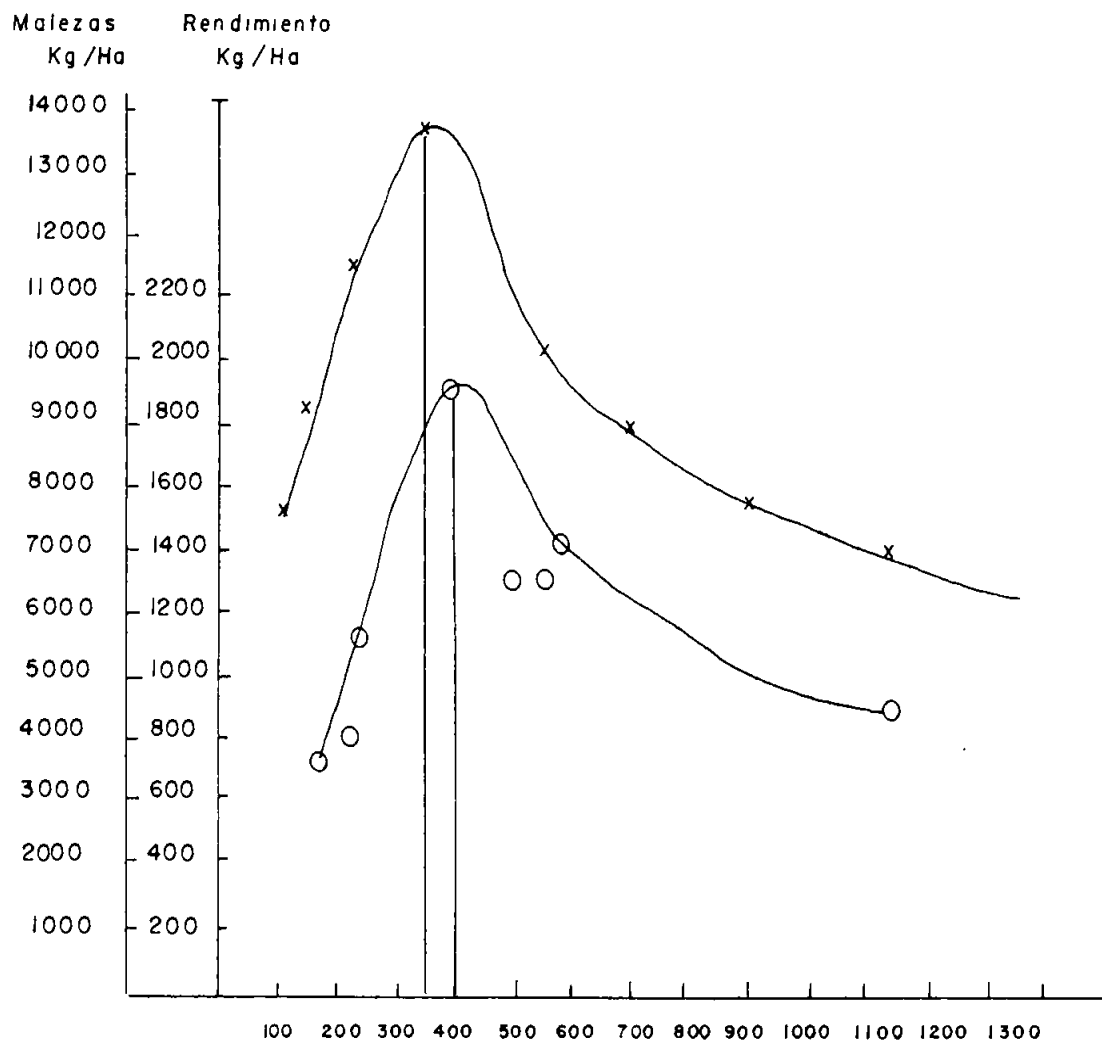


FIGURA 5 Curva Teórica de Peso Fresco de Malezas a la Floración y Rendimientos con el Punto Óptimo de Precipitación.

Los rendimientos más estables se obtienen entre los 400 y 450 mm de precipitación por ciclo, en cambio las malezas requieren de 350 mm de precipitación, según se aprecia tanto en la curva empírica (Figura 4), como en la curva teórica (Figura 5).

El punto óptimo de precipitación para malezas es más bajo que para el frijol, esto posibilita el crecimiento de malezas del tipo C., como el *Sorghum halepense* (L.) Pers. y *Panicum trichoides* Swartz de la familia Poaceas, las cuales se establecen con más éxito que el cultivo sobre todo en la época de postrera cuando las precipitaciones son menores que en primera.

El peso fresco de malezas fue mayor en el ciclo de postrera que en primera (Figura 5) influyendo esto en los rendimientos más bajos en la postrera, a como se ve en la gráfica de espejo.

IV CONCLUSIONES

Las diferentes etapas fenológicas se ven afectadas por los factores climáticos de temperatura, precipitación y humedad relativa, promoviendo un alargamiento de las mismas en primera que en postrera, de igual manera los rendimientos fueron más altos en el ciclo de primera que en el de postrera.

Tanto la temperatura como la humedad relativa por haberse comportado con pocas variaciones no fue posible observar efecto sobre el rendimiento en los años que duraron los experimentos.

En cambio, la precipitación influyó de manera tal que se obtuvieron tanto para el cultivo como para la maleza dos óptimos diferentes, para maleza de 300-350 mm y para el cultivo de 400-450 mm., volúmenes de precipitación menores a este rango solo se beneficia a la maleza perjudicando al cultivo, el excedente de este rango no beneficia al frijol, en cambio, puede ser perjudicial por condicionar problemas fitosanitarios.

REFERENCIAS

- BLANCO, M. 1990. Effects of manual, chemical and cultural weed control in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in Nicaragua. not published Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Crop Production Sciences. Uppsala, Sweden. 36 p.
- BLANCO, M. 1991. Características generales de las etapas de desarrollo del frijol. II Seminario del Programa Ciencia de las Plantas (UNA-SLU, Plant Science Program) Nov. 1991. Managua, Nicaragua. 9 p.
- CASTILLO, G. & GUTIERREZ E., 1989. Problemas que limitan la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la región IV. MIDINRA-DGTA-DGE. Mimeog. Granada, Nicaragua. 5p.
- FAO, 1988. Anuario de Producción. Roma, Italia.
- FAO, 1988. Anuario de Producción. Roma, Italia.
- MARTIN, W.F. 1984. CRC. Handbook of Tropical Food Crops. CRC Press, Inc. Florida. USA. pp.31
- MIDINRA. 1985. Guía Fitosanitaria para la producción de frijol común en riego, Managua p.31
- MURADOVA, V. 1985. Biorritmos. Editorial Científico-Técnico. La Habana, Cuba. 158 p.
- SHWARTZ & GALVEZ. 1980. Problemas de producción de frijol. CIAT. Cali, Colombia. 424p.
- TAPIA, H. 1987. Variedades mejoradas de frijol con grano rojo para Nicaragua. ISCA, Managua, Nicaragua. 20 pp.
- TAPIA H. & CAMACHO A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. Managua, Nicaragua p.13.
- VANEGAS, Ch. J. 1986. Plant density, row spacing and fertilizer effects in weeded and unweeded stands of common beans. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Plant Husbandry. Report 160. 45 pp.
- WALTHER & LIETH. 1960. Klimadiagramm. Weltatlas.

Ensayo Preliminar de Rendimiento de Líneas Resistentes a Picudo de la Vaina *Apion godmani* W.

Felicito A. Monzón¹, Juan José Soto D.², Rafael Rodríguez³.

INTRODUCCION

El picudo de la vaina es una de las plagas importantes del frijol en Guatemala, los daños encontrados han llegado a ser hasta del 90%.

El control químico es efectivo aplicado en la etapa apropiada del cultivo (floración y formación de vainas) cuando el picudo provoca el mayor daño. Pero, el desconocimiento de la magnitud del problema por parte del agricultor y la poca evidencia del daño, que solo se nota al abrir las vainas en maduración cuando ya nada puede hacerse, impiden que este control se lleve a cabo en forma adecuada o que no se realice. Otra limitante es el valor de los insecticidas.

Derivadas de cruas realizadas en CIAT dentro del Proyecto Regional de Apion, evaluadas y seleccionadas en Jutiapa durante los años 1987 a 1990, se cuenta con varias líneas que muestran buen grado de resistencia al daño de picudo, el siguiente paso es evaluar su rendimiento y otras características sobresalientes en comparación con variedades comerciales mejoradas.

HIPOTESIS

Las líneas experimentales y las variedades comerciales tendrán el mismo comportamiento bajo las mismas condiciones ambientales.

OBJETIVOS

Evaluar el potencial de rendimiento de un grupo de líneas con resistencia al picudo de la vaina, sin presencia del insecto.

Identificar y seleccionar las líneas que superen o igualen a las variedades comerciales en rendimiento.

Evaluar la reacción al daño por Mosaico Dorado en comparación con variedades comerciales resistentes.

Determinar las principales características agronómicas de las líneas en estudio.

Evaluar la reacción al daño por Mosaico Dorado en comparación con variedades comerciales resistentes.

Determinar las principales características agronómicas

de las en estudio.

MATERIALES Y METODOS

4.1 Localización

El ensayo fue instalado en terrenos del Centro de Producción Agrícola de Oriente-ICTA, Aldea Río de la Virgen, Jutiapa. La distribución de las lluvias durante la temporada de siembra se presenta en el Cuadro 1.

4.2 Duración:

Siembra, 11 de Junio/91.
Cosecha, 3 de Septiembre/91.

4.3 Diseño Experimental:

Bloques completos al azar con 3 repeticiones
Tamaño de parcela: 4 surcos de 3.0 m.
Parcela neta: 2 surcos de 2.7 m.
Distancia de siembra: entre hileras 0.40 m., entre posturas de 3 plantas, 0.30m.

4.4 Tratamientos:

15 líneas resistentes al picudo

2 variedades comerciales mejoradas y una línea avanzada, resistentes al Mosaico Dorado.

Los tratamientos se presentan en el Cuadro 2. Los progenitores de las líneas de Apion son cultivares codificados en CIAT (APN) y líneas desarrolladas y seleccionadas en ICTA, por el método de selección recurrente (Letra C).

4.5 Manejo Agronómico:

Preparación del suelo: En forma mecanizada con paso de arado, rastra y surqueado, levantando camellones de doble hilera a 0.80m.

Siembra: Se hizo a chuzo marcando la distancia con una máquina sembradora manual y aplicación de vitavax para prevenir pudriciones de la raíz.

Fertilización: A los 12 días después de la siembra con la fórmula 16-20-0 a razón de 195 Kg/ha.

Control de malezas: Dos limpiezas en forma manual a los 15 y 30 días de la siembra.

^{1, 2, 3} Investigadores ICTA Guatemala

Control de plagas: Con aplicaciones de insecticidas sistémicos para reducir las poblaciones de mosca blanca y bajar la incidencia de Mosaico Dorado, entre ellos: Tamarón, Perfektion y Orthene.

4.6 Variables de Respuesta:

Plantas emergidas
Días a floración
Días a madurez fisiológica
Plantas cosechadas
Vainas por planta
Semilla por vaina
Peso de 100 semillas
Volcamiento de planta: tabla de 1-5 (1=20%, 5=100%)
Lectura de Mosaico Dorado a los 50 DDS
Peso por parcela (g)
Porcentaje de humedad
Rendimiento en Kg/Ha al 14% de humedad

4.7 Análisis de la información:

Análisis de varianza y prueba de medias por el método Duncan's a la variable rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 3 se presentan las principales características agronómicas de las líneas en estudio y los testigos.

Días a Flor: Estuvo en un rango de 32 a 35 días considerándose bastante uniforme.

Madurez Fisiológica: Mostró una diferencia de 8 días entre los materiales evaluados de 65 a 73, resultando algunos de maduración temprana.

Reacción a Mosaico Dorado: A pesar de haber tenido protección química, el Mosaico Dorado se hizo presente en una intensidad suficiente como para notar diferencias entre los tratamientos en el campo, encontrándose lectura de 2 a 8, estando los más rendidores entre los que tienen las menores lecturas promedio.

El número de vainas por planta es aceptable ya que va de 11 a 16. Los datos de semilla/vaina están un poco bajos, de 3.3 a 4.9; el peso de 100 semillas está en un rango de 18.7 a 25.8 gramos, considerándose a la semilla de tamaño pequeño a mediano (pequeño: menos de 20 g., mediano 21-29 gr).

El análisis del rendimiento dio diferencia significativa al 1% de probabilidad. Al hacer la prueba de medias por el método Duncan's, resultaron superiores en rendimiento y estadísticamente iguales, las líneas APG89-6 APG 89-18 y los testigos DORICTA y Ju90-4, con 1,724, 1593, 1640 y 1557 Kg/ha, respectivamente.

El otro testigo, ICTA-Ostúa, ocupó el quinto lugar con 1300 Kh/Ha. La prueba de medias se presenta en el Cuadro 4.

CONCLUSIONES

De las líneas evaluadas resultaron superiores en rendimiento la APG89-6 que ocupó el primer lugar con 1724 Kh/ha y la APG89-18 en tercer lugar con 1593 Kg/ha. Estas fueron iguales estadísticamente a los testigos DORICTA y Ju90-4 que rindieron 1640 Kg/ha y 1557 Kg/ha, respectivamente. ICTA-Ostúa fue diferente a las cuatro anteriores rindiendo 1300 Kh/ha.

El daño por Mosaico Dorado fue adecuado para notar diferencias entre los cultivares, encontrando lecturas hasta de 8 grados. Coincidentemente, los cultivares más rendidores fueron los que mostraron las menores lecturas de daño, entre 2 y 4, siendo ellos ICTA-Ostúa, DORICTA, APG89-18 y APG89-6, los demás tuvieron lecturas arriba de 4.

Los días a floración mostraron un rango estrecho, entre 32 y 35 días, siendo la mayoría de líneas APG ligeramente más tempranas que los testigos.

La madurez fisiológica estuvo entre 65 y 73 días. Entre los cultivares con mayor número de días a madurez están los testigos DORICTA y Ju-90-4 con 71 y 73 días, respectivamente. Las líneas más rendidoras APG89-6 y APG89-18 tienen 69 días cada uno, igual que ICTA-Ostúa. La que mostró el menor número de días a madurez fue la línea APG 89-15 con 65 días.

Entre los componentes de rendimiento el Número de Vainas por planta, es aceptable, entre 11 y 16. Los mejores materiales en rendimiento APG89-18, DORICTA, APG89-6 y Ju90-4 tuvieron 12, 14, 15 y 16 vainas por planta, respectivamente. Esto a pesar de que durante el período de floración solo llovieron 95mm. repartidos en 6 días de lluvia.

RECOMENDACION

Evaluar nuevamente las líneas bajo presión de picudo: Incluir las líneas APG89-6 y APG-18 en ensayos de rendimiento del Programa de Frijol con otras líneas avanzadas para evaluarlas en otros ambientes.

Cuadro 1. Distribución de la lluvia en el Centro de Producción ICTA_JUTIAPA, durante los meses Junio-Agosto/91.

Mes	Días de Lluvia	Cantidad mm
Junio	14	329
Julio	6	95
Agosto	12	150

Fuente: Estación Metereológica ICTA-Jutiapa

Cuadro 2. Identificación y genealogía de líneas resistentes a picudo de la vaina evaluadas por rendimiento, Jutiapa, 1991.

Entrada	Identificación	Cruza	Progenitores
1	APG 89-2	NPG 15255	APN 83 X C 328 -2
2	APG 89-3	" "	" " " " "
3	APG 89-6	NPG 15256	APN 83 X C 338-7
4	APG 89-7	" "	" " " " "
5	APG 89-11	NPG 15257	APN 83 X C 348-5
6	APG 89-15	NAPG 15259	APN 83 X C 381-1
7	APG 89-18	NAPG 15260	APN 93 X C 328-2
8	APG 89-19	" "	" " " " "
9	APG 89-21	NAPG 15261	APN 93 X C 328-2
10	APG 89-22	" "	" " " " "
11	APG 89-23	" "	" " " " "
12	APG 89-24	NAPG 15263	APN 93 X C 348-5
13	APG 89-25	" "	" " " " "
14	APG 89-34	NAPG 15258	APN 83 X 379-4
15	APH 89-1	LINEA HONDUREÑA	
16	ICTA-OSTUA	TESTIGO	
17	DORICTA	" "	
18	LINEA JU 90-4	" "	

Cuadro 3. Características agronómicas de los tratamientos en EPR de líneas resistentes a picudo. Jutiapa, 1991.

Entrada	Justificación	D F	M F	MoDo	V/P	S/V	P100 G	VOLC
1	APG 89-2	35	71	5	12	4.7	22.3	2
2	89-3	32	67	6	13	4.5	21.0	3
3	89-6	34	69	4	15	4.8	23.0	3
4	89-7	34	70	5	15	3.3	23.0	1
5	89-11	34	68	5	12	4.5	24.5	2
6	89-15	32	65	5	12	3.8	25.8	2
7	89-18	34	69	3	12	4.1	22.8	2
8	89-19	33	69	5	15	4.0	24.0	2
9	89-21	33	68	8	16	3.9	19.3	2
10	89-22	34	70	7	16	3.8	18.7	2
11	89-23	32	66	6	13	4.0	20.3	2
12	89-24	34	67	5	15	4.5	23.2	3
13	89-25	34	69	6	14	4.1	23.8	3
14	89-34	33	69	5	11	4.5	23.0	2
15	APH 89-1	33	68	5	12	4.1	22.0	2
16	ICTA-Ostúa	35	69	3	13	4.9	21.0	2
17	DORICTA	35	71	2	14	4.2	25.0	2
18	LÍNEA JU 90-4	35	73	2	16	4.4	22.8	1

DF = DIAS A FLORACION

MF = DIAS A MADUREZ

MoDo = LECTURA DE MOSAICO DORADO

V/P = VAINAS/PLANTA

S/V = SEMILLAS POR VAINA

Cuadro 4. Prueba de medias (DUNCAN'S) de rendimiento en EPR de líneas resistentes a picudo, Jutiapa, 1991.

Orden	Identificación X	Rendimiento (kG/ha)
1	APG 89-6	1724 A
2	DORICTA	1640 AB
3	APG 89-18	1593 ABC
4	LINEA JU 90-4	1557 ABCD
5	ICTA-OSTUA	1300 BCDE
6	APG 89-19	1209 CDEF
7	APG 89-2	1209 CDEF
8	APG 89-24	1150 DEF
9	APG 89-15	1136 DEF
10	APG 89-23	1125 EF
11	APH 89-1	1096 EF
12	APG 89-22	1055 EF
13	APG 89-21	1021 EF
14	APG 89-11	971 EF
15	APG 89-3	967 EF
16	APG 89-25	942 EF
17	APG 89-34	795 F
18	APG 89-7	784 F

C.V. = 19.25%



Silvio Hugo Orozco¹, José Angel Vanegas²

RESUMEN

El mejoramiento para resistencia al Mosaico Dorado (BGMV) del Frijol (*Ph. vulgaris*), ha recibido máxima prioridad, tanto en CIAT como en el Programa Cooperativo de Frijol de Centroamérica, México y el Caribe "PROFRIJOL", por reconocerse como la enfermedad más extendida en toda la región y la que más reducción de los rendimientos de grano ocasiona. Esta es la razón del énfasis en este avance.

En un esquema de flujo de germoplasma que se inició desde 1985 con los viveros de Adaptación, que luego a partir de 1987 se denominaron Viveros Internacionales de Adaptación de Centroamérica "VIDAC Rojo y Negro" los miembros del Programa proponen sus selecciones o líneas obtenidas en sus Programas y/o Proyectos Específicos. Este Vivero es evaluado en los diferentes ambientes favorables y no de la Región.

Luego los mejores materiales identificados en VIDAC pueden ser candidatos a los Ensayos de Adaptación y Rendimiento "ECAR".

El resultado más reciente de los beneficios y eficiencia de este esquema de flujo, se consiguió con la rápida liberación y difusión de la línea DOR 364 que fue incorporada en VIDAC Rojo 1987 pero en 1988 ya fue propuesta para los Viveros de Adaptación y Rendimiento, antes VICAR, en éstos alcanzó el primer lugar en rendimiento promedio de grano, pero también mostró ser la más estable. En 1989 mantuvo su marcada superioridad compitiendo con las nuevas propuestas por Honduras, Costa Rica, Nicaragua, El Salvador y CIAT.

Simultáneamente fue probada a nivel de finca en Guatemala, El Salvador y Honduras donde fue liberada al año siguiente y en Costa Rica y Nicaragua, donde más recientemente los agricultores ya la están adoptando.

En el ECAR Negro 1989 el DOR 390 superó a la mejor variedad seleccionada por tolerancia al Mosaico Dorado ICTA Ostúa, que por su amplia adaptación ha tenido mucha aceptación en Guatemala. El DOR 390 nombrado ICTA Costeño en Guatemala, esta en validación en el Sur de México y posiblemente pasara a

acompañar al Negro Huasteco 81 en las áreas donde el Mosaico Dorado es el problema principal.

El ECAR Rojo 1991 mantuvo las mismas entradas del año anterior, que incluye 9 selecciones del Proyecto Regional de Mosaico Dorado. Para este avance, se incorporaron los datos de 11 ambientes de 1990 y el análisis de varianza combinada de 22 ambientes mostró diferencias estadísticas altamente significativas al 0.1% de probabilidad para ambientes, repeticiones en ambientes, variedades e interacción ambientes x variedades. Todas las líneas en estudio superaron al Testigo Rojo de Seda hasta en un 36% siendo la DOR 482 la del mayor rendimiento con 1708 Kg/ha seguida de DOR 364, DOR 391, DOR 483, DOR 476, DOR 474, DOR 475, DOR 481, DOR 472 esta última con 1500 Kg/ha y por debajo de ellas las líneas seleccionadas por otros factores.

El ECAR Negro 1991 mantuvo las mejores entradas del año anterior y reemplazó las de menor respuesta por líneas ICTA Ju 90-4 e ICTA Ju 90-7. El análisis combinado para 8 ambientes que fueron incluidos, mostró diferencias estadísticas altamente significativas al 0.1% para las fuentes de variación: ambientes repeticiones en ambientes, variedades e interacción ambientes x variedades. El orden descendente de rendimientos fue DOR 448 con 2020 kg/ha, DOR 445 e ICTA Ostua con más o menos 1800 kg/ha. Es importante que se ha enriquecido el número de opciones de líneas de grano negro, todas ellas originadas en cruza con selecciones de granos rojos originados en el Proyecto de Mosaico Dorado.

¹ Coordinador PROFRIJOL para Centroamérica, México y El Caribe.

² Coordinador PRONAFRIJOL, CNIGB Managua, Nicaragua.

Cuadro 1. Ensayo centroamericano de adaptación y rendimiento, ECAR grano rojo. 1990-1991

#	Identificación	Programa	Padres
1	DOR 364	CIAT/Guate.	BAT 1215 X (RAB 166 x DOR 125)
2	DOR 391	CIAT/Guate.	DOR 367 x (DOR 364 x LM 30649)
3	DICTA 57	SRN/Honduras	DESARRURAL 1R x RAB 142
4	MUS 91	CIAT/ C. Rica	G 18244 x XAN 111
5	NIC 141	PNF/Nicaragua	TICO RAMA x RAO 33
6	RAB 463	VIDAC 87/88	CENTA IZALCO x MUS 6
7	DOR 472	CIAT/Guate.	DOR 367 x (DOR 364 x BAT 1298)
8	DOR 474	CIAT/Guate.	DOR 367 x (DOR 364 x BAT 1298)
9	DOR 481	CIAT/Guate.	DOR 367 x (DOR 364 x LM 30649)
10	DOR 483	CIAT/Guate.	DOR 367 x (DOR 364 x LM 30649)
11	DOR 482	CIAT/Guate.	DOR 367 x (DOR 364 x LM 30649)
12	ROJO DE SEDA	El Salvador	Selección de Criolla V.M.
13	DOR 476	CIAT/Guate.	DOR 367 x (DOR 364 x BAT 1298)
14	RAB 478	VIDAC 87/88	RAO 33 x XAN 90
15	DOR 475	CIAT/Guate.	DOR 367 x (DOR 364 x BAT 1298)
16	TESTIGO LOCAL		

Cuadro 2.1 Nivel de significación estadístico, promedios de rendimiento de 16 variedades de frijol y coeficientes de variación de 29 análisis de varianza individuales en bloques completos al azar del ECAR rojo 1990-1991.

Ambientes	Nivel de Significación		Promedio Kg/ha	C.V. %
	Repeticiones	Variedades		
GUATEMALA				
JUTIAPA (90A)	NS	**	1286	21.51
JUTIAPA (90A)	NS	**	1242	28.91
JUTIAPA (90B)	**	**	1350	12.94
JUTIAPA (90A)	**	NS	1042	17.97
JUTIAPA (90A)	NS	**	954	24.07
JUTIAPA (90B)	**	**	1755	11.59
JUTIAPA (90B)	NS	**	734	31.95
EL SALVADOR				
AHUACHAPAN (90B)	*	NS	413	46.33 ¹
AHUACHAPAN (91A)	NS	*	1079	27.80
AHUACHAPAN (91B)	NS	**	1077	21.60
TECOLUCA (91B)	**	*	1344	8.52
HONDURAS				
ZAMORANO (90A)	NS	*	621	13.11
ZAMORANO (90B)	NS	**	1594	14.01 ²
NICARAGUA				
LA COMPAÑIA (90A)	*	*	1740	20.70
ESTELI (90A)	*	**	887	12.78
LA COMPAÑIA (90B)	NS	NS	663	31.55 ³
LA COMPAÑIA (90B)	**	*	857	16.73
ESTELI (90B)	NS	**	1830	12.01
ESTELI (91B)	NS	**	1478	12.76
LA COMPAÑIA (91B)	NS	**	1647	23.58
YALI JINOTEGA (91B)	NS	NS	1585	14.42

Cuadro 2.2 Nivel de significación estadístico, promedios de rendimiento de 16 variedades de frijol y coeficientes de variación de 29 análisis de varianza individuales en bloques completos al azar del ECAR rojo. 1990-1991.

Ambientes	Nivel de Significación		Promedio Kg/Ha	C.V. %
	Repeticiones	Variedades		
COSTA RICA				
E.E.F BAUDRIT (90A)	**	**	2698	13.10
BORUCA (90B)	NS	NS	879	32.40 ¹⁾
PEREZ ZELEDON (90B)	NS	NS	746	32.83 ¹⁾
UPALA (90B)	**	**	1491	19.05
E.E.F BAUDRIT (91B)	NS	**	2448	9.53
PANAMA				
ALANGE (90B)	**	*	1110	26.95 ²⁾
COLOMBIA				
PALMIRA, CIAT (90A)	**	**	1974	9.02
PALMIRA, CIAT (91B)	*	**	2319	12.49

* Nivel de significación estadístico al 5%

** Nivel de significación estadístico al 1%

¹⁾ No se incluye en el análisis combinado de varianza

²⁾ No se incluye por tener sólo 13 entradas

Cuadro 3. Análisis combinado de varianza en bloques completos al azar del rendimiento, en Kg/ha al 14% de humedad de 15 variedades del ECAR ROJO 1990-1991, sembrados en 22 ambientes de Centroamérica.

Fuente de Variación	G.L.	Cuadrados Medios	Fc
AMBIENTES	21	12817988.09	196.87 **
REPETICIONES EN AMBIENTES	44	277124.91	4.26 **
VARIETADES	14	1112144.82	17.08 **
AMBIENTES POR VARIETADES	294	250890.83	3.85 **
ERROR	616	65108.45	
TOTAL	989		
PROMEDIO Kg/Ha	1506.35		
C.V. (%)	16.94		

** Nivel de significación estadística al 0.1%

Cuadro 4. Rendimientos promedios de 66 repeticiones expresadas en Kg/Ha al 14% de humedad y prueba de DUNCAN de 15 variedades del ECAR rojo 1990-1991, correspondientes a 22 ambientes de Centroamérica, Colombia y Panamá.

Variedades	# Entrada	Promedios	Prueba Duncan Nivel 0.01
DOR 482	11	1708	A
DOR 364	1	1662	AB
DOR 391	2	1631	ABC
DOR 483	10	1610	ABCD
DOR 476	13	1578	BCDE
DOR 474	8	1575	BCDE
DOR 475	15	1569	BCDE
DOR 481	9	1505	CDEF
DOR 472	7	1485	DEF
RAB 478	14	1474	EF
MUS 91	4	1449	EFG
DICTA 57	3	1409	FG
NIC 141	5	1347	GH
RAB 463	6	1340	GH
ROJO DE SEDA (T.U.)	12	1254	H

ECAR ROJO 1990-1991

22 AMBIENTES DE CENTROAMERICA

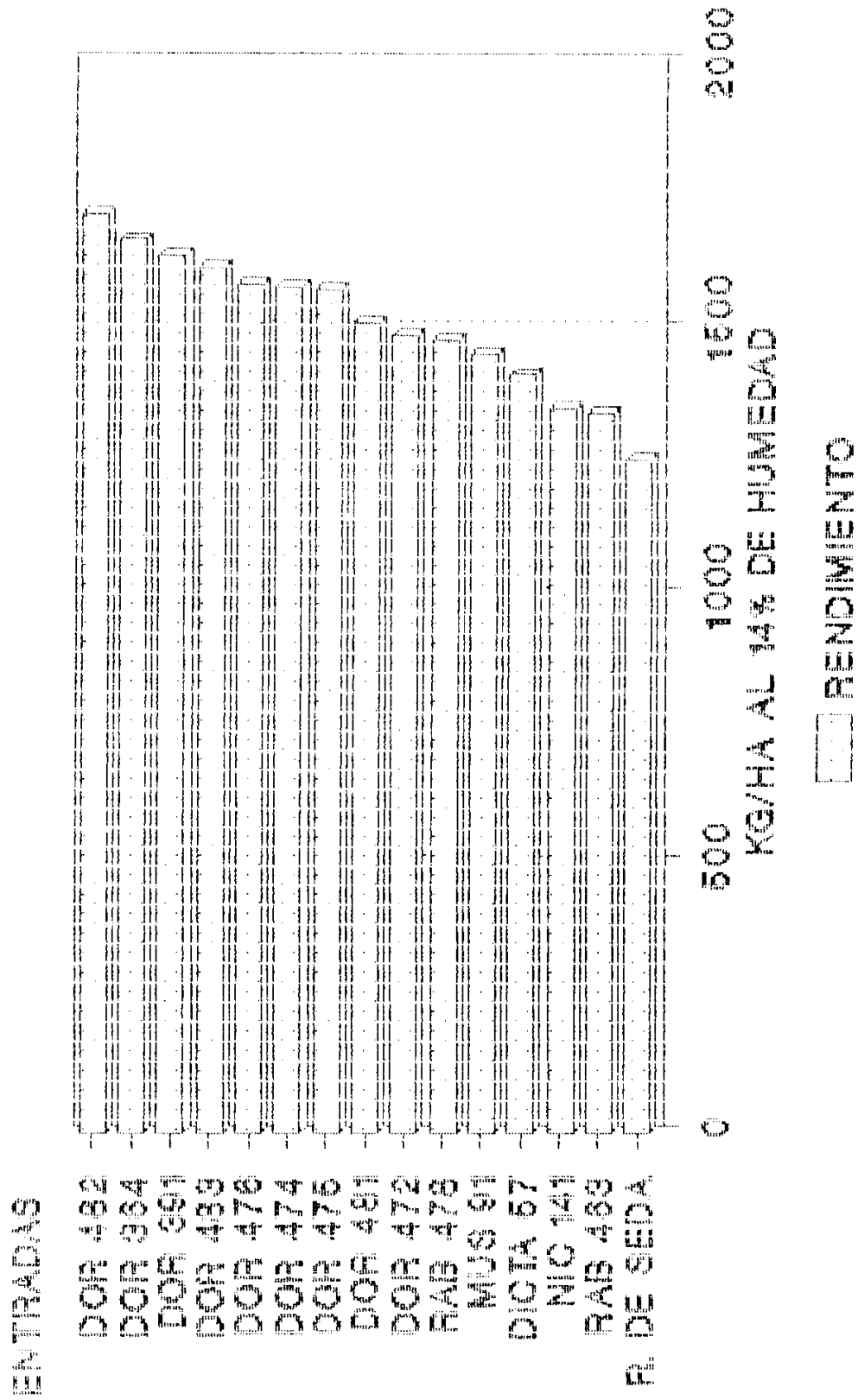


FIGURA 1

Cuadro 5. Ensayo Centroamericano de adaptación y rendimiento, ECAR grano negro 1991.

#	Identificación	Programa	Padres
1	DOR 390	CIAT/Guate.	(DOR 364 x G 18521) x (DOR 365 x L.M. 30630)
2	ICTA PRECOZ 7	ICTA/Guate.	Retr.DOR 44xICTA 78-69
3	ICTA OSTUA (TU)	ICTA/Guate.	DOR 42 x ICTA 78-12
4	ICTA TURBO III	ICTA/Guate.	A 429 x XAN 112
5	MEX E-62	INIFAP/Méx.	D 30 x D 145
6	MEX E-1	INIFAP/Méx.	D 45 x 1435
7	MUS 90	CIAT/C. Rica	ICTA L 81-31 x NAG 12
8	DOR 385	CIAT/Guate.	ICTA 82-13 x Garrapato
9	DOR 446	CIAT/Guate.	(DOR 364 x G 18521) x (DOR 365 x LM 30630)
10	ICTA JU 90-4	A 429 x XAN 112	12362-7-1-CM(41)
11	DOR 448	CIAT/Guate.	(DOR 364 x G 18521) x (DOR 365 x LM 30630)
12	ICTA 89-10	ICTA/Guate.	Jut.84-3 X Rabia de Gato
13	ICTA JU 90-7	A 429 x XAN 112	12362-7-1-CM-CM-3
14	DOR 500	CIAT/Guate.	(DOR 364 x G 18521) x (DOR 365 x LM 30630)
15	DOR 445	CIAT/Guate.	(DOR 364 x G 18521) x (DOR 365 x LM 30630)
16	TESTIGO LOCAL		(DOR 364 x G 18521) x (DOR 365 x LM 30630)

Cuadro 6. Nivel de significación estadística, promedios de rendimiento de 16 variedades de frijol y coeficientes de variación de 9 análisis de varianza individuales en bloques completos al azar del ECAR negro 1991.

Ambientes	Nivel de Significación		Promedio	C.V.
	Repeticiones	Variedades	Kg/ha	%
GUATEMALA				
JUTIAPA (A)	**	**	1414	17.74
JUTIAPA (A)	NS	**	1971	13.61
JUTIAPA (B)	NS	**	1537	10.45
JUTIAPA (B)	NS	NS	965	37.26 ^v
EL SALVADOR				
CHALCHUAPA (A)	NS	NS	1481	30.33
SONSONATE (B)	**	**	847	15.99
NICARAGUA				
LA COMPAÑIA	NS	NS	1845	18.50
COSTA RICA				
E.E.F BAUDRIT (B)	NS	NS	2361	12.66
COLOMBIA				
PALMIRA, CIAT (B)	NS	**	2546	18.12

* Nivel de significación estadístico al 5%

** Nivel de significación estadístico al 1%

^v No se incluye en el análisis combinado de varianza

Cuadro 7. Análisis combinado de varianza en bloques al azar del rendimiento, en Kg/Ha al 14% de humedad de 15 variedades del ECAR negro 1991 sembradas en 8 ambientes de Centroamérica y Colombia.

Fuente de Variación	G.L.	Cuadrados Medios	Fc
AMBIENTES	7	12934798.33	124.88 **
REPETICIONES EN AMBIENTES	16	257320.69	2.48 **
VARIETADES	14	488111.49	4.71 **
AMBIENTES POR VARIETADES	98	212021.06	2.05 **
ERROR	224	103576.67	
TOTAL	359		
PROMEDIO Kg/ha	1756.00		
C.V. (%)	18.33		

** Nivel de significación estadística al 0.1%

Cuadro 8. Rendimientos promedios de 24 repeticiones expresados en Kg/Ha al 14% de humedad y prueba de Duncan de 15 variedades del Ecar Negro 1991, correspondientes a 8 ambientes de Centroamérica y Colombia.

Variedades	# Entrada	Promedios	Prueba Duncan Nivel 0.01
DOR 448	11	2021	A
DOR 390	1	1949	AB
DOR 500	14	1909	ABC
DOR 446	9	1878	ABC
DOR 445	15	1832	ABCD
ICTA OSTUA	3	1797	ABCD
MUS 90	7	1730	BCDE
ICTA 89-10	12	1719	BCDE
MEX E-62	5	1714	BCDE
ICTA PRECOZ 7	2	1705	BCDE
MEX E-1	6	1699	BCDE
ICTA JU 90-4	10	1682	BCDE
ICTA TURBO III	4	1644	CDE
ICTA JU 90-7	13	1567	DE
DOR 385	8	1494	E

BOVAR NEGRO 1991
 9 AMBIENTES DE CENTROAMERICA

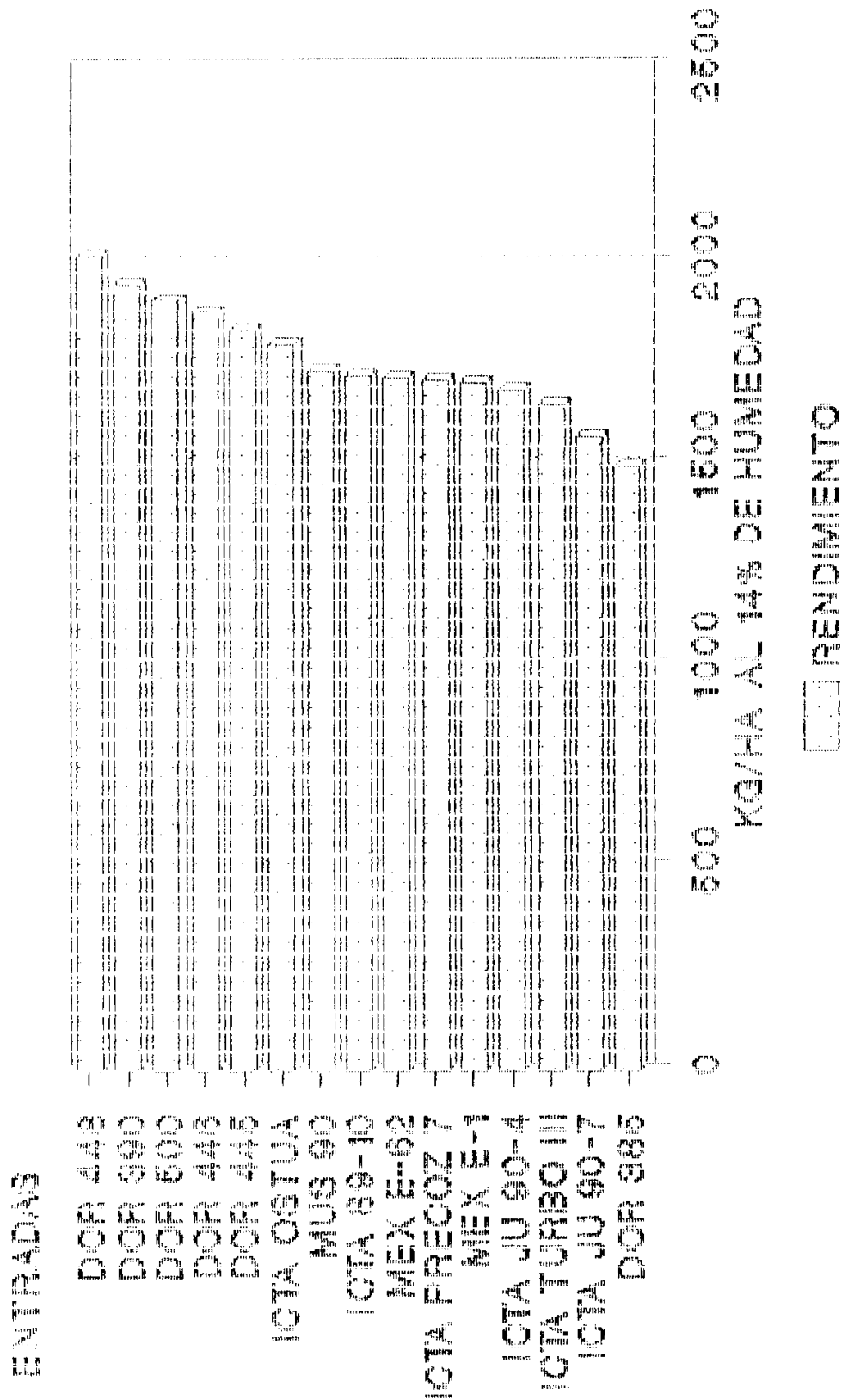


FIGURA 2

Rendimiento y Características Agronómicas de Frijol de Temporal en Generaciones Tempranas.

Rigoberto Rosales Cerna¹, Dora María Aguilera Charles¹, Jorge A. Acosta Gallegos¹.

evaluación y selección por rendimiento se pospone hasta la generación F5 o generaciones posteriores.

RESUMEN

En el programa de mejoramiento genético de frijol de la región semiárida de México la selección por rendimiento se realiza en generaciones avanzadas. El presente estudio se realizó con el objetivo de determinar el nivel de heterosis, heterobeltiosis y depresión endogámica para diversas características agronómicas en poblaciones segregantes de frijol. Se evaluaron cuatro poblaciones de frijol de grano negro en las generaciones F2 y F3, y siete de diferentes colores en las generaciones F3 y F4. Además, se incluyeron los progenitores de cada población. En las poblaciones de grano negro, la derivada de la cruce BAT 76 x Negro Oro. Presentó en ambas generaciones los más altos valores de heterosis para ambas características, así como el mayor valor de heterobeltiosis en la generación F3. En el grupo de colores, la población derivada de la cruce 102-M X Bayo Victoria fue de las más rendidoras en las dos generaciones, presentó los más altos valores de heterosis y fue la única que mostró heterobeltiosis en ambas generaciones. Las poblaciones con alto rendimiento y heterosis en las generaciones tempranas, conservaron ambas características en la generación posterior. Los mejores padres produjeron las mejores poblaciones. Lo anterior sugiere que es posible predecir las mejores cruces e identificar las poblaciones con alto potencial de rendimiento en generaciones tempranas.

INTRODUCCION

La sequía, las enfermedades y la baja fertilidad de los suelos, son factores que limitan la producción de frijol en el altiplano semiárido de México. Es por ello que en 1988 se inició un programa de mejoramiento genético para incrementar el nivel de adaptación del frijol a los déficits de humedad y su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico en el campo. Debido a que ambas características son difíciles de cuantificar en el campo, y a que la selección visual para rendimiento de plantas individuales en F2 y de familias F3 ha resultado ineficiente (Patino y Singh, 1989) este programa se ha basado en la siguiente estrategia: en las generaciones tempranas (F2 y F3), se siembran las poblaciones segregantes en suelos pobres en nitrógeno y con bajos insumos. Se seleccionan plantas individuales con resistencia a enfermedades, vigorosas, precoces y con buena carga de vainas. Las familias derivadas del material seleccionado en generaciones tempranas se siembran en varias localidades y las mejores se utilizan para siembra en varias localidades y las mejores que se utilizan para producir nuevas poblaciones segregantes y se incorporan a los ensayos de rendimiento. La

Para obtener información básica, que permita un avance más rápido y seguro en el programa de mejoramiento local, se sembraron bajo condiciones de temporal, dos grupos de poblaciones segregantes de distinta generación, con el objetivo de estimar el nivel de heterosis, heterobeltiosis y depresión endogámica para diversas características agronómicas, incluyendo el rendimiento.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental de F.I. Madero, Gdo., localizado a los 24°20' N y 104°20' O a una altitud de 1,932 msnm. El suelo del sitio experimental es del tipo Xerosol háplico (clasificación FAO-UNESCO). El material genético utilizado fueron dos grupos de poblaciones segregantes en diferente generación, cuatro poblaciones de grano negro en F2 y F3 y siete poblaciones de diversos colores en F3 y F4. Las poblaciones del grupo de los negros fueron evaluadas durante 1990, y las del grupo de colores durante 1988 (F3) y 1990 (F4). En cada grupo se incluyeron los progenitores (Cuadro 1).

En ambos experimentos se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela experimental fue de cuatro surcos de 6m. de largo por 0.76m. de ancho, la parcela útil fueron los dos surcos centrales de 5m. (7.6 m²). Se fertilizó al momento de la siembra con la dosis 30-40-00 y para el control de la maleza se dieron dos cultivos mecánicos y un deshierbe manual.

Se determinó el rendimiento de grano, la producción de materia seca total y el peso de la semilla. Se cuantificó el por ciento de heterosis (h), de heterobeltiosis (h') y la depresión endogámica (d) para las características evaluadas. La heterosis se estimó dividiendo el comportamiento promedio de cada generación (Fn) entre el progenitor medio (Pm), $h = (Fn/Pm) \times 100$.

La heterobeltiosis se estimó dividiendo el comportamiento promedio de cada generación (Fn) entre el progenitor superior (Ps), $h' = (Fn/Ps) \times 100$.

El por ciento de depresión endogámica se determinó con la relación entre la media de la generación más avanzada menos la media de la generación anterior (Fn-1), $d = [Fn - (Fn - (Fn-1))] \times 100$.

Para mejor entendimiento de los resultados, los valores obtenidos se restaron a 100 para dar una idea más clara

¹ Investigadores Programa de Frijol INIFAP, Durango México.

de la presencia (valores positivos) o ausencia (valores negativos) de las características estudiadas. Para la comparación de los valores, se estableció un límite de significancia igual o menor al 10% tanto en sentido positivo como en sentido negativo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los análisis de varianza mostraron diferencias significativas en la mayoría de las variables evaluadas en ambos grupos, excepto para producción de materia seca total en el grupo de los pintos.

Grupo de negros. Al analizar los resultados, se excluyeron los datos de la cruce BAT 76 X Negro Dgo., ya que ésta presentó una tendencia totalmente opuesta al resto de las poblaciones evaluadas, lo que pudo ser debido a algún factor ambiental que hizo que se eliminaran por sí mismas las plantas susceptibles o inadaptadas de la población.

De los progenitores incluidos, la variedad Negro Qro. presentó el más alto rendimiento y la mayor cantidad de materia seca total (Cuadro 1). Los genotipos que mostraron los más bajos valores para estas características fueron A 212 y BAT 76. De las poblaciones segregantes, la cruce BAT 76 X Negro Qro. mostró la más alta producción de grano y de materia seca total en ambas generaciones.

El progenitor Negro Dgo. obtuvo el valor más alto de peso de 100 semillas, mientras que A 212 y BAT 76 obtuvieron los promedios más bajos (Cuadro 1). La mejor población para esta característica en las generaciones F2 y F3 fue la derivada de la cruce BAT 76 X Negro Qro.

Para rendimiento, se obtuvieron altos valores de heterosis en la generación F2, los cuales fluctuaron entre 40.7 y 95.2% (Cuadro 2). En la generación F3 la heterosis de redujo, e inclusive tendió a desaparecer. La producción de materia seca total presentó una tendencia similar a la de rendimiento, pero con valores más bajos. Por el contrario, en el peso de 100 semillas se observaron altos porcentajes de heterosis en la generación F3; sin embargo, en ambas generaciones los valores fueron bajos.

Se estimaron valores intermedios de heterobeltiosis en la generación F2 para el rendimiento y la producción de materia seca total (Cuadro 2). En la generación F3 no hubo diferencia significativa para ninguna de estas características, y para el peso de 100 semillas no se encontró heterobeltiosis en ninguna de las dos generaciones.

La depresión endogámica presentó valores intermedios para rendimiento y materia seca total, los cuales fluctuaron entre -30.4 y -42.0% para el primero y de -23.1 a 38.0% para el segundo. Para el peso de 100 semillas no hubo depresión endogámica, ya que ésta se incrementó de la generación F2 a la F3, por lo que los valores obtenidos para esta variables fueron positivos sin ser significativos. Es aparente que el peso de la semilla

es una característica de alta heredabilidad que puede ser fijada en generaciones tempranas.

Grupo de colores. En la generación F3, los progenitores que presentaron los más altos rendimientos fueron Bayo Victoria y C-4, mientras que en la generación F4 los mejores fueron Carioca y Bayo Victoria (Cuadro 3). Las cruces sobresalientes para esta característica en la generación F3 fueron. Carioca X Bayo Victoria, BAT 477 y Chis.7 y 102-M X Bayo Victoria; mientras que en la generación F4 la cruce BAT 477 X Chis.7 resultó sobresaliente.

No se encontró diferencia significativa en la generación F3 para producción de materia seca total. En la generación F4, los progenitores que mostraron los más altos promedios fueron Carioca y Bayo Madero. La mejor cruce para esta característica fue 102-M X Bayo Victoria (Cuadro 3).

De las siete poblaciones evaluadas en este grupo, únicamente tres presentaron heterosis para rendimiento en la generación F3 y dos en la F4. La heterobeltiosis no fue significativa en ninguna de las dos generaciones, excepto para la población de la cruce BAT 477 X Chis-7 (Cuadro 4). Sin excepción, todas las poblaciones presentaron depresión endogámica en rendimiento, la que fluctuó de -15.6 a -62.9%.

La producción de materia seca total no mostró heterosis ni heterobeltiosis en ninguna de las dos generaciones, ni tampoco depresión endogámica, excepto para la población proveniente de la cruce 102-M X Bayo Victoria (Cuadro 4).

En general, en el grupo de los negros la población derivada de la cruce BAT 76 X Negro Qro., presentó en ambas generaciones los más altos rendimientos, la mayor producción de materia seca total y los más altos porcentajes de heterosis para estas características, así como el mayor valor de heterobeltiosis en la generación F3. En el grupo de colores, la población derivada de la cruz 102-M X Bayo Victoria fue de las más rendidoras en las dos generaciones, presentó los más altos valores de heterosis y fue la única en mostrar heterobeltiosis en ambas generaciones.

Con base en los resultados, se puede decir que las poblaciones que presentaron altos rendimientos y heterosis en las generaciones tempranas, conservaron estas características en las generaciones posteriores, lo que indica que la selección de poblaciones segregantes en generaciones tempranas puede ser efectiva tomando como criterio el rendimiento *per se*, aunado a altos porcentajes de heterosis, tal y como fue señalado por Singh *et al.* (1990).

En los dos grupos se observó que los mejores progenitores produjeron las mejores poblaciones, por lo que es factible utilizar el valor medio de los progenitores para predecir los mejores cruzamientos.

LITERATURA CITADA

- PATINO, H. and S.P. SINGH. 1989. Visual selection for seed yield in the F2 and F3 generation of nine common bean crosses. Annu. Rep. Bean Improv. Coop. 32:79-80
- SINGH, S.P. LEPIZ, R., GUTIERREZ, J.A., URREA, C., MOLINA, A. and H. TERAN. 1990. Yield testing of early generation populations of common bean. Crop Science 30:874-878

Cuadro 1. Características agronómicas de poblaciones F2, F3 y sus progenitores (Grupo Negros). CIPAF-DGO. 1990.

Cruza	Progenitor			Generación	
	Femenino	Masculino	Medio	F2	F3
----- Rendimiento g/m ² -----					
BAT 76 X Negro Qro.	22.3	63.5	42.9	83.7	58.2
BAT 76 X Negro Dgo.	22.3	50.3	36.3	38.4	55.9
A 212 X Negro Dgo.	31.6	50.3	41.0	57.7	42.7
A 212 X Ags. 77	31.6	50.8	41.2	68.6	39.8
-----Materia Seca Total g/m ² -----					
BAT 76 X Negro Qro.	47.8	106.0	76.9	129.7	90.2
BAT 76 X Negro Dgo.	47.8	78.4	63.1	67.4	93.6
A 212 X Negro Dgo.	59.7	78.4	69.1	96.1	73.9
A 212 X Ags. 77	59.7	80.2	69.9	112.9	70.1
----- Peso de 100 Semillas (g)-----					
BAT 76 X Negro Qro.	12.9	20.4	16.7	18.3	19.6
BAT 76 X Negro Dgo.	12.9	25.4	17.8	17.8	18.0
A 212 X Negro Dgo.	13.2	25.4	20.0	20.0	16.6
A 212 X Ags. 77	13.2	19.6	17.6	17.6	17.7

Progenitor medio = (Progenitor femenino + Progenitor masc.)²

Cuadro 2. Heterosis, heterobeliosis y depresión endogámica de características agronómicas de poblaciones F2, F3 y sus progenitores (Grupo Negros) CIFAP-DGO. 1990.

Cruza	Heterosis		Heterobeliosis		Depresión
	F2	F3	F2	F3	Endogamica
-----Rendimiento-----					
BAT 76 X N. Qro.	92.5@	35.8	31.9	-8.2	-30.4
BAT 76 X N. Dgo.	5.7	53.9	-27.3	10.0	45.5
A 212 X N. Dgo.	40.7	4.2	14.6	15.1	-25.9
A 212 X Ags. 77	66.5	-3.4	35.1	-21.6	-42.0
-----Materia Seca Total-----					
BAT 76 X N. Qro.	68.8	17.4	22.4	-14.9	-30.5
BAT 76 x N. Dgo.	6.8	48.4	-14.1	19.4	39.0
A 212 X N. Dgo.	39.1	7.0	22.5	-5.8	-23.1
A 212 X Ags. 77	61.4	0.2	40.9	-12.6	-38.0
-----Peso de 100 Semillas-----					
BAT 76 X N. Qro.	9.9	17.9	-10.3	-3.8	7.3
BAT 76 X N. Dgo.	-7.3	-6.1	-30.1	-29.2	1.3
A 212 X N. Dgo.	3.5	-14.0	-21.5	-34.7	-16.9
A 212 X Ags. 77	7.1	8.1	-10.5	-9.7	0.9

@ En por ciento

Cuadro 3. Rendimiento y materia seca total de poblaciones F3, F4 y sus progenitores (Grupo colores) CIFAP-DGO. 1990.

Cruza	Progenitor							
	Femenino		Masculino		Mmedio		Población	
Generación F3	R@	M	R	M	R	M	R	M
Carioca X B. Victoria	83	58	101	73	92	65	97	63
102-M X B. Victoria	68	74	101	73	84	73	89	55
BAT 477 X Chis. 7	60	55	70	52	65	54	92	47
B. Madero X Laker	75	56	40	48	57	52	70	54
102-M X C-4	68	74	94	69	81	71	81	67
Carioca X 102-M	83	58	68	74	76	66	71	46
BAT 477 X Laker	60	55	40	48	50	51	68	55
Generación F4								
Carioca X B. Victoria	93	60	73	46	83	53	62	44
102-M X B. Victoria	42	36	73	46	58	41	64	50
BAT 477 X Chis. 7	63	43	52	44	58	43	72	47
B. Madero X Laker	71	52	56	39	64	46	25	32
102-M X C-4	42	36	37	42	40	39	42	39
Carioca X 102-M	93	60	42	36	68	48	60	41
BAT 477 X Laker	63	43	56	39	60	41	37	39

@ R= Rendimiento y M = Materia Seca Total, ambos en g/m²

Cuadro 4. Heterosis, Heterobeltiosis y depresión endogámica para características agronómicas de poblaciones F3, F4 y sus progenitores (grupo colores). CIFAP-DGO. 1990.

Cruza	Heterosis		Heterobeltiosis		Depresión Endogamic
	F3	F4	F3	F4	
-----RENDIMIENTO-----					
Carioca X B. Victoria	5.7@	-0.3	-3.6	-33.1	-35.4
102-M X B. Victoria	5.7	11.2	-11.3	-12.3	-27.9
BAT 477 X Chis-7	41.2	24.4	30.8	13.8	-21.8
Bayo Madero X Laker	18.1	-60.4	-9.1	-64.5	-62.9
102-M X C-4	-0.3	5.8	-14.0	1.2	-48.4
Carioca X 102-M	-5.9	-11.5	-14.2	-35.6	-15.6
BAT 477 X Laker	35.0	-38.3	-13.1	-41.5	-45.4
-----MATERIA SECA TOTAL-----					
Carioca X B. Victoria	-3.7	-17.5	-13.3	-27.2	-29.9
102-M X B. Victoria	-25.6	20.2	-26.4	7.1	-9.3
BAT 477 X Chis-7	-13.4	7.8	-15.8	7.5	0.6
B. Mad. X Laker	4.3	-29.3	-3.6	38.0	-40.3
102-M X C-4	-6.3	-1.7	-9.9	8.8	-42.3
Carioca X 102-M	-29.8	-16.1	-37.5	-33.0	-12.7
BAT 477 X Laker	7.6	-6.6	0.0	-11.1	-30.3

@ En por ciento.

Evaluación de variedades de Frijol Rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) en Masaya IV Región, Nicaragua.

José Benito Membreño Rivas.¹

RESUMEN

Este experimento fue realizado en la cooperativa CAS "Pablo Ubeda", de la localidad del Arroyo, Diriomo, con el objetivo de identificar materiales que tengan un mayor potencial productivo que las variedades comerciales; así como la selección de líneas que posean tolerancia a enfermedades y precocidad para zonas de bajas precipitaciones y de aceptabilidad de los agricultores.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar y consistieron de 13 variedades y líneas de mejoramiento donde se incluyen el testigo regional (REV-84) y testigo local (criollo).

Los resultados muestran que hubo diferencia significativa entre variedades presentando mayores rendimientos las variedades NIC-4, DOR-364, y RCZN-10028-16, no así las de menor rendimiento como fueron las variedades NIC-7 y DOR-391. Variedades precoces como RCZN-10028-16, NIC-9 y Criollo; y variedades tardías: DOR-364, RAB-478, DOR-474 y REV-84.

INTRODUCCION

El frijol reviste gran importancia a nivel nacional donde el consumo per cápita anual es de 17.45 Kgs. (Arévalo, 1982), se cree que los frijoles recién recolectados son más nutritivos, sobre todo en su contenido proteico y minerales; además el producto cocinado resulta más agradable (Tapia, 1985).

El cultivo de frijol es manejado tradicionalmente por los agricultores, con el uso de variedades criollas, las que han significado un serio problema por la susceptibilidad a diferentes enfermedades como: Bacteriosis *Xanthomonas campestris* y Mustia hilachosa *Tenatophorus cucumeris* y la de sus rendimientos que son relativamente bajos.

En base a estas problemáticas afrontadas por los agricultores, se dan inicio a partir del ciclo 87-88 trabajos de experimentación con el propósito de identificar variedades y líneas de frijol que posean alto potencial de rendimiento y tolerancia a enfermedades, donde las nuevas variedades de frijol no sólo deben producir altos rendimientos a nivel de finca, sino también tener el tamaño de grano apropiado, el color requerido y acomodarse a los sistemas de producción de los agricultores que frecuentemente incluyen maíz en asociaciones directas o en relevo (CIAT, 1985). Teniendo

influencias las altas precipitaciones que predominan en la zona.

Continuando los trabajos en los ciclos siguientes con trabajos de investigación en finca, en la época de primera, en diferentes localidades de Los Pueblos y al Norte de Masaya. Donde se han obtenido resultados satisfactorios pasando a etapas de validación, algunos de ellos y posterior difusión a áreas comerciales.

En base a lo anterior nos hemos planteado identificar variedades y líneas que superen en rendimientos a las variedades criollas utilizadas por los productores, así como una selección de variedades y líneas que sean tolerantes a enfermedades y que posean precocidad para zonas de baja precipitación.

El aumento de la precipitación nacional dependerá de que la mayoría de los agricultores mejoren sus rendimientos con el uso de variedades mejoradas.

MATERIALES Y METODOS

Este ensayo se realizó en la Cooperativa "Pablo Ubeda", situado en la localidad del Arroyo, Diriomo; durante la época de primera del ciclo 1991-92

Condiciones climáticas del área del Arroyo

Precipitación 1300 - 1600 mm/año
Temperatura 24.1 - 26.9°C
Altitud 300 - 400 msnm

Los suelos pertenecen a la serie Diriomo, son suelos que van de franco a franco arcillosos con pendiente moderada.

El diseño utilizado fue de bloques completos al azar (factorial) con 13 tratamientos donde se incluyen el testigo regional (REV-84) y testigo local (Criollo) con cuatro repeticiones, parcelas de 4 hileras de 5m. de largo; una distancia entre hilera de 50 cms. y 8 cms. entre plantas, sembrándose en la primera quincena de junio (05-06-91) bajo condiciones favorables de humedad al momento de la siembra.

Se tomó como parcela útil las dos hilera centrales, midiendo las siguientes variables:

1. Días a flor Cuando el 50% de plantas tienen la primera flor.

¹ Ag. Investigador, CNIGB IV Región, Nicaragua.

- 2. Días a madurez fisiológica Cuando vainas pierden su pigmentación y comienzan secarse.
- 3. Hábito de Crecimiento En llenado de grano.
- 4. Enfermedades
- 5. Altura de planta
- 6. Plantas cosechadas
- 7. % de humedad/parcela
- 8. Peso Grs/parcela (Ver cuadro #1)

MANEJO DEL CULTIVO

La preparación del terreno para la siembra y las demás prácticas agronómicas fueron realizadas por los propios agricultores de manera idéntica al manejo de sus áreas comerciales. De manera general estas consistieron en:

- La preparación de suelo con labranza mínima consistió en un pase de raya de siembra con arado de bueyes el mismo día de siembra. Al momento de la siembra fue aplicado fertilizante de fórmula completa 12-30-10 a razón de 129 Kgs/Ha.
- No se efectuó control de plagas del suelo.

Control de maleza

El mismo día de siembra, se aplicó Dual (Metalachlor) en dosis de 0.71 Lts/Ha y Gramoxone (Paraquat) en dosis de 0.71Lts/Ha. A los 15 días después de siembra se realizó un primer control de maleza del cultivo con azadón entre surco y manual en los surcos. De igual forma se realizó un segundo control a los 35 días después de la siembra.

Control de plagas

26 días después de siembra se aplicó Filitox (Metamidofos) en dosis de 1.34 Lts/Ha para el control de crisomélidos y *Stigmene acrea*. Las cuales fueron controladas satisfactoriamente.

Control de enfermedades

El cultivo fue atacado por Bacteriosis *Xanthomonas campestris* en escala promedio de 3 para la cual se efectuó aplicación fitosanitaria de Antracol, en dosis de 0.71 Kg/Ha.

Observaciones

- Variables a medir en momentos oportunos
- La cosecha (23 de agosto) consistió el arranque manual de las plantas. Luego se dejaron secar al sol y se procedió a determinar los siguientes componentes de rendimiento.
 - . Número de vainas por planta; fueron escogidas 5 plantas al azar por tratamiento y a esas plantas se les contó el número de vainas determinando un promedio.
 - . Número de grano por vainas.

- . Contenido de humedad del grano. En el depósito Agrícola Regional Masaya.
- . Rendimiento en grano, la producción en grano de cada área de cosecha (tratamiento) fue pesado y ajustado el rendimiento a un 15% de humedad (peso corregido).

Comportamiento pluvial

Al momento del ensayo se presentaba buena humedad de campo, retirándose las lluvias del 5 al 15 de junio, presentándose daños por plagas (cortadores) y disminuyeron en el % de germinación.

Posterior se dio regularidad en la precipitación hasta el 9 de agosto, esto permitió que las diferentes variedades y líneas contaran con las condiciones necesarias al momento de floración.

Con la retirada de las precipitaciones a partir del 9 de agosto facilitó la labor de cosecha.

La cantidad de precipitación en el ciclo del cultivo fue de 313.5 mm. (Ver gráfico #1).

RESULTADOS

En el cuadro 2 se presentan los rendimientos en toneladas por hectáreas de cada una de las variedades estudiadas. Donde se muestra homogeneidad en rendimiento entre los materiales NIC_4, DOR-364 y RCZN-10028-16, estableciéndose diferencias de rendimiento entre las otras variedades no incluyendo el NIC-7, y DOR-391, ya que no muestran homogeneidad con las antes descritas. (Ver cuadro #2).

Los días a floración de las variedades en estudio estuvieron dadas en un lapso de 30-35 días después de siembra, siendo las variedades Criollo, RAB-478, NIC-4, RCZN las más tempranas y REV-84, DOR-364, DOR-391 como las más tardías a floración (Ver cuadro #1).

Demostraron precocidad a madurez fisiológica las variedades RCZN-10028-16, NIC-9, CRIOLLO, NIC-17 y las más tardías DOR-364, RAB-478, DOR-474 y REV-84.

El hábito de crecimiento de los materiales en estudio fu arbustivo indeterminado (Iib). No siendo así en las variedades NIC-10 y NIC-4 quienes presentan hábito sin guía (IIa) y la variedad RCZN-10028-16 con hábito arbustivo indeterminado con tallos y ramas débiles y rastroso (III).

Bacteriosis *Xanthomonas campestris* fue la única enfermedad que se presentó en el cultivo con escala promedio de 3. No habiendo incidencia de mustia hilachosa *tenatephorus cucumeris*. Dado a las bajas precipitaciones y la regularidad que tuvieron estos durante el ciclo del cultivo.

Las variedades criollas en Nicaragua tienen buena adaptación y estabilidad consistente, pero baja capacidad

de rendimiento y susceptibilidad a enfermedades, entonces es conveniente desarrollar estrategias de investigación tendientes a aumentar la productividad.

Las variedades que mostraron tolerancia a Bacteriosis *Xanthomonas campestris* fueron: REV-84, DOR-474, CRIOLLO (1,2,2) y las más susceptible fue el NIC-7 (6).

Cuadro 1. Variables a medición y componentes de rendimiento de variedades en estudio.

Tratamiento	Días a Flor	Días a Mad.Fis	Hábito Crecim	Plantas Cosechad	# Vaina/ Planta	# Grano/ Planta
NIC-1	30	69	IIa	59	16	5
NIC-17	30	66	IIb	54	15	5
NIC-10	32	67	IIa	61	11	5
NIC-7	31	67	IIb	69	12	5
NIC-9	30	64	IIb	51	20	6
DOR-364	32	73	IIb	64	21	6
RAB-463	32	70	IIb	57	15	6
RAB-478	30	72	IIb	68	14	6
RCZN-10028-16	30	49	III	61	15	6
DOR-391	32	71	IIb	63	16	5
DOR-474	30	72	IIb	63	16	5
REV-84	33	71	IIb	52	20	5
CRIOLLO	28	66	IIb	62	14	5

Cuadro 2. Rendimiento en Ton/Ha y comportamiento a enfermedades.

Tratamiento	Bloques				X	Escala X	
	I	II	III	IV		Xant	Tena
NIC-4	1.57	1.04	1.08	1.26	1.24	3	-
NIC-17	1.27	1.20	1.01	0.94	1.10	3	-
NIC-10	1.29	1.02	1.10	1.11	1.13	4	-
NIC-7	0.82	0.91	0.80	0.78	0.83	6	-
NIC-9	0.93	1.09	1.33	1.12	1.12	4	-
DOR-364	1.13	1.28	1.42	1.04	1.22	4	-
RAB-463	1.16	0.97	1.16	1.29	1.14	3	-
RAB-478	0.97	1.45	0.97	1.05	1.11	3	-
RCZN-10028-16	1.32	1.37	0.92	1.18	1.20	4	-
DOR-391							-
DOR-474	0.96	0.85	0.90	0.91	0.90	4	-
REV-84	1.39	1.34	0.78	1.24	1.19	2	-
CRIOLLO	1.08	1.39	0.98	0.97	1.10	1	-
X	1.13	1.19	0.87	1.00	1.05	2	-
	1.15	1.16	1.02	1.08	1.10	-	-

Cuadro 3. Análisis de varianza de variedades de frijol rojo, primera 1991.

	S.C.	GDL	C.M.	TESTF	PROBA	D.E	C.V
VAR TOTAL	1.89	51	0.04				
VAR FACTOR 1	0.68	12	0.06	1.97	0.0572		
VAR BLOQUES	0.17	3	0.06	2.02	0.1265		
VAR RESIDUO 1	1.03	36	0.03			0.17	15.4%

PROMEDIOS: BLOQUES

F2	1(B1)	2(b2)	3(B3)	4(B4)
	1.16	1.16	1.02	1.07

CONCLUSIONES

Las variedades que el productor valoró como positivas fueron determinadas por las variables siguientes: días a flor, madurez fisiológica y color del grano. Ocupando mayor importancia la madurez fisiológica, ya que determina la precocidad de las variedades (RCZN-10028-16, NIC-9, CRIOLLO).

Las variedades que mostraron tolerancia a Bacteriosis *Xanthomonas campestris* fueron REV-84, DOR-474, CRIOLLO (1,2,2) y la más susceptible fue el NIC-7 (6).

El factor precipitación influyó en la presencia o no de las enfermedades como *Xanthomonas campestris*, *Tenatephorus cucumeris*.

RECOMENDACIONES

- . Que las variedades precoces RCZN-10028-16, NIC-4 y NIC-9 sean llevadas a otras etapas (validación), ya que significan muy buenas alternativas al productor al facilitarle el relevo.
- . Continuar los estudios, tanto en la época de primera como de postrera y aumentar el número de localidades.
- . Realizar estudios con otros tipos de líneas y variedades en diferentes localidades.

Resistencia al Ataque del Picudo del Ejote en Frijol *Phaseolus spp.*

Ramón Garza García¹, José S. Muruaga Martínez.¹

RESUMEN

Durante 1990 se evaluaron 218 colectas de frijol con el objeto de caracterizarlas por su resistencia al ataque del picudo del ejote *Apion spp.*; este experimento se estableció bajo condiciones de temporal en la localidad de Santa Lucía de Prías, edo. de México; se permitió una presión natural del insecto y al final del ciclo se tomaron muestras de 30 vainas por colecta, con dos repeticiones y se cuantificó el porcentaje de vainas sanas y con daño de este insecto, y de acuerdo a una escala de calificación se determinó el grado de resistencia o susceptibilidad que poseen las colectas evaluadas. Se detectó que 41 colectas se comportaron como resistentes, destacándose como las mejores Hgo-19-A, Hgo-40-A, Hgo-51, Tlax-65-A, Jal-112 y Méx-49; los testigos susceptibles Canario-107 y Bayomex tuvieron un 62 y 48 por ciento de vainas sanas, respectivamente.

PALABRAS CLAVES: Resistencia a insectos, colectas de frijol, *Apion spp.*

INTRODUCCION

El frijol es un producto básico en la dieta alimenticia del pueblo mexicano, pero la producción nacional, actualmente, es deficiente debido a que los rendimientos unitarios son bajos; esta deficiencia está influenciada por factores bióticos y abióticos; dentro de los bióticos se encuentran los insectos fitófagos que dañan las partes vegetativas y reproductivas de la planta de frijol. Las principales plagas insectiles de este cultivo en las regiones templadas del país son la conchuela *Epilachna varivestis* Mulsant y el picudo del ejote *Apion spp.*; este último insecto llega a reducir las cosechas en un 50 por ciento o más (1,2,3,5 y 6).

Durante los años 1947, 48, 49 y 50 se hicieron algunas selecciones de colectas de frijol con resistencia al ataque del picudo del ejote, como fueron Hgo-6, Hgo-24, Pue-2, Pue-32, Hgo-28-A-2, Hgo-33-A-1 (6 y 7), Pue-32-A-2, Pue-28-B-2, Hgo-38-A-1, Gto-3-A-2, Gto-10-A-5 e Hgo-14-A-3 (7), pero estos trabajos se suspendieron por varios años, hasta que en 1980 se reiniciaron las evaluaciones de resistencia con colectas de frijol, y se seleccionaron el material Zac-12-A y otras 18 colectas por su bajo porcentaje de granos dañados (4). A partir de 1988 se plantea un proyecto para obtener variedades de frijol resistentes al ataque del picudo del ejote, y en la primera fase se está caracterizando el grado de resistencia o susceptibilidad que poseen las colectas de frijol que se tienen en la Unidad de Recursos Genéticos del Instituto

Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), por lo que el objetivo del presente trabajo es presentar el avance obtenido durante el año 1990 en la selección de estas colectas que presentan la característica de tener resistencia al ataque de este curculiónido.

MATERIALES Y METODOS

Durante el ciclo Primavera-Verano del año de 1990 se sembraron en la localidad de Santa Lucía de Prías, edo. de México 222 tratamientos, con dos repeticiones, de los cuales 218 eran colectas mexicanas de frijol de los estados de Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Zacatecas, las cuales fueron proporcionadas por la Unidad de Recursos Genéticos del INIFAP, los otros cuatro tratamientos fueron testigos locales susceptibles (Canario-107 y Bayomex) y resistentes (Negro-150 y Amarillo-154) al ataque del picudo del ejote; se utilizaron solo dos repeticiones por la poca cantidad de semilla de las colectas que se nos proporcionó; la siembra se hizo bajo condiciones de temporal, utilizándose parcelas de un surco de cinco metros de longitud, con una distancia entre surcos de 80 centímetros; al final del ciclo se colectaron 30 vainas por tratamiento/repeticion y se contabilizó el número de vainas libres del ataque de este insecto, y tomando en cuenta una escala de calificación basada en el porcentaje de vainas sanas (Cuadro 1) se hizo la selección de los mejores tratamientos. El lote experimental estuvo rodeado por un material susceptible al ataque de este picudo, y además, dentro del lote se incluyó este mismo material cada ocho surcos, todo esto con la finalidad de tener una infestación más uniforme en el experimento.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 2 se observa que 10 colectas de frijol se ubicaron en la categoría de altamente resistentes (AR), con porcentajes de vainas sin daño del picudo del ejote *A. godmani* Wagner superiores al 93.3 por ciento, destacándose las colectas Hgo-19A, Hgo-40-A, Hgo-51, Tlax-65-A, Jal-112 y Méx-49 con 96.7

¹ Investigadores del Programa de Entomología (1) y de Recursos Genéticos (2) del CEVAMEX, INIFAP. Apdo. Postal No. 10, Chapingo, edo. de Méx. 56230. MEXICO.

Cuadro 1. Escala de calificación para evaluar el grado de resistencia o susceptibilidad de las colectas de frijol, al ataque del picudo del ejote *Apion godmani*, wagner, basada en el porcentaje de vainas sanas. INIFAP, CEVAMEX, Chapingo, Edo. de Méx. 1992.

Calificación	Símbolo	Criterio de Selección
Inmune	I	100% Vainas sanas
Altamente Resistente	AR	93 1 99.9% Vainas sanas
Resistente	R	85 A 92.9% Vainas sanas
Moderadamente Resistente	MR	75 A 84.9% Vainas sanas
Susceptible	S	65 A 74.9% Vainas sanas
Altamente susceptible	AS	MENOS DE 65% Vainas sanas

Cuadro 2. Colectas de frijol que se calificaron como altamente resistentes (AR) en la evaluación del ciclo P.V. 90-90, en Santa Lucía de Prías, Méx. INIFAP, CEVAMEX, Chapingo, edo. de Méx. 1992.

Tratamiento	Vainas Número *	Sanas %	Calif.
HGO-19-A	29.0	96.7	AR
HGO-40-A	29.0	96.7	AR
HGO-51	29.0	96.7	AR
TLAX-65-A	28.5	95.0	AR
JAL-112	28.5	95.0	AR
MEX-49	28.5	95.0	AR
NEGRO-150 (TEST.RES)	28.5	95.0	AR
DGO-60	28.5	93.3	AR
DGO-62	28.5	93.3	AR
ZAC-62	28.5	93.3	AR
<i>Ph.vulg.</i> 600 (desc)	28.5	93.3	AR

De 30 vainas por tratamiento con dos repeticiones y 95 por ciento de vainas sanas, en este mismo grupo de AR se incluyó el testigo resistente Negro-150; en el cuadro 3 se muestran los 31 materiales que se catalogaron dentro de la categoría de resistentes (R), y cuyos porcentajes de vainas sanas varió entre 85 y 91.7, siendo las más sobresalientes las colectas Méx-32-A, Hgo-82 y un material de *Ph. coccineus* identificado como Gto-65, con esto se puede inferir que en otras especies del género *Phaseolus* también se pueden buscar fuentes de resistencia al picudo del ejote, ya que de las dos colectas de *coccineus* una resultó resistente. En este mismo cuadro se muestra que los testigos susceptibles Canario-107 y Bayomex tuvieron 61.7 y 48.3 por ciento de vainas sanas, respectivamente, calificándose como altamente susceptibles (AS), pero hubo algunas colectas que sufrieron más daño que estos testigos, como fueron la Zac-46 y Méx-3 con 38.3 por ciento y Gto-50-A con un 36.7 por ciento de vainas sanas. Con estos datos se puede observar que las colectas de frijol que se tienen en el Banco de Germoplasma del INIFAP son una buena opción para obtener materiales prometedores que puedan ser utilizados como fuentes de resistencia al ataque del picudo del ejote.

Cuadro 3. Calificación de algunas de las 218 colectas de frijol y testigos que se incluyeron en el ensayo de evaluación de su resistencia al ataque del picudo del ejote. INIFAP, CEVAMEX. Chapingo. Méx. 1992.

TRATAMIENTO	VAINAS SANAS		CALIFIC.
	NUMERO *	POR CIENTO	
MEX-32-A	27.5	91.7	R
HGO-82	27.5	91.7	R
<i>Ph. coccineus</i> (Gto-65)	27.5	91.7	R
MICH-56	27.0	90.0	R
MEX-22-A	27.0	90.0	R
HGO-12	27.0	90.0	R
HGO-79	27.0	90.0	R
QRO-27-A	27.0	90.0	R
JAL-93	26.5	88.3	R
MEX-5-D	26.5	88.3	R
<i>Ph vulgaris</i> 417	26.5	88.3	R
HGO.-38-A-1	26.5	88.3	R
HGO-49-A	26.5	88.3	R
HGO-78	26.5	88.3	R
DGO-17-B	26.5	88.3	R
DGO-17-J	26.5	88.3	R
QRO-8	26.5	88.3	R
PUE-225	26.0	86.7	R
JAL-118	26.0	86.7	R
HGO-43-A	26.0	86.7	R
DGO-20	26.0	86.7	R
DGO-59	26.0	86.7	R
GTO-48	25.5	85.0	R
MICH-24	25.5	85.0	R
MEX-22	25.5	85.0	R
ZAC-11	25.5	85.0	R
ZAC-24	25.5	85.0	R
HGO-41-A	25.5	85.0	R
HGO-83	25.5	85.0	R
DGO-19	25.5	85.0	R
QRO-28-A	25.5	85.0	R
AMARILLO-154 (TEST.RES.)	23.0	76.7	MR
CANARIO-107 (TEST.SUSC.)	18.5	61.7	AS
BAYOMEX (TEST. SUSC.)	14.5	48.3	AS
ZAC-46	11.5	38.3	AS
MEX-3	11.5	38.3	AS
GTO-50-A	11.0	36.7	AS

(*) DE 30 VAINAS POR TRATAMIENTO CON DOS REPETICIONES

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este experimento se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. Se seleccionaron 40 colectas de frijol común *Ph. vulgaris* y una de *Ph coccineus* como resistentes al ataque del picudo del ejote *A. godmani*.
2. La localidad de Santa Lucía de Prías, edo. de Méx. es un buen sitio para realizar selecciones de material resistente al ataque de este insecto.

LITERATURA CITADA

- BLACKALLER VALDES, A. 1946. El picudo del ejote. Tierra (Méx.). 2 (6): 305-306
- CORTES ITURBE, A. 1951. La distribución del picudo del ejote *Apion godmani* en México. En: Folleto Misceláneo No. 4 SAG,OEE, México. p.137-142.
- ENKERLIND, D. 1951. El picudo del ejote *Apion godmani*, su importancia económica y experimentos para su control en el estado de Michoacán. En: Folleto Misceláneo No. 4. p. 126-130
- GARZA GARCIA, R. 1987. Observaciones preliminares del grado de resistencia de materiales de frijol, al ataque del picudo del ejote en Chapingo, edo. de Méx. XXII Congreso Nal. de Entomología. Cd. Juárez, Chih. p.130
- _____ 1990. Identificación de los componentes de la resistencia al ataque del picudo del ejote *Apion godmani* Wagner, que poseen los materiales de frijol seleccionados como resistentes. III. Tolerancia. En: Informe Técnico de Investigación 1989 del Programa de Entomología Agrícola del CEVAMEX. SARH, INIFAP, CEVAMEX. Chapingo, Méx. p. 34-69
- McKELVEY, J.J. 1950 Resistencia al picudo del ejote en las variedades de México. En: Folleto Misceláneo No. 3. SAG, OEE, México. p.236-240.
- A.C. SMITH, J. GUEVARA C. y A. CORTES I. 1951. Biología y control de los picudos del género *Apion godmani* que atacan al frijol en México. Folleto técnico No. 8 SAG, OEE, México. 42 p.

Evaluación de genotipos de Soya (*Glycine max* L. Merrer) y Cepas de *Bradyrhizobium japonicum* con Potencial Comercial en Honduras



E.S. Becerra, S.E. Viteri¹ y J. C. Rosas.¹

RESUMEN

Tres experimentos fueron conducidos para determinar si existen interacciones simbióticas entre genotipos de soya y cepas de *B. japonicum* favorables para las condiciones de Honduras. Los genotipos TG8143OD, Cristalina, IAC-8-15, Júpiter II, Siatsa 194, Tropical, Regional 4, GO8321609 y Paranagoiana fueron evaluadas en simbiosis con las cepas USDA 110, USDA 138, USDA 136 y EAP 1004 por número de nódulos, porcentaje de nódulos efectivos, peso seco de nódulos y parte aérea, rendimiento, peso seco de cien semillas PCS y contenido de nitrógeno total. Bajo condiciones de invernadero las cepas EAP 1004 y USDA 110 fueron las más efectivas. En el campo, los genotipos TG8143OD, Cristalina, Júpiter II y las cepas USDA 110, USDA 138 y EAP 1004 mostraron características superiores. En el segundo experimento de campo, los genotipos Cristalina, TG8143OD y Júpiter II, y la cepa USDA 110 probaron nuevamente ser los mejores.

INTRODUCCION

En Honduras hay escasez de semilla de soya para la producción de soya, por lo tanto se está fomentando este cultivo para suplir la demanda. Este déficit de soya en Honduras obliga al país a hacer importaciones por un valor entre 16 y 20 millones de dólares. Se estima que para suplir este déficit se deben incorporar al área de producción entre 30 y 50 mil hectáreas; sin embargo, en 1990 se sembraron únicamente dos mil hectáreas y el plan para 1991 solo contempló cuatro mil (Romero, 1990).

Con base en experiencias obtenidas en otros países, en Honduras se está recomendando la práctica de inoculación. Los productores han aceptado esta recomendación y para el efecto, se están utilizando inoculantes que en su gran mayoría son importados.

Pese a la importancia de este grano no se ha estudiado el potencial de fijación de N₂, bajo condiciones locales, lo cual permitiría el mejoramiento de la productividad.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la compatibilidad simbiótica de nueve genotipos de soya y cuatro cepas de *B. japonicum*. La identificación de las cepas y genotipos de soya con alta afinidad simbiótica ayudará a que la producción de este cultivo sea más rentable.

MATERIALES Y METODOS

Tres experimentos fueron conducidos con el fin de seleccionar genotipos de soya y cepas de *B. japonicum* que sean eficientes en nodulación y efectivas en fijación de N₂ y produzcan altos rendimientos bajo las condiciones de El Zamorano, Honduras. El primer experimento consistió en evaluar la capacidad de nodulación y fijación de N₂ de cuatro cepas en simbiosis con la variedad 'Siatsa 194', bajo condiciones de invernadero. Las cepas incluidas fueron USDA 110, USDA 138, USDA 136 y EAP 1004. La cepa EAP 1004 fue aislada de un suelo procedente de Araulí, El Paraíso. Las otras tres cepas son procedentes del Proyecto Nifital (universidad de Hawaii). Actualmente la cepa USDA 110 es la que se está utilizando para la producción de inoculante en la EAP.

La siembra se realizó el 15 de agosto de 1990 utilizando un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones. Además de las cepas se utilizó un control sin inoculación. Las plantas fueron crecidas en potes con una mezcla de arena, perlita y vermiculita. La inoculación se realizó en base a cultivo líquido, aplicando 2ml. por plántula, seis días después de la germinación. Las plantas se regaron con una solución nutritiva estéril libre de nitrógeno (Broughton y Dillworth, 1970; citados por Somassegaran 1985). El ensayo se cosechó el 4 de septiembre 1990 cuando las plantas alcanzaron la etapa R2. Las variables determinadas fueron número de nódulos (NN), porcentaje de nódulos efectivos (PNE), y peso seco de nódulos (PSN) y parte aérea (PSPA).

En el segundo experimento se evaluaron las mismas cepas incluidas en el primer experimento y nueve genotipos de soya, bajo condiciones de campo. Entre los genotipos se incluyeron ocho variedades recomendadas comercialmente en Honduras y una línea experimental suministrada por la FHIA. La siembra tuvo lugar el 2 de Julio 1990. El experimento estuvo localizado en Monte Redondo, predios de la EAP, donde no se había sembrado soya anteriormente. Se registró una precipitación promedio durante el período de agosto a noviembre de 156 mm. Las características del suelo fueron textura franca, pH 5.5, M.O. 3.3%, N total 0.16%, P 1.21 ppm y K 546 ppm.

El diseño experimental utilizado fue el de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Las parcelas principales estuvieron representadas por las cepas y dos testigos 229 kg N/ha (+N) y otro sin N (-N). El inóculo utilizado fue

¹ Estudiante de Ingeniería Agronómica, Profesor Asociado y Jefe, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras.

en base a turba en suspensión acuosa (2g/2.7 L de H₂O por parcela principal) aplicada al fondo del surco. El número de células viables en el inóculo fue de 10⁸ células/g. El nitrógeno fue aplicado en forma de urea en dosis iguales a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra. Las subparcelas estuvieron representadas por los genotipos 'Cristalina', 'IAC 8/15', 'JUPITER II', 'SIATSA 194', 'TROPICAL', 'REGIONAL-4', 'PARANAGOIANA', 'GO8321609', y 'TG8143OD'. A la floración se midieron las mismas variables incluidas en el ensayo de invernadero. Además, en la etapa R7 se determinó la concentración de N en la parte aérea (CNPA). La cosecha se efectuó a la madurez fisiológica durante la última semana de octubre y primera de noviembre.

El tercer experimento fue realizado para verificar los materiales seleccionados en los dos experimentos anteriores. Con este fin, se evaluaron nuevamente cinco de los nueve genotipos, en simbiosis con las cepas que mostraron características superiores en nodulación y fijación biológica de N. Los genotipos seleccionados fueron 'Cristalina', 'TG8143OD', 'Júpiter', 'Siatsa 194' y 'Regional 4'. El criterio de selección fue rendimiento y entre ellos 'Cristalina', 'TG8143OD' y 'Júpiter II' representaron a los más altos, 'Siatsa 194' a los intermedios y 'Regional 4' a los más bajos. 'Siatsa 194' y 'Regional 4' fueron seleccionados por ser las variedades recomendadas por la EAP y la Secretaría de Recursos Naturales de Honduras, respectivamente. La variedad 'Regional 4' fue seleccionada además porque sus resultados en rendimiento han sido contrastantes, en la primera etapa de este estudio fue una de las más bajas (Becerra et al, 1991) pero en ensayos anteriores ha demostrado ser una de las mejores (Corral y Nehring, 1989). Las cepas seleccionadas fueron la USDA 110 y la EAP 1004. El análisis de suelo mostró las siguientes características: textura franco, pH 5.7, N (total) 0.16%, P 2.9 ppm, K466 ppm.

La siembra se realizó el 4 de julio 1991 utilizando un diseño experimental de parcelas divididas con cuatro repeticiones. La representación de las unidades experimentales fue similar al experimento anterior. La semilla fue revestida con inoculante a una dosis de 250g/60 Kg. de semilla. El inoculante fue preparado a base de turba pulverizada en el Laboratorio de Microbiología de Suelos de la EAP. La distancia de siembra fue de 0.05m entre plantas y 0.65m entre surcos. Todas las parcelas fueron fertilizadas con 80 Kg/Ha de 0-46-0 al momento de la siembra. El control fitosanitario en ambos experimentos se realizó en forma preventiva.

La precipitación promedio durante el período de crecimiento del cultivo fue de 88.5mm y la temperatura fluctuó entre 12 y 33°C. Debido a la baja precipitación, se aplicó un riego en la etapa de floración para asegurar el llenado de las vainas.

Las variables se determinaron en tres etapas del desarrollo del cultivo. NN, PSN, PSPA y CNPA fueron determinadas en la etapa de plena floración (R2), CNPA en la etapa de madurez fisiológica (R7) y

rendimiento (RM) a la cosecha (R8). La cosecha se realizó durante la última semana de Octubre y primera de Noviembre.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los cuadros 1 y 2 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en los dos primeros experimentos. Bajo condiciones de invernadero se encontraron diferencias significativas entre cepas en cuanto a PSN y PSPA. Los resultados muestran que bajo estas condiciones la cepa EAP 1004 fue superior con respecto a PSN. La cepa USDA 110 fue similar a la EAP 1004 en PSPA. La cepa USDA 138 fue inferior a las cepas USDA 110 y EAP 1004 en cuanto a PSN, pero igual a estas dos cepas en PSPA. Los resultados del experimento de campo mostraron que los genotipos 'Siatsa 194', 'Tropical', 'GO832169' y 'Cristalina' tienen mejor nodulación. La cepa que produjo mayor nodulación fue la EAP 1004; sin embargo, no todos los genotipos tuvieron mejor nodulación con esta cepa debido a que la interacción genotipo X cepa fue significativa para NN. Las variables PNE y PSPA no fueron afectados por las cepas pero sí por los genotipos. Se encontró diferencia significativa en PNE entre genotipos pero el porcentaje fue mayor a 90% en todos los casos. Los genotipos 'Siatsa 194', 'Cristalina', 'Tropical' y 'GO8321609' produjeron mayor PSN; sin embargo, la interacción genotipo X cepa fue significativa por tanto no todos estos genotipos tuvieron mejor peso con la cepa EAP 1004. Los genotipos 'Tropical' y 'GO8321609' produjeron el mayor PSPA. En cuanto al rendimiento el efecto del factor cepa no depende del factor genotipo. El RPM obtenido con las cepas USDA 110, USDA 138 y EAP 1004 fue el más alto y similar al obtenido en el control + N. Los genotipos 'TG8143OD', 'Cristalina', 'GO8321609' y 'Júpiter II' produjeron mejor RPM. La variedad 'Cristalina' fue la menos susceptible a enfermedades.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de seis variables estudiadas en el tercer ensayo. Los valores de cada variable resultaron considerablemente menores a los obtenidos en la primera etapa (Becerra et al., 1991). Indudablemente, esto fue debido a la fuerte sequía que se presentó durante el período de crecimiento del cultivo. Se observaron diferencias significativas entre cepas en cuanto a NN y PSN. La cepa USDA 110 en PSN. Esencialmente, la mayor parte de la variabilidad en los efectos de la simbiosis sobre las variables incluidas en este ensayo fue asociada con las cepas. Los genotipos difirieron en cuanto a PCS, 'Siatsa 194' y 'Júpiter II' produjeron semilla de mayor tamaño y por lo tanto resultaron superiores a los demás genotipos en PCS. 'Cristalina' y 'Regional 4' fueron inferiores a 'Siatsa 194' y 'Júpiter II' pero mejores que TG8143OD, cuyo tamaño de semilla fue el más pequeño. La interacción genotipo x cepa fue significativa únicamente para PSPA. Pese a esta interacción, en general, los PSPA más altos fueron producidos por los genotipos 'Cristalina', 'TG8143OD' y 'Júpiter II' en combinación con la cepa USDA 110 y el tratamiento con N.

El rendimiento de los genotipos se ilustran en las Figuras 1 y 2. Tanto las cepas como los genotipos difirieron con respecto a esta variable. La cepa USDA 110 fue similar a la EAP 1004 y al tratamiento con nitrógeno y significativamente al control sin N. Las variedades Siatsa 194 y Regional 4 fueron las más susceptibles a las enfermedades causadas por *Cercospora spp* y mosaico. Los demás genotipos fueron menos afectados.

A diferencia de los resultados de los primeros dos experimentos, los cuales mostraron que las cepas USDA 110 y EAP 1004 eran las mejores, en este ensayo se destacó solamente la cepa USDA 110. Esta cepa fue la mejor en NN, PSN y RMP. En RMP, esta cepa no difirió significativamente del tratamiento con N (229 kg N/ha). La EAP 1004 igualó en PSN a la USDA 110, pero en RMP no superó al control sin N. Comparando las condiciones de humedad que predominaron durante el desarrollo del cultivo tanto en la primera como en la segunda etapa de este estudio, se puede deducir que la cepa USDA 110 es más tolerante a la sequía que la EAP 1004. Esta característica es realmente importante, si se tienen en cuenta la irregularidad de las lluvias que se está presentando últimamente en esta región. Entre los genotipos 'Cristalina' fue significativamente la mejor en RMP. 'TG81430D' y 'Júpiter II' ocuparon el segundo lugar y 'Siatsa 194' y 'Regional 4' el tercer lugar. Estos resultados verifican nuestras observaciones anteriores.

CONCLUSIONES

Estos resultados nos permiten concluir que entre las cepas que se encuentran disponibles en el laboratorio de Microbiología de Suelos para la preparación de inoculantes para soya, la cepa USDA 110 continúa siendo la mejor, sin descartar a la EAP 1004 como una buena alternativa. Pese a la sequía, el comportamiento de los genotipos en cuanto a rendimiento fue similar al observado anteriormente. Por lo cual, para la producción de soya bajo nuestras condiciones locales, se recomienda 'Cristalina', en primer lugar, y 'TG81430D y Júpiter II', en segundo lugar, inoculadas con la cepa USDA 110, preferiblemente. El uso de estos materiales, cuya afinidad simbiótica ha sido verificada, va a ayudar a que la producción de soya en Honduras sea más rentable. Sin embargo, para lograr los beneficios de la efectividad de estas simbiosis, es necesario además considerar el resto de factores que influyen en el crecimiento y rendimiento de este cultivo.

REFERENCIAS

- BECERRA, E.S.; VITERI, S.E.; ROSAS, J.C.; CONSENZA, O.E. 1991. Evaluación de genotipos de soya y cepas de *Bradyrhizobium japonicum* por nodulación y fijación de nitrógeno. In: Informe Anual de investigación. Vol 3. Departamento de Agronomía, EAP. El Zamorano, Honduras. p. 38-42
- CORRAL, L.R; NEHRING, R. 1989. Resultados del ensayo regional 111 de variedades de soya. In:

Informe Anual de investigación. Vol.2. Depto. de Agronomía, EAP. El Zamorano, Honduras. p.57-59

ROMERO J. 1990. La soya en Honduras: zonas central y pacífica. La Lima, (Hond.) FHIA. [6] p.

SOMASEGARAN, P.; H.J. 1985. Methods in Legume - *Rhizobium Technology*. Hawaii, University of Hawaii. 367 p.

Cuadro 1. Evaluación de cuatro cepas de *Bradyrhizobium japonicum* en simbiosis con la variedad Siatsa 194 en invernadero. El Zamorano, Honduras, 1990.

	Número nódulos	Nódulos efectivos	Peso seco	
			Nódulos (mg)	Parte aérea (g)
CEPAS				
USDA 110	30.8	99.5	160	1.58
USDA 138	26.8	100.0	120	1.37
USDA 136	32.5	100.0	130	1.26
EAP 1004	35.0	98.9	190	1.47
CONTROL	0.0	0.0	0.0	0.98
Signif	ns	ns	**	**
DMS (0.05)	-	-	30	0.19

** , * , ns Significativo al nivel $P < 0.01$, $P < 0.05$, y no significativo, respectivamente.

Cuadro 2. Evaluación de la interacción simbiótica de cuatro cepas de *B. Japonicum* con nueve genotipos de soya, bajo condiciones de campo, El Zamorano, Honduras, 1990.

	Número nódulos	Nódulos Efectivos	Peso seco		Rdto. Planta	Peso 100 sem.
			Nódulos p. Aerea	(g)		
CEPAS (C)	%	(mg)	(gr)	(g)	(g)	
USDA 110	29.04	95.28	598	172.6	19.1	
USDA 138	19.4	92.58	296	164.5	18.	
USDA 136	28.1	96.89	431	164.5	17.8	
EAP 1004	37.9	95.12	838	174.2	18.6	
Cont. + N	0.02	0.00	000	190.5	15.0	
Cont. - N	0.03	0.00	000	162.3	18.0	
Signif.	**	ns	**	ns	**	
DMS (0.05)	0.71	-	44	-	0.8	
Genotipos (G)						
Cristalina	28.3	96.4	623	162	15.9	
IAC-8-15	17.7	94.9	377	158	22.1	
Júpiter II	12.2	94.4	273	163	18.5	
Siatsa 194	41.8	95.4	916	159	23.2	
Tropical	38.8	96.8	839	204	17.3	
Regional 4	24.7	96.3	550	151	18.0	
Paranagoigana	6.0	90.7	133	166	16.2	
GO8321609	37.1	98.1	805	191	15.5	
TG8143OD	15.8	93.5	351	166	14.3	
Signif.	**	*	**	**	**	
DMS (0.05)	11.4	3.9	105	24	1.0	
INTERACCION						
CxG	**	ns	**	ns	**	
Signif		-		-		
DMS (0.05)						

** , * ns, Significativo al nivel $P < 0.01$ y $P < 0.05$, y no significativo, respectivamente

Cuadro 3. Evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium japonicum* en simbiosis con cinco genotipos de soya. El Zamorano, Honduras, 1991.

NUMERO NODULOS	PESO SECO NODULOS PARTE AEREA			NITROGENO P. AEREA		PESO 100 SEMILLAS
	(mg)	(g)				
	R2	R2	R2	R2	R7	R8
Tratamiento (T)						
USDA 110	8.50	9.3	102.5	2.6	2.0	19.7
EAP 1004	5.38	5.7	80.7	2.9	1.9	19.6
+ N (229 Kg/hA)	0.02	0.01	105.2	2.9	2.0	19.2
- n (control)	0.17	0.04	72.4	2.5	1.9	17.8
Signif.	**	**	**	ns	ns	ns
DMS _(0.05)	1.7	3.85				
<u>Genotipos</u> _{JG}						
Cristalina	5.23	6.6	100.4	2.9	2.0	18.7
TG8143OD	3.86	4.0	94.2	2.9	2.1	14.6
Júpiter II	2.36	2.2	92.4	2.5	1.7	21.7
Siatsa 194	2.54	2.6	77.8	2.7	1.9	22.2
Regional 4	3.58	4.3	86.2	2.7	1.9	18.0
Signif.	ns	ns	**	ns	ns	**
DMS _(0.05)						1.98
<u>Interacción</u> _{C x G}						
Signif.	ns	ns	**	ns	ns	ns
DMS _(0.05)						

** , * , ns, Significativo al nivel P<0.01 y P<0.05 y no significativo, respectivamente.

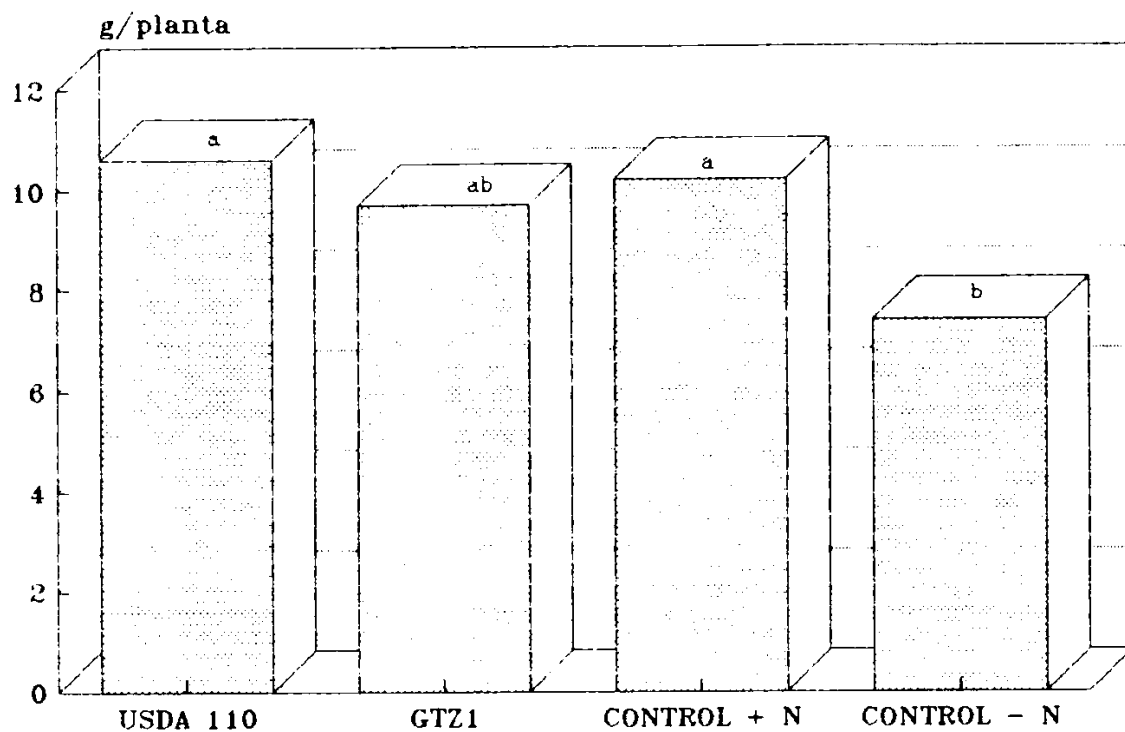


Fig. 1 Efecto de las cepas y aplicación de N sobre el rendimiento de cinco genotipos de soya.

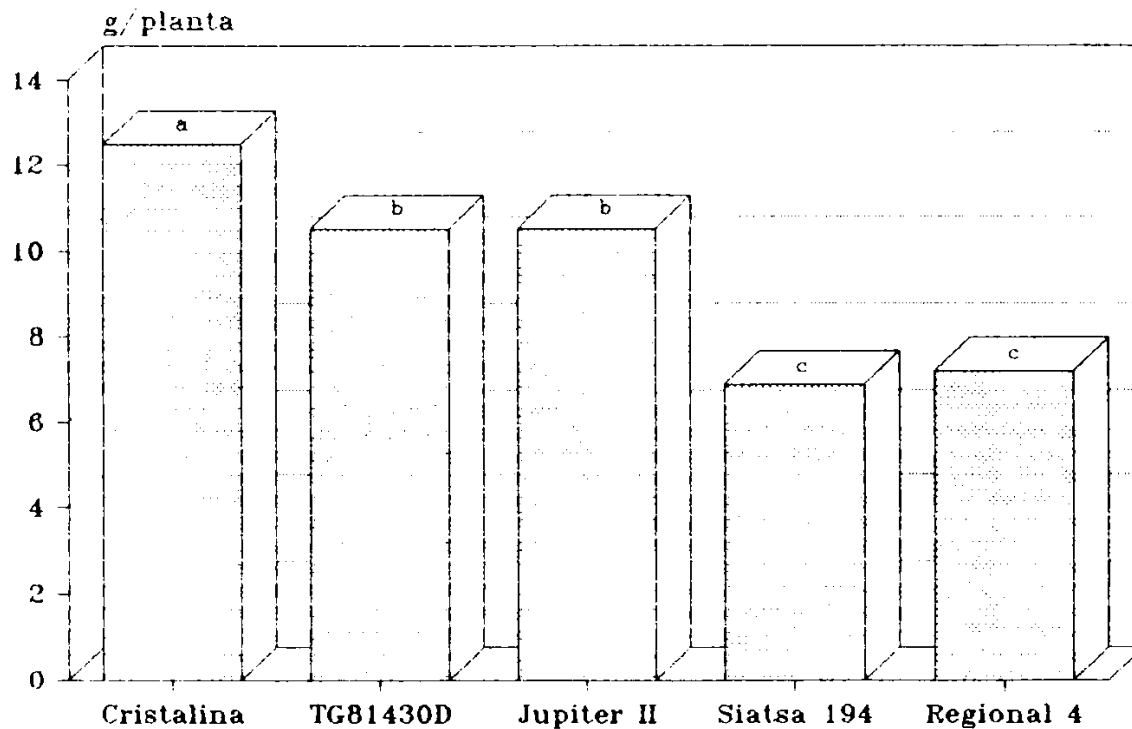


Fig. 2 Rendimiento de los genotipos bajo el efecto de la inoculación y la aplicación de N. (Barras con distinta letra difieren significativamente al 5%).

Hibridación Natural y Métodos de Polinización Manual en *Phaseolus coccineus* L.

José S. Muruaga Martínez¹, Francisco Cárdenas Ramos¹, Jorge A. Acosta Gallegos¹.

RESUMEN

El conocimiento del sistema reproductivo de las formas cultivadas del frijol "ayocote", *P. coccineus*, es necesario para entender su manejo agronómico y la conservación de la diversidad genética de la especie. Los objetivos de este trabajo fueron conocer el sistema reproductivo del frijol "ayocote" y determinar el método de polinización manual más efectivo. Durante 1989, se establecieron en Chapingo, Méx., parcelas con dos poblaciones contrastantes, X-16802 y X-16499 y a diferentes distancias entre ellos. Por otra parte, la colecta X-16499 se sembró con y sin jaulas de malla para determinar el % de autofecundación y de cruzamiento natural. El cruzamiento natural fue alto (14.74%), sobre todo cuando las dos poblaciones se establecieron muy cerca una de la otra. Distancias superiores a 100m entre poblaciones resultaron efectivas para disminuir la polinización cruzada a menos del 1%. La autofecundación en jaulas de malla resultó baja (6.32%). Los principales insectos polinizadores observados durante el desarrollo del cultivo fueron: *Apis mellifera* y *Bombus* spp., los que mostraron una eficiencia en la polinización del 62 y 76% cuando se confinaron dentro de las jaulas. La eficiencia de los métodos de polinización manual resultó baja comparada con la de los insectos. Se sugiere la utilización de los insectos mencionados en los programas de multiplicación de semilla de esta especie en jaulas de malla.

INTRODUCCION

El conocimiento del sistema reproductivo de las formas cultivadas y silvestres de *P. coccineus* L., es fundamental para entender su manejo agronómico en los programas de fitomejoramiento y de conservación de la diversidad genética. El banco de germoplasma del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) de México, cuenta con una colección de aproximadamente 1000 accesiones, en la cual está representada la variabilidad genética de *P. coccineus*. Sin embargo, la utilización de esa variabilidad en el mejoramiento de la especie está limitada, por la poca cantidad de semillas que contienen sus accesiones, y la falta de conocimiento que permita dar el manejo agronómico más adecuado para garantizar la conservación de la integridad genética de las colecciones en los lotes de multiplicación de la semilla y en los campos de los agricultores.

Por lo anterior, la finalidad de este trabajo fue conocer: 1) El porcentaje de autopolinización. 2) El efecto de la distancia en el porcentaje de cruzamiento natural. 3) La eficiencia de los principales insectos polinizadores *Apis*

Mellifera y *Bombus* spp. y 4) La mejor técnica de polinización manual.

Diversos investigadores, han demostrado que la incidencia de cruzamiento natural en *P. coccineus* L., es alta y que las abejas (*Apis mellifera*) y los abejorros (*Bombus* spp) son los principales insectos polinizadores, tanto de las formas cultivadas como de las silvestres (Free y Racey, 1968; Blackwall, 1971; Miranda, 1979). En México se han reportado porcentajes de cruzamiento natural de las formas cultivadas con un valor de 73 por ciento (Miranda, 1979). Búrquez y Sarukhán (1980) observaron que en las poblaciones cultivadas y silvestres de altitud media (1800-2500 msnm) los abejorros del género *Bombus* spp. y las abejas *A. mellifera* son los principales insectos polinizadores; mientras que en las poblaciones insectos polinizadores; mientras que en las poblaciones silvestres de mayor altitud (3000 msnm) el colibrí *Hylochris leucotis*, es el único polinizador; en base a lo anterior concluyeron que existe aislamiento genético entre las poblaciones de altura media y alta.

Vanderborght (1982) encontró que los abejorros fueron eficientes en la polinización de *P. coccineus* en jaulas de malla, lo que facilitó la multiplicación de germoplasma de dicha especie en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia. Además, mencionó, que el costo de las casas de malla es relativamente bajo. Sin embargo, el desconocimiento de la cría artificial de este insecto, no permite la recomendación de esta forma de polinizar, por lo cual, la polinización manual podría jugar un papel importante para conservar la integridad genética de las colectas de *P. coccineus*.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX) ubicado en Chapingo, México, situado a los 19°27' de latitud Norte y 98°53' de longitud Oeste, a 2240 msnm, con una temperatura media anual de 15°C y 613 mm de precipitación. Durante el período de abril de 1988 a diciembre de 1989, se llevaron a cabo tres experimentos:

EXPERIMENTO I:

Este experimento fue con el propósito de determinar el efecto de la distancia en el porcentaje de cruzamiento natural. Se utilizaron dos variedades contrastantes en cuanto a el color de la flor y el color de la testa de la semilla. Estas fueron: a) Colección X-16802 de flor

¹ Investigadores del INIFAP Chapingo, México.

blanca y testa blanca, y b) colección X-16499 de flor roja y testa negra. Como marcador genético se utilizó el color rojo de la flor de la variedad X-16499, por ser dominante sobre el blanco.

El progenitor masculino (X-16499) fue sembrado el 29 de abril y el 10 de mayo de 1988 el progenitor femenino (X-16802), con el fin de lograr coincidencia en la floración de ambas colectas. Las distancias a la que fue sembrado el progenitor femenino con respecto al progenitor masculino fueron: 0.80, 50, 75, 150, 250, 300, 500, 750 y 900 metros. El progenitor masculino ocupó una área compacta de 160m² con un total de 320 plantas, mientras que el progenitor femenino ocupó una área de 8 m² con un total de 25 plantas en cada una de las distancias.

El 15 de noviembre se cosecharon todas las semillas del progenitor femenino (carácter recesivo) en cada una de las distancias. Estas fueron sembradas el 31 de marzo de 1989, para determinar el porcentaje de plantas que mostraron el carácter dominante (flor roja) de la colecta X-16499.

EXPERIMENTO II:

En este experimento se utilizó la colecta X-16499 con los siguientes objetivos:

1) Determinar el por ciento de autopolinización; 2) Verificar la eficiencia de los insectos polinizadores (*A. mellifera* y *Bombus* spp) y para llevar a cabo dichos estudios, la variedad X-16499 fue sembrada el 11 de mayo de 1988, en 10 parcelas de 6m de longitud; y el 10 de mayo de 1989 en 4 parcelas. En algunas parcelas se utilizaron jaulas (6x2x2 m) de varilla de acero con cubierta de malla plástica, para impedir el paso de los insectos, otras parcelas quedaron descubiertas para fines comparativos. Los insectos polinizadores (*A. mellifera* y *Bombus* spp) permanecieron en cautiverio solamente durante el período de floración.

EXPERIMENTO III:

El objetivo de este experimento fue probar técnicas de polinización artificial para identificar la más eficiente, rápida y fácil. Las técnicas de polinización manual empleadas, tienen como principio fundamental la frotación y/o enganchado del estigma-estilo (Buishand, 1956). Estas se realizaron con o sin emaculación del botón y/o flor. También se experimentó con el método de inserción descrito por Andrade (1988), el cual, consiste en colocar la quilla con el estilo-estigma y estambres de la flor masculina en antesis sobre el estilo-estigma de la flor femenina emasculada.

RESULTADOS

Efecto de la distancia en el porcentaje de cruzamiento natural (Experimento I)

En el Cuadro 1, se observa que el porcentaje máximo encontrado fue de 14.74, a una distancia de 0.80 m y el

mínimo fue de 0.19 dentro del rango de los 750-900 m. Se observó que los principales insectos polinizadores fueron los abejorros de género *Bombus* y la abeja *A. mellifera*, y ocasionalmente alguno que otro colibrí (*H. leucotis*). El porcentaje del cruzamiento natural solo fue alto cuando los materiales de esta especie fueron situados muy cerca uno del otro; debido a la coincidencia del período de floración y a la presencia de los insectos polinizadores. De acuerdo con los resultados, distancias mínimas de 75 m son necesarias para evitar en gran medida la polinización cruzada entre materiales distintos de *P. coccineus*. Autopolinización y polinización cruzada (Experimento II).

En el Cuadro 2, se presentan los resultados obtenidos de la comparación de la autopolinización vs. la polinización libre en la colecta X-16499 de *P. coccineus*. Estos indican, que el porcentaje de autopolinización fue de 6.32% y 52.20% de polinización libre. El bajo porcentaje de autopolinización en *P. coccineus*, concuerda con lo reportado por diversos investigadores (Free y Racey, 1968; Kendall y Smith, 1976; Búrquez y Saruhkán 1984). Por lo anterior, a *P. coccineus* se le puede clasificar como especie alógama, ya que requiere de la mediación de los insectos para su polinización.

De acuerdo con el conteo del número de flores en 13 plantas en el tratamiento de polinización libre, se observó que *P. coccineus*, al igual que otras leguminosas, tiende a producir muchas más flores que frutos maduros, independientemente de la presencia constante de los principales insectos polinizadores durante el período de floración, el que en este caso fue de 43 días.

Eficiencia de la polinización de *Apis mellifera* y *Bombus* spp. (Experimento III).

Los resultados del Cuadro 3, indican que los abejorros del género *Bombus* fueron más eficientes que las abejas (*A. mellifera*) con una diferencia de 13.91 por ciento. Estos resultados concuerdan con los datos reportados por Knuth (1895-1905), citado por Búrquez y Saruhkán (1984).

Métodos de Polinización (Experimento III).

En el Cuadro 4, se presentan los resultados de la comparación entre métodos manuales de polinización en la variedad X-16499. Las diferencias entre métodos no fueron significativas; sin embargo, el método de frotación del estilo-estigma de flores en antesis sin emasculación, fue el más rápido y fácil de realizar.

DISCUSION

El porcentaje de cruzamiento natural en *P. coccineus* fue alto cuando las colectas fueron sembradas muy cerca una de la otra. No se tiene evidencia de que la misma distancia de aislamiento pueda funcionar en todas partes, por ello es conveniente realizar estudios similares en el lugar, donde se pretenda manipular la variabilidad genética de esta especie. En el caso del "Valle de México", es recomendable que la distancia entre las

accesiones que se vayan a multiplicar sea superiores a los 100 metros, con el fin de garantizar la integridad genética de las mismas.

Es recomendable utilizar a los insectos polinizadores del género *Bombus* spp. y *A. mellifera* bajo condiciones de cautiverio en jaulas para cada una de las accesiones que se pretenda multiplicar. La hibridación manual no es recomendable en la multiplicación de las accesiones de *P. coccineus* debido a los altos costos que representa la contratación de mano de obra calificada, y el tiempo invertido para realizar las polinizaciones.

Se debe estudiar la biología reproductiva de *Bombus* spp, para facilitar su reproducción bajo condiciones controladas.

AGRADECIMIENTO

Al International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) por el apoyo para la conducción de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- ANDRADE AGUILAR, J.A. 1987. Interspecific hibridization between *Phaseolus vulgaris* L. (common bean) and *P. acutifolius* A. Gray (tepary bean) by means of embryo culture. M. Sc. Dissertation. Department of Plant Biology University of Birmingham, England.
- BUIHAND, T.L.J. 1956. The crossing of beans (*Phaseolus* spp). *Euphytica* 5:41-50
- BLACKWALL, F.L.C. 1971. A study of plant-insect relationships and pod setting in the runner bean (*Phaseolus multiflorus*) . *J. Hort. Sci.* 46:365-379
- BURQUEZ, A. y J. SARUKHAN. 1980. Biología floral de Poblaciones silvestres y cultivadas de *Phaseolus coccineus* L., I. Relaciones Planta-polinizador. *Bol. Soc. Bot. México* 39: 5-27
- y ----- . 1984, Biología floral de poblaciones silvestres y cultivadas de *Phaseolus coccineus* L., II. Sistemas reproductivos. *Bol. Soc. Bot. México* 46:3-12.
- FRACC, J. B. and P.A. RACEY. 1968. The pollination of runner beans (*Phaseolus multiflorus*) in a glasshouse. *Journal of Apicultural Research* 7 (2): 67-69
- KENDALL, D.A. and B.D. SMITH, 1976 The Pollinating efficiency of honeybee and bumblebee visits to Flowers of the runner bean *Phaseolus coccineus* L. *J. Appl. Ecol.* 13:749-753
- MIRANDA C., S. 1979. Evolución de *Phaseolus vulgaris* y *P. coccineus*. En E.M. Engleman (ED),

Contribuciones al conocimiento del frijol en México. (*Phaseolus*) C.P. Chapingo, México.

VANDERBORGHT T. 1982. Seed-Increase and evaluation of the *Phaseolus coccineus* germplasm. CIAT-Gemblour Project. Centro Internacioanal de Agricultura Tropical. Inédito.

Cuadro 1. Porcentaje de cruzamiento natural en el frijol ayocote (*P. coccineus*) en Chapingo, México.

Distancia entre colectas (m)	No. total de plantas observadas	No. de plantas con características del padre	% de cruzamiento natural
0.80	773	114	14.74
50.0	2114	48	2.27
75.0	767	5	0.65
150	1297	6	0.46
250-300	1951	4	0.20
350-500	1276	3	0.23
750-900	1548	3	0.19

* Promedio de 2 distancias

Cuadro 2. Comparación de la autopolinización y la polinización cruzada en *P. coccineus*, variedad X-16499 en Chapingo, México.

Tratamiento	No. de polinizaciones efectivas	No. de flores en 13 plantas	Eficiencia de la polinización
Autopolinización	222	3285	6.32
Polinización libre	1997	3825	52.20

Cuadro 3. Eficiencia de la polinización de *A. mellifera* y *Bombus* spp bajo condiciones de cautiverio en *Phaseolus coccineus* colecta X-16499 en Chapingo, México.

Tratamiento	No. de Polinizaciones efectivas.	Eficiencia de la Polinización (%)
Polinización con Apies	1240	62.09*
Polinización libre	1997	
Polinización con Bombus	1800	76.0
Polinización libre	2350	

* En comparación con la polinización libre.

Cuadro 4. Comparación entre métodos manuales de polinización en *P. coccineus* L. colecta X-16499 en Chapingo, México.

Método	Número de Polinizaciones		Eficiencia en la Polinización
	Efectivas	Realizadas	
Método de frotación y enganchado. 1	188	942	19.95
Método de frotación y enganchado. 2	372	1601	23.23
Método tradicional	489	2374	20.59
Método de inserción	335	1455	23.02

1. Con emasculación; 2. Sin emasculación.

GENOTECNIA VEGETAL

Resultados del ECAR de Variedades de Frijol de Semilla de Color Negro y Rojo Pequeño

Benito Faure Alvarez, Juan Manuel Serrano Hernández.¹

En el último trimestre del año 1991 se sembraron en la Estación Experimental de Granos "El Tomeguín" 32 variedades de frijol del ECAR de semillas de color negro y rojo pequeño en un diseño de bloques al azar con 16 tratamientos y tres réplicas. En estos se evaluó el rendimiento en Kg/ha, el hábito de crecimiento, arquitectura de la planta, valor comercial del grano y roya. Todos los materiales que superaron al testigo, Tazumal (BAT 58) fueron seleccionados para la etapa de regionalización de variedades en las localidades de mayor influencia en la producción de frijol en Cuba.

Palabras claves: Frijol, mejoramiento genético, selección de variedades.

INTRODUCCION

En el área de Cuarentena de la Estación Experimental de Granos "El Tomeguín" se sembraron en noviembre de 1991 el ECAR de semillas de color negro y rojo pequeño; con el objetivo de evaluar y seleccionar los materiales con mejores características a las del testigo local e incluirlo en los ensayos de rendimiento en las localidades de mayor influencia en la producción comercial de frijol en Cuba. El ECAR de semillas de color negro y rojo pequeño está formado por las mejores selecciones de los Programas Nacionales de frijol de los países miembros del Profrijol (Centroamérica, México y el Caribe) contando además con la colaboración eficiente del Programa de Frijol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

MATERIALES Y METODOS

Los trabajos se desarrollaron en la Estación Experimental de Granos "El Tomeguín" a una altura de 50 msnm (1). Utilizando un diseño de bloques al azar con 16 tratamientos y tres repeticiones. En estos se evaluaron el rendimiento en Kg/ha ajustado al 14% de humedad, hábito de crecimiento, arquitectura de la planta, valor comercial del grano y reacción a las enfermedades. Empleando la metodología teniendo en cuenta el Instructivo Técnico para el cultivo de el frijol (3).

RESULTADOS Y DISCUSION

Variedades del ECAR de semillas de color negro. En el análisis de varianza combinado de las tres siembras quedaron en los primeros lugares MEX-1, ICTA PRECOZ 7, ICTA, OSTUA y MUS 90 sin diferencia

significativa con el testigo Tazumal (2042 Kg/ha). Las demás variedades tienen diferencia significativa con el testigo. (Cuadro 3 y 4).

El hábito de crecimiento y la arquitectura de la planta relacionada con la cosecha mecanizada es buena en todas las variedades (Cuadro 5). El valor comercial del grano alcanzó valores permisibles en todas las variedades menos el DOR 385 y ICTA JU 90-7 (Cuadro 5).

La reacción a las enfermedades muestran valores de intermedio en todas las variedades (Cuadro 5).

Las variedades del ECAR de semillas de color rojo que no mostraron diferencia significativa con el testigo RAB 30 (2226 Kg/ha) fueron DOR 474 y DICTA 57 el resto de las variedades tienen diferencia significativa con el testigo RAB 30. (Cuadro 6 y 7). En el cuadro 8 aparece el hábito de crecimiento y la arquitectura de la planta que muestran buenos valores para todas las variedades menos ROJO DE SEDA y NIC 141 con evaluaciones de 4 cada una para la cosecha mecanizada. El valor comercial del grano no alcanzó buenos valores para las variedades MUS 91, RAB 463, DOR 472, DOR 483, DOR 476 y DOR 475 (Cuadro 8). En el comportamiento a Roya y a Bacteriosis común todas las variedades se comportaron de intermedia.

CONCLUSIONES

Las variedades seleccionadas para continuar etapa de investigación fueron semillas de color negro MEX E-1, ICTA PRECOZ 7, ICTA OSTUA, MUS 90, DOR 500, DOR 446, DOR 390 y las variedades de color rojo DOR 474, DICTA 57, DOR 391, DOR 483, DOR 476, NIC 141, DOR 481, DOR 482 y DOR 364.

BIBLIOGRAFIA

1. ATLAS NACIONAL DE CUBA. Academia de Ciencias de Cuba. (1970).
2. CIAT. Sistema estándar para la evaluación de Germoplasma de frijol. Cali, Colombia. 56 pág. (1987)
3. MINAG. Instructivo Técnico para el cultivo del frijol. Dirección de Cultivos Varios. La Habana. 69 pág. (1984)

¹ Investigador y Especialista del I.I.H. "Liliana Dimitrova", Estación Experimental de Granos "El Tomeguín", Carretera "El Tumbadero", Km. 5 1/2, Alquizar, P. Habana, CUBA.

Cuadro 1. Variedades de frijol del ECAR (1990-91) de semillas de color negro.

Identificación	Progenitores
DOR 390	(DOR 364 x G 18521) x (DOR 365 x 1 m.30630)
ICTA PRECOZ 7	Retr. DOR 44 x ICTA 78-69
ICTA OSTUA	DOR 42 x ICTA 78-12
ICTA TURBO III	A 429 x XAN 112
MEX X-62	D 30 x D 145
MEX X-1	D 45 x 1435
MUS 90	ICTA L 8131 x NAG 12
DOR 383	ICTA 82-13 x Garrapato
DOR 446	(DOR 364 x g 18521) x (DOR 365 x LM 30630)
DOR 470	ICTA 82-13 x Etiopía 5
DOR 448	(DOR 364 x G 18521 x (DOR 365 x LM 30630)
ICTA 89-10	JUT 84-3 x Rabia de Gato
NAG 209	XAN 108 x (DOR 15 x DOR 146)
DOR 500	(DOR 364 x G 18521) x (DOR 365 x LM 30630)
DOR 445	DOR 364 x G 18521 x (DOR 365 x LM 30630)
ICTA JU 90-4	A 429 x XAN 112 (12362-7-1-CM (41)
TAZUMAL (BAT 58) T.L.	(SAL 22 G4 x H183N) x ICA PIJAO x TURRIALBA 1)

Cuadro 2. Variedades de frijol del ECAR (1990-1991) de semillas de color rojo.

Identificación	Progenitores
DOR 364	BAT 1215 x (RAB 166 x DOR 125)
DOR 391	DOR 367 x (DOR 364 x LM 30649)
DICTA 57	DESA RURAL 1R x RAB 142
MUS 91	G 18244 x XAN 111
NIC 141	TICO RAMA x RAO 33
RAB 463	CENTA IZALCO x MUS 6
DOR 472	DOR 367 x (DOR 364 x BAT 1292)
DOR 474	DOR 367 x (DOR 364 x BAT 1298)
DOR 481	DOR 367 x (DOR 364 x LM 30649)
DOR 483	DOR 367 x (DOR 364 x LM 30649)
DOR 482	DOR 367 x (DOR 364 x LM 30649)
ROJO DE SEDA	SELECCION DE CRIOLLA V.M.
RAB 476	DOR 367 x (DOR 364 x BAT 1298)
RAB 478	RAO 33 x XAN 90
DOR 475	DOR 367 x (DOR 364 x BAT 1298)
RAB 30 T.L.	(BAT 93 x BAT 821) x BAT 1155

Cuadro 3. Variedades de frijol del ECAR (1990-91) de semillas de color negro. rendimiento en Kg/ha.

Identificación	1990	1991	1991 A
MEX E-1	2271 A	2357 A	1631 AB
TAZUMAL T.L.	2048 AB	2250 AB	1827 A
ICTA OSTUA	2027 ABC	2173 ABC	1631 AB
ICTA PRECOZ 7	2006 ABCD	2238 ABC	1637 AB
MUS 90	1893 ABCDE	2158 ABC	1592 ABC
MEX E-62	1857 ABCD	1652 D	1063 DE
DOR 448	1795 BCDEF	1866 BCD	1307 BCDE
DOR 500	1563 CDEFG	2063 ABCD	1458 ABCD
DOR 446	1560 CDEFG	2021 ABCD	1241 BCDE
DOR 390	1542 DEFG	1804 BCD	1286 BCDE
ICTA TURBO III	1473 EFG	1867 BCD	1190 BCDE
DOR 385	1351 FG	2110 ABC	1464 ABCD
DOR 445	1298 G	1777 CD	1327 BCDE
ICTA 89-10	1268 G	1964 ABCD	1628 AB
DOR 470	1637 BCDEFG	-----	-----
NAG 209	1890 ABCD	-----	-----
ICTA JU 90-4	-----	1887 BCD	1637 BCDEFG
ICTA JU 90-7	-----	1625 D	1890 ABCDE
E.S.	143	136	149
x general	1717	1984	1397
C.V.%	14.4	11.8	18.4

Cuadro 4. Medias de las variedades de frijol del ECAR (1990-91) de semillas de color negro.

Identificación	Kg/ha	% Relativo al Testigo
MEX E-1	2087 A	102
TAZUMAL	2042 A	100
ICTA PRECOZ 7	1960 A	95
ICTA OSTUA	1944 A	95
MUS 90	1881 AB	92
DOR 500	1695 BC	83
DOR 448	1656 BC	81
DOR 385	1620 C	80
ICTA 89-10	1607 C	79
DOR 446	1544 C	78
DOR 390	1544 C	77
MEX E-62	1524 C	74
ICTA TURBO III	1490 C	72
DOR 445	1467 C	7
E.S.	82	
x general	1700	
C.V.%	14	

Cuadro 5. Características más importantes de las variedades de frijol del ECAR (199-91) de semillas de color negro.

Identificación	Hábito de Crecimiento	Arq. de Planta	Valor C. del Grado	Roya	Bacteriosis común
DOR 390	3	3	2	4	4
ICTA PRECOZ 7	2	3	2	5	5
ICTA OSTUA	2	2	3	5	4
ICTA TURBO III	3	3	3	4	4
MEX E-62	2	1	2	4	5
MEX E-1	2	2	1	4	4
MUS 90	2	3	2	4	5
DOR 385	2	3	5	3	4
DOR 446	2	3	2	3	4
DOR 470	2	2	3	4	5
DIR 448	3	3	2	5	4
ICTA 89-10	2	3	1	5	3
NAG 209	2	3	3	5	3
DOR 500	2	2	2	5	4
DOR 445	3	2	2	4	3
TAZUMAL T.L.	2	2	3	5	4
ICTA JU 90-4	2	3	4	5	4
ICTA JU 90-7	2	3	2	4	3
ICA PIJAO T.L.	2	2	2	7	6

Cuadro 6. Variedades de frijol del ECAR (1990-91) de semillas de color rojo. Rendimiento Kg-ha.

Identificación	1990	1991
RAB 30 T.L.	2217 A	2235 A
DICTA 57	1967 AB	1997 ABC
DOR 474	1881 BC	2170 AB
DOR 476	1693 BCD	1765 BCD
DOR 482	1643 CD	1604 CD
RAB 478	1616 CD	1768 BCD
DOR 391	1601 CDE	1902 ABCD
RAB 463	1595 CDE	1688 CD
DOR 483	1560 CDE	1905 ABCD
DOR 475	1560 CDE	1688 CD
DOR 481	1548 CDE	1741 BCD
NIC 141	1512 DE	1825 ABCD
DOR 364	1506 DE	1732 BCD
MUS 91	1447 DE	1470 D
ROJO DE SEDA	1265 E	961 E
<u>E. S</u>	101	135
X general	1638	1759
C. V. %	10.7	13.3

Cuadro 7. Medias de las variedades de frijol del ECAR (1990-91) de semillas de color rojo.

Identificación	Kg/ha	% Relativo al Testigo
RAB 30 T.L	2226 A	100
DOR 474	2025 A	90
DICTA 57	1982 AB	89
DOR 391	1752 BC	78
DOR 483	1732 BCD	77
DOR 476	1719 CD	77
RAB 478	1692 CD	76
NIC 141	1668 CD	74
DOR 472	1656 CD	74
DOR 481	1644 CD	73
RAB 463	1641 CD	73
DOR 482	1624 CD	72
DOR 475	1624 CD	72
DOR 364	1619 CD	72
MUS 91	1458 D	65
ROJO DE SEDA	1113 E	50
E.S.	84	
x general	1698	
C.V. %	12.2	

Cuadro 8. Características más importantes de las variedades de frijol del ECAR (1990-91) de semillas de color rojo pequeño.

Identificación	Hábito de crecimiento	Arq. de planta	Valor C. del Grano	Roya	Bacteriosis común
DOR 364	2	2	3	4	5
DOR 391	2	3	3	4	3
DICTA 57	3	3	2	4	4
MUS 91	2	3	5	5	3
NIC 141	2	4	3	4	4
RAB 463	2	3	4	3	4
DOR 472	2	3	4	4	4
DOR 474	2	2	3	2	6
DOR 481	2	3	3	2	5
DOR 483	2	3	4	4	5
DOR 483	2	3	3	4	5
ROJO DE SEDA	2	4	2	4	6
DOR 476	2	2	4	2	4
RAB 478	2	3	3	3	5
DOR 475	2	2	4	2	4
RAB 30 T.L.	2	3	3	3	3

Correlaciones Genotípicas, Fenotípicas y Ambientales en Variedades de Soya para Grano.

Elio Moseley Moré¹

RESUMEN

Se evaluaron 10 caracteres en tres campañas durante el mes de agosto (verano). Con el rendimiento en general las correlaciones genotípicas fueron bajas en la mayoría de los caracteres estudiados; para la fenotípica y la ambiental, solo el acamado y las plantas cosechadas mostraron valores de "r" por encima de 0,5; otras correlaciones genotípicas altas se registraron entre los días a madurez, número de vainas y altura de la planta con días a floración. La heredabilidad en el sentido amplio fueron altas para días a floración, días a maduración, altura de la planta y número de vainas/planta. El coeficiente de variación para días a floración, días a maduración, altura de planta y número de vainas mostraron un valor similar tanto genotípica como fenotípicamente, sobresale el avance genético con relación a la media del carácter número de vainas para este grupo de variedades.

Palabras claves: soya, grano, variedades, correlaciones.

INTRODUCCION

El mejoramiento de las cosechas está en dependencia de la magnitud de la variabilidad genética y de la intensidad con que pueden heredarse los caracteres deseables.

El coeficiente de variación genético de una medida para comparar la variabilidad genética presente en los caracteres cuantitativos. Por otra parte el conocimiento de las correlaciones de la soya puede facilitar la interacción de los resultados obtenidos y servir de base para abordar eficientemente trabajos de mejora (1), (7).

El objetivo de este trabajo es el de conocer las correlaciones genotípicas, fenotípicas y ambientales de varios caracteres, así como el estimado de diferentes parámetros genotípicas, tales como la heredabilidad en el sentido amplio, el coeficiente de variación genotípico y fenotípico y el avance genético esperado, en un grupo de variedades de soya para grano.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo fue realizado en la Estación Experimental de granos, Alquizar, Habana, donde fueron estudiadas las variedades de soya 'Jupiter', 'R-315', 'Alamo', '7138', 'IAC-7373', 'IAC-B', 'Duocrop', 'F-75-9207', 'Williams 82', 'Ecuador 1' e

'IGH-24', durante tres veranos del mes de agosto. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 réplicas sobre un suelo ferralítico rojo hidratado.

En el área de cálculo (5,6 m²) se cuantificaron los caracteres siguientes: rendimiento en grano kg/ha (R), días hasta la floración (Df), días hasta la madurez (Dm), Acamado (Ac), número de vainas/planta (NV), número de plantas (NP), calidad de la semilla (CS), altura de corte (AC), altura de planta (AP) y peso de 100 semillas (PS), tanto para estos datos como para la agrotecnia del cultivo se utilizó las recomendaciones del (6), con la información obtenida se calcularon las correlaciones fenotípicas, genotípicas y ambientales entre las variables en la forma indicada por (3).

La heredabilidad en el sentido amplio (h²) fue calculada por el método sugerido por (5) y el avance genético (G.A.O); fue estimado de acuerdo al método dado por (4) con el 5% de intensidad de selección.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se encontró con el rendimiento (R) que las correlaciones genotípicas fueron bajas para cualquiera de los caracteres estudiados excepto para el número de vainas con valor superior al 0,5 (Cuadro 1); solo el acamado en el caso de la ambiental y plantas cosechadas en el caso de la genotípicas y la ambiental mostraron correlaciones por encima de 0,5. Otras correlaciones genotípicas altas se registraron entre días a madurez, número de vainas y altura de la planta con días a floración.

Estos resultados coinciden con lo encontrado por (20). Las correlaciones ambientales según (3) influyen, además el componente ambiental, las desviaciones genéticas del tipo no aditivo, no fueron determinadas por la excepción del acamado con días a flor y altura de planta con días a madurez.

La heredabilidad en el sentido amplio, (Cuadro 2) fue alta para días a flor, días a madurez, altura de la planta y número de vainas/planta. Estos resultados también coinciden con lo reportado por (1).

El coeficiente de variación para días a floración, días a maduración, altura de la planta y número de vainas/planta mostraron valores similares tanto fenotípica como genotípicamente sobresaliendo el carácter número de vainas en el avance genético esperado en relación a la media, lo que demuestra una

¹ Investigador del I.I.H. "Liliana Dimitrova", Estación Experimental de Granos "El Tomeguín", carretera "El Tumbadero", km 5 1/2, Alquizar, La Habana, Cuba.

acción aditiva fuerte en este carácter, días a floración y altura de la planta, también tuvieron acción aditiva, pero de menor intensidad. En cuanto al rendimiento (Cuadro 2) la heredabilidad en el sentido amplio el coeficiente de variación genotípica y el avance genético con relación a las medias fueron demasiado bajas como para tenerse en consideración.

BIBLIOGRAFIA

- Días, Carrasco, H. y O. Velazquez. Repetibilidad y heredabilidad en Soya de primavera. *Ciencia Agrícola*. 25:58-61. 1985.
- Díaz, Carrasco, H. y O. Velazquez. Estimados de correlaciones fenotípicas, genotípicas y ambientales en soyas de granos. *Ciencias de la Agricultura*. Academia de Ciencias de Cuba. No. 28 p. 145-147, 1986.
- Falconer, D.S., *Introduction to quantitative genetics*. Editorial Ciencia y Técnica. La Habana. p. 364, 1967.
- Holmson, H.W. Robinson, H. F. y Comstock, R. E. Genotypic and phenotypic Correlations in soybeans and their implications in selection *Agri. L.* 47 (2): 477-483, 1985.
- Hanson, C. H.; H. F. Robinson and R. F. Comstock. Biometrical studies of yield in segregating populations of Korean Lespedeza. *Agronomy Journal* 48: 268-72, 1956.
- INTSOY. International Soybean program colleague of Agriculture. University of Illinois at Urbana-Champaign, 1987.

Cuadro 1. Correlaciones genotípicas (G), fenotípicas (F) y ambientales (A) en Soya para granos.

Variables	DF	DM	Ao	Nv	Pc	Cs	Ac	Ap	Ps
R	G 0.32 F 0.14 A 0.38	0.19 0.28 0.11	0.03 0.41 0.55	0.51 0.34 0.36	0.37 0.58 0.72	0.11 0.29 0.18	-0.13 -0.23 0.07	-0.02 -0.03 -0.09	0.14 -0.22 0.07
DF	G 0.90 F 0.71 A 0.24	0.90 0.71 0.24	0.11 0.75 0.72	0.92 0.75 0.46	-0.12 -0.12 0.33	0.32 0.03 -0.12	0.23 0.18 0.18	0.71 0.56 0.34	-0.78 -0.29 -0.29
DM	G 0.56 F 0.29 A	0.56 0.29	0.12 0.56 0.29	0.11 0.56 0.29	-0.46 -0.03 0.20	0.02 0.19 0.08	-0.41 -0.17 -0.01	0.47 0.51 0.58	-0.12 -0.39 -0.32
Ao	G 0.67 F 0.41 A	0.67 0.41	0.72 0.12 0.56	0.67 0.41	0.00 0.36 -0.10	-0.01 -0.10 0.01	0.08 0.03 -0.31	0.38 0.36 0.46	-0.18 0.07 -0.15
Nv	G 0.26 F 0.11 A	0.26 0.11	0.29 0.11 0.56	0.29 0.11 0.56	-0.10 -0.11 0.26	0.08 0.00 0.00	-0.01 0.18 -0.78	0.40 0.31 -0.35	-0.50 -0.39 0.11
Pc	G 0.07 F 0.03 A	0.07 0.03 0.06	0.55 0.72 0.12	0.36 0.03 0.06	0.07 0.03 0.06	0.03 0.03 0.06	-0.05 -0.23 -0.17	0.10 -0.06 -0.02	0.07 0.06 0.14
Cs	G 0.21 F 0.14 A	0.21 0.14 0.11	0.11 0.14 0.11	0.11 0.14 0.11	-0.21 -0.21 -0.21	0.02 0.02 0.02	-0.23 -0.17 -0.21	-0.06 -0.02 -0.32	0.21 0.14 0.11
Ac	G 0.17 F 0.22 A	0.17 0.22 0.47	0.11 0.22 0.47	0.11 0.22 0.47	0.17 0.22 0.47	0.17 0.22 0.47	0.17 0.22 0.47	0.58 0.40 0.32	0.17 -0.22 -0.47
Ap	G 0.27 F 0.16 A	0.27 0.16 0.32	0.11 0.16 0.32	0.11 0.16 0.32	0.27 0.16 0.32	0.27 0.16 0.32	0.27 0.16 0.32	0.27 0.16 0.32	0.27 0.16 0.32

Cuadro. 2 Estimado de algunos índices estudiados.

Caracter	Media	Heredabilidad	Coefficiente variación fenotípica	Coefficiente variación genotípica	Avance genotípico esperado	Avance genotípico con relación a la media (%)
DIAS A FLORACION	35.00	0.89	15.26	14.39	9.77	21.91
DIAS A MADURACION	91.00	0.87	7.32	6.81	11.85	13.02
ALTURA DE LA PTA	89.00	0.78	13.26	11.72	18.96	21.30
ALTURA DE CORTE	11.98	0.49	17.69	12.41	2.14	17.86
No. DE VAINAS/PTA	45.00	0.78	30.63	27.14	22.37	49.71
PESO DE 100 SEM	16.82	0.13	7.98	2.91	0.37	2.19
RENDIMIENTO kg/ha	2.669	0.06	9.70	2.21	0.14	5.25

Benito Faure Alvarez¹, Juan Manuel Serrano Hernández¹



RESUMEN

El vivero de adaptación de 1991 conformado por 262 líneas en generaciones tempranas y avanzadas de semilla negra y roja pequeña de diferentes proyectos de mejoramiento en el cultivo del frijol, que contempla la colaboración entre varios países. Se sembró en la Estación Experimental de Granos "El Tomeguín" evaluando el rendimiento, hábito de crecimiento, arquitectura de la planta para la cosecha mecanizada el valor comercial del grano, Bacteriosis común y Roja. Los materiales que lograron superar al testigo Tazumal (BAT 58) para las semillas de color negro y al testigo RAB 30 para las semillas de color rojo fueron seleccionadas para la etapa de ensayo de rendimiento en dos localidades del país.

Palabras claves: Frijol, mejoramiento genético, selección de variedades.

INTRODUCCION

En el área de Cuarentena de la Estación Experimental de Granos "El Tomeguín" se sembró en noviembre de 1991 el VIDAC (1991) de semillas de color negro y rojo pequeño con el objetivo de seleccionar las entradas que mostraron características superiores a los testigos, evaluándolo en ensayos de rendimiento en diferentes localidades y alienta el Programa de Hibridación Nacional aumentando la variabilidad genética en las nuevas poblaciones. El VIDAC está formado por las selecciones en generaciones tempranas y avanzadas de los Programas Nacionales de Mejoramiento Genético del frijol de los países miembro de PROFRIJOL (Centroamérica, México y el Caribe) y la colaboración eficiente del Programa de frijol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

MATERIALES Y METODOS

El VIDAC de semillas de color negro estuvo formado por 120 entradas y el de semillas de color rojo pequeño por 140 entradas, en los dos diseños los testigos se colocaron cada 7 entradas. Se sembró en surcos de 2 metros de largo a 0,70 m entre surcos en la localidad de la Estación Experimental "El Tomeguín" a 50 m. s. n. m. (1). Se evaluó el rendimiento en gramos/surcos, la madurez fisiológica, arquitectura de la planta, valor comercial del grano y el porcentaje relativo al testigo. Las atenciones fitotécnica se realizaron teniendo en cuenta el Instructivo Técnico para el Cultivo del frijol (3) y para las evaluaciones se siguió el Sistema Standar para la evaluación de Germoplasma de frijol (2).

RESULTADOS Y DISCUSION

El VIDAC de semillas de color negro tenía 120 entradas y se seleccionaron 28 materiales, los demás se eliminaron por mostrar bajos rendimientos o las semillas no tener buena aceptación. Los mejores rendimientos fueron para las variedades DOR 606, DOR 615, DOR 614, DOR 616, DOR 608 y DOR 425 en comparación con el testigo Tazumal (409 gr/surco) (Cuadro 1). El VIDAC de semilla de color rojo pequeño estaba formado por 140 entradas y se seleccionaron 21 materiales. Los demás se eliminaron por mostrar bajos rendimientos o no tener aceptación en el color de las semillas. Los mejores rendimientos fueron para las variedades DOR 536, RAB 174, DORT 154, RAB 167, RAB 173, MUS 149, DOR 157 y MUS 141 en comparación con el testigo RAB 30 (389 gr/surco) (Cuadro 2).

CONCLUSIONES

En total se seleccionaron 69 entradas del VIDAC, 28 de semillas de color negro y 41 de semillas de color rojo pequeño, las cuales pasarán a la fase de investigación de ensayos de rendimientos en diferentes localidades del país que tienen importancia en la producción de frijol en Cuba.

BIBLIOGRAFIA

- Atlas Nacional de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. (1979).
- CIAT. Sistema estándar para la evaluación de Germoplasma de frijol. Cali, Colombia 56 pág. (1987).
- MINAG. Instructivo Técnico para el cultivo del frijol. Dirección de Cultivos Varios. La Habana. 69 pág. (1984).

¹ Investigador y Especialista del I. I. H. "Liliana Dimitrova", Estación Experimental de Granos "El Tomeguín". Carretera "El Tumbadero", Km 5 1/2. Aquizar, P. Habana. CUBA.

Cuadro 1. Variedades de Frijol Seleccionadas del VIDAC negro, rendimiento en gramos/surco.

Identificación	Peso (g)	M.F.	Arq.	V.C. del Grano	% Rel. Al T.
MUS 164	425	73	2	2	104
MUS 173	410	75	2	3	100
MUS 135	410	70	3	2	100
MUS 137	400	75	2	3	98
MUS 174	390	73	3	2	95
JU 90-4	445	73	3	3	109
JU 91-23	390	70	3	2	95
JU 91-20	375	70	2	2	92
JU 91-21	335	73	3	2	82
JU 91-46	330	70	3	2	81
DOR 606	505	73	2	2	123
DOR 615	500	73	2	3	122
DOR 459	475	73	2	2	116
DOR 614	465	70	3	3	114
DOR 616	455	73	3	3	111
DOR 608	445	75	2	2	109
DOR 613	430	68	3	2	105
DOR 457	430	73	1	2	105
DOR 610	420	73	2	1	103
DOR 448	390	73	3	2	95
DOR 456	375	68	3	2	92
DOR 612	365	75	2	2	89
DOR 446	355	75	2	2	87
DOR 607	350	73	2	2	86
DOR 438	350	73	2	1	86
DOR 609	345	73	3	1	84
NAB 41	425	75	2	2	104
NAB 42	360	75	2	2	88
TAZUMAL T.L	409	75	2	3	100

Cuadro 2. Variedades de Frijol Seleccionadas del VIDAC rojo, rendimiento en gramos/surco.

Identificación	Peso (g)	M.F.	ARQ.	V.C. del Grano	% Rel. AL T.
MUS 149	415	70	1	3	106
MUS 141	395	68	2	2	101
MUS 139	363	70	2	2	93
MUS 163	358	70	3	2	92
MUS 160	350	70	3	2	90
MUS 161	335	70	3	3	86
RAB 574	450	68	2	3	115
RAB 567	423	70	2	2	108
RAB 573	418	68	3	2	107
RAB 568	393	68	3	2	101
RAB 572	390	68	3	3	100
RAB 569	330	68	3	2	92
RAO 74	398	70	3	3	102
RAO 75	358	68	3	3	92
9009-319	330	68	3	2	85
DOR 536	453	73	3	3	116
DOR 554	430	73	2	2	110
DIR 557	410	75	3	2	105
DOR 560	395	73	3	3	101
DOR 563	395	73	3	2	101
DOR 555	385	73	3	3	99
DOR 575	385	70	3	3	99
DOR 525	383	73	2	3	98
DOR 562	383	78	3	2	98
DOR 583	380	70	3	2	97
DOR 553	373	70	3	1	96
DOR 596	365	70	3	2	94
DOR 543	363	73	3	3	93
DOR 544	358	73	2	3	92
DOR 551	358	73	1	3	92
DOR 521	345	70	3	3	88
DOR 588	345	70	3	3	88
DOR 581	345	73	3	2	88
DOR 590	343	73	3	3	88
DOR 582	340	70	3	3	87
DOR 537	335	73	3	2	86
DOR 545	335	73	2	3	86
DOR 585	330	73	3	2	85
DOR 568	328	73	3	3	84
DOR 597	328	73	3	3	84
DOR 522	323	70	3	3	83
RAB 30 T.L.	389	75	2	3	100

Fundamentos Agronómicos del Control de Malezas en Soya

Hélmut Eiszner¹

RESUMEN

Mundialmente la soya se cultiva en una multitud de agroecosistemas, presentando así condiciones muy variadas para el control de malezas. Un criterio agronómico fundamental es el "período crítico de competencia de malezas". En el presente trabajo se estudia la variabilidad de este criterio por factores climáticos, ambientales y agronómicos con el objetivo de generalizar los efectos sobre el período crítico y especificar los requerimientos para un control eficaz considerando diferentes épocas, manejos y usos de la soya. El período crítico, que por término medio, se determinó en 15...45 DDS, oscila de 15...30 DDS con condiciones muy competitivas hasta 5...120 DDS bajo circunstancias desfavorables para la soya.

Instituto de Agricultura Tropical, Universidad de Leipzig, Alemania, Asesor de la EPV-UNA, Apdo. Postal 453, Managua, Nicaragua.

INTRODUCCION

Con un contenido de aceite de 15-32% y un contenido de proteínas de 31-50% la soya es una de las más valiosas plantas útiles (1,5). En la escala mundial su área de cultivo se asciende a 52,4 mio ha, con una producción de 100,8 mio.t. En muchos países se esfuerza por introducir o extender el cultivo de soya. Con ello la soya penetra de su habitat original subtropical tanto en los trópicos así como en los climas templados (6;9;11). Es por eso que el cultivo de soya está caracterizado por una variedad sumamente alta de los sistemas de cultivo, con gastos para el control de malezas entre 10 y 25%.

Aparte de la adaptación de la técnica agraria al sitio correspondiente, el control de malezas es uno de los puntos esenciales al expandir y incrementar la producción de soya (3;12). Los fundamentos necesarios para estrategias del control científicamente fundadas con respecto a la soya han sido estudiados por nosotros desde 1980 tanto bajo condiciones climáticas tropicales como en climas templados (3;7;10;12). Así es posible hacer un análisis comparativo destacando las regularidades generales.

Los principios del control de malezas en cultivos de soya pueden ser comprendidos y realizados sólo enteramente cuando se parte de un modelo integrado del cultivo de soya incluyendo las influencias de sitio, propiedades de malezas y plantas útiles y actividades del

hombre en el cultivo de plantas (figura 1), puesto que la competencia que produce su efecto a la soya depende directamente de la estructura de la cenosis de malezas específica para el sitio.

El poder competitivo de la soya puede ser aumentado o disminuido indirectamente por medidas de cultivo. Por eso la competencia es la más importante característica de la influencia mutua de los cultivos de soya causada por malezas. La intensidad y duración de la competencia resultan de:

- la interacción entre la competencia intra-e interespecífica de las especies de malezas.
- la competencia intra-específica en el cultivo de soya.

Así un alto rendimiento de soya está determinado por dos factores, especialmente por su combinación.

- 1.- Maximizar el poder competitivo del cultivo de soya
 - Selección de especies conforme a las condiciones locales, poco tiempo de germinación, precocidad, resistencia contra enfermedades
 - Manejo agronómico adecuado conforme a las condiciones locales
 - rotación de cultivos, período de cultivo
 - distancia entre hileras, densidad de plantas, fertilización.
- 2.- Disminuir el poder competitivo de las malezas por
 - Influir sobre la estructura de cenosis
 - diversidad de especies
 - favorecer y mantener las especies de poca competencia
 - Control de malezas conforme a las condiciones locales
 - medidas indirectas (labores del suelo)
 - medidas directas (químicas, mecánicas)

MATERIALES Y METODOS

Para presentar y comparar los distintos factores de influencia cualitativos y cuantitativos sobre la competencia, el método básico es la determinación del período crítico según FRIESEN (4). Para ello los cultivos de soya enmalezados y no enmalezados son comparados y representados gráficamente con respecto al rendimiento y a otras características relevantes para el

¹ Doctor, Misión técnica Alemana EPV-FAGRO-UNA.

cultivo, disponiéndolos gradualmente según período de tiempo o de desarrollo (figura 2).

Este período crítico de la competencia de malezas es específico para la planta útil, pero no se puede considerarlo como elemento estático sino como característico con gran variabilidad. Los más importantes factores de influencia fueron investigados en tres sitios de los trópicos y dos lugares en los climas templados, y permiten por eso una generalización creíble debido al alto número de 20 experimentos efectuado. Datos detallados de la realización de los ensayos son públicos (3;7;10;12).

RESULTADOS Y DISCUSION

De los resultados de nuestros estudios hemos deducido un sistema jerárquico para la decisión del control, subdividido en lo siguiente:

Fundamentos herbológicos.

3.1 Determinación del período crítico de la competencia de malezas conforme a la específica del campo.

Fundamentos del cultivo.

3.2 Demandas a las medidas y términos del control de malezas

3.3 Consideración de valores útiles específicos de la soya

3.4 Decisión sobre el control con respecto al campo.

3.1 Determinación del período crítico de la competencia de malezas conforme a la específica del campo.

La Figura 2 presenta la influencia del sitio, de la estructura de cenosis y del período de cultivo combinado con la distancia entre hileras y rotación de cultivos, sobre la duración del período crítico de la competencia de malezas. Sin duda este se encuentra por término medio entre el 15º y 45º días después de sembrar la soya pero está variado por los factores de prueba de la manera siguiente:

trópicos áridos < trópicos húmedos
malezas anuales < malezas perennes
estación seca < estación lluviosa
gran distancia < pequeña distancia entre hileras
entre hileras.

3.2 Demandas a las medidas y términos del control de malezas

Las medidas de control escogidas resultan de la comparación del período crítico de la competencia de malezas con el tiempo de empleo y la duración de acción de las distintas variantes del control. Las más importantes muestra la figura 2.

Control de malezas por vía química:

En la actualidad se aplican en el mundo 72 sustancias activas:

- 43 sustancias activas para la aplicación de pre-emergencia y pre-siembra.
- 21 sustancias activas para la post-emergencia
- 8 sustancias activas para la siembra directa/aplicación dirigida.
- en pre-siembra y pre-emergencia aproximadamente 50% acetanilidas y dinitroanilina.

Como problemas principales resultan los siguientes:

En lugares áridos con respecto a comienzo y duración del efecto existen condiciones favorables para aplicar herbicidas de pre-emergencia a no ser que su efecto esté estorbando por falta de agua.

En lugares húmedos el control de malezas es más complicado. Se hace necesario comenzar muy temprano con el efecto, por eso las herbicidas de pre-siembra como Treflan (trifluralina) son bien apropiadas. Puesto que su duración de acción no es suficiente, se hace necesario aplicar una herbicida de post-emergencia adicional o efectuar trabajos de aporque. Herbicidas de post-emergencia únicamente no podrían asegurar un control eficiente en cultivos de soya a largo tiempo por la tarde comienza del efecto y la baja duración de acción.

Procedimientos del control de malezas por vía mecánica:

Pueden ser efectuados por un largo período, por ciento la soya responde muy sensible a daños mecánicos al estado V₁ y R₁ (3;10). La precondition para un buen efecto de las medidas mecánicas es un suelo mullido y no demasiado húmedo. Con ello la época principal del control mecánico de malezas se encuentra en la temporada seca, mientras que en la estación de las lluvias se debe considerarlo más como medida adicional. Como combinación del más alto efecto, en nuestros experimentos resultaron 21 Treflan/ha + azadón a 40 días después de la emergencia. Con ello se logró un rendimiento suplementario de 15... 20% (7).

3.3 Consideración de valores útiles específicos de la Soya.

Las propiedades cualitativas del valor útil de la soya en la producción de semillas y aceites a menudo tienen una parte decisiva en fijar las medidas agrotécnicas.

Para la producción de semillas en los trópicos, esto significa figura 3).

- Cultivo en la temporada seca que resulta en una germinación más alta de 10... 15%.
- Distancia de siembra entre 0.45 y 0.70 m, aumentando el rendimiento por 10 hasta 15%.
- Campo permanentemente libre de malezas, por eso poca invasión de hongos y germinación más alta de 50%.
- El uso para extraer aceite y en la industria conservara requiere:
- Cultivo en la temporada seca porque el contenido de aceite es de 8 ... 10% menor en la estación de las

lluvias debido a la invasión de hongos.

- Excluir un enmalezamiento tardío con *Solanum nigrum* L. por causas de colorar las semillas de soya.

Además características morfológicas de la soya, decisivas para una cosecha mecánica, son variadas.

Exigencia: - Maduración proporcionada con poca ramificación de las plantas

- Pocas pérdidas de corte por una altura de vainas de 15 cm

Realización: - Selección de tipos de tallo

- Aumentar la densidad de cultivo y/o disminuir la distancia entre hileras en la temporada seca.

3.4 Decisión sobre el control con respecto al campo:

Para la decisión sobre las medidas de control se hacen necesarios exactos conocimientos de la cenosis de malezas para estimar correctamente la situación de competencia y tomar las medidas adecuadas de la lucha contra las malezas. Parámetros importantes son:

a) Estructura de especies:

La fuerza de competencia depende de:

Ciclo de fotosíntesis: C_4 - especies de malezas Vs. C_3 - especies de malezas, competencia por agua.

Ciclo de vida: especies de malezas perennes Vs. especies de malezas anuales, temprana alimentación de elementos nutritivos, competencia por luz.

b) Abundancia y dominancia de las especies de malezas:

En nuestros estudios no pudimos encontrar puntos de partida para valores de umbral sobre la base de la abundancia de malezas puesto que en los trópicos, en contrario a los climas templados, la masa seca de malezas correlaciona más fuerte con el rendimiento que el número de malezas (3). Esto está por el alto potencial de biomasa de malezas trópicas de manera que una abundancia baja también puede llevar a una fuerte competencia de malezas. Hay una posible solución al tener exactos conocimientos sobre la estructura de cenosis y su modelación, para obtener valores de umbral sobre la base de biomasa por unidad de área.

CONCLUSIONES

El control de malezas por período crítico es un criterio importante para economizar costos y ecologizar la producción agraria. Debido a su alta variación, la implementación del control por período crítico requiere la consideración de un conjunto de factores climáticos, ecológicos, agronómicos y económicos, siendo por fin un compromiso entre ellos.

Para la soya se demostró soluciones viables para el

control por período crítico, fundamentadas en numerosas experimentos agrícolas.

No obstante quedan todavía problemas en el control de malezas en soya, como el enmalezamiento tardío con especies afectando la calidad de la cosecha y la predicción del enmalezamiento y de su competitividad bajo condiciones tropicales.

BIBLIOGRAFIA

ALDANI, S Zur Ernte von Buschbohenensaatgut und Soyabohnen bevorzugte Mahwerke in ausgewählten Anbauländern sowie die in der DDR im Jahre 1980 verwendeten Mahwerke zum Mahdrescher E 512 und E 516. Diplomarbeit, Karl-Marx-Universität, Institut für tropische Landwirtschaft, Leipzig 1981.

ANONIMO Production Yearbook 39, FAO, Roma 1985

EISZNER, H. Untersuchungen zur Unkrautkonkurrenz und ihrer Beeinflussung in Soyabeständen in der Republik Kuba. Diss. A., Karl-Marx Universität Leipzig 1983.

FRIESEN, G. Weed-Crop ecology- a science of itself. Sixth Internat. Congr. of Plant Prot., Wien 1967.

GARRIC, D. Les maitres de soya gouverneront le monde. Horoyo Nr. 2230 et 2231. Conakry 1979.

KAHNT, G., HIJAZI, L.: Agronomic Measures to develop a soybean production system. Eurosoya 3 (1985) 17-23.

LEYVA, A.G. Zum Einfluss der Nutzung des Brachezeitraumes zwischen zwei Anbauzyklen von Zuckerrohr durch Soya auf die Unkrautdynamik und den Ertrag beider Nutzpflanzenarten in Kuba. Diss. A., Karl-Marx-Universität Leipzig 1986.

LIEBHARD, P. Untersuchungen über den Einfluss der Tageslänge und der Temperatur auf Wachstum und Entwicklung mehrerer Soyabohnensorten (*Glycine max* (L) Merr.) im Freiland. Die Bodenkultur 31 (1980) 277-297.

MADAR, S., VRATARIC, M. Soybean cultivation with supplementary irrigation. Eurosoya 2 (1984) 29-32.

MAROLD, R. Konkurrenz zwischen Soya (*Glycine max* (L) Merr.) und natürlicher Unkrautzonosen unter besonderer Beachtung der Unkrautentwicklung, der Soyaertragsbildung und des Einflusses der mechanischen Unkrautbekämpfung. Diss. A., Karl-Marx-Universität Leipzig 1985.

SOLDATI. A. KELLER E. R., BRENNER, H. SCHMIDT J.: Adoption of soybean to northern regions: A review of research work conducted at the Swiss Federal Institute of Technology 1971-82 *Eurosoya* 1 (1983) 27-34.

TRAORE, L. Einfluss von Reihenabstand, Bestandesdichte und Unkrautbekämpfung in Soya bestanden auf die Unkrautzonose sowie Wachstum und Entwick der Soyapflanzen iss. A., Karl-Marx-Universität Leipzig 1988.

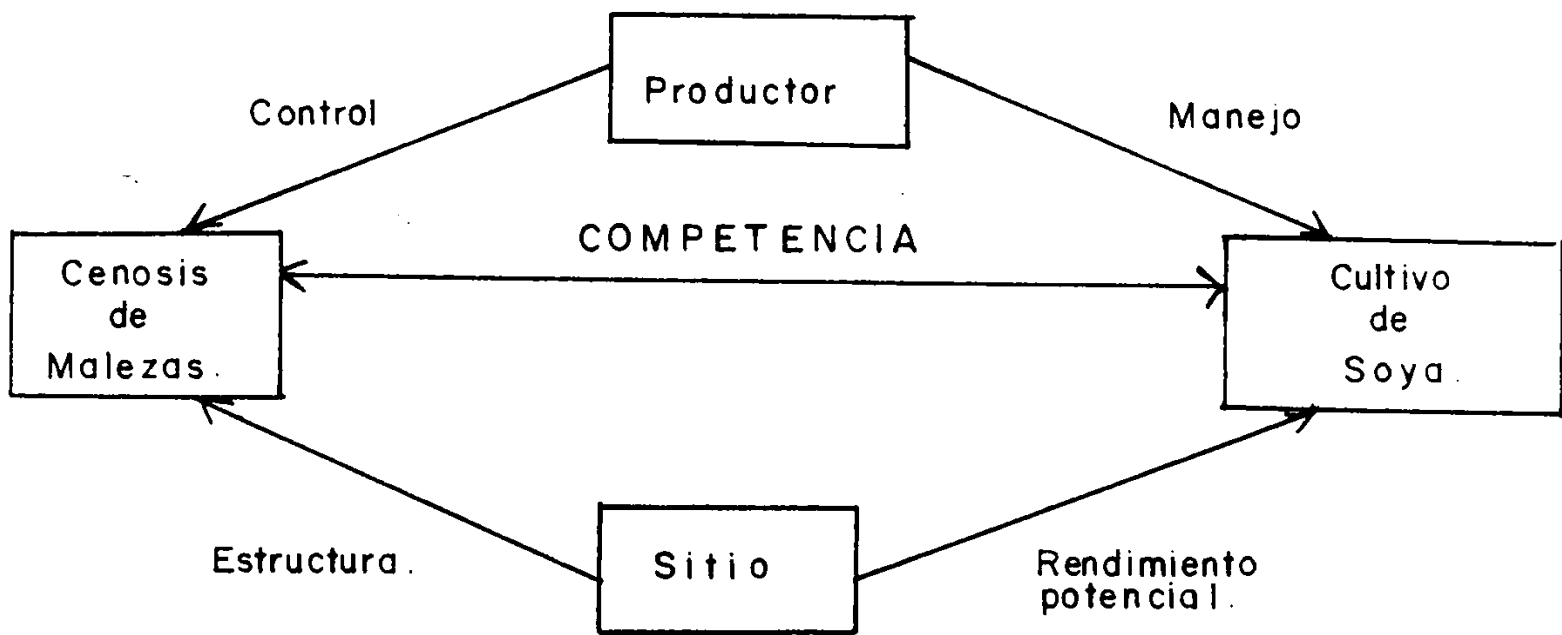
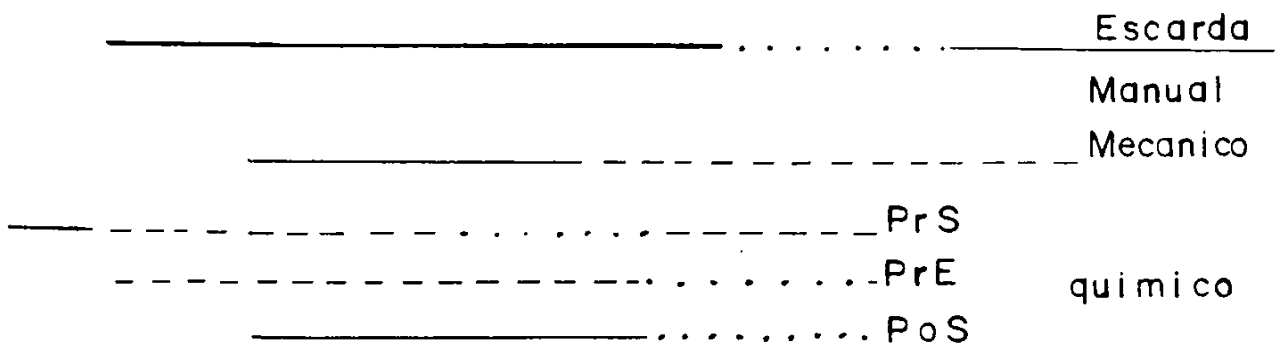
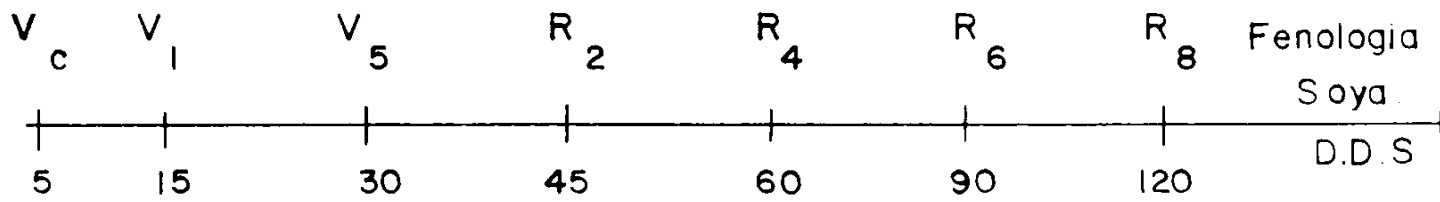
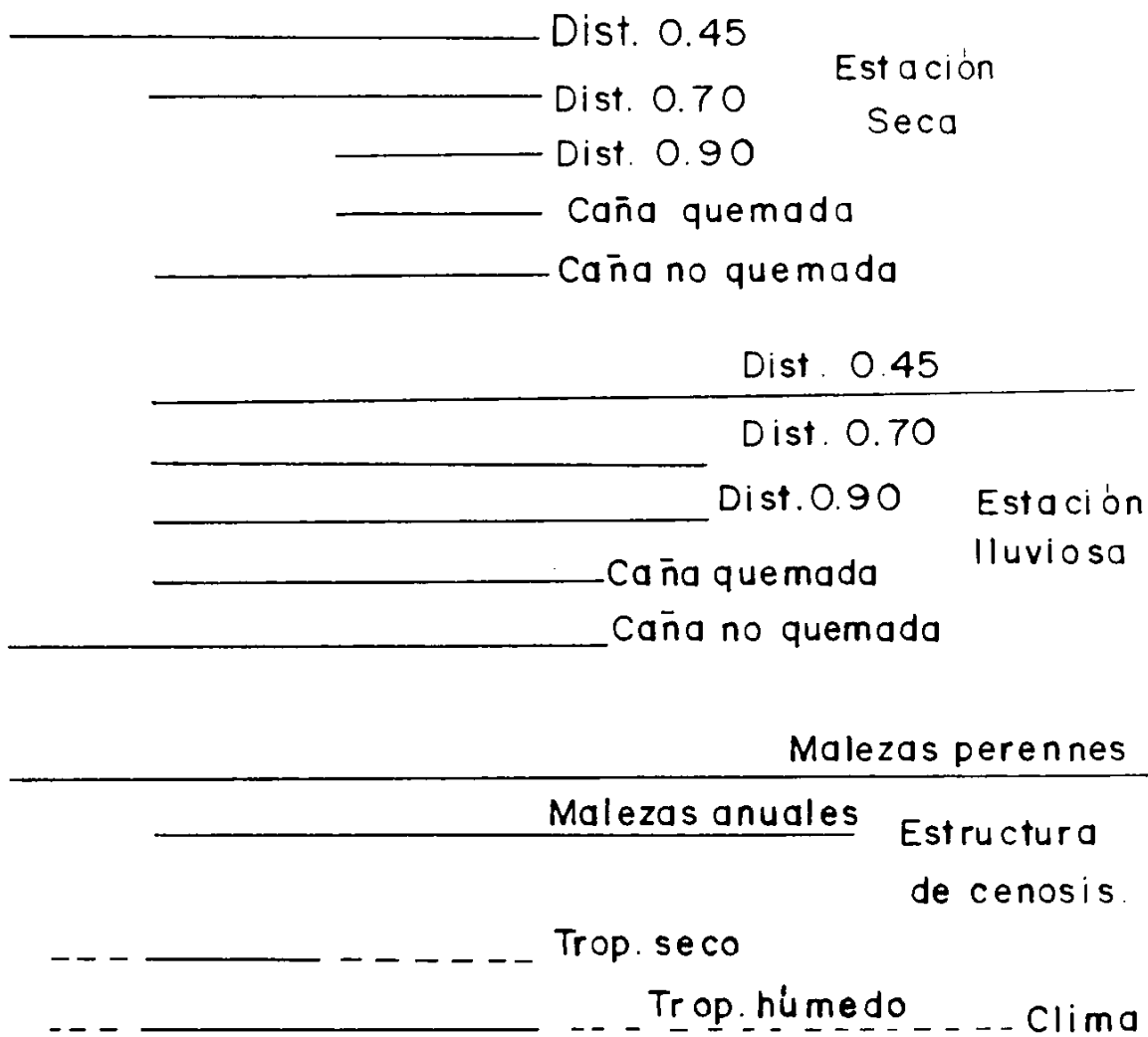


Fig. 1. Competencia y sus determinantes en el cultivo de la Soya.

Parametro de Soya.	Competencia de malezas.	Epoca		Manejo	
		Seca	lluviosa	Baja Dist. entre surco.	Alta Densidad.
Rendimiento	↘	↘	↗	↗	↗
Ramificacion.	↘	↘	↗	↘	↘
Insercion 1 ^{ra} vaina.	↗	↘	↗	↗	↗
Peso 1000 Sem.	↘	↗	↘	↘	↘
Germinacion.	↘	↗	↘	↘	↘
Contenido Proteina.	↘	↗	↘	○	○
Contenido Aceite.	↘	↗	↘	○	○

Fig. 3. Reaccion de parametros importantes de la Soya.

**C
O
N
D
I
C
I
O
N
E
S**



**C
O
N
T
R
O
L**

Fig:2 Variacion del periodo critico de competencia de malezas en el cultivo de Soya.

Digestibilidad e Inhibidor de Tripsina en Cuatro Tipos Comerciales de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Carmen Jacinto-Hernández¹ Albino Campos-Escudero²

RESUMEN

Se estudiaron variedades de frijol de los tipos: Flor de Mayo, Negro, Bayo y Canario, además de la línea BAT 104, con el objetivo de conocer las características tecnológicas, el contenido de proteína, la digestibilidad de la proteína y la actividad del inhibidor de tripsina antes y después de la cocción en los principales tipos de frijol que se consumen en México. Se encontraron diferencias significativas en el peso, tamaño, porcentaje de testa, tiempo de cocción, actividad del inhibidor de tripsina y digestibilidad. Una baja actividad del inhibidor de tripsina en el frijol cocido está correlacionada con un mayor tiempo de cocción y menor tamaño de grano más que con el contenido inicial del inhibidor. La digestibilidad de los materiales se incrementó en promedio 11% por efecto de la cocción. La proteína en los materiales varió de 21.3 a 27.3%.

Palabras clave: calidad nutricional, factores antinutricionales, tiempo de cocción, proteína.

INTRODUCCION

El frijol representa para México una de las principales fuentes de proteína para consumo humano, por el bajo costo de ésta en comparación con la proteína de origen animal, El contenido de proteína en frijol es de dos a tres veces superior al de los cereales, sin embargo presenta algunas limitantes, tales como su deficiencia en aminoácidos azufrados y la presencia de algunos factores antinutricionales.

El inhibidor de tripsina presente en los frijoles es el constituyente antinutricional conocido más resistente al calor. Se ha encontrado actividad residual del inhibidor de tripsina aún en alimentos preparados a partir de frijoles procesados (8).

A través de bioensayos se ha demostrado que los inhibidores de tripsina son los responsables de la pobre digestibilidad del grano de las leguminosas cuando estas no son adecuadamente cocidas; sin embargo, se sugiere que las proteínas vegetales no desnaturalizadas son refractarias al ataque enzimático, a menos que sean desnaturalizadas por calor (4), por lo que establecen que este factor junto con el inhibidor de tripsina son responsables de la inhibición del crecimiento de los animales de experimentación.

Al aislar la faseolina y el inhibidor de tripsina de frijoles Red Kidney (*P. vulgaris*), y evaluar digestibilidad *invitro*, se observó que la faseolina desnaturalizada fue completamente digerida, mientras que la faseolina en estado natural solo fue parcialmente digerida. El inhibidor de tripsina fue pobremente digerido tanto en su estado natural como tratado con calor (2). Lo cual puede explicarse con la teoría de que los inhibidores de tripsina presentan un alto contenido de cistina en su estructura y son resistentes al tratamiento con calor.

El remojo previo del frijol no tiene efecto sobre el inhibidor de tripsina, mientras que un tratamiento con agua a 80°C durante 5-6 horas o 100° C por 2 horas permitió una inactivación casi completa. La digestibilidad se mejoró con ambos tratamientos en 40 y 30% respectivamente para cada tratamiento (5).

Con estos antecedentes se plantó el presente trabajo que tuvo como objetivo:

Comparar la digestibilidad de la proteína y la actividad del inhibidor de tripsina antes y después de la cocción en materiales representativos de cuatro tipos de frijol ampliamente consumidos en México.

MATERIALES Y METODOS

MATERIALES

Semilla de frijol de cuatro tipos: del Bayo las variedades Bayomex y Bayo Mecentral; del Canario, la Canario 107; del Negro Jamapa y Negro Perla; del Flor de Mayo, Flor de Mayo Bajío y Flor de Durazno. Además de la línea BAT 104, cuya semilla no tiene valor comercial, ya que es de color café oscuro.

METODOS

Características Tecnológicas Se determinó el peso y tamaño de las semillas, el porcentaje de testa, absorción de agua durante el remojo, tiempo de cocción y espesor del caldo, las pruebas se realizaron de acuerdo a la metodología del INCAP (3).

Remojo y cocción. Se tomaron muestras de 25 semillas y se remojaron durante 18 horas en 75 ml de agua a temperatura ambiente (22-25° C), la determinación se hizo por triplicado. Después del remojo los granos se drenaron y se cocieron en un aparato Labconco con

¹ Investigadores del Laboratorio de Calidad de Proteínas

² y del Programa de Frijol.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y agropecuarias (INIFAP-SARH). Apartado Postal 10 C.P. 56230 Chapingo, México.

condensadores de reflujo. El agua se calentó en el vaso hasta ebullición y entonces se colocaron los frijoles en el agua. El tiempo de cocción se determinó mediante evaluación sensorial.

Preparación de la muestra para otros análisis. Los frijoles cocidos se deshidrataron en un horno con circulación de aire (Blue M. stabil-therm) a una temperatura de 60° C por 24 horas.

Los frijoles crudos y los cocidos se molieron a un polvo fino capaz de pasar un tamiz malla 60 con un molino Cyclotec (Sample mill 1030) y se almacenaron a temperatura ambiente hasta que se analizaron en su contenido de humedad, proteínas cruda, inhibidor de tripsina y digestibilidad de la proteína.

Análisis de humedad y proteínas cruda. El contenido de humedad se determinó por el método AOAC (1). El nitrógeno se determinó empleando el equipo Technicon Autoanalyzer II según el método descrito en el manual del mismo. Se utilizó el factor 6.25 para convertir el nitrógeno a proteína.

Actividad del inhibidor de tripsina (AIT) La AIT se determinó de acuerdo al procedimiento de Kakade modificado por Smith y colab. (7). La AIT se expresó como miligramos de tripsina pura inhibida por gramo de harina de frijol en base seca (mg TI g⁻¹ muestra).

Digestibilidad in vitro de la proteína. Para determinar la digestibilidad de la proteína se empleó el método reportado por Satterlee y colab. (6) Las muestras empleadas para esta pruebas fueron pulverizadas hasta pasar por un tamiz malla-80.

Análisis estadístico. Se efectuó un análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones, se realizó una comparación de medias por la prueba de Tukey (P<0.05). Se obtuvo además la matriz de correlaciones simples entre las variables estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Características tecnológicas. El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas en peso y tamaño de 100 semillas (P<0.01), así como también en el porcentaje de testa de las semillas y espesor del caldo de cocción.

En el cuadro 1 se presentan las características tecnológicas, el espesor del caldo de cocción se expresa como porcentaje de sólidos en el caldo de cocción.

Cuadro 1. Peso, tamaño, contenido de testa y sólidos en el caldo de cocción de ocho variedades de frijol.

Variedad	Peso (g)	Tamaño (ml)	Testa (%)	sólidos en caldo (%)
Flor de Durazno	47.48 a	44.33 a	7.60 bc	0.52 ab
Bayomex	39.54 b	42.67 a	7.40 c	0.47 bc
Canario-107	38.51 b	39.00 b	7.50 c	0.55 a
Bayo Mecentral	33.07 c	34.00 c	8.00 bc	0.33 d
F. de Mayo Bajío	27.28 d	33.00 d	9.65 a	0.34 d
Negro Perla	24.15 e	27.33 e	10.05 a	0.44 c
BAT 104	17.30 f	20.33 f	9.05 ab	0.26 de
Jamapa	16.87 f	20.33 f	9.90 a	0.24 e

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí Tukey ($P < 0.05$).

La absorción de agua a 4 horas de remojo estuvo entre 9 y 82%, mientras que a las 18 horas las diferencias no fueron tan notables (de 98 a 120%). Estos parámetros aunados a la diversidad en color de semilla demuestran que además de las diferencias físicas existe una gran variabilidad en las cualidades intrínsecas de las variedades de frijol que se consumen en México.

Entre las correlaciones importantes detectadas se establecieron las siguientes: entre el peso y porcentaje de testa en la semilla, es decir las semillas más pequeñas exhiben un mayor porcentaje de testa ($r = -0.80^{**}$), así como menor absorción de agua al incrementarse el tamaño de la semilla ($r = 0.49^*$).

Tiempo de cocción. El tiempo de cocción varió ampliamente entre los materiales (Fig 1); el mínimo fue de 58 min para Bayo Mecentral, y el Máximo de 102 min para Negro Perla, aunque la mayoría mostró un tiempo de cocción entre 70 y 80 minutos.

En cuanto a los sólidos en el caldo de cocción los materiales con semillas de mayor tamaño presentaron más sólidos en el caldo, lo mismo se observó en los materiales con mayor tiempo de cocción y menores porcentajes de testa.

Digestibilidad de la proteína Los valores de digestibilidad del frijol crudo estuvieron entre 75.7 y 80.5%. El proceso de cocción incrementó la digestibilidad. Se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre las variedades, para la digestibilidad del frijol cocido los valores fueron de 85.5 a 92.1% (Fig 1).

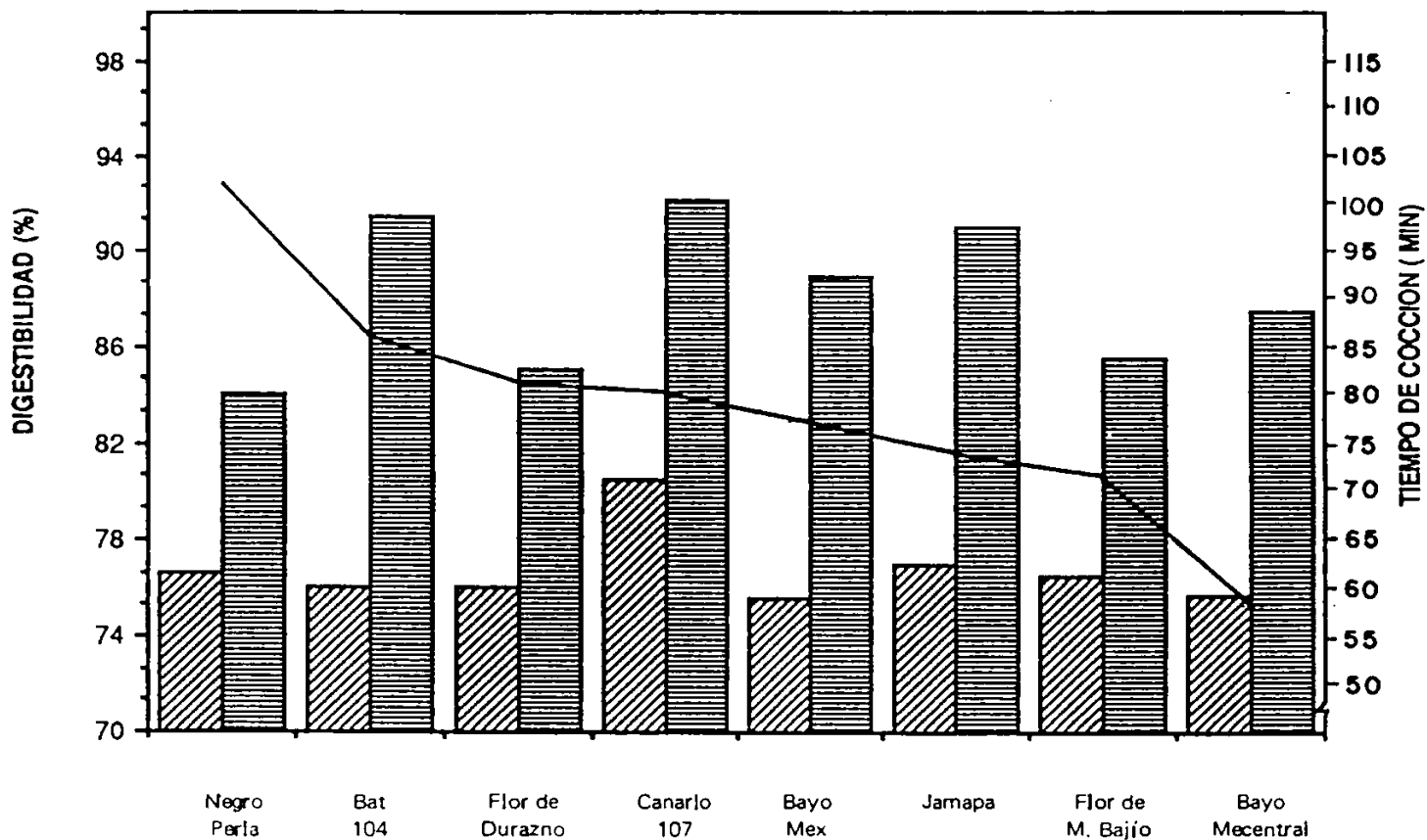




Figura 1. Tiempo de cocción (—) y digestibilidad de la proteína en semillas de frijol crudo  y cocido 

Actividad del inhibidor de tripsina (AIT) y contenido de proteína en las semillas. El valor de la AIT en los materiales antes y después de la cocción se presenta en la fig. 2. En la misma gráfica se observa que el contenido de proteína en los materiales estuvo entre 21.3% (Flor de Durazno) y 27.3% (BAT 104).

La actividad del inhibidor de tripsina en frijol sin cocer estuvo entre 7.22 mg TI g⁻¹ muestra en Canario 107 hasta 11.60 mg TI g⁻¹ muestra en Jamapa. Se encontró una correlación negativa entre el peso de 100 semillas y la actividad del inhibidor de tripsina en el frijol crudo (-0.69**).

Considerando los valores promedio por tipo de frijol, el contenido de inhibidor de tripsina en el frijol crudo en orden decreciente fue: Negro, Bayo, Flor de Mayo y Canario.

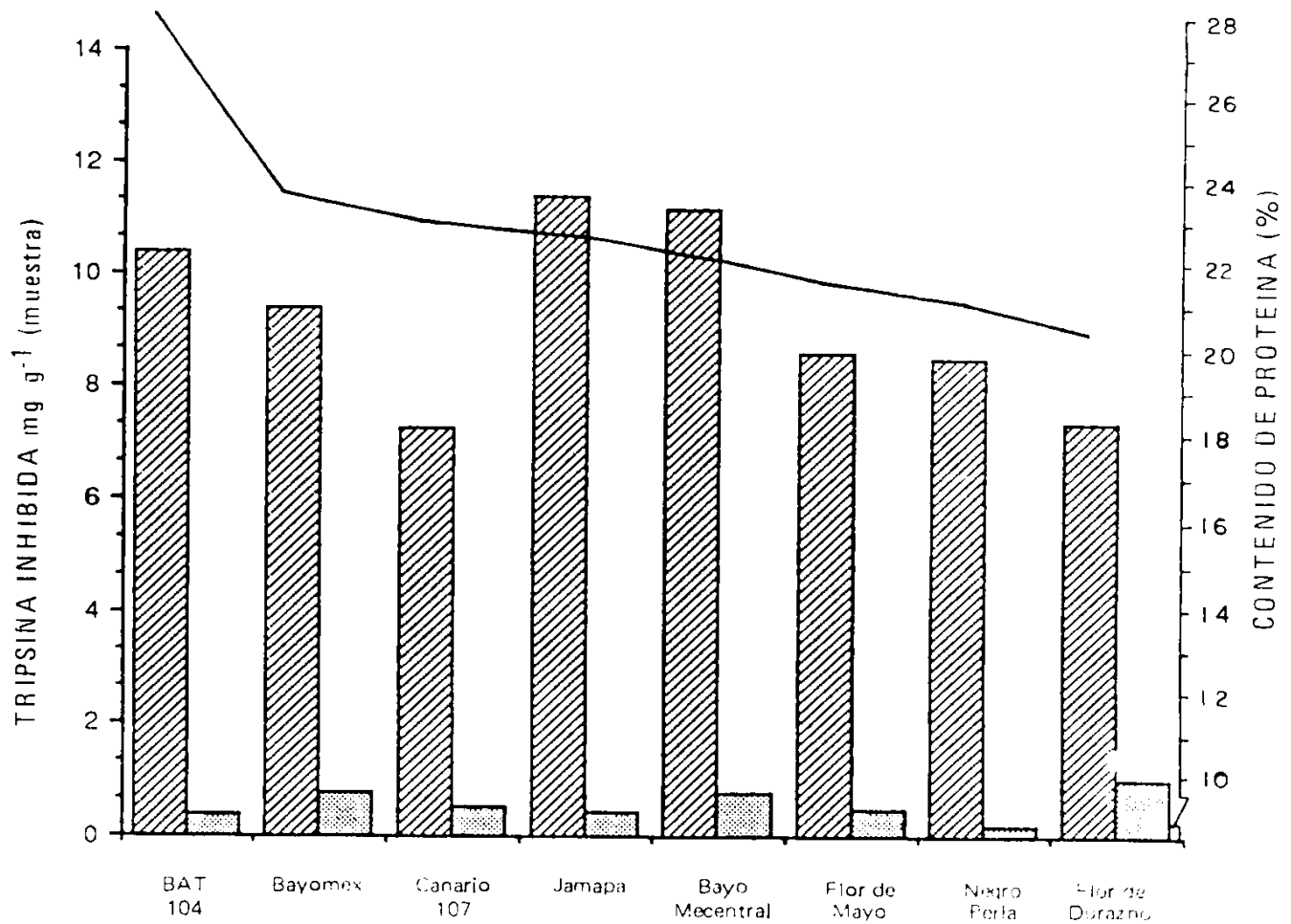




Figura 2. Contenido de proteína (—) y actividad del inhibidor de tripsina (AIT) en semillas de frijol crudo  y cocido .

En el frijol cocido la AIT estuvo entre 0.21 mg TI g⁻¹ muestra en el Negro Perla hasta 0.77 mg TI g⁻¹ muestra en Bayo Mecentral, se observó que en la mayoría de los casos la actividad del inhibidor de tripsina tiende a disminuir mientras más prolongado sea el tiempo de cocción (-0.79**).

También se observó un efecto del tamaño del grano, por ejemplo, el frijol Jamapa, cuyo volumen de 100 semillas fue de 20.3 ml, antes de la cocción presentó la actividad más alta de inhibidor de tripsina, después de 72 minutos de cocción conservó 4.4 % de actividades residual del inhibidor, sin embargo Bayomex, -cuyo volumen de 100 semillas fue de 39 ml- después de 77 minutos de cocción presentó 8% de actividad residual. Inclusive en el mismo tipo de frijol se encontraron diferencias como en el caso de Flor de Mayo Bajío (volumen de 100 semillas=33 ml) que con menor tiempo de cocción alcanzó mayor destrucción del inhibidor de tripsina que Flor de Durazno, del cual 100 semillas tienen un volumen de 44.3 ml.

CONCLUSIONES

La digestibilidad de la proteína se incrementó en promedio 11% por efecto de la cocción del frijol.

La actividad del inhibidor de tripsina en el frijol crudo para los cuatro tipos comerciales de frijol estudiados fue mayor para las variedades tipo Negro, enseguida: Bayo, Flor de Mayo y Canario, en ese orden.

En el frijol cocido la magnitud de la actividad del inhibidor de tripsina está determinada por el tiempo de cocción y por la facilidad de difusión de calor al interior de la semilla, la cual es más efectiva en granos más pequeños.

Considerando la actividad inicial del inhibidor de tripsina en los materiales, la variedad que logró la mayor destrucción del inhibidor fue Negro Perla (2.5% de actividad residual), con 102 minutos de cocción y el que conservó mayor actividad residual fue Bayomex (8%), con 77 minutos de cocción.

BIBLIOGRAFIA

- AOAC. Association of official Analytical Chemists. 1975. Horwitz ed. Washington, D.C.
- Bradbear, N., and Boulter, D. 1984 The use of enzymic hydrolysis *in vitro* to study the digestibility of some *Phaseolus* seed proteins. *Qual Plant. Plant Foods for Himan Nutrition*. 34 (1) 3-13
- Elías, G. García-Soto A. y Bressani R. 1986. Métodos para establecer la calidad tecnológica y nutricional del frijol. *Inst. de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Guatemala C.A.* 41 p.
- Liener, I. 1976. Legume toxins in relation to protein digestibility. *J. Food Sci.* 41:1076-1081.
- Lowgren, N. and Liener, I.E: 1986. The effect of slow-cooking on the trypsin inhibitor and haemagglutinin activities and *in vitro* digestibility of brown beans (*Phaseolus vulgaris* cv. Stella) and Kidney beans (cv. Montcalm). *Qual. Plant. Plant Foods for Human Nutrition* 36 (2) 147-154.
- Satterlee, L.D.; Marshall, H.F, and Tennyson, J.M. 1979. *Measuring Protein Quality*. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 56:103-109.
- Smith, C. Megen, M.V. Twaalhoven and Hitchcock, C. 1980. The determination of trypsin inhibitor levels in food Agric. 31: 341-350.
- Wang, C.R. and Chang, S.K:C. 1988. Effect of selected canning methods on trypsin inhibitor activity sterilization valve and firmness of canned navy beans. *J. Agri. Food. Chem.* 36:1015

Caracterización del Sistema Radical y Contenido de Acido Abscísico en Variedades de Frijol Adaptadas a Temporal¹

Arnulfo Pajarito Ravelero² Jorge A. Acosta Gallegos²

INTRODUCCION

En México la mayor superficie de siembra de frijol es bajo condiciones de temporal, suelos de baja calidad y profundidad deficientes en materia orgánica y elementos nutricionales. Bajo estas condiciones en la región semiárida del norte centro de México, se cultivan 1 millón 300 mil ha aproximadamente. De esta superficie, las pérdidas de rendimiento por año debido a la sequía son del 30 al 60 porciento, dependiendo de su intensidad, duración y la etapa fenológica del cultivo, en consecuencia el rendimiento promedio desciende a 500 kg/ha aproximadamente.

La apariencia fenotípica de la parte aérea y la producción de biomasa total (incluyendo el rendimiento) son el resultado final de una serie de procesos fisiológicos y bioquímicos así como de ajustes morfológicos y su interacción genética. Dentro de estos, el sistema radical y el ácido abscísico (ABA) como estimadores de la resistencia a la sequía merecen atención. El primero por ser el conducto principal de suministro de agua y elementos minerales a la planta y el ABA por evitar indirectamente la pérdida de agua en cantidades importantes al reducir la apertura estomatal.

Se ha publicado información sobre la importancia que el sistema radical y la presencia de algunas sustancias bioquímicas tienen en la resistencia a la sequía de los cultivos. Sin embargo, el conocimiento sobre ambos bajo condiciones de campo, específicamente en frijol, es muy escasa, y la mayor parte, de la poca información que existe se ha generado bajo condiciones de invernadero.

OBJETIVOS

- Estudiar el crecimiento del sistema radical en diferentes etapas fenológicas y profundidades del suelo.
- Determinar el contenido de ABA en hojas y tallos de frijol.
- Determinar la relación entre el rendimiento y sus componentes con el sistema radical y la producción de ABA.

REVISION DE LITERATURA

Sistema Radical

Kuruvadi y Smith (1986) mencionaron que desde el punto de vista de absorción de agua y nutrientes, las raíces más delgadas ramificadas y profundas son las más importantes. Por lo tanto, los genotipos con estas características tienen más ventajas para evitar la sequía (CIAT, 1987). En el cultivo de la soya, Boyer et al (1980) detectaron genotipos con menor déficit hídrico y mayor densidad radical. En experimentos con injertos de frijol (CIAT 1987) encontró una asociación clara entre el desarrollo radical y la tolerancia a la sequía. Pasioura (1982) consideró que la densidad de raíces es importante a mayor profundidad por la mayor extracción de agua, no obstante, subraya la necesidad de equilibrar el uso del agua por la planta. Para conocer mejor el sistema radical, éste se debe de estudiar a nivel de plántula y planta adulta (Kuruvadi y Guzmán, 1987), aunque en ésta última etapa es muy difícil, lento, laborioso y muy caro. Además mencionan que el sistema radical puede ser medido cuantificando, el peso seco, el volumen, la longitud y la densidad. Generalmente, la longitud es considerada como un buen indicador de la actividad de las raíces en diferentes perfiles, no así el volumen y el peso seco. Aguilera (1988) en frijol bajo condiciones de invernadero mostró que el peso de raíz estuvo positiva y significativa asociado con el rendimiento/planta, vainas/planta, peso seco de la parte vegetativa y con madurez fisiológica. Pajarito e Ibarra (1987) señalaron que las variedades de frijol Durango-222 (D-222) y Bayo Madero (BM) tendieron a desarrollar su sistema radical no más allá de los 51 días después de la siembra (DDS), mientras que el Pinto Nacional-1 (PN-1) y el L1213-2 mantuvieron su crecimiento de raíces hasta los 66 DDS.

Acido Abscísico

El ácido abscísico (ABA) opera como un sistema de defensa en las plantas contra el estrés hídrico (Wain, 1981). También señaló que en las plantas de tomate, el marchitarse respondieron, produciendo mayor cantidad de ABA en sus hojas (50 veces más del normal). Esto produce primero, inhibición del crecimiento, lo cual ayuda a conservar la energía y, en segundo lugar induce el cierre de los estomas de la hoja (Walton, 1980 y Chapin et al, 1988) reduciendo la pérdida de agua por transpiración.

Pierce y Raschmke (1980) en hojas maduras de *Phaseolus vulgaris* L., *X. strumarium* y *G. hirsutum*, encontraron que la disminución del potencial hídrico progresivamente aumentó cuando el turgor se aproximó a cero. Ackerson (1982) en plantas de *G. hirsutum*

¹ Como parte del Proyecto Cooperativo INIFAP/MSU/CRSP.

² Investigadores del programa de frijol. INIFAP-Durango. Apdo. 186. Durango, Dgo. México.

observó que los estomas de las hojas comenzaron a cerrarse cuando el potencial hídrico disminuyó a -12 barías, pero las hojas comenzaron a acumular ABA a -14 barías aproximadamente.

Eze et al., (1981) en frijol cultivado en cámaras de crecimiento, notaron que la capacidad de síntesis de ABA en hojas primaria durante un período de sequía fue definido en términos de la edad de las hojas y asociado a cambios en algunos parámetros fisiológicos.

MATERIALES Y METODOS

Experimento 1.9 Caracterización del Sistema radical en diferentes Etapas Fenológicas y profundidades y su Relación con el Rendimiento y sus Componentes en Frijol Común.

Este trabajo se estableció el 12 de julio de 1988 en el Campo Experimental Auxiliar "Los Llanos" en Francisco I. Madero, Dgo., ubicado entre los 24 20' L N y 104 20' L W y 1932 msnm. El suelo es de tipo migajón arenoso con capacidad de campo (CC), punto de marchitez permanente (PMP) y densidad aparente (Da) de 16.5, 9.0 y 1.2 respectivamente y 70 cm de profundidad aproximadamente. se utilizaron seis variedades de frijol con cierta tolerancia a la sequía que se presenta en la región. Las variedades fueron: Bayo Madero (BM), Guanajuato-157 (G-157), Durango 222 (D-222), L1213-2 y Pinto Nacional-1 (PN-1). Sus características se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características Agronómicas de las Variedades de Frijol en estudio durante 1988 y 1989.

Variedad	Tipo de grano	Tamaño de grano	Ciclo de cultivo	Hábito de crecimiento	Respuesta a sequía
Bayo Madero	bayo	grande	precoz	III	tolerante
Guanajuato-157	bayo	mediano	intermedio	III	tolerante
Durango-222	bayo	grande	intermedio	III	tolerante
L1213-2	pinto	mediano	intermedio	III	tolerante
Pinto Nal-1	pinto	mediano	precoz	III	tolerante

Se utilizó un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones, la parcela experimental fue de ocho surcos de 6 m de largo y la útil de cuatro surcos (centrales) de 5 m de largo, la distancia entre surcos fue de 0.76 m. Dos surcos laterales se utilizaron para muestreos de materia seca (MS) y de raíces que se hicieron a los 17, 33, 51 y 66 días después de la siembra (DDS) y se extrajeron a 0-30, 30-45 y 45-60 cm de profundidad del suelo, se tomaron cinco muestras por repetición por profundidad y se clasificaron como pozo central (inmediatamente debajo de la planta) y submuestras (cuatro) tomadas alrededor del pozo central (raíces laterales). Para las muestras del pozo central se utilizó una barrena de 8 cm de diámetro y para las submuestras una barrena de 5 cm de diámetro. En total fueron 800 muestras en las que se determinó el peso seco, volumen, longitud y densidad. También se tomaron datos de floración, madurez fisiológica, rendimiento de grano y sus componentes. El peso seco (mg) se determinó con una balanza electrónica, el volumen (ml) por desplazamiento de agua, la longitud (cm) por el método de Newman (1966) modificado por Marsh (1971) con la siguiente fórmula: $R = (11/14) \times \text{No. de intersecciones} \times \text{por unidad de la rejilla (.5)} \times \text{la densidad (cm/cm}^3 \text{ de suelo)}$ dividiendo la longitud entre el volumen del suelo. Los datos de clima registrados durante el ciclo del cultivo se presentan en el Cuadro 2 y el contenido de humedad del suelo en la Figura 1.

Experimento 2. Determinación del contenido de ácido abscísico (ABA) en Hojas y Tallos de Frijol en temporal.

En este experimento se utilizaron las mismas variedades que en el experimento 1 (Cuadro 1.). Se sembró el 20 de julio de 1989 en el Campo Experimental "Valle del Guadiana", Dgo., ubicado a los 24 01' LN y 104 44' L W y 1889 msnm. El suelo es de tipo franco arcillo limoso con CC= 22.7, PMP= 12 y 100 cm de profundidad aproximadamente. Se utilizó un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones, la parcela experimental fue de cuatro surcos de 6 m de largo y la útil de dos surcos (centrales) de 5 m de largo. se fertilizó en la siembra con la dosis 35-50-0 de N, P y K respectivamente. Se tomaron datos de rendimiento de grano y sus componentes, floración y madurez fisiológica. Los datos de clima registrados durante el ciclo del cultivo se presentan en el Cuadro 3 y los de humedad del suelo en la Figura 2. Se determinó el contenido de ABA en hojas y tallos de frijol, las muestras se tomaron en la floración; para su extracción se utilizó la técnica de Cromatografía en Capa Fina y su cuantificación mediante la prueba de crecimiento del hipocotilo de plántula de lechuga (prueba biológica).

Para lo anterior se hizo una curva de calibración (forma gráfica) preparada con cuatro estándares y un testigo (agua pura). Los estándares se prepararon de la siguiente manera: A) se diluyó 1 mg de ABA en 100 cc de etanol = 10 ug/ml de ABA; B) se tomaron 10 cc de "A" y se aforó a 100 cc de etanol 10 ug/ml y D) se tomaron 10 cc de "C" y se aforó a 100 cc de etanol = 10 ug/ml de ABA (Figura 3). Con lo datos de longitud de

hipocotilo y los estándares, se determinó la ecuación de regresión $\text{Log } Y = \log a + b \log x$; donde $a = .71598$ y $b = -.06388 \log x$, para estimar los mismos valores de ABA en forma matemática. La precipitación total fue de 342 mm de los cuales en la etapa vegetativa se acumularon 164 mm y en la reproductiva 178 mm.

RESULTADOS Y DISCUSION

Experimento 1.

Los análisis de varianza (ANVAS) solo mostraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.01$) para el peso de 100 semillas y floración (Cuadro 4) debido a la variabilidad entre ellos en sus características agronómicas. Aún cuando no se encontraron diferencias para las demás variables, las variedades G-157 y PN-1 fueron las de mayor rendimiento por encima del promedio general (73.2 g/m^2) (Cuadro 5). No hubo diferencias significativas para madurez fisiológica y MS en ninguna etapa fenológica. Lo anterior ocurrió posiblemente por la irregular distribución de la lluvia que propició poco vigor y desarrollo por el exceso de humedad de las plantas en la etapa vegetativa (346 mm) y la poca precipitación en la etapa reproductiva (96.7 mm) que junto con las temperaturas permitieron a todas las variedades madurar rápidamente.

Algunas correlaciones de interés fueron las de MS/planta y MS/m^2 a los 33 DDS con MS de hojas/ m^2 y MS de tallos/ m^2 a los 66 DDS que pueden indicar lo representativo de muestrear en la primera etapa y no esperar etapas más avanzadas del cultivo. Algunos autores como Acosta y Rosales (1988), CIAT (1987) y Elizondo (1990) señalan la importancia de la correlación entre el rendimiento y la producción de MS total a madurez fisiológica. Huck et al (1986) señalaron la dependencia entre ambos caracteres en la etapa reproductiva. También se correlacionaron la floración y madurez fisiológica con el peso de 100 semillas (Cuadro 6).

En cuanto a raíces, es importante señalar las diferencias estadísticas al 90% ($P < 0.10$) porque se consideró razonable para trabajo de campo. Los ANVAS mostraron diferencias significativas ($P < 0.10$) entre genotipos a los 17 DDS para peso sector total y para longitud de raíces (Cuadro 7). También se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) entre genotipos para volumen en el pozo central y significativas ($P > 0.05$) para el volumen total. Los valores reales para peso seco variaron de 113.2 a 172 mg, en volumen total fue de 143.5 a 240.5 ml. La longitud total varió de 110.8 a 199.7 cm para las variedades BM y D-222 respectivamente, la misma tendencia se observó para la densidad de raíces. Es interesante observar esta variación entre variedades del mismo tipo de grano y arquitectura de la planta, variabilidad genética que se refleja en el establecimiento del cultivo.

En esta misma etapa fenológica (17 DDS) ninguna variable del sistema radical se correlacionó con el rendimiento de grano, pero el volumen, la longitud y la

densidad total si se correlacionaron negativa y significativamente con el No. de Vainas/m² ($r = -.42^*$, $r = 0.43^*$ y $r = -.52$ respectivamente). Lo anterior sugiere que si un genotipo desarrolla un sistema radical rápido, éste puede ser útil para la formación de MS pero no necesariamente tendrá un mayor No. de vainas/m² o por planta.

A los 33 DDS (prefloración) en el perfil de 0-30 cm del suelo (Cuadro 7) no se encontraron diferencias significativas entre genotipos para ninguna variable medida. Aparentemente todos los genotipos tuvieron el potencial de producir cantidades similares de raíces en esta etapa. No obstante, se encontraron correlaciones positivas y significativas de peso, longitud y densidad del pozo central con el rendimiento de grano ($r = .41^{**}$, $r = .51^*$ y $r = .51^*$ respectivamente). También la longitud y densidad de las raíces laterales (submuestras) se correlacionaron con el No. de vainas/m² ($r = .46^*$). Al respecto, Kuruvadi y Guzmán (1987) mencionaron a la longitud como un indicador de la actividad de las raíces en diferentes perfiles del suelo. También señalaron una estrecha relación entre el crecimiento vertical de la raíz y la producción de grano en temporal. En el presente trabajo tanto el desarrollo vertical como su distribución fue importante.

Otras correlaciones negativas y significativas entre la LTR ($r = -.48^*$), DTR ($r = -.44^*$), longitud de raíz del pozo central (LRPC) ($r = -.39^{**}$) y densidad de raíz del pozo central (DRPC) ($r = -.39^{**}$) con madurez fisiológica, sugieren que si en esta etapa fenológica (33 DDS) se dirige mayor energía al crecimiento de raíces se puede disminuir la formación de MS de la parte aérea y esto pudiera acelerar el ciclo del cultivo, dependiendo de las condiciones ambientales.

A los 51 DDS en el estrato de 0-30 cm del suelo (Cuadro 7) los ANVAS no mostraron diferencias significativas entre genotipos para el peso seco. La variedad D-222 presentó el valor más alto (431.0 mg) en el pozo central y el G-157 el mayor peso (135 mg) en submuestras (raíces laterales) y peso total (557.0 mg). Para el volumen, si hubo diferencias significativas ($P < 0.10$) en el pozo central, las variedades BM y D-222 presentaron los valores más altos 8257.5 ml y 385.0 ml respectivamente). En las submuestras el G-157 fue el que mostró mayor volumen (312.5 ml) lo que indica variación en el diámetro de raíces entre genotipos del mismo tipo de grano. No se encontraron diferencias genotípicas para longitud y densidad de raíces. La longitud total para el D-222 fue de 741.3 cm y para el PN-1 de 649.2 cm. las correlaciones de LTR ($r = .40^{**}$), DTR ($r = .54^*$), PRPC ($r = .43^{**}$), longitud de raíz de submuestras (LRS) y densidad de raíz de submuestras (DRS) ($r = .52^*$) con MS/m² pueden indicar que un sistema de raíz bien desarrollado y distribuido en este perfil y etapa fenológica es el responsable de mantener una buena cantidad de biomasa en la parte aérea. Mabrouk et al (1987) señaló que un sistema de raíz intenso y extenso en yuca, explicó en parte la mayor área foliar y producción de biomasa bajo sequía.

A los 66 DDS en el estrato de 0-30 cm del suelo, se observaron diferencias significativas entre genotipos para peso seco y volumen en submuestras y para el peso total, longitud y densidad en el pozo central (Cuadro 7). La variedad D-222 mostró el mayor peso seco en el pozo central con 594.5 mg, en submuestras 313.7 mg y el total de 908.2 mg. El PN-1 ocupó el segundo lugar con 863.5 mg para peso sector total; en longitud y densidad de raíces se observó la misma tendencia con 888.1 cm y 714 cm, 1.33 y 1.13 cm/cm³ de suelo para cada variable y genotipo respectivamente. En esta etapa fenológica se encontró correlación positiva entre la longitud y densidad del pozo central con No. de vainas/m² ($r = .37^{**}$ para ambas variables). Estos resultados apoyan la idea de que además del sistema radical, otras características están involucradas en la resistencia a la sequía y por ende en el rendimiento final (Samons et al, 1978; Elizondo, 1990; Babalola y Fawusi, 1980; Nagarajah y Ratnasuriya, 1981 y acosta 1988). Otras correlaciones entre la madurez fisiológica y LRPC ($r = .37^{**}$) y DRPC ($r = .36^{**}$) indican que el crecimiento vertical de raíz puede alargar el ciclo del cultivo pero una mayor densidad puede reducirlo o bien que ambas características sean mutuamente excluyentes.

A los 33 DDS en el perfil de 30-45 cm del suelo no se observaron diferencias estadísticas significativas para ninguna variable medida (Cuadro 7). En esta etapa y profundidad del suelo se correlacionó negativa y significativamente el peso, volumen, longitud y densidad total así como de las submuestras con el No. de vainas/m², lo que sugiere que entre más profundo y distribuido sea el sistema radical tenderá a disminuir el No. de vainas/m² o bien por planta, debido posiblemente a que esta etapa está muy cerca de la de mayor demanda (floración), aunque por otro lado, en períodos largos de sequía, estas características pueden ser importantes en esta y en etapas posteriores.

A los 51 DDS en los estratos de 30-45 y 45-60 cm del suelo no se observó ninguna diferencia estadística significativa entre genotipos para ninguna variable (Cuadro 7).

A los 66 DDS en el perfil de 30-45 cm del suelo, se observaron diferencias significativas entre genotipos (Cuadro 7) para peso seco en submuestras; para volumen, longitud y densidad en submuestras y peso total. En esta etapa fenológica la variedad G-157 y Pn-1 mostraron los valores más altos. Ninguna variable se correlacionó con la parte aérea de la planta.

A los 66 DDS en el estrato de 45-60 cm del suelo se observaron diferencias genotípicas (Cuadro 7) en submuestras para peso seco, volumen, longitud y densidad y para el total en las tres últimas variables.

Bajo las condiciones del presente trabajo, la mayor parte del sistema radical se concentró en los primeros 30 cm del suelo, en los estratos más bajos las cantidades de raíces recuperadas fueron pequeñas, lo que posiblemente limitó el encontrar diferencias entre genotipos. Esto en parte coincide con lo reportado por Smith (1987) en soya

y por Aina y Fapohunda (1986) en maíz, al mencionar que la mayor parte del sistema radical se concentró en los primeros 30 cm del suelo.

El no haber encontrado diferencias genotípicas a los 33 y 51 DDS para ninguna variable en el estrato de 30-45 cm, sugiere que posiblemente el desarrollo de las raíces esté regulado por una estrecha relación entre fuente y demanda de cada genotipo en particular, no obstante, se notó que el PN-1 y L1213-2 no dejaron de crecer, resultados que concuerdan con lo reportado por Pajarito e Ibarra (1987). Por otro lado Cantú (1988) y Palomino (1988) señalaron que el tiempo óptimo para el estudio de raíces en frijol es a los 30 DDS. En el presente trabajo se encontraron diferencias significativas para peso, volumen, longitud y densidad antes y después de la floración. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Acosta (1990) quien observó que a los 45 y 65 DDS el peso seco de las raíces de frijol disminuyó con la profundidad. En la última fecha de muestreo (66 DDS) en el perfil de 30-45 cm, fue mayor el peso, volumen, longitud y densidad de las raíces laterales que la concentrada en la parte central de la planta, lo que muestra la importancia del muestreo para conocer la distribución.

A los 33 DDS en el estrato de 0-30 cm del suelo (Figura 4) se observa que todas las variedades concentraron la mayor parte de su peso seco en la parte central, pero de 30-45 cm mostraron mayor peso en las raíces laterales, siendo más notable en el PN-1. La misma tendencia se observó para el volumen excepto en el D-222.

En la Figura 5 se observa que en el estrato de 0-30 cm del suelo el mayor porcentaje de raíces se concentró en la parte central de la planta, pero en el estrato de 30-45 cm el mayor porcentaje de raíces fue para las laterales, sobresaliendo el PN-1. En densidad de raíces, todas las variedades mostraron mayor concentración en sus raíces laterales en ambos estratos de profundidad, sobresaliendo el PN-1 y G-157.

A los 51 DDS en el estrato de 0-30 cm del suelo (Figura 6), todos los genotipos mostraron mayor concentración de peso seco en el pozo central. En el estrato de 30-45 cm todas las variedades excepto L1213-2 presentaron mayor concentración de peso seco en las raíces laterales, las variedades BM y D-222 obtuvieron los valores más altos. De la misma manera en el estrato de 45-60 cm el BM presentó mayor peso y volumen. Es importante hacer notar en cuanto al volumen de raíces que las variedades PN-1 y G-157 mostraron similares diámetros de raíces tanto en la parte central de la planta como en las submuestras. En cuanto a longitud el G-157 mantuvo este equilibrio (Figura 7) y en densidad en el estrato de 45-60 cm el PN-1 superó al resto de las variedades en distribución de raíces. En cuanto a densidad, en términos generales el G-157 mostró un buen desarrollo de raíces en todos los perfiles.

De lo anterior se deduce que todas las variedades tuvieron el potencial de producir suficiente cantidad de

raíces. Tomando como base los modelos de sistema radical de las Figuras 6 y 7 se señala que es muy difícil determinar cual de todos los modelos es el más ideal. Sería tal vez más razonable mencionar que dependiendo de las condiciones ambientales presentes así como las características de los suelos en donde se cultive frijol cada genotipo utiliza su propia estrategia para desarrollar sus raíces de diferentes maneras en tiempo y espacio como se observó en el presente trabajo. También es importante señalar que la combinación de características tanto de la raíz como de la parte aérea de la planta están relacionadas con la resistencia a la sequía.

Experimento 2.

Los ANVAS mostraron diferencias estadísticas significativas para el rendimiento de grano ($P < 0.05$) y altamente significativas para el peso de 100 semillas, floración y madurez fisiológica ($P < 0.01$). Los rendimientos de grano fueron más altos que en el experimento 1 (Cuadro 9) debido a la mejor distribución de la lluvia (Figura 2) que permitió un buen desarrollo y vigor del cultivo que se reflejó en una mayor producción de biomasa y de vainas/planta.

Las variedades L1213-2 y PN-1 tuvieron los rendimientos más bajos porque fueron más susceptibles a la roya (*Uromyces appendiculatus* (Reben) Wint.) y a la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), enfermedades que se presentaron en la etapa de llenado de grano, las variedades D-222, BM y G-157 fueron más tolerantes. Cabe señalar que el G-157 fue el de mayor rendimiento en ambos años, mostró mayor No. de vainas/planta y mayor No. de granos/vaina. Acosta y Kobashi (1989) en dos variedades de frijol bajo sequía, señalaron que el No. de vainas/planta fue el componente del rendimiento más afectado por la sequía. Kuruvadi y cortinas (1987) reportaron correlaciones positivas entre el rendimiento con el No. de vainas/plantas, semillas/vaina y con días a floración. En el presente trabajo se encontraron correlaciones significativas entre el rendimiento y No. de semillas/vaina, madurez fisiológica y floración (Cuadro 10). Cabe señalar que las condiciones de clima retardaron el ciclo del cultivo en 16 días en promedio en relación al experimento 1.

No se encontraron diferencias estadísticas significativas para el contenido de ABA, posiblemente porque fueron cantidades muy pequeñas debido a la ausencia de sequía en el suelo en la etapa en la cual se hizo el muestreo (floración). Algunos investigadores han reportado que el ABA se incrementa a medida que el estrés hídrico es más intenso, o bien, que éste es indispensable para inducir sus síntesis, con variaciones en tiempo y en potenciales hídricos (Harrison y Walton, 1975; Pierce y Raschke, 1980; Wain, 1981; Guerrero y Mullet, 1986; Ackerson, 1982; Rosher et al 1985 y Creelman y Zeevaart (1985).

Los contenidos de ABA en hojas variaron entre .01 a 0.33 $\mu\text{g/g}$ de MS; el promedio en tallos fue de 2.04 $\mu\text{g/g}$ de MS. La variedad G-157 fue la que mostró el valor más alto (0.33 $\mu\text{g/g}$ de MS) y PN-1 el segundo lugar con

0.29 ug/g de MS, en hojas, y en tallos el de mayor valor fue el D-222 con 7.74 ug/g de MS. Estos valores se cuantificaron en forma gráfica y matemática.

En base a la revisión de literatura, se infirió que la producción de ABA (endógeno) se debió al potencial genético de la variedad para sintetizar esta fitohormona en ausencia de estrés hídrico en el suelo. Las correlaciones de No. de semillas/vaina con el contenido de ABA en tallos ($r=-.87$) aunque fue no significativa posiblemente por el tamaño de la muestra, sí refleja una interesante tendencia de que a mayor cantidad de ABA en tallos puede disminuir el No. de semillas/vaina (Cuadro 10). La correlación de madurez fisiológica con el ABA en hojas ($r=.89^*$) indicó que a mayor contenido de ABA el ciclo del cultivo puede ser más largo; la misma tendencia se observó con la floración ($r=.72^*$). Posiblemente el contenido de ABA y las bajas temperaturas registradas a partir de los 60 DDS hayan sido las causas por las que se retardó el ciclo de cultivo. Wain (1981) señaló que la formación endógena de ABA proporciona a la planta una mejor oportunidad de sobrevivencia durante período de sequía.

CONCLUSIONES

- Desde la emergencia, el establecimiento rápido o bien la formación rápida de un sistema radical y parte aérea parece ser la mejor estrategia para un rápido establecimiento del cultivo.
- El rendimiento de grano mostró en ambos experimentos una correlación positiva con el No. de vainas/planta, semillas/vaina, peso de 100 semillas, floración y madurez fisiológica.
- A los 33 DDS de 0-30 cm del suelo, las correlaciones del rendimiento de grano con, longitud total de raíz, peso seco, longitud y densidad de raíces en la parte central de la planta resultaron significativas. También la longitud y densidad de las raíces laterales con el No. de vainas/m². A los 66 DDS en éste mismo estrato del suelo, se encontró correlación alta y positiva entre la longitud y densidad de raíces de la parte central de la planta con el No. de vainas/m².
- La variedad G-157 resultó con mayor rendimiento en ambos años, mostró mayor No. de vainas/planta, mayor No. de semillas/vaina, mayor cantidad de ABA en hojas y un buen desarrollo de raíces. Estas características posiblemente son las que le permiten tener un alto potencial de rendimiento.
- La variedad PN-1, a los 33 DDS en el estrato de 30-45 cm del suelo concentró más del 80% del peso, volumen, longitud y densidad en sus raíces laterales. También mostró un aceptable No. de vainas/planta, semillas/vaina y contenido de ABA en hojas y tallos.
- La mayor concentración de raíces fue en los primeros 30 cm del suelo, las de la parte central fueron de mayor diámetro. En estratos más bajos fue menor la concentración de raíces en la parte central y mayor en

las laterales.

- Todas las variedades de frijol tuvieron el potencial de producir en diferentes forma y tiempo suficiente cantidad de raíces en todas las profundidades del suelo muestreadas y diferente potencial de síntesis de ABA en ausencia de estrés hídrico.
- El contenido de ABA en hojas se correlacionó significativa y positivamente con la madurez fisiológica, mientras que el contenido de ABA en tallos presentó una correlación negativa con el No. de semillas/vaina.

LITERATURA CITADA

- Ackerson, R.C. 1982. Synthesis and movement of abscisic acid in water stressed cotton leaves. *plant Physiol.* 80:588-591.
- Acosta D., E. 1990. Crecimiento del sistema radical en maíz y frijol en monocultivo y asociados. XIII Congreso nacional de Fitogenética. SOMEFI. Resúmenes. Cd. Juárez Chih. Mex. 91 p.
- Acosta G., J. A. y J. Kohashi S. 1989. Efecto de la sequía en tres etapas de desarrollo sobre el rendimiento y sus componentes de dos variedades de frijol. *Agric. tec. Méx.* (15) 1: 51-66 p.
- Acosta G., J.A. y R. Rosales S. 1988. Biomasa y sus componentes en variedades indeterminadas de frijol. Informe de investigación sobre frijol. Proyecto Colaborativo. INIFAP-MSU. Durango, Dgo. México. p. 97-106.
- Aguilera Ch., D. M. 1988. Patrones del sistema radical en frijol común (*P. vulgaris* L.). Tesis. Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah, México. p. 54-73.
- Aina, P.D. and. H. O. Fapohunda. 1986. Root distribution and water uptake patterns of maize cultivars field- grown under differential irrigations. *Plant and Soil.* 94: 257-295.
- Babalola, O. and M.O.A. Fawuisi. 1980. Drought susceptibility of two tomato (*L. esculentum*) varieties. *Plan and Soil.* 55: 205-214.
- Boyer, J.S., R.R. Johnson and S.G. Saupa. 1980. Afternoon water deficit and grain yields in old and new soybean cultivars. *Agon. J.*72: 981-986.
- Cantú C., J.A. 1988. Estudio del potencial del sistema radical y correlaciones en 12 genotipos de frijol común (*P. vulgaris*). Tesis. Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT). 1987. Informe Anual. Programa de Frijol.

- Documento de trabajo No. 47. 1988. Cali, Colombia. p 8-63.
- Chapín, F.S. III., C.H.S. Walter and D.T. Clarkson. 1988. Growth response of barley and tomato to nitrogen stress and its control by abscisic acid, water relations and photosynthesis. *Planta*. 173:352-366.
- Creelman, R. A. and Jan A. D. Zeevaart. 1985. Abscisic acid accumulation in spinach leaf slices in the presence of penetrating and non penetrating solutes. *Plant. Physiol.* 77: 25-28.
- Elizondo B., J. 1990. Características agronómicas relacionadas con el rendimiento del frijol (*P. vulgaris* L.) bajo condición de estrés de humedad. XIII Congreso Nacional de Fitogenética SOMEFE. Resúmenes. Cd. Juárez. Chih., México. 157 p.
- Eze, O.J.M., Dumbroff, E.B. and J.E. Thompson. 1981. Effects of moisture stress and senescence on the synthesis of abscisic acid in the primary leaves of bean. *Physiol. Plant.* 51:518-522 p.
- Guerrero, F. and J.E. Mullet. 1986. Short communication. Increased abscisic acid biosynthesis during plant dehydration requires transcription. *Plant. Physiol.* 80: 588-591.
- Harrison, M.A. and D.C. Walton. 1975. Abscisic acid metabolism in water stressed bean leaves. *Plant. Physiol.* 56:250-254.
- Huck, M.G., Peterson, C.M., Hoohemboon, G. and C.D. Busch. 1986. Distribution of dry matter between shoots and roots of irrigated and no irrigated determinate soybean. *Agron. J.* 78: 807-813.
- Kuruvadi, S. y H.M. Cortinas E. 1987. Papel de componentes del rendimiento, correlaciones y sus implicaciones en el mejoramiento genético del frijol. *Agraria. Revista Científica*. Vol 3. No. 1 UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 1 p.
- y E. Guzmán M. 1987. Sistema radical en los cultivos en la UAAAN. Comuna 134. Temas de Investigación. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- y T.F.T. Smith. 1986. Modelos de raíces en trigo macarronero en rizotronos. *Turrialba*. 36 No. 4 p 473-478.
- Marsh, B. a' B. 1971. Measurement of length in random arrangements of lines. *J. Applied Ecol.* 8: 265-267.
- Nagarajah, S. and G.B. Ratnasuriya. 1981. Clonal variability in root growth and drought resistance in tea (*Camellia sinesis*). *J. Plant and soil.* 60:153-155.
- Pajarito R., A. y F.J. Ibarra P. 1988. Caracterización del sistema radical de cuatro genotipos de frijol con diferentes mecanismos de adaptación a sequía. Informe de la Reunión de evaluación y programación. INIFAP-MSU-CRSP. Durango, Dgo. México p 109-129.
- Palomino J., M. 1988. Estudio de cuatro fechas del potencial en raíces, parámetros genéticos y correlaciones en frijol común (*P. vulgaris*). Tesis. Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, México.
- Passioura, J.B. 1982. The role of root system characteristic in the drought resistance of crop plants In: Drought resistance in crops with emphasis on rice. International Rice research Institute. Manila, Philippines. p 78-83.
- Pierce, M. and K. Raschke. 1980. Correlation between loss of turgor and accumulation of abscisic acid in detached leaves. *Planta*. 148: 174-182.
- Rosher, P.H., Jones, H.G. and P. Hedden. 1985. Validation of a radioimmunoassay for (+) abscisic acid in extracts of apple and sweet pepper tissue using high-pressure liquid chromatography and combined gas chromatography mass spectrometry. *Planta*. 165: 91-99.
- Sammons, D.J., Peters, D.B. and T. Hymowitz. 1978. Screening soybean for drought resistance. I. Growth chamber procedure. *Crop Sci.* 18: 1050-1055.
- Wain. R.L. 1981. El control químico del crecimiento de las plantas. En: R.N. Ordaza (ed). 1981. Los reguladores de las plantas y los insectos. CONACYT. México, D.F. p 13-24.
- Walton, C.D. 1980. Biochemistry and physiology of abscisic acid. *Annu Rev. Plant. Physiol.* 31: 453-489.

Cuadro 2. Datos de clima registrados durante el ciclo de cultivo del frijol en Francisco I. Madero, Dgo. 1988.

Período (decenas)	Temperatura °C		mm			ETP
	Máximas	Mínimas	Precipitación	Evaporación	ETP	
Junio						
1-10	31.0	11.0	0.0	117.0	87.7	
11-20	26.6	14.3	52.7	64.7	48.5	
21-30	27.8	16.0	34.5	74.6	56.0	
Julio						
1-10	23.9	14.9	133.5	44.4	33.3	
11-20	24.7	15.6	82.0	59.4	44.6	
21-31	24.7	15.3	39.0	48.0	36.0	
Agosto						
1-10	25.1	14.2	52.9	43.9	32.9	
11-20	25.4	13.2	39.1	43.7	32.8	
21-31	24.1	14.1	24.3	55.0	41.2	
Septiembre						
1-10	23.8	12.1	0.0	47.3	35.5	
11-20	26.6	10.5	3.8	46.3	34.7	
21-30	25.8	11.2	68.6	64.7	48.5	
Octubre						
1-10	24.1	8.2	0.0	57.2	42.9	
11-20	25.6	7.4	0.0	74.4	55.8	
21-31	28.9	5.9	0.0	66.3	49.7	

Fecha de siembra: 12/julio 1988

Precipitación total acumulada=443.2 mm

ETP= Evapotranspiración potencial

Etapas vegetativa= 346.5 mm

Etapas reproductiva=96.7 mm

Cuadro 3. Datos de clima registrados durante el ciclo de cultivo del frijol en Durango, Dgo. 1989.

Período (decenas)	Temperatura °C		mm			ETP
	Máximas	Mínimas	Precipitación	Evaporación	ETP	
Junio						
1-10	33.7	12.5	0.0	111.1	83.6	
11-20	31.9	13.3	0.0	101.6	76.2	
21-30	31.2	13.8	0.0	100.9	75.7	
Julio						
1-10	26.1	13.5	22.0	78.7	59.0	
11-20	29.3	13.5	56.4	83.1	62.3	
21-31	28.0	13.8	13.9	71.8	53.8	
Agosto						
1-10	25.7	13.7	53.0	66.0	49.5	
11-20	27.1	13.4	18.9	62.4	46.8	
21-31	24.4	13.7	107.7	55.2	41.4	
Septiembre						
1-10	26.6	12.2	8.4	57.2	42.9	
11-20	25.6	12.7	30.0	53.9	40.4	
21-30	24.0	5.2	1.3	46.1	34.6	
Octubre						
1-10	23.7	8.9	26.0	48.9	36.7	
11-20	24.7	5.6	4.3	41.8	31.3	
21-31	25.9	8.8	6.0	51.2	38.4	

Fecha de siembra: 20/julio/1989

Precipitación total acumulada=342 mm

ETP= evapotranspiración potencial

Etapas vegetativa= 164 mm

Etapas reproductiva= 178 mm

Cuadro 4. Cuadrados del análisis de varianza para diferentes características agronómicas en frijol bajo temporal en 1988.

Carácter	Repeticiones	Cuadrados Medios Genotipos	Error	CV(%)
Rendimiento de grano	88.755	89.141	107.341	14.2
Número de vainas por m ²	264.933	576.925	847.058	25.8
Peso de 100 semillas	4.057	51.547**	4.393	6.2
Floración	0.317	11.000**	0.233	1.3
Madurez fisiológica	0.583	2.675	0.875	1.1
Materia seca/planta (17 DOS)	0.009	0.009	0.007	30.4
Materia seca/planta (17 DOS)	3.221	0.763	1.215	31.0
Materia seca/planta (33 DOS)	0.150	0.028	0.061	27.5
Materia seca/m ² (33 DOS)	12.173	3.182	8.928	31.7
Materia seca/planta (51 DOS)	1.502	1.456	3.055	29.4
Materia seca/m ² (51 DOS)	318.863	277.097	308.504	27.4
Materia seca a los 66 DOS:				
- Por metro ² en hojas	11.994	125.951	85.137	30.7
en tallos	21.902	89.604	130.656	27.7
en vainas	12.665	576.925	298.767	25.8

** Significativo at 1%

* En gramos

CV: Coeficiente de variación

Cuadro 5. Promedios para diferentes características agronómicas en frijol en 1988.

Carácter	Bayo Madero	Guanajuato 157	Genotipo		Promedio general
			Durango 22	L1213-2	
Rendimiento de grano	66.2	77.8	71.0	74.2	73.2
Peso de 100 semillas	35.0	33.0	39.0	29.0	33.6
Número de vainas por m ²	130.0	110.0	107.0	116.0	112.4
Floración	38.0	40.0	39.0	36.0	38.0
Madurez fisiológica	81.0	81.0	83.0	81.0	81.0
Materia seca/m ² (17 DOS)*	3.4	3.4	4.1	3.8	3.5
Materia seca/planta (33 DOS)	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9
Materia seca/m ² (33 DOS)	8.9	9.2	10.9	8.6	9.4
Materia seca/planta (51 DOS)	6.2	6.6	5.7	5.0	5.9
Materia seca/m ² (51 DOS)	55.6	77.3	59.9	66.4	64.1
Materia seca a los 66 DDS:					
- Por metro ² en hojas	51.1	41.4	46.5	43.9	44.9
en tallos	44.1	37.3	40.5	34.7	37.2
en vainas	57.4	63.6	60.8	60.2	62.4

Cuadro 6. Correlaciones fenotípicas entre diferentes pares de características en frijol (1988).

Variable	17 DDS			33 DDS			51 DDS			66 DDS								
	DF	DMF	MS/PL	MS/M2	MS/PL	MS/M2	MS/PL	MS/M2	MS/PL	MS/M2	MSH/PL	MST/PL	MSV/PL	MSH/M2	MST/M2	MSV/M2	V/M2	PSEM
DMF	.25																	
MS/PL(1)	.19	.17																
MS/M2(1)	.11	-.18	.74**															
MS/PL(2)	.03	-.12	.36	.37														
MS/M2(2)	.05	-.19	.39	.42	.88**													
MS/PL(3)	.24	-.27	-.18	.03	.30	.11												
MS/M2(3)	.33	-.41	.04	.24	.10	.03	.32											
MSH/PL(4)	.04	.04	.03	.04	-.08	-.06	-.31	-.17										
MST/PL(4)	.18	-.03	.08	.07	-.02	-.01	-.17	-.03	.85**									
MVS/PL(4)	-.06	.03	-.25	-.23	-.05	.04	-.33	-.27	.53*	.43*								
MSH/M2(4)	-.04	-.17	.35	.36	.48	.49*	-.15	-.24	.44**	.43	.16							
MST/M2(4)	.16	-.04	.23	.30	.50*	.45*	0	-.15	.35	.46*	.20	.91**						
MSV/M2(4)	-.20	-.15	.10	.05	.26	.30	-.09	-.41	.30	.33	.62*	.57*	.58*					
V/M2	-.29	-.16	.06	.06	.40	.29	-.06	-.37	.29	.38	.24	.74**	.71*	.66*				
PSEM	.49*	.53*	.34	.12	.08	.09	-.15	-.17	.31	.15	.22	.27	.29	.06	.06	.06		
REND.	-.01	-.46*	.38	.17	.05	.17	-.01	-.33	-.01	.09	-.08	-.06	.23	-.11	-.16	-.12		

+ (1)= 17 DDS; (2)=33 DDS; (3)=51 DDS; (4)= 66 DDS

* Significativo al 5%, ** = Significativo al 1%

Cuadro 7. Cuadrados medios del análisis de varianza para diferentes variables, etapas fenológicas y profundidades del suelo del sistema radical de frijol. 1988.

Fecha	Variable			
	Peso seco (mg)	Volumen (ml)	Longitud (cm)	Densidad (cm/cm ³)
----- 0-30 cm -----				
17 DDS				
PC	0.034	0.191**	0.193	0.011
S	0.006	0.044	0.032	0.024
Total	0.019***	0.067*	0.058***	0.020
33 DDS				
PC	0.023	0.040	0.011	0.011
S	0.005	0.010	0.024	0.024
Total	0.033	0.015	0.017	0.020
51 DDS				
PC	0.004	0.029***	0.061	0.061
S	0.014	0.001	0.014	0.014
Total	0.005	0.006	0.018	0.012
66 DDS				
PC	0.007	0.031	0.041**	0.041**
S	0.028*	0.063*	0.005	0.005
Total	0.011***	0.040**	0.009	0.006
----- 30-45 cm -----				
33 DDS				
PC	0.139	0.519	0.100	0.106
S	0.020	0.138	0.059	0.059
Total	0.013	0.048	0.041	0.049
51 DDS				
PC	0.170	0.164	0.163	0.163
S	0.031	0.074	0.117	0.117
Total	0.048	0.041	0.095	0.095
66 DDS				
PC	0.151	0.295	0.160	0.160
S	0.086*	0.290*	0.141**	0.141**
Total	0.056	0.125	0.083	0.110
----- 45-60 cm -----				
51 DDS				
PC	0.087	0.302	0.214	0.234
S	0.027	0.055	0.054	0.054
Total	0.002	0.030	0.056	0.049
66 DDS				
PC	0.151	0.295	0.160	0.160
S	0.086*	0.290*	0.141**	0.141**
Total	0.056	0.125**	0.083**	0.110**

PC= Pozo central (parte central de la planta)

S= Submuestras (alrededor del PC; raíces laterales)

DDS=Días después de la siembra; *Significativo al P. 01; **= Significativo al P. 05

***=Significativo al P. 10

Cuadro 8. Cuadrados medios del análisis de varianza para diferentes características en frijol en 1989.

Carácter	Cuadrados Medios				CV (%)
	Repeticiones	Genotipos	Error		
Rendimiento de grano	4666.72	4421.70*	1153.467		18.9
No. vainas/planta	37.82	14.18	16.878		32.5
No. semillas vaina	0.03	0.21	0.078		8.3
Peso de 100 semillas	27.95	158.41**	2.939		5.2
Floración	1.11	61.32**	0.492		1.8
Madurez fisiológica	8.33	30.95**	0.750		0.9
ABA en hojas	3.65	0.63	1.459		59.7
ABA en tallos	1.24	1.27	2.444		56.1

* Significativo al 5%; ** Significativo al 1%.

Cuadro 9. Promedios para diferentes características en frijol en 1989.

Carácter	Bayo Madero	Guanajuato 157	Durango 222	L1213-2	Pinto Nal-1	Promedio general
Rendimiento de grano	166.00	220.00	210.00	157.00	145.00	179.6
Peso de 100 semillas	35.00	30.00	43.00	30.00	26.00	32.8
No. de semillas/vaina	3.40	4.00	3.40	3.40	3.00	3.4
No. de vaina/planta	13.30	15.00	9.50	14.00	12.60	13.1
Floración	38.00	46.00	40.00	36.00	36.00	39.2
Madurez fisiológica	100.00	99.00	98.00	94.00	94.00	97.0
ABA en hojas g/g	0.10	0.33	0.02	0.01	0.29	0.15
ABA en tallos	0.15	0.20	7.74	0.38	1.72	2.04

Cuadro 10. Correlaciones entre pares de características en frijol.

	Rendi- miento	Peso de 100 sem	ABA (hojas)	ABA (tallos)	Semillas/ vaina	Vainas/ planta	Madurez fisiológica
Peso de 100 Semillas	.43						
ABA en hojas	0.11	.16					
ABA en tallos	0.40	-.57	-.11				
Semillas/ vaina	.43*	.07	.66	-.87			
Vainas/ planta	.11	-.15	.29	.03	-.04		
Madurez fisiológica	.58*	.61**	.89*	-.60	.36	.05	
Floración	.56*	.20	.72	-.51	.50*	.03	.59**

* Significativo al 5%

**Significativo al 1%

Contenido de humedad en el suelo (3)

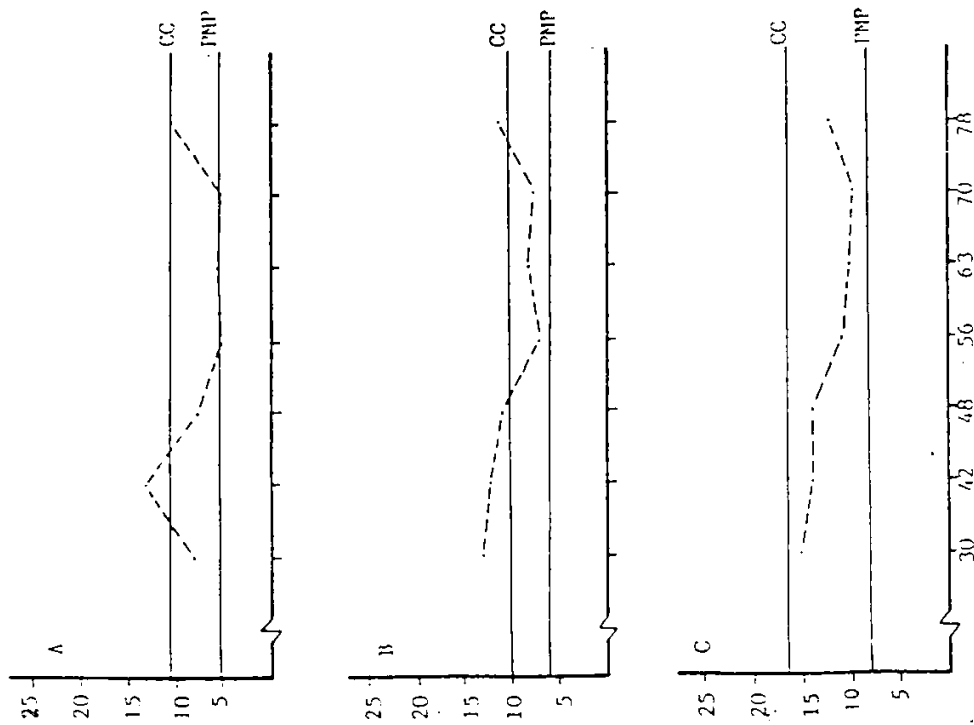


Figura 1. Contenido de humedad en el suelo a tres profundidades durante el ciclo del cultivo de frijol: A=0-15 cm, B=15-30 cm, y C=30-45 cm. CC capacidad de campo (-0.03 bars), PMP punto de marchitez permanente (-15 bars). Francisco J. Nadero, Dgo. 1988.

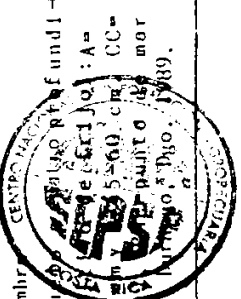
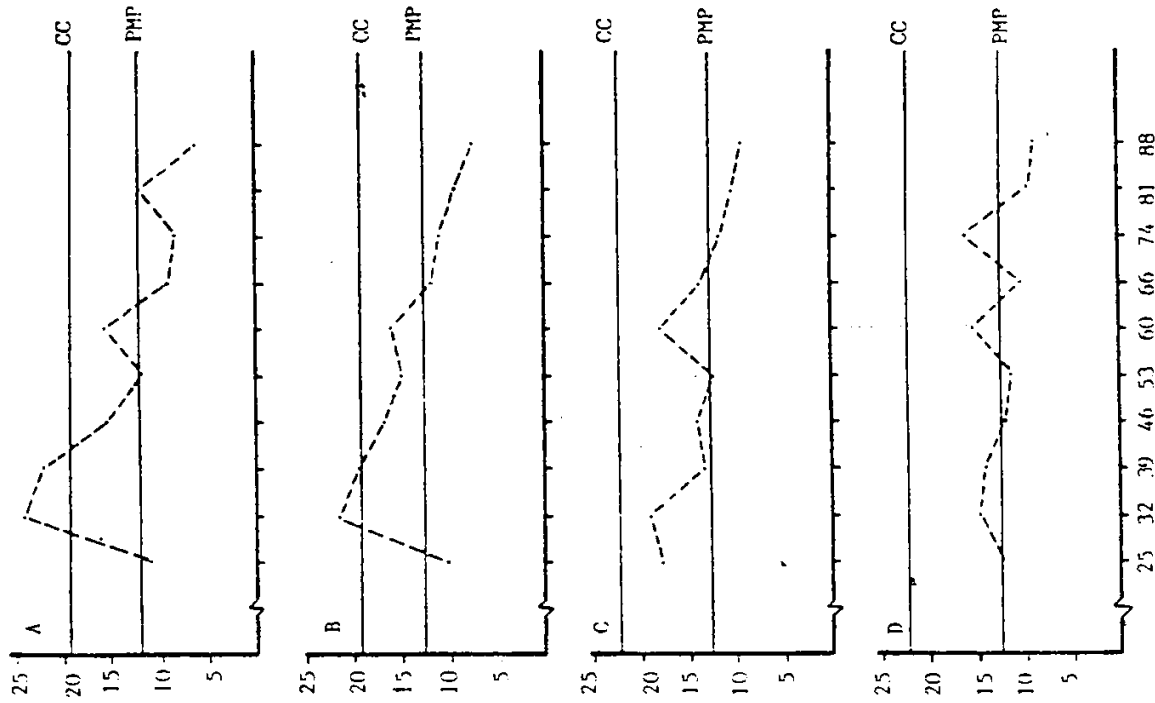
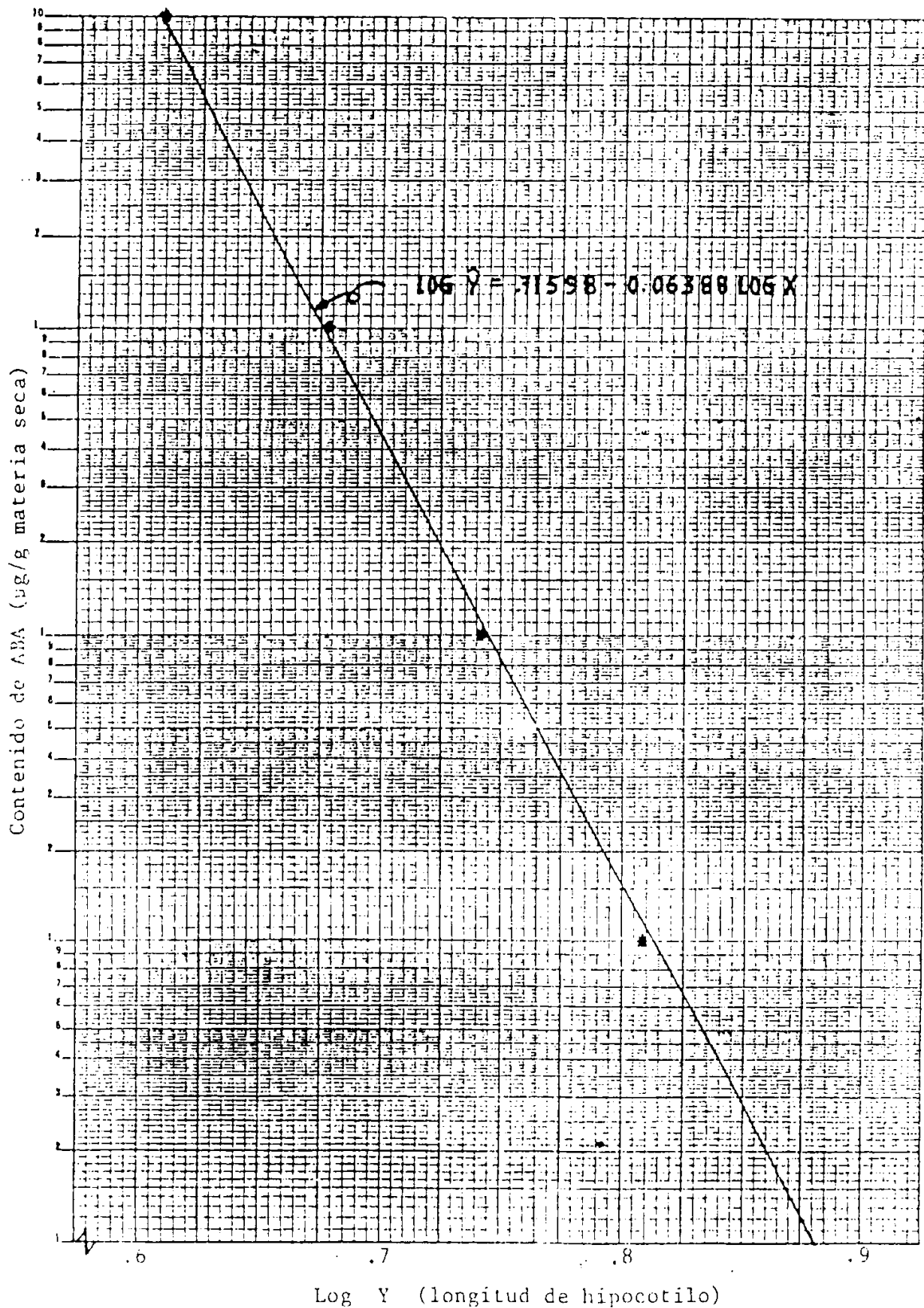
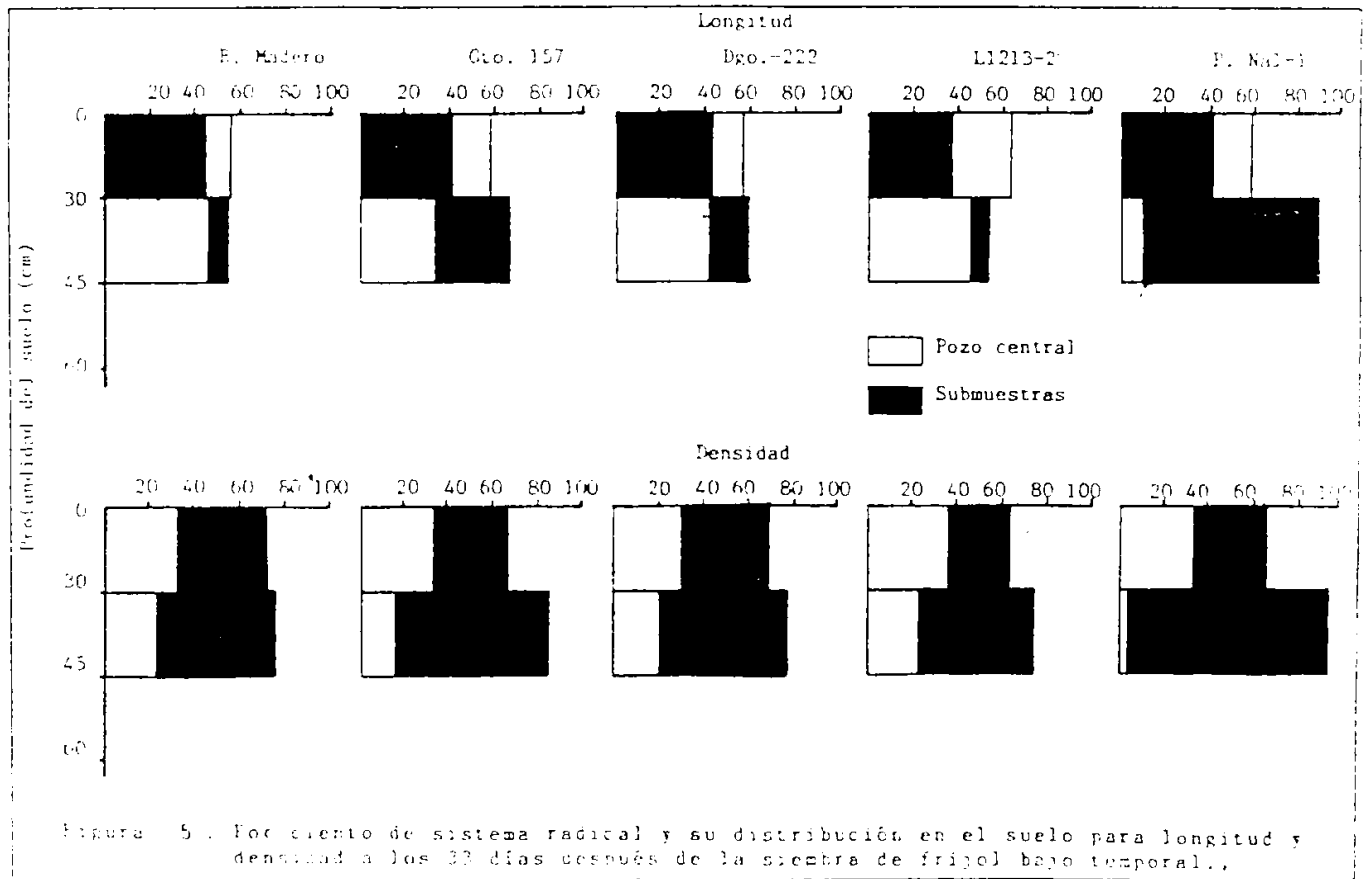
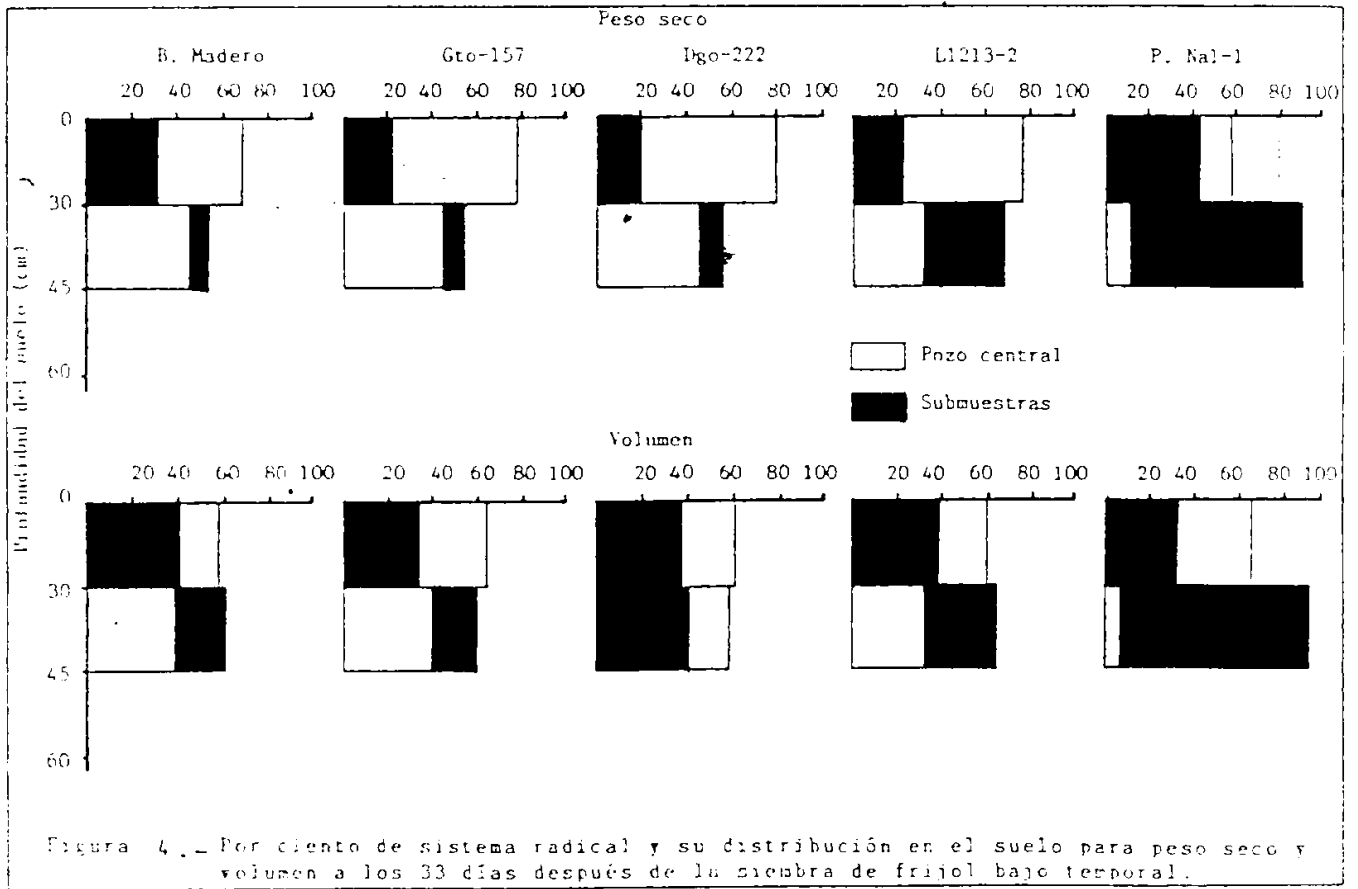


Figura 2.- Contenido de humedad en el suelo a tres profundidades durante el ciclo del cultivo de frijol: A=0-15 cm, B=15-30 cm, C=30-45 cm. CC capacidad de campo (0.03 bars), PMP punto de marchitez permanente (-15 bars). Francisco J. Nadero, Dgo. 1989.

Figura 3. Contenido de ácido abscísico en relación con la longitud de hipocotilo de la plántula de lechuga.





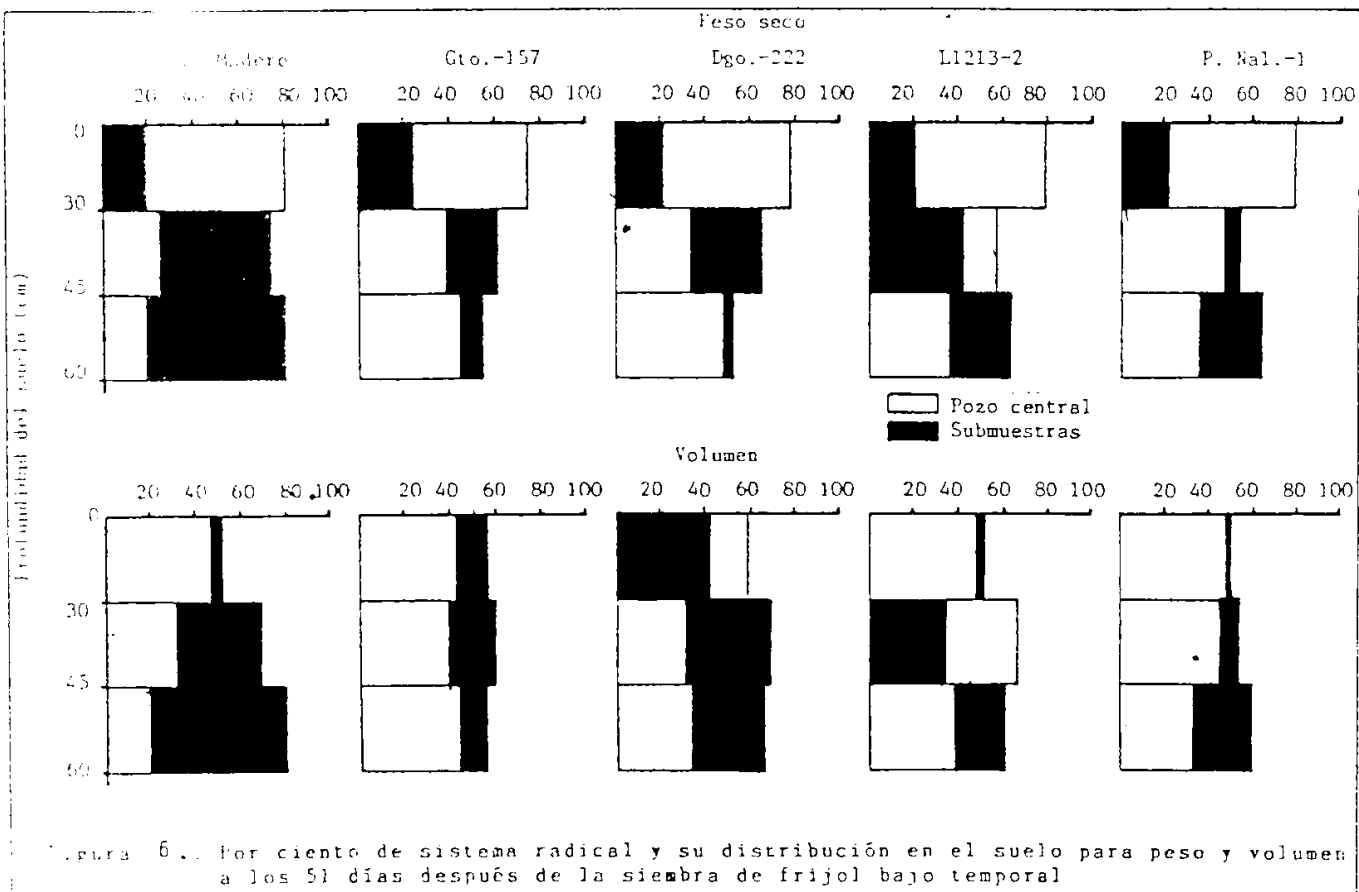


Figura 6. Por ciento de sistema radical y su distribución en el suelo para peso y volumen a los 51 días después de la siembra de frijol bajo temporal

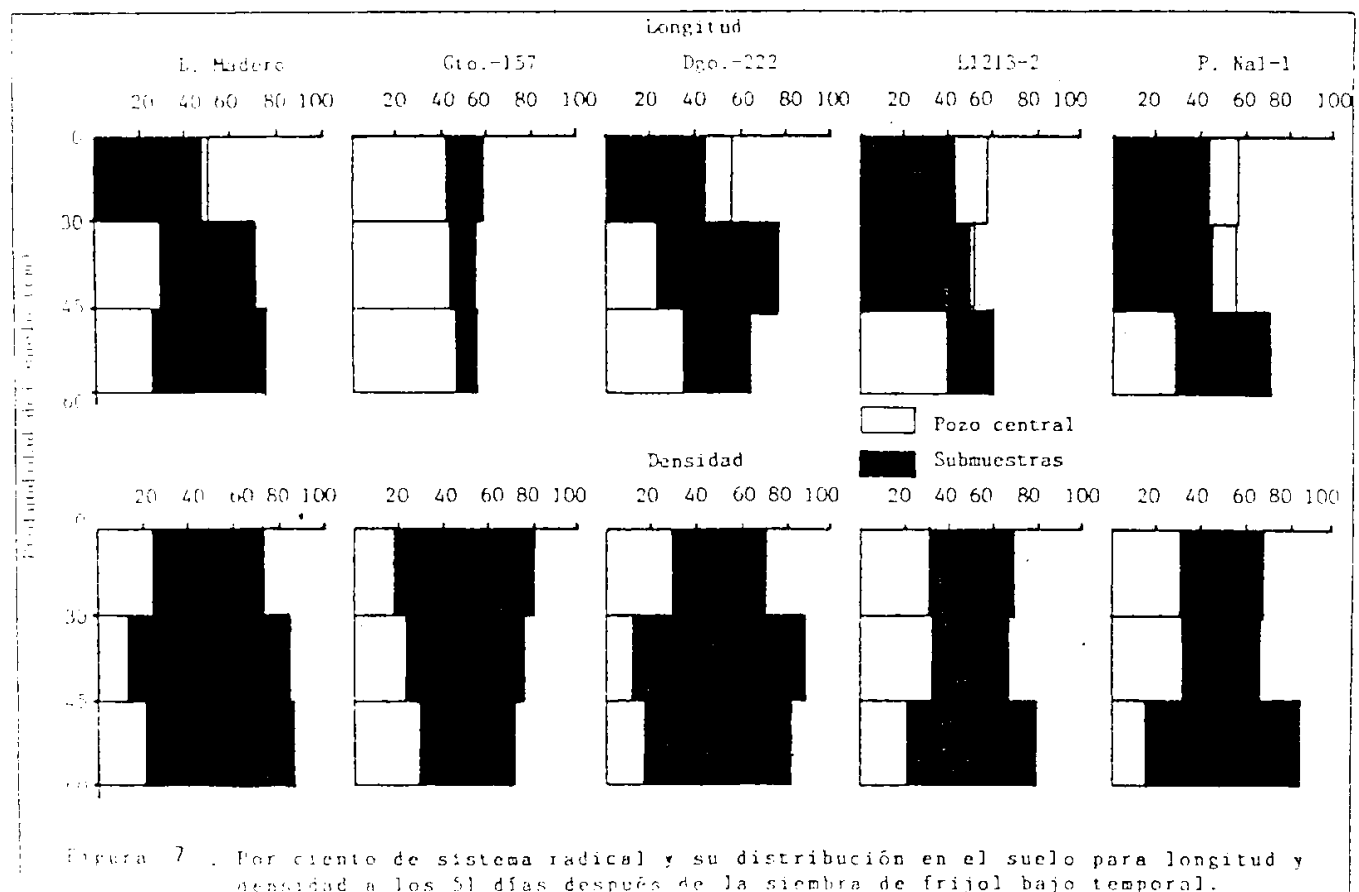


Figura 7. Por ciento de sistema radical y su distribución en el suelo para longitud y densidad a los 51 días después de la siembra de frijol bajo temporal.

Caracterización de Cuatro Variedades de Frijol *Phaseolus vulgaris* por sus Cualidades Físicas y Nutricionales

Carmen Jacinto Hernández¹ Guillermo Carrillo Castañeda² Albino Campos Escudero³

RESUMEN

La semilla de las variedades BAT 104, Bayo Río Grande, Canario 107 y Jamapa fueron caracterizadas en el Laboratorio, utilizando como criterios: características tecnológicas de la semilla, así como contenido de proteínas totales y solubles, L-triptofano total (L-trp) y L-metionina disponible (L-met) en extractos acuosos de NaCl, ácido acético y etanol. Bayo Río Grande, la variedad de mayor tiempo de cocción (98 minutos), mostró el mayor porcentaje de testa (11.4); La variedad BAT 104, mostró el mayor contenido de proteína total (27.3%) contrastando con Bayo Río Grande (23.3%). En promedio de las cuatro variedades el contenido de ambos aminoácidos resultó mayor cuando se determinó en los extractos salinos (43% L-met y 92 % L-trp). En consecuencia las determinaciones subsecuentes se realizaron únicamente en los extractos salinos. Las variedades Bayo Río Grande y Canario 107 tuvieron la mayor cantidad de L-met y L-trp, respectivamente, contrastando ambos con BAT 104.

Palabra clave: Leguminosa, proteína del grano, L-metionina, L-triptofano, calidad nutricional.

INTRODUCCION

Las proteínas de reserva de la semilla de *Ph. vulgaris* que proveen los nutrientes para el desarrollo del embrión, también son un elemento importante en la dieta humana. Sin embargo, el consumo per cápita de este grano tiende a disminuir, razón por la cual es prioritario elevar su calidad nutricional. Una alternativa sería incrementar a través del mejoramiento genético la cantidad de aminoácidos azufrados y triptofano, este último es el segundo aminoácido limitante. Existe el antecedente de que se han detectado diferencias varietales en el contenido de proteína (9) y aminoácidos azufrados, que no obstante de ser características fuertemente afectadas por el ambiente (4) se ha logrado incrementar en forma considerable el contenido de proteína y globulina I (7).

Fue objetivo del presente estudio caracterizar cuatro variedades de frijol utilizando como criterios el contenido de L-triptofano y L-metionina previa identificación del extracto que mejor determine estos componentes. Complementando esta caracterización con las cualidades tecnológicas de las semillas.

MATERIALES Y METODOS

Material biológico. Se utilizaron semillas de las variedades de frijol: BAT 104, Bayo Río Grande, Canario 107 y Jamapa, las cuales fueron elegidas mediante selección preliminar en cuanto a su contenido de proteína de un total de diez materiales. Estas variedades a excepción de BAT 104, se siembran en amplias zonas del territorio nacional, y fueron proporcionadas por el Programa de Frijol del INIFAP, y el microorganismo *Salmonella typhimurium* LT-2 met-A55 del Laboratorio de Genética Molecular del Colegio de Postgraduados.

Evaluación de las características tecnológicas de la semilla. Se emplearon como parámetros de comparación el peso y tamaño -evaluado este último como volumen de 100 semillas-, el porcentaje de testa, tiempo de cocción y espesor del caldo (sólidos en el caldo).

Preparación de extractos. Las semillas libres de testa fueron molidas en un molino Cyclotec, con malla de 0.4 mm. Posteriormente en un gramo de harina se realizó la extracción de las fracciones solubles en soluciones de: cloruro de sodio 0.5 M, preparado en amortiguador de fosfatos 0.03 M PH 7.4; etanol al 70%, v/v; y ácido acético 0.05 M. Se realizaron tres extracciones sucesivas hasta completar treinta mililitros de cada extracto de acuerdo al método de Osborne (8).

Determinación de proteína. La cantidad de proteína presente en los extractos de harina de frijol se determinó con el equipo Technicon Autoanalyzer II en pares de muestras alicuotas de cada extracto de 1 ml, y por el método de Lowry (5) empleando pares de muestras alicuotas de 5 ul del sobrenadante de los extractos centrifugados a 22000 x g durante 15 minutos a 10 °c.

Determinación de aminoácidos. En un primera etapa se cuantificó el contenido de L-metionina (L-met) y L-triptofano (L-trp) en los extractos salinos, etanólicos y de ácido acético para determinar como estos individualmente contribuían en la calidad nutricional del grano. En una segunda etapa se determinó la cantidad de ambos aminoácidos, en tres experimentos independientes, utilizándose para ello seis extractos salinos por variedad (2 en cada experimento) realizándose en total 20 determinaciones de L-met y 16 de L-trp. Para expresar los datos en términos de mg de aminoácido por 100 mg de proteína en extracto de harina de frijol, se consideró

¹ y ³ Investigadores del Laboratorio de Calidad de Proteínas y Programa de frijol respectivamente. (INIFAP-SARH). Apdo. Postal 10. C.P. 56230, Chapingo, Edo. de México.

² Profesor investigador del Laboratorio de Genética Molecular del Colegio de postgraduados (C.P.) Montecillo, Edo. de México.

el contenido de proteína determinado por el método de Lowry en el caso de L-met, y el de Technicon para L-trp.

Determinación microbiológica de L-metionina disponible. Para evaluar la cantidad de L-met presente en los extractos, se siguió el método microbiológico descrito por Mendoza y Carrillo (6), empleando muestras alicuotas de 200 μ l de los extractos centrifugados.

Determinación de L-triptofano. Este aminoácido se analizó según el método de Opienska-Blauth, modificado por Hernández y Bates (3), utilizando 1 ml del extracto de harina de frijol.

RESULTADOS Y DISCUSION

Características tecnológicas. En el cuadro 1 se aprecia que las mayores diferencias en el peso y volumen de la semilla fueron entre las variedades Canario 107 y Jamapa.

Cuadro 1. Características tecnológicas de cuatro variedades de frijol.

Variedad	Peso de 100 g	Volumen semillas ml	Testa %	Tiempo de cocción min	Sólidos %
Bayo Río Grande	18.8	24.0	11.4	98	0.31
Jamapa	16.7	20.0	10.0	72	0.24
Canario 107	36.4	44.0	9.1	80	0.56
BAT 104	18.7	24.0	9.7	93	0.25

La variedad con la mayor proporción de testa Bayo Río Grande, resultó ser también la de mayor tiempo de cocción. Jamapa y BAT 104 mostraron la menor proporción de sólidos, contrastando con Canario 107. El tamaño de las semillas fue directamente proporcional a su peso. La gran aceptación por el consumidor de la variedad Canario 107 en el Altiplano Central de México, se debe posiblemente a las características que aquí se describen, sobre todo a lo rápido de su cocción y a lo espeso de su caldo.

El porcentaje de proteína de grano integral en las variedades estudiadas determinado por el método Technicon, varió de 23 a 27%; mientras que al determinarlo en la harina obtenida de los materiales libres de testa, esta concentración se incrementó según se aprecia en el cuadro 2. Lo anterior se debe a que el contenido de nitrógeno en el cotiledón es considerablemente superior al de la testa.

Proteína soluble en los extractos de harina de frijol libre de testa. En los extractos de las cuatro variedades se observó que en la fracción de proteína soluble en la solución de cloruro de sodio se detectó más del 80% del nitrógeno total, seguida de la fracción soluble en ácido acético y finalmente la soluble en etanol.

Cuadro 2. Contenido de proteína en cuatro variedades de frijol en harina de grano integral (HI) y de grano libre de testa (HLT).

Variedad	Porcentaje de proteína**	
	HI	(base seca) HLT
Bayo Río Grande	23.3	25.1
Jamapa	24.4	27.7
Canario 107	24.8	26.6
BAT 104	27.3	32.2

* Determinación realizada por el método Technicon.

Contenido de L-metionina y L-triptofano en los extractos de harino de frijol libre de testa. El contenido de los aminoácidos L-met y L-trp en los extractos de harina de frijol libres de testa determinado de manera preliminar, se muestra en la fig.1. En esta figura puede apreciarse que L-met se encuentra distribuida en los tres extractos probados, sin embargo la mayor cantidad se detectó siempre en el extracto salino. Estos resultados reafirman lo encontrado por otros autores (2), los que indican que a mayor cantidad de globulina-1 presente en el extracto se incrementa la proporción de L-met disponible. Lo anterior a pesar de que globulina-1 contiene pocos residuos de L-met, representa la principal fuente de este aminoácido en el frijol común, porque constituye una gran parte de la proteína de reserva de la semilla. El contenido de L-trp también fue mayor en el extracto salino.

Figura 1. Contenido proporcional de los aminoácidos L - met y L- trp, presentes en promedio en la harina de semilla de frijol sin testa de las variedades: BAT 104, Bayo Río Grande, Canario 107 y Jamapa, extraídos con soluciones acuosas de: NaCl, 0.5 M ; Acido acético, 0.5 y de Etanol al 70% v/v.

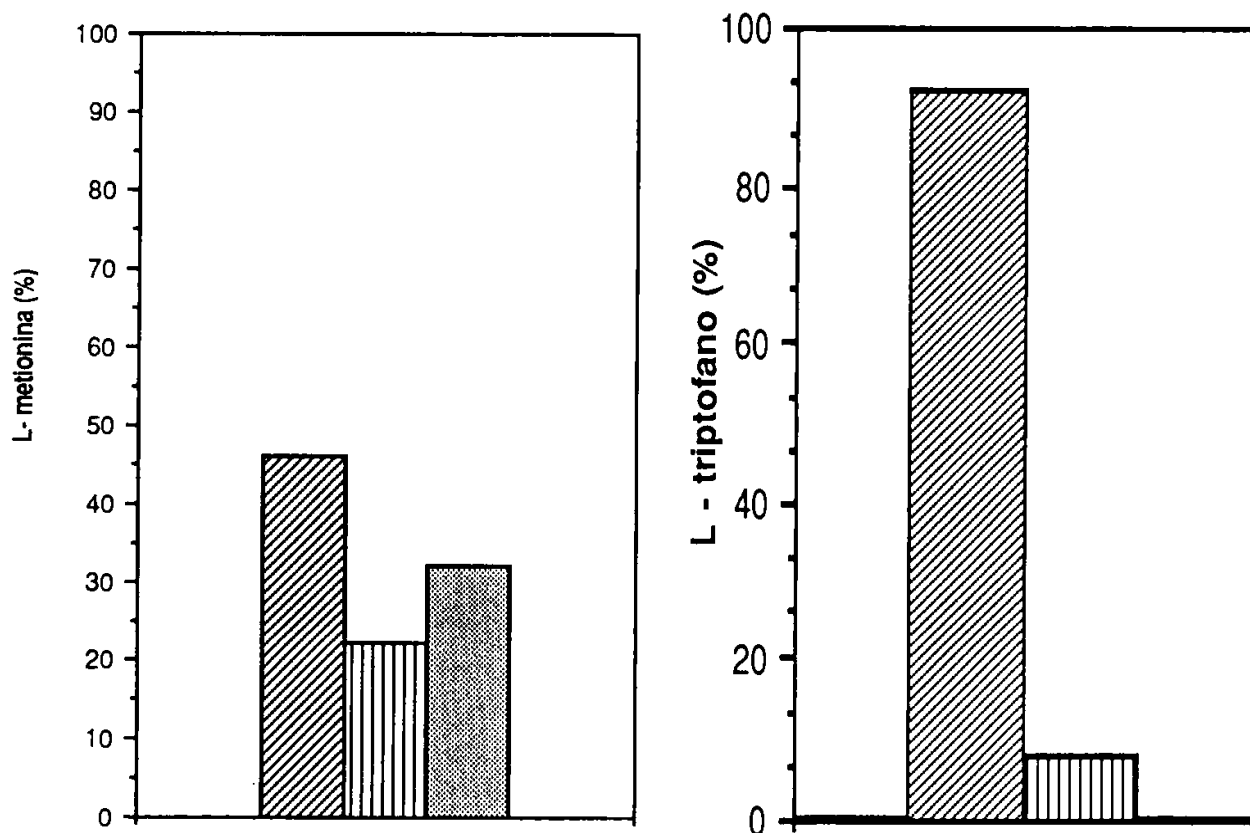


Figura 1. Contenido proporcional de los aminoácidos L - met y L- trp, presentes en promedio en la harina de semilla de frijol sin testa de las variedades: BAT 104, Bayo Río Grande, Canario 107 y Jamapa, extraídos con soluciones acuosas de: NaCl, 0.5 M (▨); A cido acético, 0.5 (▤) y de Etanol al 70% v/v (▩).

Basados en los resultados, y con fines de selección de variedades de frijol de mayor calidad nutritiva, resulta más práctico hacer la determinación de estos aminoácidos en el extracto salino. Es importante tener presente que los datos sobre contenido de L-met y L-trp se refieren a la metionina y triptofano solubles en una solución diluida de cloruro de sodio y los datos que se reportan son en relación a la proteína soluble, la que en este caso representó más del 80% del nitrógeno total de la semilla.

Al comparar los valores de la media del contenido de L-met en las cuatro variedades estudiadas (cuadro 3), se encontraron diferencias significativas (al 5%), detectándose una relación inversamente proporcional del contenido de este aminoácido con el contenido de proteína determinada en extractos de harinas libres de testa, resultado que coincide con lo encontrado por Evan (1), quien calculó un coeficiente de correlación significativo de -0.53 entre proteína y L-met + L-cis al analizar 198 muestras de *P. vulgaris*. En el caso de L-trp, aunque también se observaron diferencias entre algunas de las variedades, estos datos aparentemente no están relacionados con el contenido de proteína.

Cuadro 3. Comparación de valores de la media por la prueba de Tukey, para las variables L-met y L-trp expresadas en mg de aminoácido/100 mg de proteína soluble.

Variedad	a m i n o á c i d o	
	L-met	L-trp
Bayo Río Grande	1.20 a	1.31 b
Canario 107	1.09 b	1.42 a
Jamapa	1.04 c	1.38 ab
BAT 104	1.01 d	1.17 c

Los datos son promedios de 20 repeticiones en L-met 16 en L-trp Promedios son la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí (Tukey P=0.05).

Cabe hacer notar que el método descrito para la determinación de L-trp debido a su exactitud y reproducibilidad, ya ha sido empleado exitosamente con fines de selección varietal en los Programas de Mejoramiento de maíz. En el caso del análisis de L-met, si bien la determinación microbiológica requiere de 16 a 18 horas, el número de muestras que se pueden analizar simultáneamente -del orden de cientos- y la simplicidad del procedimiento y equipo requerido, hacen de este método un instrumento que se ajusta a las necesidades de los programas de selección de cultivares con mayor calidad nutritiva.

CONCLUSIONES

De los extractos analizados el salino fue donde se encontró una mayor concentración de L-met y L-trp en las cuatro variedades estudiadas.

Existen amplias diferencias en el contenido de proteína y en las características tecnológicas especialmente en cuanto al tamaño, tiempo de cocción y espesor del caldo. A pesar de que el rango de valores para contenido de L-met y L-trp fue muy estrecho, aún así se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las variedades.

Las variedades con mayores concentraciones de L-met fueron Bayo Río Grande y Canario 107 y de L-trp Canario 107 y Jamapa.

BIBLIOGRAFIA

- Evans, R.J. 1978. Methionine and cystine contents of beans (*Phaseolus*) seed. *J. Agric. Food Chem.* 26: 1234-1237.
- Gepts, P., Bliss, F.A. 1985. Enhanced available methionine concentration associated with higher phaseolin levels in common bean seeds. *Theoretical Applied Genetics.* 69(1):47-53
- Hernández, H., and Bates, L. 1969. A modified method for rapid tryptophan analysis in maize.

CIMMYT. Res. Bull. No. 13.

Laris, D.J., Ortega D, M.L., Trinidad S.A., y Carrillo Castañeda, G. 1991. Efecto de la fertilización con nitrógeno y azufre en el contenido de proteína y L-metionina de la semilla de frijol *Phaseolus vulgaris* L. *Agrociencia* (en prensa).

Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagen. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275.

Mendoza A, J.L. y Carillo-Castañeda, G. 1979. Determinación cuantitativa de aminoácidos para propósitos de selección en frijol. *Fitotécnica* 2: 73-81.

Mutschler, M.A., and Bliss, F.A. 1981. Inheritance of bean seed globulin content and its relationship to protein content and quality. *Crop Sci.* 21: 289-294.

Osborne, T.B. 1907. The protein of the wheat kernel. *Carnegie Inst. Washington D.C. Pub. No. 84.*

Tulman, N.A., Koo, F.K.S., and Cuevas-Ruiz, J. 1978. Influence of plant competition and pod position on seed y yield components and protein content in beans. *J. Agric. Univ. P. Rico.* 62: 186-190.

Densidad de Población en Soya de Ciclo Intermedio Variedad "Williams 82".

Manuel Sánchez Hernández¹, Jorge Betancourt M.¹, Manuel Irañeta I.¹, Lorenzo Barreiro A.¹

Se realizaron seis experimentos en la Estación Experimental de Granos "El Tomeguín", de Alquizar. La Habana en un suelo Ferralítico rojo hidratado con la variedad de soya de ciclo intermedio "Williams 82" en siembras de verano e invierno durante tres años (1987, 1988 y 1989) con el objetivo de determinar la densidad de población óptima para esta variedad. Los rendimientos en grano no mostraron variabilidad significativa adjudicable al factor densidad o a su interacción con años. No hubo respuesta en los rendimientos durante la época de verano a incrementos sucesivos de 50 mil plantas por hectáreas entre 200 y 400 pl/ha; sin embargo, en invierno se detectó un incremento de 0,2 t/ha a 400 mil pl/ha en comparación con 250 mil (2,5 t/ha) que es la densidad convencional. Se recomendó la densidad de 250 mil pl/ha para las siembras de verano (época de lluvias) y 400 mil pl/ha para invierno (época de seca con regadío).

Palabras claves: densidad de población, soya, variedad.

INTRODUCCION

Las condiciones ecológicas de Cuba son apropiadas para realizar tres siembras anuales: abril-mayo (1); julio-agosto (2,3) y diciembre-enero (1, 4, 5, 6) aunque la mejor época para producir grano es del 15 de julio hasta finales de agosto (7) por el efecto positivo del clima sobre las etapas reproductivas y de maduración del grano de soya; pero para alcanzar altos rendimientos en grano hay que adoptar en cualesquiera de estas épocas, el sistema de siembra cuya disposición espacial permita a las plantas explotar al máximo la fertilidad del suelo.

La población ideal de plantas por área depende del cultivar y de la época de siembra. La conjugación de estos tres factores es fundamental para el máximo aprovechamiento de la superficie y de la luz, los nutrientes y el agua, y la obtención de arquitectura de planta favorable a la producción y a la cosecha mecanizada (8). Además de la altura de planta, su resistencia al volcamiento y su habilidad para ramificar (g).

El objetivo de este trabajo fue determinar la mejor densidad de población de plantas para la época de lluvia y de seca con regadío en la variedad de soya de ciclo intermedio "Williams 82".

MATERIALES Y METODOS

Los ensayos se efectuaron en la Estación Experimental de Grano "El Tomeguín" en un suelo Ferralítico rojo hidratado (10) entre los años 1987 y 1989. En la época de lluvia se sembró en agosto y septiembre; en la de seca durante el mes de enero. Se empleó la variedad del grupo de madurez III y de ciclo intermedio "Williams 82".

Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro réplicas; las parcelas de 5 m de longitud estaban constituidas por 4 surcos espaciados a 0.70 m. Se cosecharon los dos surcos centrales para una superficie de cálculo de 7,0 m².

Se compararon cinco densidades (200, 250, 300, 350 y 400 mil pl/ha) en ambas épocas del año, seca y lluvia.

Desde la preparación de suelo hasta la cosecha se aplicaron las instrucciones técnicas para el cultivo de soya en Cuba (7,8).

En cada experimento se evaluaron rendimiento y acame. Se les aplicó un análisis de varianza modelo Factorial.

Las condiciones meteorológicas durante el período, experimental se muestran en las Fig. 1 y 2.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento en grano:

Variedad de soya "Williams 82" en el verano (época de lluvia con regadío).

El rendimiento en grano de soya "Williams 82" mostró en verano variabilidad significativa únicamente atribuible al factor año (cuadro 1). La variabilidad adjudicable al factor densidades o a su interacción con años no alcanzó significación estadística; tampoco alcanzó significación estadística ($p = .48$) la correlación lineal entre densidades de población y rendimiento ($r = 0.10$).

El rendimiento obtenido por esta variedad en 1988 superó los rendimientos de 1987 y 1989 los cuales no difirieron entre sí (cuadro 3), aparentemente motivado por una mayor cantidad de precipitaciones (Fig. 1). Este rango de productividad concuerda con los rendimientos reportados por otros autores (11). Mc Clellan (12)

¹ Investigadores del I.I.H. "Liliana Dimitrova", Estación Experimental de Granos "El Tomeguín", Carretera "El Tumbadero", Km 5 1/2, Alquizar, P. Habana, Cuba.

estudiando esta variedad con densidades entre 250 y 400 mil pl/ha obtuvo rendimientos entre 2,2 y 3,4 t/ha.

Durante la época de invierno hubo significación para los efectos principales "años" y "densidades" solamente (cuadro 4).

Variedad de soya "Williams 82" en invierno (época de seca con regadío).

Los rendimientos fluctuaron (cuadro 5) entre 3,0 t/ha (1987) y 2,1 t/ha (1988), habiendo ocupado los rendimientos de la tercera campaña (1989) una posición intermedia 2,5 t/ha. Este comportamiento a través de los años se atribuye a la incidencia diferencial de los factores climáticos, en especial lluvia y temperatura (Fig. 1 y 2). En el año 1987 el comportamiento de la temperatura media del aire y la precipitación fue inferior a 1988 y 1989. Las temperaturas medias variaron entre 27,3° y 24,1°C y las precipitaciones fluctuaron entre 173,0 y 133,5 mm. habiéndose producido la precipitación más baja de los tres años en que transcurrió el experimento; durante este año en noviembre fue la menor precipitación con 26,7 mm.

El acumulado total durante el ciclo de soya fue de 475,3 mm. En el año 1987 las precipitaciones oscilaban entre 246,3 y 50,8 mm con un acumulado para el periodo de 531,2 mm; mientras que las temperaturas media variaron entre 28,3° y 21,8°C y las precipitaciones fluctuaron entre 83,5 y 50,8 mm para un acumulado total durante el ciclo de 284,7 mm.

En la época de invierno esta variedad no mostró significación estadísticas para la variabilidad atribuible a la interacción "año x densidad".

A pesar de que el rendimiento máximo se obtuvo a las 400 mil pl/ha (cuadro 6), este no difirió de las 2,6 t/ha obtenidas tanto a 350 como a 300 mil pl/ha, las cuales a su vez no difirieron por encima de los rendimientos obtenidos a la densidad mínima (200: 2,2 t/ha). Estos resultados coinciden con los encontrados para densidades de 24 a 42 plantas por metro de surco y rendimientos entre 3,22 y 3,62 t/ha respectivamente para cada densidad (13); así como mismo se han reportado (14) resultados similares con la variedad Adelpia (grupo de madurez III) con 2,70 t/ha a 400 mil pl/ha. Todo parece indicar que la variedad "Williams 82" es más eficiente en el uso del espacio dentro y entre surcos cuando el espacio disponible es relativamente grande (15). Otros resultados similares aunque a densidades superiores (40,80 y 120 pl/m²) y rendimientos entre 2480 y 2820 kg/ha en 1975, y 2770 y 3040 kg/ha en 1976, lo que les permitió a los autores (16) concluir que con un espaciamiento constante a 0,30 m, todo los genotipos de madurez temprana respondieron similarmente en rendimiento de semilla a incrementos de densidades, pero con respuesta pequeña al rendimiento.

Cuadro 1. Análisis de varianza básica (verano)

Fuente de varianza	gl	CM	Significación
Años (A)	2	1094340	***
Error	9	75210	
Densidades (D)	4	39508	NS
AD	8	77435	NS
Error	36	147353	
C.V. (%)		14,53	

Cuadro 2. Efecto principal del factor "años" sobre el rendimiento en grano de Soya de la variedad "Williams 82" (verano).

Años	Rendimientos
1987	2,5 ^b
1988	2,9 ^a
1989	2,6 ^b
ES	0,1 ^{***}

*** P <.001

Cuadro 3. Tendencias del efecto principal del factor densidades sobre los rendimientos en grano de soya de la variedad "Williams 82" [verano (1987-1989)]

Densidades (plantas/ha)	Rendimiento (t/ha)
200 mil	2,6
250 mil	2,6
300 mil	2,7
350 mil	2,7
400 mil	2,6
ES	0,1

Cuadro 4. Análisis básico de varianza (invierno)

Fuente de varianza	gl	CM	Significación
Años (A)	2	3979040	***
Error	9	37240	
Densidades (D)	4	445136	***
AD	8	16376	NS
Error	36	52285	
C.V. (%)		9,05	

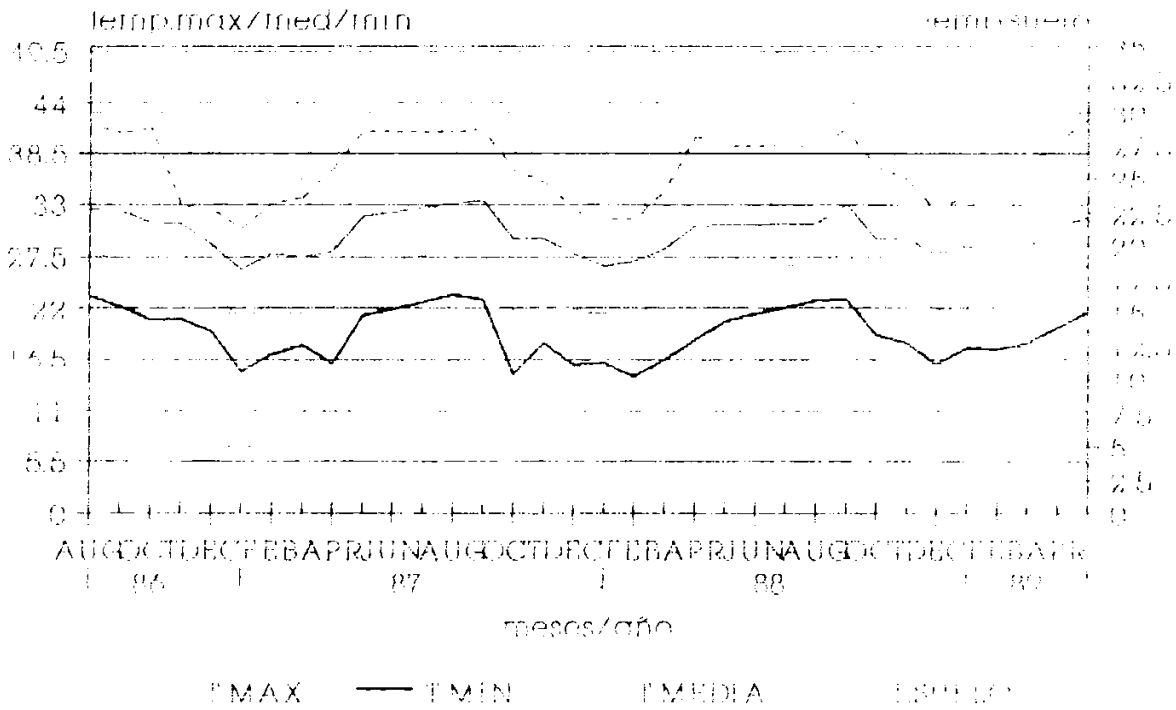
Cuadro 5. Efecto principal del factor "años sobre el rendimiento en grano de soya de la variedad "Williams 82 en (invierno)

Años	Rendimientos
1987	2,5 ^p
1988	2,9 ^a
1989	2,6 ^b
ES	0,1 ^{***}

Cuadro 6. Efecto del factor densidades sobre los rendimientos en grano de soya de la variedad "Williams 82 (invierno)

Densidades (plantas/ha)	Rendimiento (t/ha)
200 mil	2,6
250 mil	2,6
300 mil	2,7
350 mil	2,7
400 mil	2,6
ES	0,1

DATOS CLIMATICOS EN ESTUDIOS DE DENSIDAD OPTIMA DE SOYA DE VERANO E INVIERNO.



ESTEXPGRANOS "TOMEQUIN"

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Para una variedad como la "Williams 82" dentro del grupo III de maduración, no habrá respuesta alguna en los rendimientos en grano cuando las densidades se incrementen entre 200 y 400 mil plants/ha en la época de lluvias (verano).

En la época de seca con regadío (invierno) se detectaron incrementos de importancia económica (0,2 t/ha=\$3.00/ha), cuando la densidad de población de plantas se incrementa de 250 a 400 mil pl/ha.

Recomendaciones

Se recomienda si se va a emplear la variedad de soya "Williams 82" en la época de lluvia (verano) sembrarla con la densidad convencional de 250 mil plantas/ha.

Se recomienda si se va a sembrar la variedad de soya de grano "Williams 82" en la época de seca (invierno) hacerlo a una densidad de población de plantas de mil plantas/ha.

BIBLIOGRAFIA

Díaz, H. C., S. Piedra y J. G. Paz. Observaciones sobre el cultivo de la soya. Informe Científico-Técnico # 77. Academia de Ciencias de Cuba. P. 6-9, 1978.

González, E., L. Ramos y R. Alonso. El cultivo del frijol soya. BANFAIC. 18 p 1958.

Sistachs, M. y J. J. León control químico de las malezas en Soya (*Glycine max* (L) Merrill) Rev. Cubana C. Agr. ZP-81-95, 1974.

Irañeta, M. y J. Betancourt. Evaluaciones con introducciones de soya de grano. Se. Viandas, Hort. y Gr. Rev. Cienc. y Técn. CIDA 1: 2, 1978.

Moseley, E. P. Influencia de la época de siembra sobre algunas variedades de soya. II Curso Nacional de Soya. FAO. Minagri. Acad. de Ciencias de Cuba. P 2-3, 1983.

Echevarría, R.A. Influencia de la época de siembra sobre el crecimiento de la soya (*Glycine max* (L) Merrill). Trabajo de Diploma. Junio, 1989 ISCAH.

Irañeta, M. La soya. Recomendaciones para su cultivo. Dir. de C. y Téc. MINAG. P 21-41. 1979.

Kaster, M. y E.R. Bonato. Evolucao da Cultura da Soja no Brasil. En A Soja no Brasil. Ed. Shiro Miyasaka y J.C. Medina. P. 58-64, 1981.

Agudelo, O.D. Producción de Soya. ICA. Palmira, Valle Colombia. P 165-183, 1979.

Instituto de Suelos. Clasificación Genética de los Suelos

de Cuba, 1979. La Habana. Ed. Academia, 1980.

Bergamaschi, H., M. A. Berlato y J. A. Didoné. Respuesta de dos cultivares de soya a diferentes arreglos de plantas en dos épocas de siembra. En A. SOJA NO BRASIL. Ed. Shiro Miyasaka/Julio César Medina. 1989.

McClellan, W.D. Técnicas de Manejo de Producción de Soya y Riego de Soya. INTSOY. Seires 20, Univ. of Illinois. P 117-122, 1979. En Irrigated Soybean Production in arid and semi-arid regions Proceedings of a Conference held in Cairo.

Pepper, G.E. Soybean production. INTSOY. Se 25 College of Agric. Univ. of Illinois at Urbana. Champaigne P 133-138. July 1983.

Minor, H.C. Planting date and plant spacing in soybean production. INTSOY. Se 25 College of Agric. Univ. at Urbana, Champaigne. July, 1983.

Stivers, R. K. y M. L. Swearingin. Soybean Yield Compensation with different population and missing plant pattern. Agr. J. 70 (5): 98-102 1978.

Domínguez, C.M. y D.J. Hume. Flowering, abortion and yield of early-maturing soybeans at three densities. Agr. J. 70 (5) 801-805, 1978.

Potencial del Frijol de Abono para Incrementar la Producción de Granos Básicos en Terrenos de Ladera

S.E. Viteri y J.R. Andino¹

RESUMEN

En muchas regiones de Centroamérica, los granos básicos se producen en terrenos de ladera. Los rendimientos generalmente son muy bajos y disminuyen aún más a medida que el proceso de erosión avanza sin control. La rehabilitación de dichas áreas requiere de técnicas que estén al alcance del pequeño productor. Desde hace más de 15 años los agricultores de algunas de esas regiones han tenido éxito sembrando sus cultivos básicos en asociación con frijol de abono. Un experimento fue conducido en dos épocas de siembra en una pequeña finca en la región de Lizapa, Honduras con el fin de comprobar los efectos beneficiosos del frijol de abono y además seleccionar el genotipo con el mejor potencial para la región. Los resultados hasta ahora obtenidos indican: 1) Que el frijol de abono efectivamente tiene un gran potencial para ayudar a mejorar la producción de granos básicos y 2) El mejor genotipo de frijol de abono es el terciopelo y en segundo lugar el canavalia.

INTRODUCCION

En muchas regiones de América Central, los granos básicos (frijol, maíz y sorgo) tradicionalmente se producen en terrenos de ladera. Los suelos en estas áreas generalmente presentan síntomas de un grado de erosión severo o muy severo. En consecuencia los rendimientos son muy bajos y disminuyen aún más a medida que el proceso de erosión avanza sin control. La solución a este problema requiere la búsqueda de alternativas que sean efectivas para controlar la erosión y recuperar y mantener la productividad de los suelos y que estén al alcance del pequeño agricultor. El mejoramiento de la productividad del suelo es fundamental no sólo para incrementar la producción de granos básicos sino también para crear la posibilidad de diversificar la producción de alimentos.

Los agricultores de varias regiones de la costa norte de Honduras, con base en su propia iniciativa, han optado por sembrar sus cultivos de maíz asociados con frijol terciopelo (*Stizolobium deeringianum*). Esta práctica se ha desarrollado por más de 15 años y los resultados han sido siempre muy favorables. Mientras en el resto del país, el rendimiento promedio del maíz bajo condiciones del pequeño agricultor es de 0.6 ton/ha, la incorporación de la práctica del frijol de abono al sistema tradicional de agricultura ha elevado y mantenido los rendimientos a un nivel superior a 2.5 ton/ha, sin aplicación de fertilizantes (1).

Los beneficios que se pueden derivar de la incorporación del frijol de abono al sistema tradicional de agricultura son varios. Entre estos se pueden mencionar los siguientes: 1) Representa una magnífica fuente de N y de Materia Orgánica para mejorar la productividad del suelo, gracias a su potencial en fijación biológica de N₂, 2) Crece en el sitio donde se lo utiliza, 3) No requiere insumos ni buena preparación del terreno, 4) Ayuda a la retención de agua en el suelo, 5) Protege al suelo contra la erosión hídrica o eólica, 6) En algunos casos, produce alimento de alta calidad nutritiva tanto para el hombre como para los animales, 6) Representa una buena alternativa para solucionar los problemas ocasionados por la práctica de la agricultura migratoria y 7) Ayuda al control de malezas. Aunque todos estos beneficios parecen ser obvios, ellos aún no han sido cuantificados ni documentados en forma conveniente. Además se ha ignorado por completo que el frijol de abono es una leguminosa y que para mejorar y ampliar la gama de beneficios, es necesario considerar los aspectos relacionados con su potencial en fijación de N₂.

Este estudio tiene dos objetivos principales: 1) Comprobar los efectos del frijol de abono sobre la producción de granos básicos en terrenos de ladera y 2) Seleccionar el genotipo de frijol de abono que tenga el mejor potencial para incrementar la producción de granos básicos en una región determinada.

MATERIALES Y METODOS

Un experimento fue establecido en dos épocas de siembra en la parte más erosionada de una finca pequeña localizada en la región (EAP). La primera siembra se realizó durante la época de primera de 1990, utilizando semillas de maíz híbrido H27. El terreno fue preparado con bueyes. Las parcelas fueron de 7 x 5 m, cada una con 6 surcos separados 90 cm. La siembra se realizó con barretón, depositando dos semillas de maíz y una de frijol de abono o sólo dos semillas de maíz por postura a distancia de 40 cm, de acuerdo con los tratamientos siguientes: 1) Maíz asociado con terciopelo, 2) maíz asociado con canavalia, 3) maíz asociado con dolichos, 4) Control comercial, maíz fertilizado de acuerdo a la recomendación de la EAP para producción comercial y 5) Control regional, maíz fertilizado por el agricultor, de acuerdo con su propia técnica.

Las parcelas asignadas a los tratamientos 1 a 3 fueron fertilizadas con 80 kg de P₂O₅ y 31.3 kg de N por hectárea, al momento de la siembra. El control comercial fue fertilizado con 80 kg de P₂O₅ y 120 kg de N por

¹ Jefe Sección Microbiología, Manejo y Conservación de Suelos y estudiante de Ingeniería Agronómica, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras.

hectárea; todo el P y 31,3 kg de N al momento de la siembra y el resto de N fraccionado en dos dosis, 44,4 kg a los 30 días y 44,4 kg a los 50 días. El control regional fue fertilizado por el agricultor con 5 lbs de 18-46-0 y 5 lbs de urea por parcela a los 15 y 30 días después de la siembra, respectivamente. Dichas dosis son equivalentes a una aplicación de 299 kg/Ha de P_2O_5 y 416 kg/Ha de N. El diseño experimental fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones. Al tiempo de floración (85 días después de la siembra), el frijol fue evaluado por peso fresco y seco de nódulos y peso fresco y seco de la planta y el maíz por altura y peso fresco y seco de la planta. El rendimiento del maíz se evaluó en la época de completa madurez.

Para la siembra de postrera, dos semanas antes de la cosecha del maíz, se incorporó en cada parcela la biomasa producida por el frijol de abono, utilizando el sistema de labranza mínima continua. Una semana después de la cosecha, se sembró el sorgo DK50 a 5 cm entre plantas y además frijol de abono a 40 cm, entre las calles.

Los tratamientos y cantidades de fertilizante fueron similares a los usados en la época de primera, excepto que el agricultor siguiendo su tradición no aplicó fertilizante al control regional. Debido a la sequía el establecimiento del frijol de abono fue muy pobre, por esta razón, solo se evaluó el rendimiento.

De cada parcela se tomaron muestras de suelo para análisis físico-químico en el laboratorio de Fertilidad de Suelos de la EAP. Las muestras fueron tomadas al comienzo del experimento, después de la primera cosecha de maíz (DPS), después de la cosecha del sorgo en postrera (DSS) en 1990 y después de la cosecha de maíz de primera (DTS) en 1991.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la asociación del maíz con los tres genotipos de frijol de abono durante la época de primera en 1990 se encuentran resumidos en el Cuadro 1. El análisis estadístico de los datos reveló diferencias significativas entre tratamientos en cada uno de los parámetros determinados tanto en el maíz como en el frijol, excepto en el rendimiento del maíz. El frijol terciopelo fue superior al canavalia y dolichos e igual al control comercial y control regional en su efecto sobre la altura, peso fresco y peso seco del maíz. Aunque las diferencias en rendimiento no fueron significativas, es importante anotar que el maíz en asociación con cualquiera de los tres genotipos de frijol de abono alcanzó, con solo una aplicación de 31,3 kg/ha de N, un rendimiento que no se diferenció significativamente del obtenido en los controles comercial y regional, en los cuales se aplicaron 120 y 416 kg/ha de N, respectivamente. Estos datos aún son muy bajos comparados con los reportados por Bowen, 1987 (Citados por 2), quien obtuvo rendimientos de 6.800 kg/ha, utilizando terciopelo como la única fuente de N. Sin embargo, esto sugiere que el frijol de abono de alguna manera suplenó la cantidad de N requerido por el cultivo

de maíz para producir los rendimientos observados. Dicha contribución pudo haber sido a través de los exudados de la raíz y de los nódulos y/o creando condiciones favorables en el suelo para el uso eficiente del poco N que fue aplicado con dichos tratamientos, al momento de la siembra.

El terciopelo y canavalia produjeron significativamente más biomasa que el frijol dolichos. La cantidad de materia verde producida tanto por el terciopelo fue mejor que el canavalia y el dolichos fue muy atacado por insectos, especialmente lorito verde (*Empoasca spp*). En producción de nódulos el terciopelo fue mejor que el canavalia y el dolichos. Teniendo en cuenta la densidad de siembra recomendada para el frijol de abono de 3 plantas por m^2 , el peso fresco de nódulos producido por el terciopelo equivale a 30 kg/ha. Nuevamente, esta cantidad es solo el 50% de lo logrado en otros experimentos (2). La parte interna de los nódulos presentó un color rojo intenso, lo cual indica que los nódulos fueron efectivos en fijación de N_2 . La intensidad de cultivo sobre el mismo terreno incrementará obviamente la población de microsimbionte (s) para cada genotipo y en consecuencia la posibilidad de mejorar su potencial de nodulación y fijación de N_2 . Aunque se sabe que los genotipos de frijol de abono son promiscuos con respecto a su capacidad de nodulación (3,4), se está estudiando la posibilidad de mejorar su potencial en fijación de N_2 por medio de la inoculación con cepas seleccionadas.

Con respecto al rendimiento del sorgo en la época de postrera, el control comercial fue significativamente superior a los tratamientos con frijol de abono y al control regional (Cuadro 2). No hay duda que los efectos que se esperaban de la incorporación en el suelo del frijol de abono sobre el rendimiento del sorgo fueron seriamente afectados por la sequía; debido a este factor el establecimiento del cultivo fue muy pobre. Sin embargo, pese a este problema los tratamientos con frijol de abono no difirieron del control regional, en el cual se esperaba un efecto residual considerable como resultado de la aplicación excesiva de fertilizante aplicado por el agricultor en la época de siembra anterior. Pese a que las diferencias no son significativas, se nota claramente que el frijol dolichos está en seria desventaja con respecto al terciopelo y canavalia.

Los resultados del análisis del suelo aún no revelan tendencias claras en los cambios positivos que deben ocurrir como resultados del efecto del frijol de abono las propiedades físico-químicas del suelo (Cuadro 3).

CONCLUSIONES

Los resultados hasta ahora obtenidos nos permiten concluir lo siguiente:

1. El frijol de abono si tiene potencial para incrementar la producción de granos básicos en terrenos de ladera. Los beneficios son moderados al principio pero ellos se incrementan a medida que se intensifica su uso en el terreno.

2. Los efectos del terciopelo sobre el desarrollo del maíz, ayudado con solo una cantidad baja de N, fueron similares a los de la fertilización a nivel comercial y del pequeño agricultor.
3. Los resultados de producción de biomasa y especialmente de nodulación apuntan al frijol terciopelo como el genotipo con el mejor potencial para incrementar la producción de granos básicos en terrenos de ladera.
4. La capacidad demostrada por el canavalia para producir biomasa bajo estas condiciones pobres de suelo, sugieren que el potencial de este genotipo también merece ser tenido en cuenta, especialmente si se puede mejorar su capacidad de nodulación.
5. El gran potencial que el frijol dolichos ha demostrado en otras regiones, resultó seriamente afectado por su sensibilidad al ataque de insectos.

REFERENCIA

- CIDICCO. Noticias sobre el uso de los cultivos de cobertura. Carta Trimestral, Año 1, No. 1 Tegucigalpa, Honduras.
- CIDICCO. Noticias sobre cultivos de cobertura. Prácticas de manejo para trabajar con frijol terciopelo. No. 5. Tegucigalpa, Honduras.
- NAS (National Academy of Science). 1979. Tropical legumes: Resources for the future. Washington D.C. pp 330.
- Piper, C.V. y W.J. Morse. 1938. The velvetbean. Farmer's Bulletin No. 1276. USDA. Washington, D.C. pp 1-21.

Cuadro 1. Efectos del frijol de abono y fertilización sobre el desarrollo y rendimiento del maíz en la época de primera. Lizapa, Honduras, 1990.

Tratamiento	Maíz				Frijol Abono			
	Altura Planta cm	Peso fresco g/pl	Peso seco kg/ha	Rendi- miento kg/ha	Peso fresco g/pl	Peso seco g/pl	Peso fresco nód. mg/pl	Peso seco nód. mg/pl
Maíz Terciopelo	162ab	613a	120a	3030ns	324ab	136a	1000a	159a
Maíz Canavalia	139 c	446 b	89 b	3552ns	365a	125a	34 b	3 b
Maíz Dolichos	143 c	419 b	87 b	2625ns	181 b	62 b	29 b	4 b
Control Comercial	170a	715a	123a	4289ns	-	-	-	-
Control Regional	153ab	698a	118a	4216ns	-	-	-	-

Cuadro 2. Efectos de la incorporación al suelo de frijol de abono sobre el rendimiento del sorgo en postrera. Lizapa, Honduras, 1990.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha
Maíz-terciopelo	1241 b
Maíz-Canavalia	1198 b
Fertilización Comercial	889 b
Control Regional	2223a
(Fertilización)	1211 b

Cuadro 3. Influencia del frijol de abono y la fertilización sobre algunas propiedades físico-químicas del suelo. El Zamorano, Honduras. 1990, 1991.

Tratamiento	Tiempo	pH (KCL)	M.O. %	N. total %	p ppm	k ppm	Ca ppm	Mg ppm
Maíz- Terciopelo	Inicial	4.0	3.5	0.12	9.8	256	1102	173
	DPS	3.9	3.3	0.13	4.0	195	735	152
	DSS	4.1	3.6	0.12	9.7	290	1141	154
	DTS	4.0	2.7	0.14	8.4	303	1262	130
Maíz Canavalia	Inicial	4.0	3.5	0.12	9.8	256	1102	173
	DPS	4.1	3.1	0.12	18.1	191	976	135
	DSS	4.2	3.8	0.11	19.1	265	887	137
	DTS	4.0	2.7	0.13	9.3	284	1403	119
Maíz Dolichos	Inicial	4.0	3.5	0.12	9.8	256	1102	173
	DPS	4.1	3.2	0.10	11.2	213	976	150
	DSS	4.1	2.2	0.11	10.9	307	887	166
	DTS	3.9	2.2	0.11	7.1	327	1403	143
Fertiliza- ción a nivel comercial	Inicial	4.0	3.5	0.12	9.8	256	1102	173
	DPS	4.0	3.6	0.11	12.6	166	644	123
	DSS	4.1	3.7	0.11	7.9	266	759	119
	DTS	3.9	2.8	0.14	11.0	257	881	146
Control regional	Inicial	4.0	3.5	0.12	9.8	250	1102	173
	DPS	4.2	3.6	0.12	16.1	169	616	129
	DSS	4.1	4.4	0.13	11.1	296	1109	142
	DTS	4.0	2.6	1.30	4.5	265	1171	139

DPS Después de la primera siembra (maíz)

DSS Después de la segunda siembra (sorgo)

DTS Después de la tercera siembra (maíz)

Patrones de Sistema Radical en Frijol de diferente tipo de grano adaptados a Condiciones de Temporal¹

Arnulfo Pajarito Ravelero² Jorge A. Acosta Gallegos²

El sistema radical como un órgano importante en la adaptación sequía, es una de las características fundamentales de la planta por ser el conducto principal de suministro de agua a la parte aérea. El objetivo de este trabajo fue caracterizar el crecimiento del sistema radical en variedades de frijol tipo pinto y bayo en diferentes etapas fenológicas (17, 33, 51 y 66 DDS) y profundidades del suelo (30, 45 y 60 cm). El experimento se estableció en Francisco I. Madero, Dgo. el 12 de julio de 1988. La precipitación pluvial total fue de 443.2 mm de los cuales en la etapa vegetativa se acumularon 346.5 mm y en la etapa reproductiva 96.7 mm. Se extrajeron en total 800 muestras de raíces de la parte central de la planta (pozo central) y de alrededor de ésta (submuestras), de las que se determinó el peso seco, volumen, longitud y densidad. Se concluyó que a los 17 DDS sistema radical fueron diferentes estadísticas entre genotipos para peso, volumen y longitud a los DDS en los primeros 30 cm del suelo; en prefloración todos los genotipos tuvieron estadísticamente igual cantidad de raíces pero numéricamente las variedades de tipo Pinto presentaron mayor cantidad de raíces más delgadas y mejor distribuidas de 30-45 cm del suelo; a los 51 DDS en el estrato de 30-45 cm del suelo, las variedades de tipo Bayo mostraron mayor cantidad de raíces laterales que las de tipo Pinto. Sin embargo, a los 66 DDS éstas últimas presentaron mayor distribución en longitud y densidad de raíces de 0-30 cm del suelo; el crecimiento del sistema radical de las variedades de tipo Pinto es más lento pero continuo durante el ciclo de cultivo en comparación con las de tipo Bayo que son más agresivas en su establecimiento.

Palabras Claves: Frijol, Raíces, Tipos de Grano, Sequía, Durango, Dgo. México.

INTRODUCCION

La densidad y duración de los períodos de sequía causados por la errática distribución de la precipitación durante las diferentes etapas fenológicas de la planta alteran la fisiología de ésta cuanto el estrés alcanza niveles superiores de tolerancia. En base a esto, el sistema radical como un órgano importante de la adaptación de las plantas a la sequía, tiene una función fundamental por ser el conducto principal de suministro de agua. Bajo condiciones de temporal se ha observado que la velocidad de la parte aérea de las diferentes variedades de frijol en las primeras etapas de su desarrollo es muy notable, sobre todo en aquellos

genotipos con mayor agresividad en su establecimiento (grano grande) en relación con otros materiales con una tasa de crecimiento más lenta (grano mediano). En base a los anterior el objetivo del presente trabajo fue caracterizar el crecimiento del sistema radical en variedades de frijol tipo Pinto (grano mediano) y Bayo (grano grande) en diferentes etapas fenológicas y profundidades del suelo.

REVISION DE LITERATURA

Desde el punto de vista de la capacidad de absorción de agua y nutrientes de las raíces, Kuruvadi y Smith (1986) mencionaron que las raíces más delgadas, ramificadas y profundas son las más importantes. Centro Intemacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1987) sugiere que el sistema radical más profundo puede ser un mecanismo efectivo de resistencia a la sequía en frijol. Mackey (1980) señaló que el desarrollo rápido de raíz es de interés para el fitomejorador porque le permite a las plantas habilidad de un rápido establecimiento. Markhart (1984) observó que el sistema radical de *Phaseolus acutifolius* Gray fue más profundo que el de *Phaseolus vulgaris*, lo cual contribuyó en su tolerancia a la sequía. Al respecto, Nuñez (1984) al trabajar con ocho genotipos de frijol de ambas especies señaló que el genotipo Dgo-222 (D-222) obtuvo un mayor volumen de raíces (2.68 g) que L1213-2 (1.65 g) y el PI-319551 (*Phaseolus acutifolius*) al inicio de la etapa vegetativa. Sin embargo, a mediados de la misma etapa fenológica, los dos primeros genotipos presentaron un volumen de raíz estadísticamente igual (7.48 y 6.64 g respectivamente).

También mencionó que en floración y madurez fisiológica el D-222 mostró mayor volumen de raíz en los primeros 15 cm de profundidad del suelo. Por debajo de los 30 cm del suelo, las diferencias entre los genotipos no fueron muy notables. Concluyó que un crecimiento de raíz rápido puede ser un buen parámetro para seleccionar genotipos resistentes a sequía en ambientes semiáridos, porque éstos pueden tener la oportunidad de aprovechar el agua almacenada en el suelo a mayor profundidad.

Al caracterizar el sistema radical de cuatro genotipos de frijol, Pajarito e Ibarra (1988) encontraron que los variedades de tipo bayo presentaron mayor peso total de raíz que los de tipo pinto a los 17, 33 y 51 días después de la siembra (DDS) en el perfil de 0-60 cm del suelo; sin embargo, a los 66 DDS

¹ Como parte del proyecto de la tesis de Maestría. UAAAN. Buena-vista, Saltillo, Coahuila, México. Proyecto Colaborativo. INIFAP/MSU/(Bean/Cowpea) CRSP.

² Investigadores del Programa de frijol. INIFAP-CIFAP-DGO. Apdo. 186. Durango, Dgo. México.

los de tipo pinto superaron a los de tipo bayo.

Aguilera y Acosta (1989) en condiciones de invernadero señalaron que la variedad D-222 mostró mayor peso seco de raíz a los 18, 33, 51 y 66 DDS que las variedades Gto-157 (G-157) y Bayo Madero (BM) y mayor volumen a los 18 y 51 DDS (4.7 y 36.6 ml/pl.) en comparación con las anteriores además del Pinto Nal-1 (PN-1) y L1213-2. Señalaron que el sistema radical de la variedad D-222 fue más grueso y menos ramificado que el de los materiales L1213-2 y PN-1 de tipo pinto.

MATERIALES Y METODOS

Las características de los cinco genotipos de frijol utilizados en el presente trabajo, los que previamente fueron seleccionados como tolerantes a sequía se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características agronómicas de cinco variedades de frijol.

Genotipo	Tipo de grano	Tamaño de grano	Ciclo de Cultivo	Hábito de Cre-cimiento	Respuesta sequía
Bayo Madero	Bayo	grande	precoz	III	Tolerante
Guanajuato-157	Bayo	mediano	intermedio	III	Tolerante
Durango-222	Bayo	grande	intermedio	III	Tolerante
L1213-2	Pinto	mediano	intermedio	III	Tolerante
Pinto Nal-1	Pinto	mediano	intermedio	III	Tolerante

El experimento se sembró el 12 de julio de 1988 en el Campo Experimental Auxiliar "Los Llanos" en Francisco I. Madero, Dgo., ubicado entre los 24 20' latitud N y 104 20' longitud W y 1932 msnm. La textura del suelo es de tipo migajon arenoso con una Capacidad de Campo (CC) de 16.5, Punto de Marchitez Permanente (PMP) de 9.0 y Densidad Aparente (Da) de 1.2 g/cm³ y aproximadamente 70 cm de profundidad. Se utilizó un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones, la parcela experimental fue de ocho surcos de 6 m de largo y .76 m entre surcos. De estos, los cuatro centrales de 5 m de largo se utilizaron para cuantificar el rendimiento de grano y dos laterales para muestreos periódicos de materia seca. Se fertilizó al momento de la siembra con la dosis 35-50-0 de N P y K respectivamente. Se tomaron muestras de humedad del suelo por el método gravimétrico. Las muestras de materia seca se midieron de las plantas de 1 m lineal y se cuantificaron de una planta dentro del mismo metro, a los 17, 33, 51 y 66 DDS. Las raíces se extrajeron de tres perfiles a 0-30, 30-45 y 45-60 cm de profundidad. El primer muestreo solo se hizo en el perfil de 30 cm de profundidad, el segundo a los perfiles de 0-30 y 30-45 cm y los dos últimos en los tres perfiles mencionados. Se tomaron cinco muestras por variedad por repetición y por profundidad, las que fueron clasificadas como "pozo central" que se refiere a la parte central inmediatamente debajo de la planta y "submuestras" las que se tomaron alrededor del pozo central (cuatro).

Para el perfil de 0-30 cm del suelo en las muestras de la parte central se utilizó una barrena de 8 cm de diámetro por 17 cm de largo; para las submuestras se utilizó una barrena de 5 cm de diámetro y 14 cm de longitud. En total se tomaron 800 muestras a las que se les determinó el peso seco, el volumen, la longitud y la densidad. La longitud total de las raíces en cm fue determinada por el Método de Newman (1966) modificado por Marsh (1971); la densidad fue calculada dividiendo la longitud total entre el volumen total de suelo de cada muestra (cm/cm³). Además en cada parcela se tomaron datos de floración, madurez fisiológica, rendimiento de grano y sus componentes y peso de 100 semillas. Se hicieron análisis de varianza (ANVAS) para cada una de las variables antes mencionadas. En el caso de raíces, se hizo un análisis para cada fecha de muestreo y profundidad del suelo por separado; Para ello, los datos de peso y volumen se multiplicaron por 1000 (constante) por ser cantidades muy pequeñas. Los datos meteorológicos registrados durante el ciclo del cultivo se presentan en el Cuadro 2. y el contenido de humedad del suelo en la Fig. 1. Se hicieron aplicaciones de fungicidas e insecticidas para el control de enfermedades y plagas respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los análisis de varianza (ANVAS) mostraron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$) entre genotipos para floración y peso de 100 semillas (Cuadro 3) lo que muestra la variabilidad existente entre los materiales en cuanto a su tamaño de grano y fenología (Cuadro 4). No se encontraron diferencias

estadísticas para madurez fisiológica, rendimiento de grano y número de vainas/m². Los genotipos PN-1 y G-157 con 76.77 y 77.85 g/m² resultaron por encima del promedio general (73.18 g/m²).

La irregular distribución de la precipitación pluvial (PP) más que la cantidad total (443.2 mm), ocasionó un periodo temporal de sequía que junto con las temperaturas registradas durante la etapa de llenado de grano (27 C) posiblemente fueron las causas de que todas las variedades maduraron a un mismo tiempo. Durante la etapa vegetativa (40 DDS) se acumularon 346.5 mm que no fueron favorables para un buen desarrollo del cultivo por el exceso de humedad; en esa etapa, la evapotranspiración potencial (ETP) siempre fue menor que la PP (Cuadro 2). De acuerdo con los datos de humedad del suelo (Fig.1), se observó un periodo de sequía en el estrato de 0-15 cm de profundidad del suelo a partir de los 56 DDS, sin embargo, en estratos inferiores siempre hubo humedad disponible de acuerdo a los valores de CC y PMP hasta madurez fisiológica. Una de las características fundamentales de una región semiárida es que en los primeros 20 cm de profundidad del suelo la humedad se pierda rápidamente por la evaporación más que por su utilización por la planta (etapa vegetativa). En nuestro estudio siempre hubo humedad disponible en los estratos inferiores del suelo por dos razones: a mayor profundidad del suelo, la humedad dura más tiempo porque la pérdida por evaporación es menor y por el poco vigor de la planta que no representó mayor demanda.

En cuanto a las muestras de raíces, se mencionan diferencias estadísticas al 90 por ciento ($P < 0.10$), nivel de significancia que se consideró razonable para este tipo de trabajos bajo condiciones de campo. Para el peso de las raíces extraídas en los primeros 30 cm de profundidad, los ANVAS (Cuadro 5) mostraron diferencias estadísticas significativas entre genotipos ($P < 0.10$) a los 17 DDS. Para el volumen, se detectaron diferencias significativas ($P < 0.01$) para la parte central de la planta y para el total ($P < 0.05$). Para la longitud total de raíces también se encontraron diferencias significativas ($P < 0.10$).

A los 33 DDS en el perfil de 0-30 cm del suelo no se observaron diferencias estadísticas para ninguna de las variables, cuantificadas. En este mismo perfil a los 51 DDS, solo se observaron diferencias significativas ($P < 0.10$) para el volumen en la parte central de la planta. A los 66 DDS se observaron diferencias estadísticas entre genotipos para peso seco en submuestras y peso total. También hubo diferencias para el volumen en la parte central (pozo central) y submuestras. Para la longitud y densidad de raíces, solo se observaron diferencias significativas entre genotipos en la parte central de la planta.

En los estratos de 30-45 y 45-60 cm de profundidad, no se observaron diferencias estadísticas para ninguna variable a los 33 y 51 DDS. A los 66 DDS las diferencias fueron significativas ($P < 0.05$) para peso seco en submuestras; en volumen, fueron significativas para la parte central de la planta ($P < 0.05$) y para las submuestras

($P < 0.01$); para la longitud y densidad de raíces, las diferencias fueron significativas ($P < 0.01$) tanto para la parte central de la planta como para las submuestras (raíces laterales).

A los 17 DDS en el estrato de 0-30 cm, los datos indicaron que existió variabilidad genéticas en el crecimiento y desarrollo del sistema radical del frijol. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Nuñez (1984); sin embargo, a los 33 DDS todos los genotipos tuvieron una respuesta similar. En este mismo estrato, a los 51 DDS, se volvieron a encontrar diferencias significativas entre genotipos para la parte central de la planta (pozo central) lo que sugiere que algunas variedades reinician o sostienen su crecimiento de raíces.

A pesar de no haber encontrado diferencias estadísticas a los 33 y 51 DDS para ninguna variable en el estrato de 0-30 cm del suelo, numéricamente se notó que las variedades de tipo pinto no dejaron de crecer. Estos datos corroboran los resultados reportados por Pajarito e Ibarra (1986). Cantú y Palomino (1988) mencionaron que el tiempo óptimo para estudiar el sistema radical en frijol es a los 30 DDS. En la presente investigación se encontraron diferencias significativas en esa etapa para el peso, volumen, longitud y densidad de raíces antes y después de la floración. Acosta (1990) observó que a madurez fisiológica, la mayor densidad de raíces se concentró de los 20-40 cm del suelo.

En la última fecha de muestreo (66 DDS) en el estrato de 30-45 del suelo fue mayor el peso, volumen longitud y densidad de las raíces laterales que las de la parte central de la planta.

En general, a los 17 DDS en el estrato de 0-30 cm del suelo tanto las variedades de tipo bayo como las de tipo pinto mostraron para todas las variables cantidades de raíces muy similares tanto para la parte central de la planta como en las submuestras (Cuadro 6). Considerando el total por estrato como el 100 por ciento la mayor parte de su peso seco y volumen se concentró en la parte central de la planta, el 72 por ciento en promedio para peso seco y un 50 por ciento para volumen y longitud. En cambio, la mayor densidad de raíces la ocuparon las laterales (73 por ciento). Esta misma tendencia se observó a los 33 DDS en el mismo estrato de profundidad. En esta misma etapa fenológica en el perfil de 30-45 cm del suelo, las variedades de tipo bayo mostraron cantidades similares de peso y volumen (50 por ciento) tanto en la parte central de la planta como en sus raíces laterales, en cambio, en los de tipo pinto el 72 por ciento la ocuparon las raíces de la parte central y el 81 por ciento las laterales. En longitud y densidad, los de tipo bayo presentaron aproximadamente 61 y 80 por ciento respectivamente en raíces laterales y los de tipo pinto 76 y 89 por ciento; lo que indica que estos últimos tuvieron mayor cantidad de raíces, más delgadas y mejor distribuidas en comparación con los de tipo bayo en el estrato de 30-45 cm del suelo (Cuadro 6).

El comportamiento del sistema radical a los 51 DDS en el estrato de 0-30 cm del suelo siguió la misma

tendencia que a los 33 DDS, con poca variación en volumen y longitud. En el estrato de 30-45 cm, las variedades de tipo bayo incrementaron su peso y volumen (66 por ciento) en las raíces laterales, en longitud presentaron el 69 por ciento y en densidad el 85 por ciento. En cambio, los de tipo pinto mantuvieron un equilibrio (50 por ciento) en peso, volumen y longitud, tanto en la parte central de la planta como en sus raíces laterales, la densidad continuo siendo mayor en estas últimas.

De los 45-60 cm de profundidad, las variedades tipo bayo mostraron mayor peso seco en las raíces laterales (63 por ciento) en comparación con las de tipo pinto que presentaron cantidades casi iguales (50 por ciento) en ambos sitios de muestreo. Para las demás variables, ambos tipos de frijol tuvieron cantidades similares.

A los 66 DDS en el estrato de 0-30 cm del suelo, ambos tipos de frijol mostraron mayor concentración de peso seco de raíces en la parte central de la planta (68 por ciento) y mayor volumen, longitud y densidad en las raíces laterales resultando similares entre sí (50-88 por ciento).

En el estrato de 30-45 cm todos los genotipos presentaron mayores valores de raíces laterales sin diferencia entre genotipos (Cuadro 6). Los patrones de sistema radical para ambos tipos de frijol se muestran en las Figuras 2 y 3 para las diferentes etapas fenológicas.

CONCLUSIONES

- A los 17 DDS en el perfil de 0-30 cm del suelo fue diferente el peso, volumen y la longitud de la raíz entre genotipos.
- A los 33 DDS (pre floración) en el estrato de 30-45 cm del suelo, todos los genotipos mostraron cantidades de raíces estadísticamente iguales, pero, biológicamente las variedades de tipo pinto tuvieron mayor cantidad, más delgadas y mejor distribuidas.
- A los 51 DDS de 30-45 cm de profundidad del suelo, las variedades de tipo bayo mostraron mayor cantidad de raíces laterales que las de tipo pinto. Sin embargo, a los 66 DDS en el perfil de 0-30 cm del suelo estas últimas tuvieron mayor distribución.
- El crecimiento del sistema radical de las variedades de tipo pinto es más lento pero continuo durante el ciclo del cultivo en comparación con las de tipo bayo que son más rápidas en su establecimiento.

Cuadro 2. Datos de clima registrados durante el ciclo de cultivo del frijol. Francisco J. Madero, Dgo. 1988.

Período Decenal	Temperaturas (C)		mm		ETP
	Máximas	Mínimas	Precipitación	Evaporación	
Junio					
1-10	31.0	11.0	0.0	117.0	87.7
11-20	26.6	14.3	52.7	64.7	48.5
21-30	27.6	16.0	34.5	74.6	56.0
Julio					
1-10	23.9	14.9	133.5	44.4	33.3
11-20	24.7	15.6	82.0	59.4	44.6
21-31	24.7	15.3	39.0	48.0	36.0
Agosto					
1-10	25.1	14.2	52.9	43.9	32.9
11-20	25.4	13.2	39.1	43.7	32.8
21-31	24.1	14.1	24.3	55.0	41.2
Septiembre					
1-10	23.8	12.1	0.0	47.3	35.5
11-20	26.6	10.5	3.8	46.3	34.7
21-30	25.8	11.2	68.6	64.7	48.5
Octubre					
1-10	24.1	8.2	0.0	57.2	42.9
11-20	25.6	7.4	0.0	74.4	55.8
21-31	28.9	5.9	0.0	66.3	49.7

Siembra: 12/julio/1989; ETP= Evapotranspiración potencial

Precipitación pluvial acumulada= 443.2 mm:

- Etapa vegetativa: 346.5 mm
- Etapa reproductiva: 96.7 mm



Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza para diferentes características agronómicas de frijol temporal. 1998.

Carácter	Cuadrados medios		Error	CV (%)
	Repeticiones	Genotipos		
Rendimiento de grano	88.755	89.141	107.341	14.2
No. de vainas por m ²	264.933	576.925	847.058	25.8
Peso de 100 semillas	4.057	51.547**	4.393	6.2
Floración	0.317	11.000**	0.233	1.3
Madurez fisiológica	0.583	2.675	0.875	1.1

Cuadro 4. Promedios para diferentes características agronómicas de genotipos frijol 1988.

Carácter	Bayo Madero	Guanajuato 157	Genotipo Durango 222	L1213-2	Pinto Na-1	Promedio general
Rendimiento de grano	66.2	77.8	71.0	74.2	76.9	73.2
Peso de 100 semillas	35.0	33.0	39.0	29.0	32.0	33.6
Número de vainas/m ²	130.0	110.0	107.0	116.0	112.0	112.4
Floración	38.0	40.0	39.0	36.0	37.0	38.0
Madurez fisiológica	81.0	81.0	83.0	81.0	81.0	81.4

Cuadro 5. Cuadrados medios del análisis de varianza para diferentes variables, etapas fenológicas y profundidades del suelo del sistema radical de frijol. 1988.

Fecha	Peso seco (mg)	Variable		Densidad (cm/cm ³)
		Volumen (ml)	Longitud (cm)	
----- 0-30 cm -----				
17 DDS				
PC	0.034	0.191**	0.193	0.011
S	0.006	0.044	0.032	0.024
Total	0.019***	0.067*	0.058***	0.020
33 DDS				
PC	0.023	0.040	0.011	0.011
S	0.005	0.010	0.024	0.024
Total	0.033	0.015	0.017	0.020
51 DDS				
PC	0.004	0.029***	0.061	0.061
S	0.014	0.001	0.014	0.014
Total	0.005	0.006	0.018	0.012
66 DDS				
PC	0.007	0.031	0.041**	0.041**
S	0.028*	0.063*	0.005	0.005
Total	0.011**	0.040**	0.009	0.006
----- 30-45 cm -----				
33 DDS				
PC	0.139	0.519	0.100	0.106
S	0.020	0.138	0.059	0.059
Total	0.013	0.048	0.041	0.049
51 DDS				
PC	0.170	0.164	0.163	0.163
S	0.031	0.074	0.117	0.117
Total	0.048	0.041	0.095	0.095
66 DDS				
PC	0.151	0.295	0.160	0.160
S	0.086*	0.290*	0.141**	0.141**
Total	0.056	0.125	0.083	0.110
----- 45-60 cm -----				
51 DDS				
PC	0.087	0.302	0.214	0.234
S	0.027	0.055	0.054	0.054
Total	0.002	0.030	0.056	0.049
66 DDS				
PC	0.151	0.295	0.160	0.160
S	0.086*	0.290*	0.141**	0.141**
Total	0.056	0.125**	0.083**	0.110**

PC = Pozo central (parte central de la planta)

S = Submuestras (alrededor del PC; raíces laterales)

DDS= Días después de la siembra; * Significativo al P .01; **= Significativo al P.05;

***= Significativo al P. 10

Cuadro 6. Porciento de sistema radical y su distribución de diferentes tipos de frijol a diferentes etapas fenológicas y profundidades del suelo bajo temporal.

Tipo de grano	Profundidad del suelo															
	0-30 cm				0-30 cm				30-45 cm				45-60 cm			
	Peso	volumen	longitud	densidad	peso	volumen	longitud	densidad	peso	volumen	longitud	densidad	peso	volumen	longitud	densidad
	17 DDS				33 DDS											
Bayos:																
-Pozo central	73.1	56.0	53.6	28.2	80.4	62.4	57.2	31.1	45.9	44.2	39.2	19.9				
-Submuestras	26.9	44.0	46.4	71.8	19.6	37.6	42.8	68.9	54.1	55.8	60.8	80.1				
Pintos:																
-Pozo central	71.8	57.5	51.0	26.0	78.3	64.6	61.7	35.4	28.3	18.5	24.2	10.9				
-Submuestras	28.2	42.5	49.0	74.0	21.7	35.4	38.3	64.6	71.7	81.5	75.8	89.1				
									51 DDS							
Bayos:																
-Pozo central					78.0	50.1	49.9	25.1	33.6	33.9	30.9	14.9	37.2	32.6	34.3	18.9
-Submuestras					22.0	49.9	50.1	74.9	66.4	66.1	69.1	85.1	62.8	67.3	65.7	81.1
Pintos:																
-Pozo central					79.0	53.6	57.3	31.2	53.1	57.9	51.9	36.7	53.1	53.1	36.9	18.1
-Submuestras					21.0	46.4	42.7	68.8	46.9	42.1	48.1	63.3	46.9	46.9	63.1	81.9
									66 DDS							
Bayos:																
-Pozo central					68.4	45.3	36.7	16.4	40.9	17.8	19.7	10.2				
-Submuestras					31.6	54.7	63.3	83.6	59.1	82.2	80.3	89.8				
Pintos:																
-Pozo central					68.1	38.6	27.8	11.5	38.7	29.4	32.9	12.8				
-Submuestras					31.9	61.4	72.2	88.5	61.3	70.6	67.1	87.2				

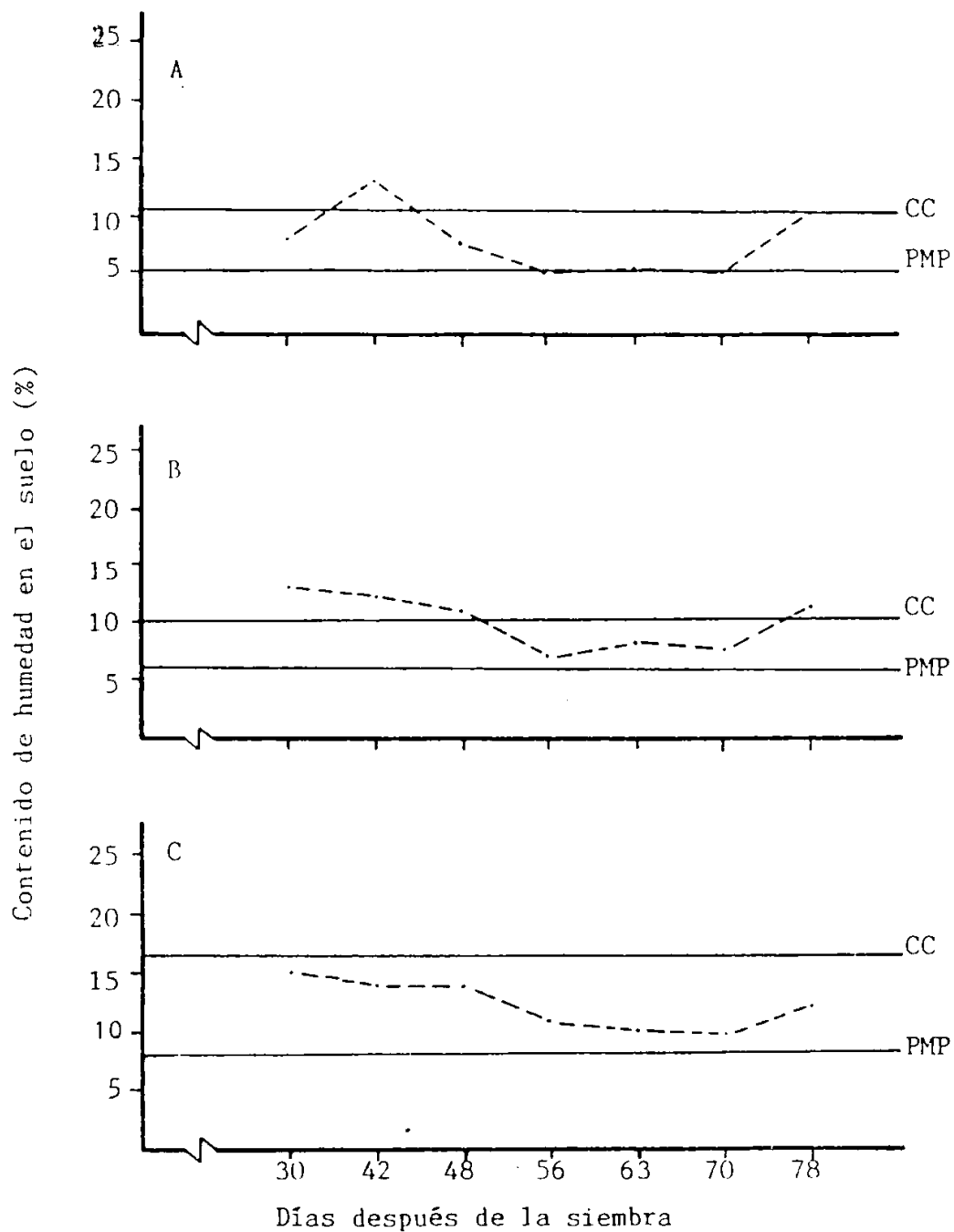
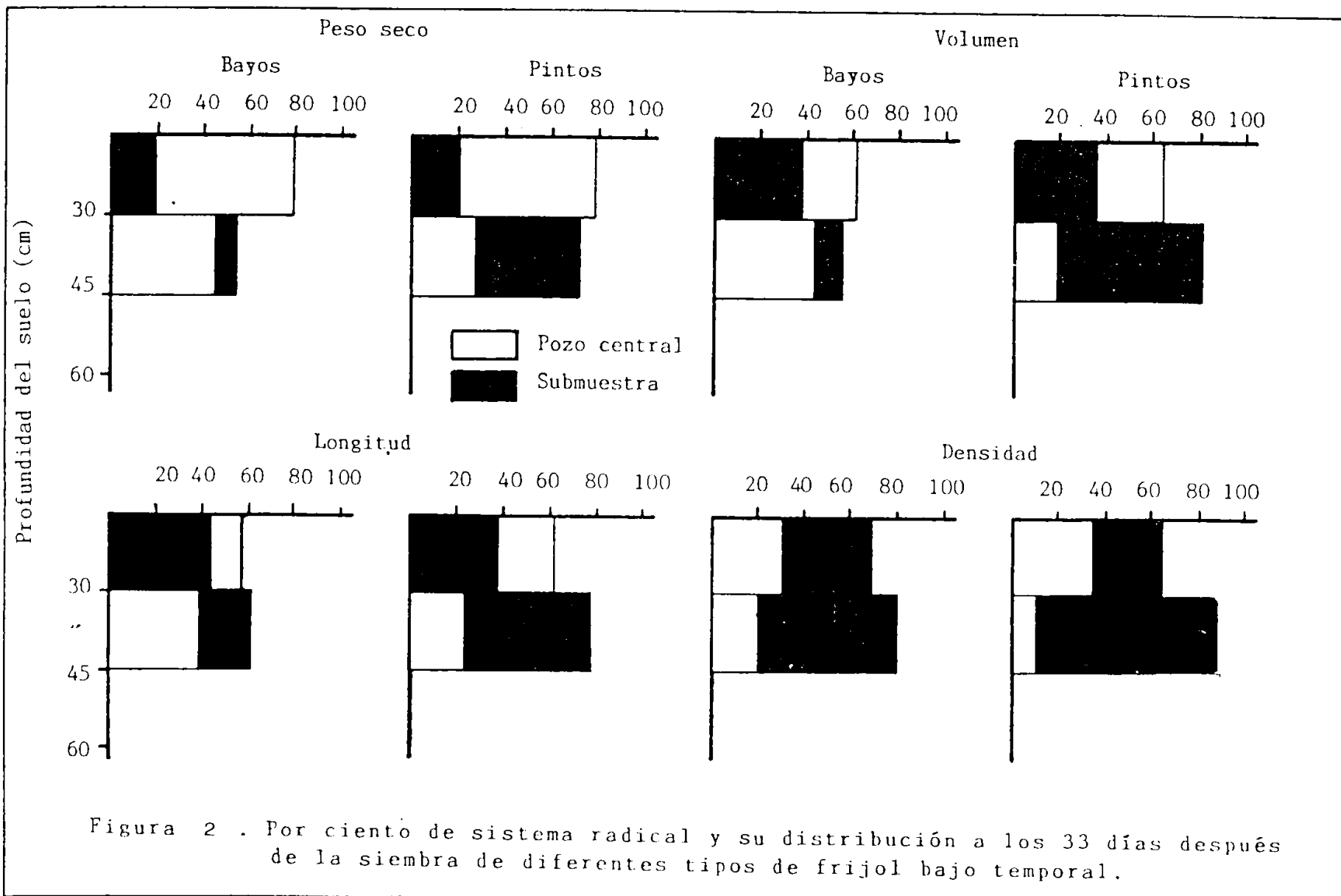


Figura 1. Contenido de humedad en el suelo a tres profundidades durante el ciclo del cultivo de frijol: A=0-15 cm, B=15-30 cm, y C=30-45 cm. CC capacidad de campo (-0.03 bars), PMP=punto de marchitez permanente (-15 bars). Francisco I. Madero, Dgo. 1988.



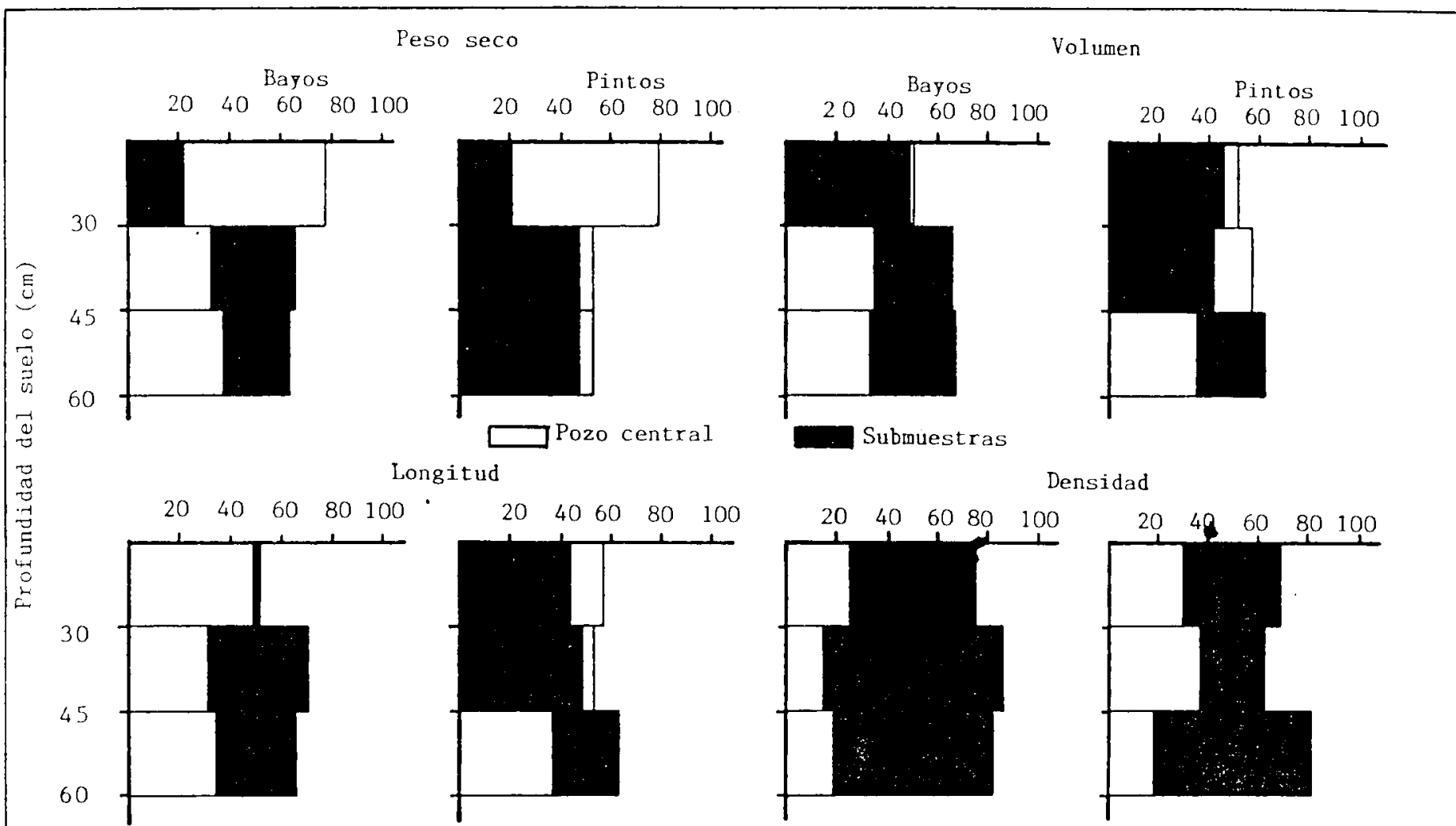


Figura 3 . Por ciento de sistema radical y su distribución en el suelo a los 51 días después de la siembra en diferentes tipos de frijol bajo temporal.

LITERATURA CITADA

- Aguilera Ch. D.M. y J. A. Acosta G. 1989. Estudio del sistema radical de cinco variedades de frijol bajo condiciones de invernadero. Informe de investigación sobre frijol. Proyecto Colaborativo INIFAP-MSU-CRSP. Durango, Dgo. México, p 67-76.
- Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT). 1987. Informe anual. Programa de frijol. Documento de trabajo. No. 47. 1988. Cali, Colombia. p 8-63.
- Kuruvadi, S. y T.F.T. Smith. 1986. Modelos de raíces en trigo macarronero en rhizotrones. Turrialba. 36: No. 4. p 473-478.
- Mackey, J. 1980. Crop improvement and root: water relations from plant roots. a copilation a ten seminars giben Iowa State University. February and March. 1980. p. 69-79.
- Markhart, H.A. 1984. Comparative water relation of *Phaseolus vulgaris* L. and *Phaseolus acutifolius* Gray. Plant Physiol. (77): p-113-117.
- Mars, B. a'B 1971. Measurement of length in rardon arrangements of lines. J. Applied Ecol. 8: 265-267.
- Núñez B., A. 1984. El agua en el sistema suelo-planta-atmósfera. CAEVAG-CIANOC-INIA-SARH. Tema didáctico No. 17. p 4-17.
- Pajarito R., A. y F. J. Ibarra P. 1988. Caracterización del sistema radical de cuatro genotipos de frijol con diferente mecanismo de adaptación a sequía. Informe de investigación INIFAP-MSU-CRSP. Durango, Dgo. México. p 109-129.

RESOLUCIONES CONDICIONES Y RECOMENDACIONES

XXXVIII Reunión Anual del PCCMCA Mesa de Recursos Fitogenéticos. Managua, Nicaragua, Marzo 23-27, 1992.

La mesa de Recursos Fitogenéticos contó con una asistencia promedio de 20 personas por día. Se presentaron 20 trabajos y un poster en las siguientes áreas: Recolección, caracterización, Evaluación, Conservación y en Biotecnología, además se presentó la propuesta de la Creación de la red Mesoamericana de Recursos Fitogenéticos (REMERFI) para que esta sea el marco o foro de discusión y concreción en materia de recursos fitogenéticos regionales.

La dirección de la mesa estuvo de la siguiente manera:

PRESIDENTE Iván Tercero. REGEN, Nicaragua.
SECRETARIO Francisco Vásquez ICTA, Guatemala
RELATORES Marco A. Nuñez. CURLA, Honduras
Froylán Rincón. IBPGER, México.

CONCLUSIONES

- 1- Es evidente el deterioro de los recursos naturales y particularmente los recursos fotogenéticos de la región, lo que limita un desarrollo económico sostenido.
- 2- No existen políticas de investigación, ejecución y utilización de actividades sobre recursos fitogenéticos a nivel centroamericano.
- 3- La falta de comisiones nacionales en los países centroamericanos, dificulta las actividades sobre recursos Fitogenéticos.
- 4- El apoyo de los gobiernos centroamericanos a las actividades de recursos fitogenéticos es limitado.
- 5- Existen pocos técnicos capacitados en materia de recursos fitogenéticos.

RECOMENDACIONES

- 1- Para agilizar la conformación oficial de la Red Mesoamericana de Recursos Fitogenéticos (REMERFI), la mesa recomienda crear una comisión de seguimiento para que en coordinación con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) tramiten la presentación y constitución de la red por parte del consejo regional de Cooperación Agrícola (CORECA).

La comisión de seguimiento queda integrada de la siguiente manera:

Luis G. González, presidente Comisión Nacional de Recursos Fitogenéticos, Costa Rica.

Iván Tercero, Director del Programa de Recursos

Genéticos Nicaragüense (REGEN), Nicaragua.

Francisco Vásquez, Encargado del Programa de Recursos Fitogenéticos (ICTA), Guatemala.

Esta comisión mantendrá informados a los programas nacionales acerca de las acciones emprendidas para la consolidación de REMERFI.

- 2.- Que el REGEN organice un curso regional sobre recursos genéticos para 1993.
- 3.- Debido a la situación alimentaria de la región se recomienda prestar mayor atención a los recursos fitogenéticos de alta calidad nutritiva y/o valor de exportación, para mejorar la dieta y economía de los países.
- 4.- Para la próxima reunión del PCCMCA, se recomienda que la mesa de recursos fitogenéticos organice un PANEL sobre Biodiversidad, su problemática y conservación.
- 5.- Para la publicación de las memorias de la mesa de recursos fitogenéticos, se integra el comité editorial de la siguiente manera: Gustavo Portillo (El Salvador), Iván Tercero (Nicaragua), Francisco Vásquez (Guatemala), Froylán Rincón (México), Emilio Mora (Costa Rica).
- 6.- Que los programas nacionales de recursos fitogenéticos de la reunión, hagan llegar las conclusiones y recomendaciones de esta a las autoridades gubernamentales y no gubernamentales, así como su publicación en los medios de comunicación.

Evaluación de 16 Cultivares de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.) Colectadas en Nicaragua.

Esmeralda Cerrato Jirón.¹

RESUMEN

Se evaluaron 16 materiales criollos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) con el objetivo de determinar su comportamiento en cuanto a crecimiento, desarrollo y rendimiento; así como la precocidad.

El ensayo se estableció en época de postrera en la Estación Experimental "La Compañía" en el Departamento de Carazo. El diseño utilizado fue de Látice balanceado 4x4 modificado, con 4 réplicas.

En la evaluación efectuada se obtuvieron los siguientes resultados: Las variables emergencia, longitud del tallo, número de nudos por planta resultaron no significativos estadísticamente. El diámetro del tallo tuvo variaciones entre 4.77 y 6.25 mm. Los primeros materiales florecieron a los 30 días después de la siembra. En cuanto a precocidad, los más precoces fueron Cuarenteño (Acc. 2343), Papita (Acc.1802), Rosado (Acc.517) y Rojo Tico (Acc. 1923) madurando a los 60 días después de la siembra.

El mayor número de vainas/planta (11.45) y semillas por vainas (6.2) correspondió a Mono o Bayo (Acc.129). El peso de 1000 semillas fue superior para Rojo Seda (Acc. 508) con 227.5 g. Los mayores rendimientos correspondieron a Barreño (Acc. 1730), Combinado (Acc.1287), Kaki (Acc. 1234), Rojo Tico (Acc.1923) y Cuarenteño (2343); los que superaron los 1000 kg/ha.

INTRODUCCION

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo de gran importancia económica, constituye la principal fuente de proteínas en la alimentación del pueblo nicaragüense.

Durante los últimos 10 años, el área sembrada, la producción y el rendimiento han sufrido variaciones obteniéndose una tendencia de aumentos en el área de siembra y producción a partir del ciclo productivo 81 y 82, dando como resultado rendimientos promedios en todo el país entre 500 y 800 kg/ha (10).

Los materiales criollos permiten disponer de una base genética amplia que ofrece en todo momento materiales con diversos caracteres morfológicos, fisiológicos y agronómicos que son verdaderas opciones para satisfacer la demanda de productores y consumidores nacionales.

El banco de gemoplasma del Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN) es un recurso clave para el mejoramiento genético en Nicaragua. La

evaluación de este gemoplasma, el estudio de su genética y la continuación de la colección para obtener mayor variabilidad es un fundamento para ampliar este banco y evitar que la seguridad alimentaria del país se vea amenazada por falta de variabilidad genética (8)

Tapia (1987), reportó la existencia de 350 colectas de frijol común en Nicaragua, a las que se deben agregarse las 350 colectas que ha efectuado el REGEN hasta 1992.

En estudios realizados en Nicaragua a partir de 1981-82 se han evaluado un gran número de materiales de frijol común bajo diferentes circunstancias, pero los resultados obtenidos, algunos son de carácter transitorio que resuelven problemas a corto y mediano plazo, por lo que a estos estudios deben agregarse otros que complementen y actualicen la información existente, satisfaciendo muchas necesidades, así como aprovechar la disponibilidad varietal que se maneja.

En el presente trabajo se estudiaron 16 nuevos materiales de frijol común procedentes de diversas partes de Nicaragua, las que han sido colectadas por el Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses, con los siguientes objetivos:

- Determinar el comportamiento de los materiales evaluados en cuanto a crecimiento, desarrollo y rendimiento.
- Determinación de precocidad de los materiales con el fin de acelerar su aceptación por el agricultor.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del experimento: El experimento se estableció en época de postrera en la estación experimental "La compañía", localizada en el municipio de San Marcos, departamento de Carazo, a 11°54 Latitud Norte y 86° 09 Longitud Oeste y 450 msnm de altitud aproximadamente. La temperatura media anual es de 26°C con un patrón de lluvias que alcanza los 1500 mm al año y niveles promedios en HR de 85%.

Diseño experimental: El diseño experimental fue en Látice balanceado 4x4 el que fue modificado con la adición del testigo comercial en cada bloque, constó con 4 réplicas, 16 tratamientos y la variedad Revolución 79-A como testigo comercial. El área útil la formaron los 3 surcos centrales sin 0.5 m en cada extremo para un área de 6.6 m².

Accesiones en estudio.

Las acciones objeto de estudio se encuentran

¹ Egresado. Universidad Nacional Agraria Km. 12 1/2 Carretera Norte, Managua, Nicaragua. Apartado Postal # 453.

detalladas en el cuadro 1. Para cada accesión se estudiaron las siguientes variables:

- **Sobre crecimiento y desarrollo:** porcentaje de emergencia a los 5-8 días después de la siembra en 2m. de surco, Días de floración, longitud de planta, diámetro del tallo, número de nudos por planta y el hábito de crecimiento; al final de la floración, Días a madurez.
- **Componentes del rendimiento:** Plantas cosechadas por parcela útil, Número de vainas por planta y número de semillas por vaina en 10 plantas tomadas al azar, Peso de 1000 semillas al 14 % de humedad, Índice de cosecha, Rendimiento kg/ha al 14 % de humedad.

Métodos estadísticos utilizados: Se usó un paquete estadístico para computadora, se hizo análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de Duncan con 0.05% de error.

Método de Fitotecnia: La preparación del suelo se realizó de manera convencional. La siembra se efectuó en época de postrera en 1990, de forma manual a razón de una semilla por golpe cada 0.10m y 0.55 m entre surco para una densidad de 181,818 plantas/ha. La fertilización se realizó al momento de la siembra con la formulación completa 12-30-10. Para el control de malezas se hizo aplicación de herbicidas de pre-emergencia y post-emergencia recomendados para el cultivo del frijol. Las plagas y enfermedades se controlaron de acuerdo a la presencia de éstas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Crecimiento y Desarrollo: El crecimiento y desarrollo de las plantas dependen de las condiciones climáticas, edáficas, bióticas y de la especie vegetal en estudio las que no deben considerarse de forma independiente (2).

En nuestro estudio el comportamiento de los materiales en cuanto a caracteres de crecimiento y desarrollo no mostraron diferencias estadísticas a excepción del diámetro del tallo, sus resultados se muestran en el cuadro 2.

Diámetro del tallo: El análisis estadístico de los datos obtenido en relación a esta variable muestran que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos. El promedio paradiámetro del tallo osciló entre 4.77 y 6.25mm, el mayor promedio correspondió al Mono o Bayo (129) y Turrialbita (1842) ocupó el segundo lugar de importancia; correspondiendo el menor promedio de diámetro a los materiales Cuarenteño (2343) y Papita (Acc. 1802).

Días a floración: De los materiales evaluados; Cuarenteño (2343), Papita (1802) y Rosada (517) alcanzaron su floración en un tiempo de 30 días siendo los primeros en hacerlo, mientras que el mayor tiempo

para alcanzar esta etapa lo presentó el material Turrialbita 1843, requiriendo 41 días para florecer. Los materiales restantes florecieron entre 34 y 37 días después de la siembra.

Días de madurez: Los días a madurez oscilaron entre los 60 y 67 días. Como puede observarse en el cuadro 2, los más precoces fueron Cuarenteño (2343), Papita (1802), Rosado (517) y Rojo (1923); siendo los más tardíos Rojo Seda (508), Kaki (1234), Mono o Bayo (1291), Café (1420), Picapica (1569), los que coincidieron con el testigo, el resto alcanzaron su madurez a los 63 días después de la siembra. La diferencia en el número de días a madurez depende no sólo de la variedad, sino la influencia de muchos factores abióticos entre los cuales la duración del día y la temperatura son los más importantes (11) por lo que podían variar en otras zonas agroecológicas.

Hábito de crecimiento: El hábito de crecimiento predominante en los materiales evaluados fue 4,5,6 y otro con dos hábitos 5 y 6 éstos son de carácter indeterminado.

Componentes del Rendimiento: El rendimiento es un carácter cuantitativo y por consiguiente se ve afectado por el medio ambiente, ya éste afecta generalmente a éstos muchos más que a los cualitativos (4). El rendimiento del frijol común varía según su ciclo, vainas por planta, granos por vaina y peso del grano (9).

Número de plantas cosechadas por parcela útil: Los resultados del análisis de varianza en los datos obtenidos en relación a esta variable, no muestran diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero se pudo observar que los materiales turrialbita (1843) y Criollo (298) presentaron el mayor promedio con 104.5 y 104.25 plantas respectivamente y 84.5 plantas en Rojo Seda (508) para el menor promedio.

Número de vainas por plantas: El resultado del análisis estadístico de los datos de vainas/planta indican que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos. El material Mono o Bayo (1291) obtuvo el mejor promedio con 11.45 vainas/planta seguido del Criollo (298) con 11.15 vainas/plantas, siendo Papita (1802) con 5.45 vainas/planta el que obtuvo el menor promedio, los demás presentaron promedios entre 10.375 y 7.175 vainas/planta como se muestra en el cuadro 2. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Herrera M. y Llano A. (1983) y García (1991); quienes expresan que el número de vainas por planta difiere entre variedades presentado cada una un comportamiento propio.

Número de granos por vaina: El análisis de varianza de los datos obtenidos en relación a la variable granos/vaina (cuadro 3) muestran que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos. El número de granos/vaina en los materiales evaluados osciló entre 6.2 y 4.9 granos/vaina, Mono o Bayo (1291) presentó el mayor promedio, seguido de Turrialbita (1843) con 6.1 vainas/plantas y el menor promedio correspondió a Lila (1255). En relación al testigo el 62.5

% de los materiales superaron a éste número de grano/vaina, Mezquita (1973) citado por Artola (1990) expresa que el número de grano/vaina siempre se asocia con el rendimiento.

Peso de 1000 semillas: El análisis de varianza de los datos obtenidos en relación a esta variable (cuadro 3) revela que existen diferencias altamente significativas entre los materiales evaluados, de éstos Rojo Seda (508) presenta mayor peso de 1000 semillas con 227.5 gr como promedio, seguido de Lila (1255) con 217.87 gr. y Rosado (517 con 217.03 gr. Siendo los materiales Cuarenteño Bayo (241), Criollo (298) y Turrialbita (1843) los que presentan los menores promedio con 157.10 gr, 157.05 gr. y 149.9 gr respectivamente.

Índice de cosecha: El índice de cosecha mide la distribución de materia seca entre las diferentes partes de la planta, sus valores normalmente están en un rango de 0.5 a 0.6, (6). En base a esto podemos afirmar que todos los materiales evaluados tienen una distribución uniforme de la materia en todas las partes de la planta. El índice de cosecha está asociado positivamente con el rendimiento (3), lo que se puede verificar haciendo una comparación entre el índice de cosecha y el rendimiento (cuadro 3).

Rendimiento de grano en kg/ha: El análisis de varianza del rendimiento obtenido en cada uno de los materiales expresados en el cuadro 3, demuestra que en éstos existen diferencia altamente significativas. El material que presentó el mejor rendimiento es Barreño (1730) con 1206 kg/ha seguido de Combinado (1287) con 1.076 kg/ha. Los menores promedios 717 y 704 kg/ha corresponden a los materiales Rosado (517) y Cuarenteño Bayo (241) respectivamente.

CONCLUSIONES

Los materiales evaluados difieren en crecimiento, desarrollo y rendimiento en las condiciones donde se realizó el experimento.

El mejor rendimiento lo presentó el material Barreño (Acc. 1730) con 1206 kg/ha con valores intermedios de plantas cosechadas, vainas por planta, granos por vaina y peso de 1000 semillas; el Cuarenteño bayo (Acc.241) presentó el menor rendimiento (704 hg/ha).

En las condiciones ambientales donde se realizó el experimento, se consideraron precoces a aquellos materiales que alcanzaron su madurez fisiológica a los 60 días y tardíos a los que maduraron a los 67 días.

RECOMENDACIONES.

Estos materiales debe ser evaluados bajo diferentes condiciones ambientales y en diferentes momentos, con el fin de observar el efecto de la interacción genotipo ambiente sobre rendimiento y precocidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARTOLA E. A. 1990. Efecto de espaciamiento entre surco, densidad y control de malezas en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Revolución 81 en ciclo de primera 1988. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria, Managua 37 p.
- CHOW W Z. 1990. Efecto de la fertilización fosfórica sobre el crecimiento y rendimiento de variedades de frijol común. Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua, 28 p.
- CIAT 1987. Sistema estándar para la evaluación de gemoplasma de frijol. Aart van Shoonhoven. Cali, Colombia 56p.
- DAVIS, J.H. 1985. Concepto básicos de genética de frijol. Frijol, Investigación y Producción, CIAT, Editorial XYZ. Cali, Colombia. p. 88-87.
- GARCIA I.P. 1991. Comportamiento Agronómicos de 11 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y su tolerancia a la Roya (*Uromyces phasoli*). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Managua, 27p.
- JEFREY, W. 1985. Conceptos básicos de fisiología de frijol. Frijol, Investigación y Producción. CIAT. Editorial XYZ. Cali, Colombia. p. 43-60.
- LLANO A. y HERRERA M. 1983. Evaluación de 23 variedades de frijol común rojo. Dos años de cooperación para el mejoramiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Nicaragua. p. 15-16.
- QUEROL, D. 1988. Recursos Genéticos, Nuestro Tesoro Olvidado. Lima, Perú, 218 p.
- TAPIA, B. H. Variedades mejoradas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con grano rojo para Nicaragua. 1era. edición. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Dirección de Investigación y Postgrado. Managua, Nicaragua, 26 p.
- TAPIA B., H. y CAMACHO, 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero 1era. edición GTZ Managua, Nicaragua, 417 p.
- YOYSETO. 1983. Variedades de frijol en América Latina y su origen. CIAT. Cali, Colombia. 87p.

Cuadro 1. Materiales en estudio y lugar de procedencia.

No.	ACC.	Color/grano	Nombre local	Lugar de Colecta
1	241	Rojo oscuro palido	Frijol cuarenteño bayo	Diriamba, Carazo.
2	298	Rojo	Criollo	La Concepción, Moyogalpa, Rivas
3	508	Rojo	Rojo seda	Pueblo Nuevo, Estelí
4	517	Rosado	Rosado	Carazo
5	1234	Café (cacao)	Kaki	San José, 4 Esquinas, Jinotega
6	1255	Amarillo	Lila	El Galope, Rancho Grande Matagalpa
7	1257	Amarillo	Malaco-amarillo	El Galope, Rancho Grande Matagalpa
8	1287	Café (cacao)	Combinado	El Tuma, Matagalpa
9	1291	Café (cacao)	Mono o Bayo	Jinotega
10	1420	Café (cacao)		Jinotega
11	1569	Jaspeado- Rosado	Pica pica	Río Grande, Rivas
12	1730	Café (cacao)	Barreño	Contiguo Reforma Agraria, Quilalí, Nueva Segovia
13	1802	Rosado	Papita	Guayabo, El Sauce, León
14	1836	Rojo	Rev. 79 - A	"La Compañía", Carazo
15	1843	Negro	Turrialbita	Chocolata, Ricas
16	1923	Rojo Rosario	Rojo Tico	Sabana Grande
17	2343	Rojo	Cuarenteño	Espinal, Estelí

Cuadro 2. Comportamiento de los materiales en estudios en relación a los caracteres de crecimiento y desarrollo.

ACC.	% de emerg.	Long. de tallo (cm)	Diámetro tallo (cm)	Nudos p/pta.	Días a florac.	Días a florac.	Hábito de Crecim.
241	66.00 abc	66.57 ab	4.97 cd	15.02 abc	37	63	4
298	63.75 abc	65.62 a	4.95 cd	15.10 abc	37	67	5
508	50.75 c	68.60 a	5.35 bcd	16.50 a	34	67	6
517	57.75 bc	58.91 ab	4.97 cd	15.60 ab	30	60	5
1234	76.75 a	63.20 a	5.17 bcd	16.12 ab	37	67	4
1255	68.75 ab	63.92 a	5.07 cd	13.62 c	34	63	6
1257	77.50 a	65.22 a	5.00 cd	15.45 ab	37	63	6
1287	62.25 abc	62.53 ab	5.37 bc	15.45 ab	34	63	5,6
1297	69.00 ab	60.60 ab	6.25 a	15.32 abc	37	67	6
1420	66.25 abc	53.13 ab	4.92 cd	14.72 abc	34	67	5,6
1569	63.00 abc	56.63 ab	5.00 cd	15.10 abc	37	67	6
1730	60.75 abc	57.12 ab	5.12 bcd	15.95 ab	37	63	5
1802	72.00 ab	60.87 ab	4.67 d	15.55 ab	30	60	4
1836	67.60 abc	61.82 ab	5.17 bcd	14.48 bc	37	63	4
1843	74.50 ab	55.15 ab	5.55 b	14.60 bc	41	67	6
1923	66.00 abc	45.40 b	5.15 bcd	13.60 c	34	60	4
2343	71.00 ab	68.67 a	4.77 d	14.57 bc	30	60	5,6
F	1.10	1.13	4.55	1.66			
Alfa	0.37	0.36	0.0001	0.09			
Signifi							
cancia	NS	NS	**	NS			
C.V.	16.28	17.77	6.15	7.04			

18.36: Variedad testigo

Promedio con la misma letra no difieren estadísticamente.

Cuadro 3. Comportamiento de los materiales en cuanto a componentes del rendimiento.

ACC.	Plantas cosechadas	Vainas por planta	Granos p/vaina	Peso de 1000 semillas	Indice de cosecha	Rendimiento (kg/ha)
241	97.75 abc	10.00 ab	5.72 abcd	157.10 fg	0.49	704.59 c
298	104.25 a	11.15 a	5.80 abcd	157.05 fg	0.49	815.71 bc
508	84.50 c	7.60 bc	5.40 cde	227.50 a	0.55	767.35 bc
517	89.25 abc	7.17 bc	5.70 abcd	217.03 ab	0.56	717.80 c
1234	102.50 ab	9.50 ab	5.70 abcd	179.20 cdefg	0.56	1046.26 abc
1255	102.25 ab	8.37 abc	4.9 e	217.87 ab	0.51	954.35 abc
1257	91.50 abc	8.52 abc	5.50 bcd	177.28 cdefg	0.48	738.56 bc
1287	93.25 abc	10.10 ab	5.27 de	204.40 abc	0.53	1076.78 ab
1291	91.66 abc	11.45 a	6.20 a	162.97 defg	0.50	957.01 abc
1420	96.00 abc	8.45 abc	6.07 ab	190.00 bcde	0.59	993.15 abc
1569	97.75 abc	8.67 ab	5.75 abcd	157.53 fg	0.50	731.79 bc
1730	86.75 bc	9.60 ab	6.02 abc	191.47 bcd	0.58	1206.33 a
1802	94.25 abc	5.45 c	5.77 abcd	21.408 ab	0.59	718.14 c
1836	96.60 abc	10.19 ab	5.71 abcd	158.31 efg	0.51	863.62 bc
1843	104.50 a	10.37 ab	6.10 ab	149.90 g	0.50	950.61 abc
1923	97.50 abc	8.97 ab	5.77 abcd	179.98 cdefg	0.54	1023.11 abc
2343	88.50 abc	8.22 abc	5.75 abcd	189.05 bcdef	0.56	1022.88 abc
F=	1.36	2.45	2.71	7.38		2.27
Alfa=	0.2047	0.0091	0.0042	0.0001		0.0162
Signifi- cancia	NS	**	**	**		**
C.V.=	9.59	20.68	6.62	10.699		22.77

Colecta y Caracterización de Raíces y Tubérculos

¹ Gustavo A. Portillo.

RESUMEN

En el Salvador, la base alimenticia es relativamente reducido, por lo que se ha visto la necesidad de investigar sobre nuevas especies que nos ayuden a diversificar la alimentación.

En este sentido, se inicio la colecta de gemoplasma de Raíces y Tubérculos, empezando con los especies más utilizadas en otro países, Malanga (*Colocasia esculenta*), Quequisque (*Xanthosoma sagittifolium*), Jicama (*Pachyrhizus erosus*) y Name (*Dioscorea* sp.).

Con el gemoplasma colectado, de las diferentes especies, se establecieron Bancos de Gemoplasma, en la Estación Experimental de Izalco, situada en Sonsonate a 560 msnm. Posteriormente, se procedió a la caracterización por cultivo que incluyó, características agronómicas, órgano lépticas y propiedades bromatológicas.

En este trabajo se ha demostrado, que Malanga, Quequisque y Name son especies prometedoras para el consumo, así como también para la producción agrícola. Los análisis bromatológicos y las pruebas culinarias, pusieron en evidencia, que Quequisque pero sobre Malanga son especies superiores a la Papa, el cual es el tubérculo a la par de la yuca, que más demanda comercial tiene hoy en día en nuestro país.

Por lo tanto, consideramos que la introducción paulatina de estas especies en la producción agrícola, vendría a paliar la escases de alimento, principalmente en el campo, donde la situación por lo general es más difícil.

INTRODUCCION

En nuestro país, la base alimenticia descansa principalmente en cuatro productos agrícola: Maíz, Arroz, Frijol y Sorgo, y por ende las investigaciones agrícolas están en su mayor orientadas a estos rubros.

Sin embargo, un país tropical como el nuestro, con una diversidad de plantas de incalculable potencial de explotación (medicinales, industriales, alimenticios, etc), no puede tener una base alimenticia tan reducida, en contraste de lo que sucedía en Australia; Harlan 1975, citado por Querol 1988, describe que hoy en día aborígenes de Austria (uno de los pocos grupos cazadores-recolectores que aún sobreviven) utilizan entre 74 y 250 plantas diferentes para su alimentación. Sumando el valor alimenticio de estas plantas (...) ésta es la más balanceada en proteínas y

carbohidratos que la dieta de la mayor parte de la población Moderna.

En este sentido el Departamento de Recursos Fitogenéticos interesado en rescatar parte del gemoplasma sub-explotado u olvidado y convencido de la importancia de éste en la diversidad alimentaria, se planteó la necesidad de rescatar y caracterizar algunas raíces y tubérculos con potencia alimenticio.

Por lo antes expuesto, se definieron los siguientes objetivos:

- Recolectar gemoplasma de raíces y tubérculos en las diversas regiones del país.
- Establecer Bancos de Gemoplasma, para garantizar la conservación de las especies (*Xanthosoma* sp., *Colocasia* sp., *Dioscorea* sp, *Pachyrhizus* sp.)
- En la medida de lo posible caracterizar las especies recolectadas.

II METODOLOGIA

2.1.- Recolección de Germoplasma: Se realizaron viajes de colecta por diversas zonas del país, visitando lugares como Izalco, Tonacatepeque, Santa Ana, Ilobasco y San Martín; durante esta fase se obtuvo las siguientes especies: *Xanthosoma sagittifolium* 1 variedad, *Colocasia esculenta* 1 variedad, *Dioscorea* sp. 3 variedades y *Pachyrhizus erosus* 5 variedades.

2.2.- Establecimiento de Banco de Germoplasma: Una vez obtenido el materia se procedió la siembra del mismo en la estación experimental de Izalco, para establecer un Banco de Germoplasma de Raíces y Tubérculos.

Jicama (*Pachyrhizus erosus*): Para la siembra de jicama se prepararon camellones de 30 cm. de altura y se sembraron 2 hileras por camellón (una por costado), a un distanciamiento de 25-30 cms. entre plantas y 80 cms. entre surcos. Cabe señalar que el tipo de distancia de siembra, responde a las costumbre de los agricultores del lugar. Semilla botánica.

Quequisque o Yautía (*Xanthosoma sagittifolium*): Para estas especies se plantaron 4 surcos a 50 cms. entre planta y 1 metro entre surco. Semilla utilizada como principal de la planta.

Malanga (*Colocasia esculenta*): Se plantaron 2 surcos a 50 cms. entre planta y 1 metro entre surco. Semilla utilizadas: Cosmos secundarios de la planta.

Name o yame (*Dioscorea* sp.): De esta especie se

1 Ing. Agrónomo, Jefe Depto. de Recursos Fitogeneticos Centa, El Salvador

plantaron 3 surcos, uno por variedad. Cada surco con sus respectivos tutores, para garantizar el desarrollo vegetativo de la lianas. Los distanciamientos utilizados fueron: 35 cm. entre planta por 2 mts. entre surco. Semilla utilizada: Bulbos aéreos de las guías o lianas y parte apical del como principal de la planta.

III CARACTERIZACION

3.1.- Guía de descriptores: Esta se preparó por cultivo y por cuatro especies bien diferentes (a excepción de Malanga y Quequisque) solo se utilizaron los descriptores principales que ayudaran a adscribir las especies.

3.2.- Toma de datos: Se realizó en dos etapas; una fase de campo y otra de laboratorio, para los análisis bromatológicos y órgano lépticos (realizados en laboratorio de Tecnología de Alimentos de CENTA).

3.3.- Tabulación de datos: La mayoría de datos tomados fueron características cualitativas, por lo que no hubo necesidad de realizar análisis estadísticos complejos, con los datos cualitativos se realizó una descripción de las especies y con los cuantitativos se calculó el promedio para cada uno de los descriptores.

IV RESULTADOS

En base a los análisis realizados podemos presentar las principales características agronómicas de las especies en estudio, Tabla # 1.

En la Tabla # 1, vemos que las condiciones en que se desarrollan las especies utilizadas, a excepción de la jícama, son silvestre y cuando mejor fomentadas.

Esto nos indica que son especies sub-explotadas, con la mayoría de los casos por desconocer su potencial, tanto productivo, como alimenticio. En la siguiente tabla se aprecia el contenido nutricional de estas especies. (tabla # 2=.

En esta tabla, se aprecia que el contenido nutricional de Malanga y Quequisque son iguales o superiores en muchos parámetros a los de la Papa y Yuca, son muchos mayores que la malanga y Quequisque, ya que éstos rubros son especies con rendimiento aceptable y sin mayor uso de pesticidas, ni mucho menos fertilizantes, por lo que prometen una rentabilidad alta.

La introducción paulatina de estas especies en los cultivos agrícolas nos ayudaría a paliar la situación alimenticia, fundamentales en campo.

Por otro lado, para diversificar la alimentación, no solo se debe buscar la buena rentabilidad de una especie, sino también la aceptación de ésta por el consumidor, en este sentido se ordenó un análisis órgano léptico de las especies caracterizadas, utilizando como parámetro uno de los tubérculos de mayor consumo en la actualidad (tabla 3 y 4).

En las tablas anteriores, puede apreciarse la

superioridad en cuanto a la aceptación culinaria, tanto en puré como en fritura de Malanga y Quequisque respecto a la Papa.

La información generada en este trabajo: Rentabilidad del cultivo, contenido nutricional y características culinarias; nos permite visualizar nuevas perspectivas en la investigación agrícola, a fin de buscar alternativas de alimentación superiores a la que rige hoy en día. Una vez más se pone de manifiesto que los problemas de nutrición asociados con la escasez de alimentos, no se resolverán (en el área Agrícola) con la introducción de más y mejores variedades de 2 ó 3 cultivos. Nuestro país, centro de origen y diversidad genética de muchas raíces y tubérculos (cultivos prácticamente olvidados o en período de extinción) por lo tanto, no hay justificación para centrar los esfuerzos de investigación en especies importadas: debemos aprovechar la poca riqueza que todavía tenemos en Recursos Fitogenéticos de Raíces y Tubérculos, y no esperamos que vengan del extranjero una especie nativa nuestra, para empezar su investigación.

CONCLUSIONES

- El cultivo de raíces y tubérculos esta restringido solo a Yuca, Papa y Jícama en menor escala.
- Los tubérculos: Malanga y Quequisque, serías excelentes cultivos para aquellas zonas en que la producción de papa es casi imposible (alta incidencia de patógenos y enfermedades).

RECOMENDACIONES

- Introducir el cultivo de malanga y quequisque como alternativa en la producción agrícola.
- Seguir colectando germoplasma de raíces y tubérculos para enriquecer la variabilidad al interior de la especies.
- Realizar análisis bromatológico de ñame (*Dioscorea* sp.), Camote (*Ipomoea batatas*) y Platanillo para enriquecer la información de raíces y tubérculos.
- Realizar una caracterización por especies para determinar su variabilidad. Actualmente solo se han caracterizado Jícama y Yuca.

BIBLIOGRAFIA

- CATIE, Catálogo de colección de yuca (*Manihot esculenta*) crantz Turrialba, Costa Rica. Ed. Catie - Unidad de Recursos Genéticos, 1989-40p.
- MONTALDO A. Cultivo de Raíces y Tubérculos Tropicales. 1era. Ed. 2da. reimpresión, Ed. IICA. CIDIA, San José, Costa Rica 1983. 284 p.
- QUEROL, D. L. Recursos Genéticos y Bancos y Germoplasma, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México 1984. 210p.
- QUEROL, D. L. 1956. Recursos Genéticos, Nuestro Tesoro Olvidado Lima, Perú. XVIIIpp., 218p. 1988.

Tabla 1: Principales características agronómicas de cuatro especies de Raíces y Tubérculos.

Descrip./ Especie	Tipo de Planta	Condiciones de Crecim.	Forma Hoja	Forma Raíz	# de Tub p/planta	Peso/pta raíz/lb.	Observaciones
Malanga	Herbácea	Fomentada y silvestre	Peltada	Esférica cilíndrica	6-8	9	No se usó fertilizante
Yautia	Herbácea y silvestre	Fomentada	Sagitada	Cilíndrica	5-10	12	No se usó fertilizante
Name	Liana fomentada	Silvestre y	Abobada	Irregular	1-2	11	No se usó fertilizante
Jícama	Liana	Cultivada	Trifoliada	Conica (trompo) forma de calabaza	1	0.6	Fertilizante normal

Tabla 2: Contenido Nutricional promedio de las principales raíces y tubérculos tropicales expresado en base seca. El Salvador, 1991.

Muestra	Valor energ. (caloría)	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Carbo- hidrato	Fibra (%)	Ceniza (%)	Ca	P	Fe	Ma
Malanga	363.47	74.42	4.07	0.57	86.2	3.15	6.01	18.24	243.68	1.95	87.48
Quequisque	363.19	77.54	3.52	0.56	86.54	3.43	5.97	22.47	159.77	2.75	86.75
Jícama	345.71	89.16	8.74	0.54	78.65	8.22	3.87	29.24	102.47	3.43	156.21
Name	100.00	72.6	2.0	0.2	24.3	0.6	0.9	14.0	43.0	1.3	
Papa	323.00	14.4	8.3	0.5	73.4	1.8	3.4	57.0	192.0	3.7	
Yuca	148.00	60.6	0.8	0.3	37.4	1.0	0.9	36.0	48.0	1.1	

Tabla 3 : Análisis órgano léptico de variedades de Malanga, Quequisque y Papa, procesada como fritura. Valores promedios de 50 pruebas.

Identificación de muestra	Característica externa		Características internas			Características organolépticas			
	color	textura	color	textura	const.	aroma	sensac. la boca	en gusto	sesanc. después de comer
Malanga Las Doscientas	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Malanga San Andrés	E	MB	E	MB	E	E	E	E	E
Quequisque Las Doscientas	MB	B	MB	B	B	MB	B	B	MB
Quequisque San Andrés	MB	B	MB	B	MB	MB	B	MB	MB
Papa	E	MB	E	MB	MB	MB	E	MB	MB

Tabla 4. Análisis órgano léptico de variedades de Malanga, Quequisque y Papa procesado como puré. Valor promedio de 50 pruebas.

Identificación de muestra	Característica externa		Características internas			Características órgano lépticas			
	color	textura	color	textura	const.	aroma	sensac. la boca	en gusto	sensac. después de comer
Malanga San Andrés	E	MB	E	MB	E	E	E	E	E
Malanga Las Doscientas	E	E	E	MB	E	E	E	E	E
Quequisque San Andrés	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Quequisque Las Doscientas	B	B	MB	B	B	MB	B	B	MB
Papa	B	B	MB	B	B	B	MB	MB	B

Evaluación Comparativa de Ocho Variedades Criollas de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris L.*) Recolectadas en Nicaragua.

Ing. Juan Avelares Santos¹

RESUMEN

En época de postrera se evaluaron ocho variedades tradicionales de *Phaseolus vulgaris L.*, recolectadas por el Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses, con el fin de determinar el comportamiento al rendimiento y obtener información útil para los mejoradores; el ensayo se condujo en la estación experimental de leguminosas de grano " La Compañía ", Carazo. Al finalizar la evaluación se pudo conocer que la productividad de estas variedades es tan consistente como los materiales provenientes de programas de mejoramiento, obteniéndose promedios que sobrepasan a éstas, hasta en un 28% ; se encontraron variedades relativamente precoces, con fuerte variabilidad a lo interno en su hábito de crecimiento y con la menor severidad al ataque de *Isariopsis griseola sacc.*, por lo que pueden considerarse como materiales promisorios como fuente de genes para el mejoramiento genético del frijol común.

INTRODUCCION

El frijol común *Phaseolus vulgaris L.*, constituye para Nicaragua el principal alimento básico, siendo una de las fuentes de proteínas más importante en la dieta. Tapia (1988) reporta que el consumo de frijol común per cápita en Nicaragua es de 16.8 kg, el que oscila de acuerdo a la producción nacional, importaciones, donaciones, precios en el mercado de consumo, entre otros. Durante los últimos años, la producción de frijol ha sido relativamente baja y no cumple satisfactoriamente con la demanda nacional, lo que provoca escasez en algunos períodos. Estas bajas en el rendimiento se atribuyen a diversas causas como condiciones climáticas y edáficas adversas, bajo nivel agrotécnico, uso inadecuado de variedades, problemas con plagas y enfermedades, entre otros.

En Nicaragua la producción de frijol común depende del cultivo de variedades criollas y mejoradas; el cultivo del frijol común en nuestro país se hace en numerosas áreas que presenta acentuadas diferencias ambientales, de manejo agronómico y tipo de suelo (3); lo que ocasiona inconsistencias en el manejo de variedades introducidas o mejoradas.

El uso de variedades criollas de frijol en zonas marginales juegan un papel determinante en la producción, debido a que responden consistentemente en ambientes desfavorables (3), aunque su capacidad de rendimiento sea bajo; siendo los agricultores pobres, con pocos recursos quienes producen la mayor proporción de

frijol en sistemas de subsistencia, lo que ocasiona fuertes oscilaciones en el volumen producido a nivel nacional: de 513 kg/ha (1974-75) a 812 kg/ha (1978-79), oscilaciones que también se manifiestan en el área sembrada de 105.000 ha (1978-79) a 53.000 ha (1979-80).

El mejoramiento de frijol común en Nicaragua está ligado a esfuerzos nacionales y extranjeros, que han influido a través de asesoría y suministros de germoplasma, avanzando gracias a los programas auspiciados por el CIAT (5). Tapia y Camacho (1988) reportan que la mayor diversidad genética de frijol se encuentra en las regiones I y VI ; en la región IV hay otra zona de alta variabilidad, pero en menor cuantía que las anteriores, condición que ha sido comprobada en los viajes de recolecta que ejecuta el Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses. Esta variabilidad presente, ha sido poca utilizada en la obtención de nuevas variedades; solamente las variedades " Veranic 2 ", " Revolución 82 " y " Revolución 84 " poseen en su base genética germoplasma de origen nicaragüense.

La importancia de la producción de frijol para consumo toma mayor magnitud cuando el país experimenta bajas en la producción, por lo que nos motivó a efectuar evaluaciones de germoplasma nacional para encontrar variedades criollas que permitan su expansión inmediata o que sean tomadas en cuenta en el proceso de mejoramiento genético a través de los programas creados para tal fin. En función de ello nos planteamos los siguientes objetivos. Determinar materiales genéticos que presenten mejores resultados en lo que corresponde a crecimiento, desarrollo y rendimiento, brindar información de utilidad para los programas de mejoramiento genético del frijol común, determinar el comportamiento natural de una enfermedad de la zona (*Isariopsis griseola*).

MATERIALES Y METODOS

Descripción del Lugar:

El experimento se condujo en época de postrera (Septiembre-Diciembre) de 1989 en la Estación Experimental de leguminosas de grano " La Compañía " Carazo, Nicaragua, ubicado a 11.89° de latitud Norte y 86.14° longitud Oeste, a 450 metros sobre el nivel de mar en una zona de vida " Bosque tropical premontano húmedo. " Las principales condiciones climáticas durante la evaluación fueron:

¹ Docente - Investigador Programa REGEN Universidad Nacional Agraria, Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses. K.12 1/2 Carretera Norte, Aptdo. Postal # 453 Managua, Nicaragua.

Factor	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
- Precipitación (mm)	325.40	59.10	95.4	38.2
- Temperatura (°C)	24.40	24.12	23.6	23.2
- Humedad relativa (%)	80.00	86.70	84.6	82.2

Los suelos de la zona pertenecen a la serie Masatepe, con pendiente ligera, textura media, pH en agua 6.9 y en KCL de 5.6.

Diseño experimental:

Para el estudio se utilizó un diseño unifactorial en bloques completos al azar, con 9 tratamientos y 4 repeticiones; las áreas de los tratamientos fue e 12.5 m², se manejó una densidad inicial de 200.000 plantas por hectárea. Se tomaron 8 variedades de frijol común, recolectadas en Nicaragua por el Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses, las que se seleccionaron de 100 que fueron caracterizadas y evaluadas preliminarmente en 1988 y un testigo mejorado.

Manejo del ensayo:

Estos se efectuaron de acuerdo a las indicaciones de la guía tecnológica para el cultivo del frijol común, en siembra de secano (4).

Variedades registradas:

Estas se efectuaron sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento, y sobre la afectación de Mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc).

Sobre crecimiento y desarrollo:

- Porcentaje de emergencia a los 7 días después de la siembra en 2 metros de surco,
- Longitud de plantas, al final de la floración en 10 plantas,
- Número de nudos al final de la floración en 10 plantas,
- Hábito de crecimiento al final de la floración,
- Días a madurez fisiológica, cuando el 50 % de las plantas presenten esta característica,
- Días a cosecha, cuando la humedad del grano alcance cerca del 23% de humedad,
- Índice de cosecha, al momento de efectuar la cosecha, para ello se utilizaron 10 plantas secadas al horno por 24 horas a 81°C.

Sobre rendimiento: (I)

- Número de semillas por vainas, al momento de la cosecha en 50 vainas.
- Número de vainas por planta, al momento de la cosecha en 10 plantas.
- Número de plantas cosechadas en 6m².
- Peso de 1000 semillas (al 14 % de humedad).
- Rendimiento expresado en kg/ha, ajustado al 14 % de humedad mediante la fórmula.

$$R = \frac{P1 \times (100-\%H)}{86}$$

Sobre mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc) se utilizó el sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol propuesta para el caso (2), la que se efectuó en la etapa R7, los valores se transformaron en porcentajes mediante la fórmula:

$$\text{Severidad} = \frac{\text{Suma de valores asignados} * 100}{\text{No. de planta} * \text{valor máximo de la escala.}}$$

- Análisis químico de semillas para determinar su contenido de proteína.

Análisis estadísticos

A los registros de porcentaje de emergencia, número de nudos, longitud de tallo severidad de mancha angular, rendimiento y sus componentes; se les practicó análisis de varianza y la prueba de rangos múltiples de Duncán al 5 % de error. Al resto de variables se les determinó su promedio.

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracteres fenológicos

En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos de éstas variables, de éstas, a las que se realizó análisis de varianza, solamente la emergencia mostró diferencias estadísticas, obteniendo el mayor valor la variedad testigo Revolución 79 A y el menor la accesión 1420, estos valores son adecuados para el trabajo, al considerar que la germinación tiende a ser siempre mayor que la emergencia, por efectos ajenos a la semilla que provocan pérdidas de plántulas.

Al considerar el carácter días a madurez fisiológica, se encontraron dos accesiones (1255 y 1730) que presentaron la mayor precocidad hacia este carácter, ocurriendo a los 57 y 59 días después de la siembra respectivamente, permitiendo un adelanto de 8 y 6 días para ambas accesiones referidas al testigo con 65 días, en cambio el resto de materiales presentaron un comportamiento similar al testigo.

Días a cosecha todos los materiales presentaron un comportamiento similar, con diferencias mínimas de 1 ó 2 días, referidos al testigo, este comportamiento probablemente se atribuye a que al efectuar la cosecha no fue posible que todas variedades presentaran el mismo grado de humedad.

En lo correspondiente al hábito de crecimiento se pudo comprobar que los materiales criollos presentan diversidad a lo interno, observándose de 2 a 3 hábitos; esta característica es normal en estas variedades, debido a que en la producción tradicional de frijol común, se acostumbra mezclar semillas, la densidad poblacional manejada es baja y que en la mayoría de los casos se asocia a otro cultivo o se practican siembras de relevo; esto ha permitido una presión de selección hacia estos tipos de hábitos.

En cuanto al grado de severidad al ataque de Mancha angular, no mostraron diferencia estadísticas, aunque es notorio que el menor promedio de ataque fue para la accesión 1569 con 25.55% y la 1272 la que tuvo la mayor severidad con 48.1 %, estando el testigo cercano al rango intermedio de ataque.

Componentes del rendimiento

El carácter rendimiento está asociado con varios factores, los que varían bajo diversas condiciones, afectando el rendimiento final. En el cuadro 2 puedan observarse los componentes que poseen mayor influencia sobre el rendimiento.

- Semillas por vaina: Este carácter no presentó diferencias estadísticas, observándose que el promedio general oscila por 5 semillas.
- Vaina por planta: Al analizar esta variable se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, existiendo rango de 10 a 18 vainas correspondiendo a la accesión 1257 el menor valor y el testigo con el mayor valor.
- Peso de 1000 semillas: Esta variable presentó diferencias estadísticas entre las diferentes variedades siendo el menor promedio en la accesión 1420 con 168 g y el mayor para la 1255 con 238.7 g.
- Plantas cosechadas: No manifestaron diferencias estadísticas; observándose que los promedio de este componente varían de 64 para la accesión 1272 hasta 89 para el testigo, Revolución 79A.
- Rendimiento en grano: A pesar de no encontrarse diferencias estadísticas, puede notarse que existen variedades tradicionales que sobresalen por su mayor promedio al ser comparada con la variedad mejorada (testigo), obteniendo el mayor valor la accesión 1287 con 1578 kg/ha, seguida de la 1234, 1730 y 1257 con 1472, 1330 y 1258 kg/ha respectivamente. A pesar de que el número de vainas por planta y peso de 1000 semillas manifestaron diferencias estadísticas, no tuvieron la suficiente influencia como para provocar diferencias estadística en el rendimiento de grano, esto se debe a que cuando un componente se ve afectado en forma negativa, otro actúa en forma contraria, compensándolo por lo que se vuelve difícil predecir que la reducción en un componente, afectará en esa misma vía el rendimiento final.

Índice de cosecha:

El CIAT en sus trabajos de adaptación de frijol común han determinado que los índices de cosecha verifican en que grado un cultivar es bien o mal adaptado a un agroclima, en este trabajo se obtuvieron valores por debajo de lo recomendado (0.5 - 0.6) oscilando entre 0.31 para la accesión 1272 hasta 0.37 para las 1255 y 1234, es notorio que estos valores por su similitud no influyen sobre el rendimiento, esto lo denota la accesión 1287, que obtuvo el mayor promedio en rendimiento, con un índice cercano al valor mínimo (0.32).

Contiene proteína:

Al efectuarse análisis bromatológico en la determinación del porcentaje de proteína bruta, se encontró que este carácter es consistente en las variedades tradicionales, obteniéndose un valor superior al testigo siendo la accesión 1255 con 24.3 % y la de menor cantidad la accesión 1234 con 22%; por lo que se puede asegurar que las variedades criollas presentan concentraciones de proteínas tan alta como las variedades mejoradas.

CONCLUSIONES

Con los resultados analizados de la evaluación de cultivares tradicionales se puede concluir lo siguiente:

- El uso de variedades criollas de frijol común, en la producción tradicional, es muy prometedor, al mostrar incrementos del rendimiento referido a un testigo comercial.
- Se ha generado información preliminar en lo que se refiere a caracteres fenológicos y de rendimiento que podría ser tomada en consideración por los programas de mejoramiento genético.
- La respuesta de la mayoría de materiales estudiados presentan una respuesta similar al ataque de mancha angular bajo condiciones naturales.

RECOMENDACIONES

- A los materiales sobresalientes deben seguirse y ampliar un estudio dirigido a determinar resistencia a plagas y enfermedades.
- Realizar investigaciones con estos cultivares, orientado a desarrollar el manejo agronómico más adecuado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CIAT a 1985, Frijol: Investigación y producción. Editorial XYZ, Cali. Colombia. 417 p.
- CIAT a 1987, Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol.
- Llano A. et al. Estabilidad del rendimiento de 7 variedades de frijol común rojo en ambientes de Nicaragua. Memoria XXIXa. Reunión Anual del PCCMCA, 1983, tomo 2, Leguminosas.
- MIDINRA. 1985. guía tecnológica para la producción de frijol común en secano. Nicaragua, 22p.
- Tapia H., Camacho A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. Editorial GTZ, Deutsche. 180 p.

Factor A : Variedades de frijol común.

Accesión	Nombre Local	Procedencia
1234	Kaki	San José, 4 esquinas, Jinotega
1255	Lila	El Galope, Rancho Grande, Matagalpa
1257	Malaco Amarillo	El Galope, Rancho Grande, Matagalpa
1272	Blanco	Waslala, Matagalpa
1287	Combinado	El Tuma, Matagalpa
1420	-	Jinotega, Jinotega
1569	Pica Pica	Río Grande, Rivas
1730	Barreño	Quilalí, Nueva Segovia
1836	Rev-79 A	La Compañía, Carazo

Caracterización de Seis Variedades de Maíz Nicaragüense y la Variedad Mejorada NB-6 en Varios Ambientes.

¹ Daniele Marini. Carlos Loáisiga c. ¹Alvaro Benavides G.

RESUMEN

Seis variedades locales de maíz conservadas en el Banco de Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN) y la variedad mejorada NB-6 fueron evaluadas en nueve ambientes representativos de diferentes condiciones climáticas de Nicaragua. Los resultados confirman la estabilidad de NB-6 que presenta los mejores promedios productivos. Todavía en las siembras en condiciones secas sin presencia de achaparramiento NB-6, resultó inferior a todas las demás variedades locales que presentan otras características de importancia agronómica. La variedad 1338 presenta un buen comportamiento de resistencia al achaparramiento y las variedades 197 y 1573 florecen a los cuarenta días después de la siembra garantizando buenos comportamientos aún en caso de fuertes sequías y canícula. La variedad 1707 presenta un promedio de 12 brácteas contra 10 de NB'6 y cubre la mazorca medianamente con 70 mm. contra 30 de NB-6 resultando igual o superior a ésta en dos ensayos.

INTRODUCCION

La valoración del patrimonio genético nicaragüense que concierne específicamente el cultivo del maíz (*Zea mays* L) ha dejado sólo aparentemente de constituir una alternativa a las variedades introducidas o mejoradas. Aún en nuestros días la siembra de variedades y garantiza bajos niveles productivos con bajos costos de producción locales es común en los lugares marginales de cultivación (muy secos o muy húmedos).

Un primer intento de clasificación en razas fue generalizado al área de Centroamérica, pero fue completo sólo en el caso de Guatemala (13 razas). En Nicaragua, El Salvador, Costa Rica, las clasificaciones fueron preliminares obteniéndose seis razas más (12).

El Banco de Recursos Genéticos Nicaragüense (REGEN) actualmente conserva unas trescientas accesiones de maíz con diferentes nombres comunes entre los cuales se pueden citar como frecuentes Anarillo común, Blanco-amarillo, Olotillo, Olotón, Cuarenteño, Pujagua morado, blanco y rojo, Trico Trico, Maizena y Masaya. estas variedades reflejan genotipos posiblemente de rigen nicaragüense cuando sean precoces, con textura de grano semiharinosa y cariopsides redondas con pericarpio y/o aleurona blanco, amarillo, pálido, rojo y morado; de porte bajo y con tallo que ha menudo presenta áreas de coloraciones rojas.

En Nicaragua los primeros estudios de mejoramiento genético de maíz se hicieron utilizando materiales criollos cuya característica sobresaliente era la precocidad (12).

Las graves epidemias de achaparramiento de los años 70 y 80 impulsaron a los investigadores a evaluar y seleccionar genotipos de origen externo considerándose los genotipos locales de baja productividad, escasa variabilidad y susceptibles a diferentes enfermedades. En cambio el material introducido le permitía la posibilidad de constituir variedades mejoradas de óptima aceptación entre los productores. En 1985 (8) se señalan los buenos niveles de resistencia y estabilidad de la variedad Santa Rosa 8073 comercializada con el nombre de NB-6. El genotipo de la variedad NB-6 con un rendimiento potencial de 5 a 6 t/ha es posiblemente el responsable del aumento de producción del maíz en Nicaragua en los años 87-89 (10) cuando la mayoría de los otros cultivos sufren constantes retrocesos de productividad. Tales avances han sido también balanceados por caracteres negativos presentes en NB'6 entre los cuales sobresalen la insuficiente cobertura de mazorca (2), la susceptibilidad de la semilla a los insectos de almacén y a sequías prolongadas.

Algunas variedades locales a pesar de las ventajas productivas de NB-6 se han seguido cultivando en el país y en los últimos dos años han presentado cierta resistencia a las condiciones secas con escasa presencia de achaparramiento.

La caracterización de treinta accesiones de maíz hecha por Loáisiga (5) determinó que aún existen materiales nicaragüenses que mantienen variabilidad genética y un cierto grado de pureza.

Se refiere la presencia de posibles genes de resistencia al achaparramiento en la accesión 1338 con cariopsides de pericarpio rojo conservada en el REGEN (6) y la caracterización de otras variedades con floración a los treinta y cinco-cuarenta días, buena cobertura de mazorca y elevado contenido proteico (1).

Parte del material se evaluó en varias localidades y en varias épocas de siembra del año 1987 en adelante. Algunas variedades sobresalientes por algunos aspectos se compararon entre ellas en un estudio genotipo-ambiente con el propósito de evaluar características de valor agronómico.

¹ Cooperante Italiano - Programa REGEN.

¹ Docente-Investigador Programa REGEN.

Universidad Nacional Agraria, Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses Km. 12 1/2 Carretera Norte, Apartado Postal # 453. Managua Nicaragua.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo considera los resultados de diez ensayos experimentales en varios años, localidades y épocas de siembras bajo la denominación de ambientes. Se sembró en el REGEN, Kilómetro 12 Carretera Norte en la primera y postrera de 1987, y en la primera de 1989, de 1991 en El Plantel (Tipitapa) en la primera de 1988. en Piedra Colorada (San Ramón-Matagalpa) en la primera de 1988, en Santa Emilia (Matagalpa) en 1990 y 1991 denominándolos a estos como Ambientes, utilizándose diseños de bloque completo al azar con tres o cuatro repeticiones.

Las condiciones ambientales se caracterizaron por promedios de lluvia variables entre 350 mm. (REGEN postrera 87) y 2200 mm. (Piedra Colorada 88). Se pueden clasificar como húmedos solo los ambientes del Plantel 1988 y Piedra Colorada 1988 y como secos los demás. Los ensayos recibieron tratamientos agronómicos similares entre ellos con dos aplicaciones de fertilizantes a la siembra con un quintal/mz de completo 12-30-10 y a los veinte días después de la siembra con urea a razón de 1.5 qq/mz.

Para el control de las especies vegetales espontáneas (malezas) se utilizó inmediatamente después de la siembra el herbicida pre-emergente Pendimetalin (Prowl) a razón de 1.5 litros por manzana en todos los ensayos. A los 20 y 35 días se hicieron controles mensuales (aporque) e insecticidas Lorsban 4E y Decis (Decametrina) para insectos-plagas principalmente Spodoptera frugiperda.

Los genotipos que se evaluaron en varios ambientes fueron seis junto a la variedad mejorada NB-6, la variedad Maicena 197 procedente de Madriz, la variedad 1263 Tuza Morada procedente de Matagalpa, la variedad 1338 Sangre de Toro procedente de Jinotega, la variedad 1573 Maicena procedente de Rivas, la variedad 1594 Diente de Perro procedente de Rivas y la variedad 1707 Olote Colorado procedente de Jalapa.

Por estas siete variedades ha sido posible evaluar su comportamiento en los varios ambientes utilizando una procedura de modelo general lineal G/m del programa estadístico SAS y evaluado los resultados según los criterios del análisis de estabilidad modificado de Hildebrand e Poey (6) para diferenciar las respuestas a los diferentes ambientes. además, para algunas características de interés agronómico se evaluaron los promedios generales y las diferencias entre medias se sometieron a un análisis de Duncán.

Las variables presentadas en el trabajo son:

- Altura de planta en cms (ALTPLA).
- Altura del nudo de inserción de la mazorca en cms. (ALTNMZ).
- Longitud de la bractea (LONBRA) en mm.
- Longitud de la mazorca (LONMAZ) en milímetros

desde la base del pendúnculo hasta su ápice.

- Longitud del pendúnculo de la mazorca (LONPED) en milímetro medidas entre el borde inferior del nudo y base de la mazorca.
- Distancia apical de la bracea en milímetro (DISAPI) que es la diferencia entre la base de la mazorca y el punto de inserción de la bracea.
- El número de bracteas por mazorca (NUMBRA) en números arábigos.
- El nivel de achaparramiento (ACHAPA). La escala utilizada para definir el nivel de achaparramiento se refiere a la escala de Grogan y Rosenkranz (5) con valores entre 1 y 5 desde la máxima resistencia (valor = 1) a la máxima susceptibilidad (valor=5).
- El peso del olote o raquis (PESOLO) en gramos.
- El diámetro del raquis (DIARAQ) tomado en milímetros en la parte media de la longitud del raquis.
- El rendimiento (RENDIM en kg/ha).

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se clasifican los descriptores cuantitativos en los diferentes ambientes diferenciando los promedios encontrados con la prueba de diferencias mínimas significativas de Duncán (Tabla 1).

El análisis de estabilidad modificado es favorable a la variedad NB-6 confirmando los datos de la literatura consultada (2,10). La variedad NB-6 resulta estable con un parámetro b significativamente igual a uno, todas las demás variedades presentan interacciones entre genotipo y ambiente y el parámetro b es diferente de 1. Las rectas de correlación entre ambiente y rendimiento para las diferentes variedades no permiten distinguir entre los ambientes respecto a las variedades concluyéndose que en el presente estudio el genotipo de NB-6 ha sido globalmente superior con algunas excepciones.

En ausencia de achaparramiento la productividad de NB-6 puede ser igual a otras variedades tipo Rocamex (Olote Colorado 4574 kg/ha contra 4554 de NB-6 en Piedra Colorada) y cuando a esta condición favorable para los genotipos locales generalmente susceptibles a la enfermedad se suma la presencia de períodos de sequía, la variedad NB-6 es significativamente inferior a todas las demás variedades locales con un F de Fisher de 4.17 y un coeficiente de variación de 17.34 en el ensayo de Santa Emilia sembrado en primera de 1991.

Por lo tanto, la varabilidad encontrada puede ser explicada por un modelo de análisis estadístico que incluya el factor genético, el factor ambiental y el nivel de achaparramiento según la hipótesis:

$$Y = aX + bA + cE + d.$$

Donde Y = rendimiento total, X = rendimiento promedio de la accesión considerada, A= rendimiento promedio del ambiente considerado, E= nivel de achaparramiento a,b,c, coeficientes, d intercepta.

Este modelo puede explicar el 79 % de la variación encontrada ($r = 0.791^{***}$) con un F de Fisher de 16.47 (***). La siguiente relación matemática sustituye a los coeficientes su valor numérico:

$$Y = 0.65X + 0.68A - 403.7E - 27.6$$

Otra correlación significativa existe entre el achaparramiento y el rendimiento $r = 0.53$ (***).

La recta de regresión entre estas dos variables es la siguiente:

$$\text{RENDIM} = 3312.62 - 685.36 (\text{ACHAPA}).$$

El estudio permite constatar que los niveles de resistencia de NB-6 y 1338 no son diferentes estadísticamente según Duncán con promedio de 1.00 (plantas sanas) en ambas variedades en cuanto a la cobertura de mazorca (2), pero también por un inferior número de bracteas (tabla 1) y una marcada baja de rendimiento en condiciones secas.

Otros factores merecen ser llamado a la atención. Según Benavides (1) las variedades locales presentan raquis de diámetro reducidos lo que puede afectar la eficiencia del transporte de sustancias fotosintetizadas a la planta. Benavides estableció que existe correlación entre diámetro del raquis y rendimiento con $r=0.381$ (**). El dato para el presente estudio es $r=0.343$ (**). Además, se puede evaluar que el peso del raquis también se relaciona con el rendimiento con $r=0.635$ (***).

Esto permite sugerir que un eventual programa de mejoramiento con estos cultivares locales debe seleccionar genotipos con olotes robustos y de mayor diámetro al interior de la población, además de considerar su resistencia al achaparramiento y la cobertura de la mazorca. Segregaciones interesantes de olotes robustos han sido encontradas en Maicena 197.

Los datos que se han presentado permiten escoger genotipos locales en base a sus características y a sus diferencias genéticas siendo estas significativas para la mayoría de los descriptores.

CONCLUSION

En los ambientes marginales, sobre todo en los ambientes secos en los cuales NB-6 produce significativamente menos que las variedades locales tiene todavía significado cultivar estas variedades porque el conjunto de sus caracteres agronómicos garantiza siempre una producción mínima con bajos costos y, aún que esta consideración no está directamente probada por este estudio, posiblemente disminuye las pérdidas de almacenamiento (actualmente se calcula que llegan al 35% de la producción total) a causa de la insuficiente

cobertura de la mazorca que presenta NB-6 se infecta muy rápidamente por *Acanthoscelides obtectus* (gorgojo) y hongos. De esto depende la comercialización rápida del grano mejorado, mientras que el cultivar criollo abastece las necesidades de las que podemos remarcar elevados contenidos proteicos 12-13% en contra de 11.6 % de NB(1). Esta opción de tipo alimenticio y no productivo para la cultivación del grano criollo como evidencia el presente estudio ha evitado la pérdida total del patrimonio genético de Nicaragua y ha ofrecido una estrategia de lucha en contra de los diversos factores ambientales adversos. Según Simmonds (9) la utilización de variabilidad genética reduce en parte los efectos negativos de las epidemias aún que no ofrezca las ventajas de una fuerte resistencia o de la inmunidad para una enfermedad particular. La intervención de otros factores limitantes reduce la relación entre la plena resistencia a la enfermedad y la conveniencia económica de la misma que puede ser defectuosa en otros aspectos, por ejemplo, en la capacidad de enfrentar la sequía o en la susceptibilidad a las infecciones del grano en campo o/y en almacén como se evidencia en el presente estudio por el genotipo NB-6. El patrimonio nicaragüense parece contener la variabilidad genética suficiente para ser utilizado en programas de mejoramiento que quieran ofrecer respuestas consistentes a las limitaciones productivas que actualmente se encuentran en Nicaragua, sobre todo si programas de selección demostraran su capacidad de respuesta incrementado los valores de rendimiento de estos genotipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Benavides G.A., Marini D., 1990: Caracterización y evaluación preliminar de 15 cultivares de maíz (*Zea mays*L).
- Bruno A., Urbina R., 1991: Evaluación de cultivares de maíz en fincas de producción. MAG-ONU, Managua, Nicaragua.
- Grogan, Rosenkranz, 1968: Genetic of host reaction to corn stunt virus, *Crop science*. 8 pag. 252-254.
- Hildebrand P., Poey F. 1989: Ensayos agronómicos en fincas según el enfoque de sistemas agropecuarios, Editorial Agropecuaria Latinoamericana, Gainesville, Florida.
- Loaisiga, C. 1990 Caracterización y evaluación preliminar de 30 cultivares criollos de maíz (*Zea mays* L.), colectados en Nicaragua. Programa Recursos Genéticos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Marini D. Loáisiga C., 1991: Evaluación de treinta variedades tradicionales de maíz (*Zea mays* L.) para resistencia al achaparramiento. *Revista Escuela de Sanidad Vegetal*, Vol 2, No. 1, Pag. 1-6. UNA-Managua.
- Marini D., Orsi S., Lorenzoni C., 1989; L'agricoltura in Nicaragua: Situaciones, Risorse, Possibilita',

Universita' degli Studi di Firenze, Tesis de maestría, Firenze, Italia.

Obando M., Urbina R., 1985: Interacción genético-ambiental de 19 genotipos de maíz evaluados en tres localidades de Nicaragua. XXXI Reunión Anual PCCMCA, San Pedro Sulas, Hondura.

Simmonds N. W., 1984: Principles of crop improvement, Longman Londo pag 269.

Urbina R., 1982: Evaluación de variedades experimentales de maíz resistentes al achaparramiento en tres épocas en dos localidades, XXXVIII Reunión Anual del PCCMCA, Tegucigalpa, Honduras.

Yilena WwW., 1961: Métodos usados para la obtención de variedades experimentales de maíz resistentes al achaparramiento en tres épocas en dos localidades, XXXVIII Reunión Anual del PCCMCA, Tegucigalpa, Honduras.

Wellhausen J. E. Fuentes C., Corzo A., 1957: Races of maíz in America Central, Washington D. C., National Academy of Sciences National Research Council.

Tabla 1. Distribución de la accesiones con separación de medias según DUNCAN para los caracteres evaluados.

Accesi	Altpla	Accesi	Altmaz	Accesi	Lonbra
1594	262.54 a	1263	168.63 a	1263	262.90 a
1263	254.88 a	1594	162.92 a	1338	262.33 a
1338	220.91 b	1338	128.59 b	1594	249.82 a
111	208.09 bc	1707	121.17 b	1707	248.63 ab
1573	197.08 cd	1573	112.82 b	1573	243.09 ab
1707	189.48 cd	111	109.94 b	197	229.12 bc
197	179.67 d	197	101.30 b	111	212.86 c
Accesi	Lonmaz	Accesi	Lonped	Accesi	Disapi
1573	172.21 a	1573	57.78 a	1707	70.58 a
1263	171.22 ab	197	55.80 ab	1338	69.50 a
1338	171.19 ab	1707	55.61 ab	1263	62.70 a
1594	170.28 ab	1263	54.20 ab	1594	62.49 ab
111	162.84 ab	1594	50.99 ab	197	44.53 bc
197	159.56 ab	1338	46.19 ab	1573	42.18 bc
1707	154.13 b	111	44.58 b	111	28.86 c
Accesi	Numbra	Accesi	Diaflo	Accesi	Achapa
1707	12.08 a	1263	59.4 a	197	3.75 a
1338	11.49 a	1594	57.0 ab	1263	3.41 a
197	11.14 a	1707	54.0 abc	1573	2.75 a
1263	11.09 a	111	52.7 bc	1707	2.68 a
1573	10.42 a	1338	51.6 bcd	1594	2.50 a
1594	10.27 a	1573	49.1 dc	1338	1.00 b
111	10.04 a	197	46.1 d	111	1.00 b
Accesi	Diarraq	Accesi	Pesolo	Accesi	Rendim
1707	27.873 a	1707	24.11 a	111	3534 a
111	27.750 a	111	23.50 a	1707	2440 b
1594	26.665 ab	1594	21.20 ab	1338	2372 b
1338	24.830 bc	1338	20.43 b	197	2367 b
1263	24.603 bc	1263	14.92 c	1573	2080 b
197	23.483 cd	197	11.47 c	1263	1912 b
1573	21.430 d	1573	10.26 c	1594	1807 b

Caracterización y Evaluación Preliminar de 30 Cultivares de Maíz (*Zea mays* L.) Colectados en Nicaragua.

Carlos H. Loaisiga Caballero¹

RESUMEN

El trabajo consistió en Caracterización y Evaluación preliminar de 29 cultivares de Maíz (*Zea mays*), colectadas en Nicaragua y una variedad comercial como testigo. Se utilizaron 17 descriptores cualitativos y 24 cuantitativos, para la descripción del gremoplasma. Utilizándose un Diseño de Bloques Completo al Azar (BCA), con tres repeticiones, además de análisis de correlación y gráficos de racimos (análisis de Cluster). Los resultados demostraron que en el país existe germoplasma criollo con alto potencial de rendimiento, siendo estos los cultivares; Colorado, Maíz Criollo, Tuza Morada (1591) y Maicena (197), con rendimientos de 3865.9, 3754.7, 3685.7 y 3620.6 kg/ha respectivamente. Precocidad con los cultivares, Cuarenteño, Rojo Criollo, Olotillo (202), Criollo y Criollo Blanco con 91 días después de la siembra y con posibles características sobresalientes de resistencia y/o tolerancia a enfermedades como, *Helminthosporium* y achaparramiento con los cultivares, Amarillo, Colorado, Blanco y Masaya y los cultivares; Zinica-1, Tuza Morada (1263), Colorado y California, con valores de 1.5 y 2.5 respectivamente, éstas últimas oriundas de Nueva Segovia, Rivas y Jinotega.

INTRODUCCION

El Maíz (*Zea mays*) es el cultivo alimenticio de las Américas y su diversidad producto de miles de años de evolución bajo domesticación, constituye uno de los más importantes recursos naturales de este hemisferio. El famoso investigador soviético Nicola I Yayilov, define ocho zonas en el mundo como centros de diversificación de especies, en otras palabras, el lugar donde se domesticaron por primera vez los cultivos que hoy alimentan a la humanidad. Entre los cuales se encuentra la región Mesoamericana (México y Centro América).

La bibliografía sobre caracterización de cultivares tradicionales es bastante amplia. Se colectaron y establecieron razas de maíz en México, Colombia, Bolivia, Ecuador, Cuba y Guatemala. Por lo que respecta a Nicaragua las investigaciones no son completas y el material evaluado constituye un muestreo reducido, (7).

El Programa de Recursos Genéticos Nicaragüense, esta realizando investigaciones para determinar realmente el verdadero potencial de los cultivares criollos, en ese sentido los objetivos del presente trabajo son los siguientes: caracterización de 30 cultivares de

Maíz, elaborar catálogo de caracteres morfológicos de los cultivares en estudios y evaluación preliminar del germoplasma, utilizando descriptores de grano.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó en los terrenos de Programa de Recursos Genéticos Nicaragüense, (Calera), km. 12.5 Carretera Norte Managua. El área utilizada fue de 1050 Mts². Utilizándose un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental constaba con 29 cultivares criollos y un testigo comercial, teniendo esta 2x3 mts. (seis metros²). Entre surcose dejó 0.75 mts. y 0.25 mts. entre golpe. Con una población aproximada de 53.000 planta/ha.

Se utilizó germoplasma del banco de genes del Programa REGEN, para plagas del suelo se uso Carbofuran a razón de 30lbs/Mz., fertilizante completo 12-30-10 45Kg/ha y para el control de las malas hierbas se aplicó el herbicida Prowl pre-emergente 2.2 Lts/ha.

Finalmente para plagas del follaje se realizó de la manera tradicional.

RESULTADOS Y DISCUSION

Precocidad, esta característica es importante por cuanto hubo material de hasta 91 dds. además de existir germoplasma con un proceso rápido de polinización, lo cual es una ventaja para prácticas de mejoramiento y utilización de las mismas en zonas de escasa precipitación.

Largo, ancho y espesor de mazorca, estos descriptores representan aproximadamente el 70 % del éxito de la producción total del cultivo (1). El presente trabajo obtuvo 8 cultivares sobre el testigo (ver tabla # 3).

Evaluación Preliminar:

Helminthosporium maydis; El germoplasma del área Centro Americana y del Caribe, presenta tolerancia y puede representar el 36% de la producción potencial en pérdidas en rendimiento causada por esta enfermedad, (6). En Nicaragua las zonas de Jalapa, Pantasma y Carazo presentan altas incidencia (8). Bajo estas condiciones de estudio se presentaron seis cultivares posiblemente resistente y seis tolerantes,(ver tabla 1).

Achaparramiento, en el país esta enfermedad representa un serio riesgo para el desarrollo del cultivo

¹ Docente-Investigador Programas REGEN Universidad Nacional Agraria, Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses Km.12 1/2 Carretera Norte, Apartado Postal # 453. Managua, Nicaragua.

del maíz. Además, de ser la enfermedad más importante que limita la producción de grano, (6).

El presente estudio obtuvo comportamiento similar al testigo en tres de los 30 cultivares, por lo que se considera que bajo estas mismas condiciones de infección existan características de interés para obtener fuentes de resistencia a la enfermedad, (ver tabla I).

Rendimiento, para el año 1985 la producción promedio mundial fue de 3686 Kg/Ha. y para ese mismo año la producción promedio en Nicaragua fue de apenas 1452 Kg/Ha (3). El promedio general del presente estudio resultó ser de 2106.3 Kg/Ha. 57.1 % menos y 68.9 % más que la producción mundial y nacional respectivamente. El análisis realizado presentó cinco cultivares de comportamiento similar al testigo (ver tabla II).

CONCLUSIONES

- Los descriptores cualitativos demostraron ser eficientes para la caracterización y diferenciación del germoplasma, no así los cuantitativos que fueron complementos de los anteriores.
- Esta investigación diferencia cuatro grupos, siendo éstos los siguientes:

En base a caracteres cualitativos de grano los cultivares Cuarenteño, Rojo Criollo, Tusa Morada (1330), Testigo, Criollo Blanco, Venezuela, Amarillo, Colorado, Blanco, California, Masaya y Maicena (1338).

En base a caracteres cualitativos de planta los cultivares; Amarillo, Criollo Blanco, Rojo, Maicena (1573), Criollo, Zinica-1 y Rojo Criollo.

Los cultivares; Colorado, Amarillo, Criollo Blanco, Criollo, Olotillo (202), Rojo Criollo y Cuarenteño por presente descriptores en común respecto a características agronómicas (precocidad, porte de planta, longitud ancho y peso de mazorca) poseen interés para el mejoramiento genético.

De igual manera para *helminthosporium maydis* y pudrición bacteriana *Erwinia carotovora*, los cultivares; Tusa Morada (1263), Zinica-2, Colorado, California, Elote Rosado, Olotillo (1247), Cubano, Olotillo (1551) y Rojo respectivamente.

RECOMENDACIONES

- Hacer colectas de germoplasma de maíz como posibles fuentes de resistencia al achaparramiento, en Nueva Segovia, Rivas y Jinotega, además de mejorar el rendimiento productivo del cultivo.
- Para la obtención de posible fuentes de resistencia a *Helminthosporium helminthosporium maydis* y Pudrición Bacteriana *Erwinia carotovora*, seleccionar

material de Matagalpa, Rivas, Jinotega y Nueva Segovia.

- Utilizar los cultivares, Cuarenteño , Rojo Criollo, Olotillo (202), Criollo, Criollo Blanco, Colorado y Amarillo y darle mayor seguimiento, pues presentan caracteres de interés agronómicos (precocidad, porte de planta y mazorca, además del rendimiento).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) 1985, Desarrollo, Mantenimiento y Multiplicación de semilla de maíz de polinización libre 25 pag.

Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF), 1980. Descriptores de maíz Roma Italia, 35 pag.

FAO, 1985, Anuario de producción 34 pag.

Meneses Róger, Evaluación de 36 variedades de maíz del PCCMCA en dos épocas de siembra en la zona Atlántica de Costa Rica. PCCNCA, 1976, XXII Reunión Anual, San José, Costa Rica, 30 pág.

Tapia H. 1980. Tópicos importantes de uso común para la importación de asistencia técnica en granos almacenados, Managua. Nicaragua, 84 pág.

Urbina R. 1982. Evaluación de variedades experimentales de maíz resistentes al Achaparramiento, en tres épocas de siembras, en dos localidades en Nicaragua XXXVII Reunión Anual del PCCMCA, Guatemala.

Welhausen E. et al. 1980 Razas de maíz en México, su origen características y distribución. Secretaría de Agricultura y Ganadería de México D.F. 216 pág.

Zeledón M. 1987. Estudio sobre *Helminthosporium* en Maíz, efecto de rendimiento y epidemiología. Universidad Nacional Agraria, Tesis de Ing. Agrónomo.



Tabla I

Helminthosporium	Achaparramiento		
Tusa Morada (1263)	2.11 a	Blanco	1.07 a
California	2.16 a	Amarillo	1.50 a
Zinica-2	2.27 a	Testigo	1.83 a
Colorado	2.47 a	Colorado	2.00 ab
Zinica-1	2.87 ab	Masaya	2.50 b
Venezuela	2.90 b	California	2.67 b

Tabla II

Cultivar	Rendimientos (Kg/Ha)	(Qq/Mz)
Testigo	3943.28	61.14 a
Colorado	3865.67	59.94 a
Maíz Criollo	3754.90	58.23 a
Tusa Morada (1591)	3685.71	57.15 a
Maicena (197)	3620.57	56.14 ab
Maicena (1573)	3288.13	50.98 b

Tabla III

Nombre	(acesion)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Peso (gr)
Colorado	(1707)	157.0	49.4	210.8
Venezuela	(1679)	186.9	47.0	208.1
Tusa Morada	(1263)	187.4	45.4	194.9
Cuarenteño	(185)	156.1	41.3	172.7
Zinica-1	(1273)	162.1	44.6	160.6
Diente Perro	(1594)	166.8	43.4	158.4
Amarillo	(1674)	164.8	45.1	147.8
Trico Trico	(196)	170.3	45.1	147.8
Testigo	(1111)	151.1	40.7	87.8
Rojo Criollo	(201)	150.1	38.9	87.1

Caracterización y Evaluación Preliminar de 15 Cultivares de Maíz (*Zea mays* L.)

¹Alvaro Benavides González. ²Daniele Marini

RESUMEN

El trabajo consistió en caracterizar y evaluar preliminarmente 15 cultivares de maíz del Banco de Germoplasma del Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN), realizándose el ensayo en los meses de Junio a Octubre de 198 en los terrenos del Programa ubicado en el Km. 12 1/2 Carretera Norte. Se utilizó un BCA con tres repeticiones y se agruparon 46 descriptores en cuantitativos y cualitativos, incluyendo la variable Distancia Apical. Un análisis bromatológico determinó que existen poblaciones con porcentajes de proteína entre 9 y 12, grasa entre 3.2 y 4.9 %. Las variedades criollas demostraron poseer variabilidad genética significativa para la mayoría de los caracteres de interés agronómico que pueden ser utilizados en programas de mejoramientos y/o aprovechados directamente en la producción de maíz en Nicaragua.

INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.) es el cultivo alimenticio básico de las América y su diversidad es producto de miles de años de evolución bajo domesticación (6). Su centro de origen (4) se ubica en Mesoamérica, por lo tanto son de mucha importancia las investigaciones directas a evaluar la diversidad de la especie en toda esta área.

Desde principio de siglo, surgieron muchas tentativas de clasificación de esta planta, unas basadas en caracteres de grano e inflorescencia y hoy en día por medio de análisis citológico. Muchos estudios han intentado coleccionar, ordenar y clasificar el material existente en el Continente Americano para definirlos en Raza.

Welhausen (10) detectó y estudió 13 Razas en Guatemala, agrupando preliminarmente 6 más en el resto de Centro América. Muchas de estas Razas en Nicaragua se mantienen cultivadas debido a las propiedades organolépticas y alimenticias, llegándose a concretar hasta 73 formas de consumo (8); en cambio otras están amenazadas por el incremento de la erosión genética.

En nuestro país los primeros estudios de mejoramiento en maíz, se hicieron utilizando materiales criollos ya que estos presentan caracteres de importancia agronómica y un cierto grado de pureza (2) en la caracterización y evaluación realizada anteriormente.

Con el presente trabajo se trata de anexar información de forma preliminar sobre este recurso fitogenético, llevándose a efecto los siguientes objetivos: Caracterizar y evaluar preliminarmente 15 accesiones del Banco de Semillas, y establecer un análisis bromatológico de éstas, asimismo elaborar un catálogo de los caracteres morfológicos.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en los terrenos del REGEN (Km. 12 1/2 Carretera Norte) ubicado en los 12.08 y 86.10 latitud Norte y longitud Oeste, respectivamente. La temperatura promedio anual (26.76°C) y precipitación (125.6 mm) determinaron la humedad relativa (70.88%) en este suelo Franco-arenoso (serie " La Calera ") y con pH de 7.5 a 8.5.

Se utilizó un BCA con tres repeticiones y 15 tratamientos (14 accesiones del REGEN y la variedad mejorada NB-12). Cada parcela experimental (45 en total) median 2.25 x 2.25m. con distancias de 75 y 25 cm. entre hileras y plantas, respectivamente. Se sembraron 4 surcos (parcela útil, 2.) concentrándose 53.000 ptas/ha. Para las plagas de suelo se utilizó Carbofuran (42.61 lbs/ha), fertilizantes completo 12-30-10 (45 kg/ha) y, para la aplicación de malezas se aplicó Pendimetalín (PROWL) de pre-emergencia a razón de 2.2 lts/ha. El control de plagas se hizo en forma tradicional.

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracterización:

Algunas de las variables utilizadas en el presente trabajo son expuestas por otros autores. Los resultados obtenidos tienen que considerarse preliminar para los descriptores cuantitativos y definitivos para los cualitativos.

La longitud de brácteas (LONGEBR), rendimiento (RENDIM), distancia apical (DISAPI) y longitud de mazorca (LONGNZ) son caracteres cuantitativos, ya que están determinados por el genotipo, el medio ambiente y la integración de éstos (3) la distancia apical está determinada por la longitud de mazorca y de brácteas, de allí la importancia de este carácter por mejorar la cobertura de mazorca en las variedades comerciales (9).

¹ Cooperante Italiano-Programa REGEN

² Docente-Investigador Programa REGEN.

Universidad Nacional Agraria, Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses, Km. 12 1/2 Carretera Norte, Apartado Postal # 453. Managua, Nicaragua.

Los caracteres cualitativos están regulados por uno o pocos genes y generalmente son poco modificados por el medio ambiente, presentando herencia discontinua (7), por lo tanto los valores permanecen válidos para clasificar germoplasma de maíz en diferentes factores ecológicos (5) siempre y cuando no se alteren sus frecuencias relativas.

En el presente trabajo los descriptores de mazorca diferenciaron los materiales, en cambio los caracteres de hoja en la planta fueron menos efectivos. Asimismo, la accesión 293 y 2313 expresaron alta variabilidad en el peso de mazorca, distancia apical y rendimiento. El testigo presentó los coeficientes de variación más bajos en la mayoría de los descriptores, debiéndose a su constitución genética.

También a los caracteres cuantitativos se les hizo un análisis de correlación, obteniéndose la siguiente ecuación:

Significa 0.380 al 1 %
 $r = 0.381$ **

$X = 434.348 + 36.6064 (Y)$
 donde ; Y = Diámetro del raquis.
 X = Rendimiento.

De esta ecuación podemos deducir que preservando los olotes (raquis) segregantes de mayor peso y diámetro potencial productivo.

Evaluación preliminar:

Las accesiones 293 y 1298 mostraron su antesis en la panoja entre los 41 y 44 días, catalogándose a este material como precoz. Los restantes materiales florecieron entre los 44 y 59 días. El ciclo vegetativo estuvo entre 96 y 116 días.

Los porcentajes de proteína se ubicaron entre 9.4 y 12.20, siendo el valor más bajo el de la accesión 1674 (maíz amarillo). Bressani (1) evaluando maíz amarillo encontró en estos 8.4% de proteína, 4.5 de grasa, 1.1% de cenizas, 1.3 % de fibra bruta y 12 % de humedad, y afirma que este material tiene bajo contenido de proteína. Asimismo, hay que señalar que la disponibilidad de nitrógeno en el suelo influye sobre la producción de proteína en la semilla.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados y discusión presentados, se llegó a lo siguiente:

- Los materiales locales existentes en el país presentan variabilidad genética y caracteres de interés agronómico.
- El análisis bromatológico individualiza germoplasma superior al 12 % en condiciones aparentemente no limitantes de fertilización nitrogenada.

- La accesión 293 pertenece a la Raza Salvadoreña (10) y Tapia en 1989 (información oral) lo confirma.
- Se aconseja la caracterización, evaluación y agrupación en Razas del material tradicional nicaragüense.
- Se debe incluir la variable Distancia Apical, ya que es un buen indicador de cobertura de mazorca.
- Se debe determinar la calidad proteínica (Lisina y Triptófano) en los materiales criollos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bresani R., 1965; Maíz, arroz y frijol, su valor nutritivo y formas de mejorarlo Presentado en a XI Reunión Anual del PCCMCA, Panamá, Panamá, Pág. 9.
- Loáisiga C., D. Marini, 1990: Caracterización y Evaluación preliminar de 30 cultivares de maíz (Zea mays L.) ISCA, Managua, Nicaragua.
- Marquez S. F., 1976 : El problema de la interacción genético-ambiental en genotecnia vegetal, PATENA, Chapingo, México, 10 pág.
- Miranda C.S. 1966: Discusión sobre el origen y la evolución del maíz, Memorias del Segundo Congreso Nacional de Fitogenética, Sociedad Mexicana de Fitogenética A. C. Monterrey N. L., México D. F., pág 233-252.
- Ortiz J., 1984: Cambios en las características morfológicas y fisiológica por efecto de la selección "in situ" y rotativa en el rendimiento de grano, Chapingo, México, pág. 53.
- Roberts C., R. Ramírez, J. Gramt, W. Watheway, S. Smtih, P.C. MANGELSDORF, 1957: Razas de maíz en Colombia, DIA, Boletín.
- Técnico No. 2, Bogotá, Colombia, D.C. 170 pág.
 Rodríguez F. C., J.P., Ponce A Fuchs, 1981: Genética y mejoramiento de las plantas, Edit. Pueblo y Educación, Habana, Cuba, pág. 128-139.
- Tapia B.H., 1980: Tópicos importantes de uso común para la impartición de asistencia técnica en granos básicos, INRA/PROAGRO, Managua, Nicaragua.
- Urbina R.A., 1982: Evaluación de variedades experimentales de maíz resistente al achaparramiento en tres épocas en dos localidades, Presentado en la XXXVIII Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica, 20 Pág.
- Wellhausen J.E., C. Fuentes A. Corzo, 1957: Races of maize in América Central, Washington D.C., National Academy of Sciences National Reseach Council, Publicacion 511, 127 pág.

TABLA 1: Rangos y coeficiente de variación de descriptores cuantitativos y resultado de la prueba de FISHER para accesiones y bloque.

Variable	Maxima	Media	Minima	C.V.	F. ACCES.	F. Bloq.
LONGBR	335.60	241.17	150.40	11.071	4.87 ***	0.84 NS
RENDIM	5075.15	3103.08	1309.42	25.494	2.51 **	0.45 NS
DISAPI	106.30	67.97	45.32	18.343	8.01 ***	1.16 NS
LONGMZ	218.00	166.08	126.00	9.635	2.13 *	0.43 NS

* Débilmente significativo 0.05

** Significativo 0.01

*** Altamente significativo <0.001

NS No significativo

TABLA 2: Distribución de las accesiones (DUNCAN) para caracteres cuantitativos.

Accesión	Longbr mm	Rendim kg/ha	Disapi mm	Longmz mm
1670	268.00 a	3135.10 bc	83.70 a	172.33 ab
1233	265.73 a	2119.50 c	80.75 ab	185.00 a
1725	260.63 ab	3477.80 ab	86.18 a	172.33 ab
1732	258.83 ab	2744.40 bc	71.50 b	176.00 ab
1928	256.43 abc	3092.90 bc	80.00 ab	170.67 ab
1295	256.27 abc	3043.80 bc	82.72 ab	165.67 abc
1338	251.53 abc	3508.30 ab	76.54 b	172.67 ab
2314	250.83 abc	3535.80 ab	85.60 a	165.67 abc
634	244.93 abc	2973.00 bc	88.00 a	147.39 bc
NB-12	232.40 abc	4452.00 a	46.36 d	181.00 a
1594	221.87 abc	3003.70 bc	48.55 d	173.67 ab
1859	216.77 abc	3733.80 ab	46.36 d	173.00 abc
1674	215.50 abc	2505.50 c	58.83 cd	154.00 abc
293	211.87 bc	2034.20 c	68.30 bc	130.00 c
2313	205.87 c	3137.50 bc	29.96 e	147.00 bc

Agrupación Preliminar en Germoplasma de Frijol (Phaseolus spp.) para Nicaragua.

Alvaro Benavides, Vidal Marín F. , Juan Avelarse S.¹

El presente trabajo consistió en la agrupación preliminar de germoplasma de frijol (*Phaseolus spp.*) que se ha recolectado en Nicaragua por el Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN). El trabajo se realizó en marzo (1991-1992), agrupándose 373 accesiones en 39 grupos diferentes de color, siendo el grupo 6 el que se presentó con mayor frecuencia en las diferentes regiones. Asimismo, se demostró la amplia variabilidad genética que existe en el país, la que puede ser utilizada en programas de selección y mejoramiento genético y/o aprovechada directamente para la producción de frijol en Nicaragua.

INTRODUCCION

Por medio de la evolución se ha producido amplia variabilidad genética sobre especies y ecotipos de las plantas se encuentra en determinadas regiones. El frijol según Vavilov (2) tiene su centro de origen en Mesoamérica. En Nicaragua se porta gran diversidad de especies de frijol, siendo las más importantes *Phaseolus vulgaris* L. encontrándose además, en estado de domesticación *Phaseolus acutifolius* cv. *acutifolius* gray y *Phaseolus lunatus* en estado silvestre (7).

El REGEN como programa ha recolectado germoplasma de frijol en diferentes localidades del país, siendo las caracterizaciones de este material limitada debido a la falta de recursos. Es por eso que tratando de dar información preliminar sobre la variabilidad genética en frijol y su posible utilización (5), en este trabajo se agruparon por color los materiales criollos colectados hasta febrero de 1992.

MATERIALES Y METODOS

En el Banco de Semilla del regen se llevó a efecto el siguiente trabajo; En primera instancia se detectaron las accesiones de frijol (*Phaseolus spp.*) en los cuartos de secado y almacenamiento, auxiliándonos del listado base del material recolectado.

El manual de colores de Methuen (4) se utilizó para comparar la diversidad de colores. Asimismo, se tomó la forma de las semillas de mayor frecuencia (3).

Las muestras del banco se abrieron para tomar el color, forma y brillo de la semilla; se introdujeron 10 semillas en bolsas plásticas, las que se pegaron en cartulina para conformar el muestrario de semillas de frijol. El proceso se repitió y las semillas de los materiales con colores semejantes a los grupos establecidos se anexaban al listado de agrupamiento.

Las accesiones que diferían en color conformaban otro grupo, y para un mejor manejo de la información, los datos se introdujeron en el Programa computarizado adecuado para el propósito.

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados a que se llegaron en este trabajo. En el cuadro 1 aparecen los diferentes grupos clasificados, los colores (Primarios y Secundarios) y la dispersión (Moteado o Jaspeado) que se presentan en la testa de la semilla. También se presentan la frecuencia de brillantes en la cubierta seminal.

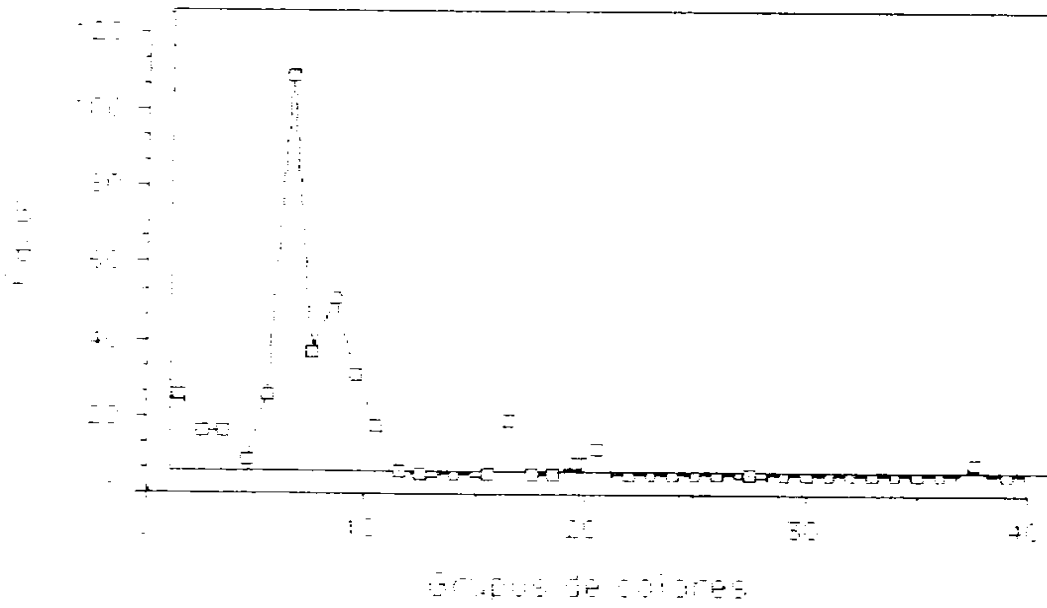
En el cuadro 2 se muestra la regionalización de las accesiones (ACC) y la agrupación por color y forma de las mismas. Los códigos para el lugar de origen del material se encuentran en el listado básico de código para Municipios (MP), Departamento (DPT) y Regiones (REG) de Nicaragua (1).

Distribución de los colores y forma.

En la figura 1 se observa la distribución de los diferentes grupos de colores. El frijol de grano rojo en las diferentes tonalidades (grupos 6,7,8,16 y 37) representan el 56.57 % del material recolectado y de este porcentaje, el grupo 6 tiene el 50.24 %.

¹ Docentes-Investigadores Programa REGEN Universidad Nacional Agraria, Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses Km. 12 1/2 Carretera Norte, Apartado Postal # 453 Managua, Nicaragua.7

Fig. 1. Distribución de los diferentes grupos de colores de germoplasma de frijol recolectado.



Frijoles con testa roja presentan preferencia para el consumidor, porque el agricultor lo toma como criterio para su cultivo (6) de allí surge la frecuencia de las tonalidades encontradas en las poblaciones clasificadas. En lo que respecta a la forma de la semilla, la forma 8 (arriñonada recta al lado del hiliu), 2 (ovoidal) fueron las más casuales (cuadro 2).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La agrupación de 373 accesiones en 39 grupos de color y forma demuestran la variabilidad genética existente en los materiales tradicionales cultivados.
- Esta clasificación verifica las afirmaciones de Tapia de que el frijol rojo es el que más se consume. El departamento de Jinotega (DEPT.6) es el que presentó mayor diversidad de colores. Asimismo, se recomienda la identificación de las diferentes especies de frijol por accesión y recolección del germoplasma que pueda existir en Nicaragua.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Avelares J. 1990 : Listado básico de códigos para municipio, departamentos y regiones de Nicaragua, área de colecta, REGEN/UNA.

Bennet E. O. H. Frankel, 1970: Genetic Resources in Plant the exploration and conservation, Edit. BSPOE, Glasgow, Great Britain, 31-49 p.

IBPGR, 1982: Phaseolus vulgaris descriptor, Primera Edición Roma, Italia, 32p.

Kornerup A. J. H. Wanscher, 1984: Methuen handbook of colour, Third edition by Methuen London Ltda., Great Britain, 252 p.

Marin F.V. 1990. Caracterización y Evaluación preliminar de 30 cultivares de frijol (Phaseolus vulgaris L.), ISCA, Managua, Nicaragua, Tesis de grado.

Tapia H.B., 1987: Variedades Mejoradas de frijol con grano rojo para Nicaragua, ISCA/DIP/GTZ, Managua, Nicaragua, 26 p.

Tapia H. B., A. Camacho, 1988: Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza GTZ/MIDINRA, Managua, Nicaragua., 181 p.

Cuadro 1. Color, forma y brillo en la testa de los diferentes grupos de accesiones.

Grupo	Color de testa*			Forma/	Brillo/
	Primario	Secundario	Dispersión	Semilla	Testa*
1	7 F8	0	0	2,4,6,8,9	0,+
2	8 D8	0	0	2,4,8,9	0,+
3	7 E8	0	0	2,4,8	0,+
4	7 D4	0	0	2,8,9	0,+
5	7 B2	0	0	2,4,6,8,9,6	0,+
6	11 F8	0	0	2,4,8,9	+
7	11 E8	0	0	2,4,8,9	+
8	10 F8	0	0	2,4,7,8,9	+
9	12 F1	0	0	2,8	0
10	4 A1	0	0	2,4,7	0
11	6 B2	12 F1	MOTEADO	8,9	0
12	6 D3	12 F1	JASPEADO	4	+
13	6 A1	12 F1	MOTEADO	4	0
14	6 E7	12 F1	MOTEADO	4	0
15	9 D5	9 A2	JASPEADO	2,8	+
16	15 F6	0	0	2,4,8,9	+
17	8 F8	8 F8	JASPEADO	8,9	+
18	6 B3	7 D3	MOTEADO	2	0
19	6 B2	12 F1	MOTEADO	2,4	0
20	9 E8	0	0	2,4,8,9	0
21	7 E8	7 C4	MOTEADO	4	0
22	12 F1	7 C4	MOTEADO	2	+
23	4 A2	0	0	3	0
24	11 F8	12 F1	MOTEADO	2	+
25	7 D3	6 B2	MOTEADO	8	+
26	12 F1	6 C3	MOTEADO	8	+
27	11 D5	0	0	2,9	+
28	11 F8	9 D5	MOTEADO	2	+
29	7 C4	0	0	2	+
30	8 B2	0	0	8	+
31	8 D4	8 A2	MOTEADO	8	+
32	7 B2	7 A2	MOTEADO	4	+
33	5 A3	0	0	4	+
34	6 E6	0	0	4	+
35	12 F3	6 B2	MOTEADO	8	+
36	6 B2	12 F1	MOTEADO	8	+
37	12 E8	0	0	8	+
38	4 A3	0	0	8	+
39	8 E5	0	0	8	

* 0 = ausente+ = presente

Cuadro 2: Lugar de origen de las accesiones y su agrupación por color y forma.

REG	DPT	MP	ACC	GRUPOS	FORMAS
	1	1	5	6,7,20	2,4,8
		9	2	10	2
		13	1	20	9
		2	21	1,2,5,6,8,9,10,16	2,8,9
		4	1	6	8
2		7	1	6	8
		9	4	8,9,10	2,4,9
	2	10	5	5,10,19	2,4
		11	3	10,16,19	2,4,9
		12	2	8,10	8
		13	1	11	9
		2	1	10	2
		3	1	1	2
	3	4	12	1,6,7,8,9,20	2,4,8
		5	5	3,6,16	2,8
		10	1	6	8
1		2	2	6	8
		3	2	1,8	2,4,8
	5	6	3	6,9,16	2,8
		7	15	1,2,5,6,9,15,16,25,26	2,4,8,9
		8	1	2	8
		11	6	1,2,5,6	4,8
		1	6	2,3,5,6,20	2,4,8,9
	6	2	7	1,4,5,7	2,4,8
		3	1	1	2
		4	12	1,3,4,5,6,11,27	2,4,8
6		1	10	1,4,5,7,9,11,20	2,8,9
		6	2	3,5	2,8
	8	7	2	6	8
		9	7	5,6,7,8,16	2,8
		10	1	5	2
		2	3	8	2,6,8
5	9	3	5	6,8,9,29	2,8
		4	11	5,6,8,28	2,4,6,8,9
		5	6	5,6,8	2,4,7,8,9
3	10	1	1	2	8

		2	14	1,6,7,9,10,16	2,4,8
		4	1	6	8
11		6	9	1,6,9,22	2,4,8
		7	3	5,10,16	7,8,9
		8	1	9	2
		1	18	1,2,3,4,5,6,7,9	2,4,7,8
		2	3	5,6,8	2,8
12		4	12	2,3,4,5,6,7,15	2,4,8,9
		6	3	3,6,7	4,8
		7	1	6	8,2
		11	1	7	8
4		1	3	6,8	9
	13	2	7	2,3,6,7,8	2,4,8,9
		3	2	6,16	8
		4	3	6,7,8	4,8
		1	8	1,2,6,7,8,12	2,4,8
		2	6	6,7,19	4,8
		4	6	6,7,20	2,4,8
		5	1	6	8
14		6	29	2,3,6,7,8,9,14,17,18,2	2,4,8,9
		7	3	0,21	4,8,9
		8	1	5,6,12	2
		9	4	9	2,4,8
		11	6	6,7	2,4,8
		14	1	6,7,8	8
		4	3	6	2,4
		5	6	3,6,16	2,4,8
				6,7,8,10	
		4	3	3,6,16	2,4
9	15	5	6	6,7,8,10	2,4,8
		2	3	6,7,8	8
5	16	5	2	3,8	2,8

Incidencia de Costra (*Sphaceloma perseae* Jenkins) en Germoplasma de Aguacate (*Persea americana* Mill) Bajo Infección Natural.

¹ Reinaldo Laguna Miranda.

RESUMEN

En marzo de 1989, en un diagnóstico de enfermedades realizado en el banco de germoplasma de aguacate (*Persea americana* Mill) perteneciente al programa Recursos Genéticos Nicaragüenses y ubicado en la finca El Plantel; se determinó que la principal enfermedad que afectaba los árboles, era la costra causada por el hongo *Sphaceloma perseae* Jenkins. Posterior a la identificación del patógeno se hicieron 2 evaluaciones sobre los niveles de infección alcanzados por el hongo en cada una de los materiales. De las 22 accesiones en estudio; las variedades Booth 8, Plantel 2 y Corraleño 3 resultaron ser las menos afectadas por el patógeno. En el nivel de infección intermedio se ubican las variedades Plantel 3, Campos Azules, Neglin y Moyoño. Las variedades con mayor nivel de infección corresponden a San Albino 1, San Albino 9, Hall, Pitita, Corraleño 8, Corraleño 6, Ramírez y Corraleño 2. Finalizada la 1a. observación se realizaron 3 aplicaciones fungicidas (Benomyl + Zineb) con intervalos de 15 días entre cada una, las cuales lograron reducir hasta en un 25 % los niveles de infección por costra en algunos casos no así en otros.

INTRODUCCION

A partir del mes de marzo de 1989, con el propósito de identificar los agentes de daño presentes en el banco e germoplasma de aguacate (*Persea americana* Mill) del Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses y tratar en alguna forma de disminuir su efecto así como de cuantificarlo. Fue iniciado un diagnóstico de enfermedades lográndose identificar como el principal factor de daño, la enfermedad conocida como costra, causada por el hongo *Sphaeoloma perseae* Jenkins.

La enfermedad esta caracterizada como una de las más serias del aguacatero en el nuevo mundo (4) y sus síntomas se manifiestan con manchas de color café en las hojas, aunque el mayor daño se presenta en los frutos, los que se cubren de pústulas corchosas que deprecian su valor comercial (1).

El hongo requiere de alta humedad relativa y altas temperaturas para su desarrollo y sus esporas son diseminadas por viento, lluvia, rocío o insectos (2). Para el manejo de esta enfermedad se han recomendado tratamientos químicos especialmente con fungicidas sistémicos como el Benomyl (5,6) lográndose buenos resultados. Sin embargo, es bien conocido que un componente importante y económico del manejo de

enfermedades es el elemento de resistencia varietal.

Dentro del trabajo con recursos genéticos se contempla la necesidad de registrar la mayor información posible acerca del germoplasma colectado. Este estudio preliminar pretende dar una idea o sentar un precedente acerca del comportamiento de 22 accesiones de aguacate en relación a la enfermedad de la costra *S. perseae* y posteriormente comprobar con evaluaciones rigurosas la existencia de niveles de tolerancia en los materiales del banco genético.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo fue realizado en los meses de marzo a junio de 1989 en el banco de germoplasma de aguacate establecido en el año 1982 y ubicado en la finca " El Plantel ", Km. 42 Carretera Masaya-Tipitapa.

Inicialmente, se procedió al aislamiento e identificación de *Sphaceloma perseae* en el laboratorio. Posteriormente, se tomaron los datos de 22 accesiones (cuadro 1) que en ese momento se encontraban en plena fructificación. La parte muestreada en los árboles fueron los frutos, debido a que en éstos es producido el mayor daño por el patógeno.

Se evaluó el porcentaje de infección en los frutos mediante una escala arbitraria de 10 números que va de 0 para frutos completamente sanos hasta 90% para frutos casi cubiertos por la costra. Para ello fue tomado un patrón de frutos afectados en los diferentes niveles. La evaluación fue hecha en 25 frutos tomados al azar de cada árbol y el promedio de éstos representa el nivel de daño para cada accesión. El primer muestreo fue realizado el 10 de Abril-89 y el segundo 50 días después, el 1° de Junio de 1989.

Para tratar de bajar los niveles de infección de la enfermedad, posterior a la 1a. observación se hicieron 3 aplicaciones de fungicidas con aspersora de motor a intervalos de 15 días entre cada aspersión. Los productos utilizados fueron Benomyl 0.5 gr/lit. más Zineb 5 gr/lit.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se observaron diferentes niveles de infección en el germoplasma evaluado. En la figura 1 se muestran los niveles presentados por cada accesión.

Al momento de la primera observación las variedades (accesiones) Booth # 8 (685), Plantel # 2 (694),

¹ Docente-Investigador Programa REGEN . Universidad Nacional Agraria, Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses. Km. 12 1/2 Carretera Norte, Apartado postal # 453. Managua, Nicaragua.

Corraleño # 3 (689), Corraleño #9 (691) y Plantel # 1 (677) mostraron los menores niveles de infección 10-25 % (fig. 1). Dentro de este grupo las variedades Plantel # 2 y Booth # 8 y Corraleño 3 son las menos afectadas por el patógeno, lo que establece la posibilidad que estas sean las menos susceptibles dentro de la colección.

La variedad Booth 8 es reportada en México con susceptibilidad intermedio o moderada (2).

Niveles intermedios de infección 28-50 % fueron obtenidos por las variedades Plantel # 3 (695), Campos Azules (679), Neglin (681), Moyeño (680), Paniagua (678), Booth # 7 (686), y Corn Island (672).

Las 3 primeras accesiones de este grupo intermedio mostraron los porcentajes más bajos. La variedad Booth # 7 que presenta infección mayor de 40% se menciona en algunos estudios como moderadamente susceptible.

Finalmente los mayores porcentajes de infección por costra se observaron en las variedades San Albino # 7 (671), San Albino #9 (682), Hall (723), Pitita (676), Corraleño # 8 (683), Corraleño #6 (684), Ramírez (674) y Corraleño # 2 (693).

Es evidente que las variedades San Albino # 1 y San Albino # 9 son las más afectadas por el ataque de *Sphaceloma perseae* dado que mostraron niveles de infección mayores del 80 %.

Con respecto a la segunda evaluación realizada, 50 días posteriores a la 1a. (fig. 1). pudo apreciarse una reducción en los niveles de infección aunque no en gran medida. Esta reducción se atribuye a las 3 aplicaciones de fungicidas Benomyl y Zineb.

El tratamiento Benomyl ha dado buenos resultados en el manejo de la costra especialmente, en plantas en vivero (5,6); pero nada hace indicar que sea igualmente efectivo en árboles de 7 años.

CONCLUSIONES

Las variedades Booth #8, Plantel # 2 y Corraleño # 3 podrían tener cierto grado de tolerancia a la enfermedad ya que presentan los más bajos niveles de infección. Las variedades San Albino # 1, San Albino # 9, Hall, Pitita, Corraleño # 8, Corraleño # 6, Ramírez y Corraleño # 2 podrían tener alto grado de susceptibilidad a la costra.

Una vez que el hongo ha alcanzado alto nivel de desarrollo especialmente en variedades susceptibles y bajo condiciones climáticas adecuadas se hace difícil el manejo químico.

RECOMENDACIONES

Es recomendable hacer evaluaciones más periódicas en éste mismo banco por lo menos durante 3 años consecutivos para observar del comportamiento de la colección respecto a *S. perseae* en las diferentes épocas

del año.

Es necesario hacer estudios con este mismo germoplasma, pero a nivel de invernadero, con suficientes repeticiones y bajo inoculación artificial del hongo *Sphaceloma perseae* para evaluar especialmente su reacción al patógeno.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Fersini, A. 1982. El cultivo del Aguacate. Edit. DIANA, México 132 p.
- Gallegos, E. R. 1983. Algunos aspectos del Aguacate y su producción en Michoacan Universidad Autónoma de Chapingo, México. 317 p.
- Ochse, J.J. et. al, 1985. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y sub-tropicales Editorial LIMUSA, México. p.
- Purseglove, J.W. 1982. Tropical Crops Dicotyledons Longman House U.K. 719 p.
- Rondón, A. etal, 1973. La sarna o verrugosis del Aguacate (*Persea americana* Mill) en Venezuela y su control.
- Sánchez, M. 1983. Plagas y enfermedades de los frutales. Edit. Pueblo y Educación, la Habana, 195p.

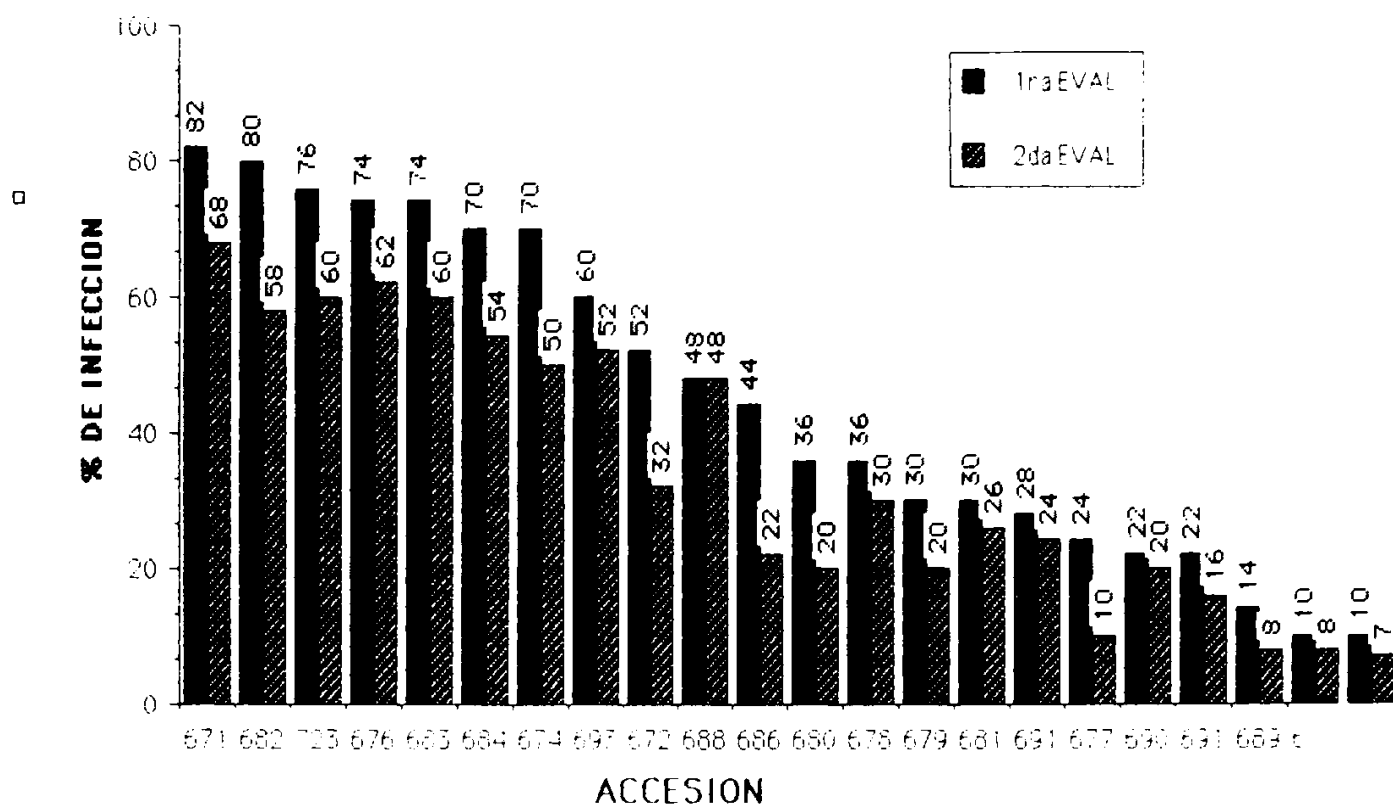


FIG. 1 Niveles de infección por costra (*Sphaceloma perseae*) en germoplasma de aguacate Finca el Planteo (1989)

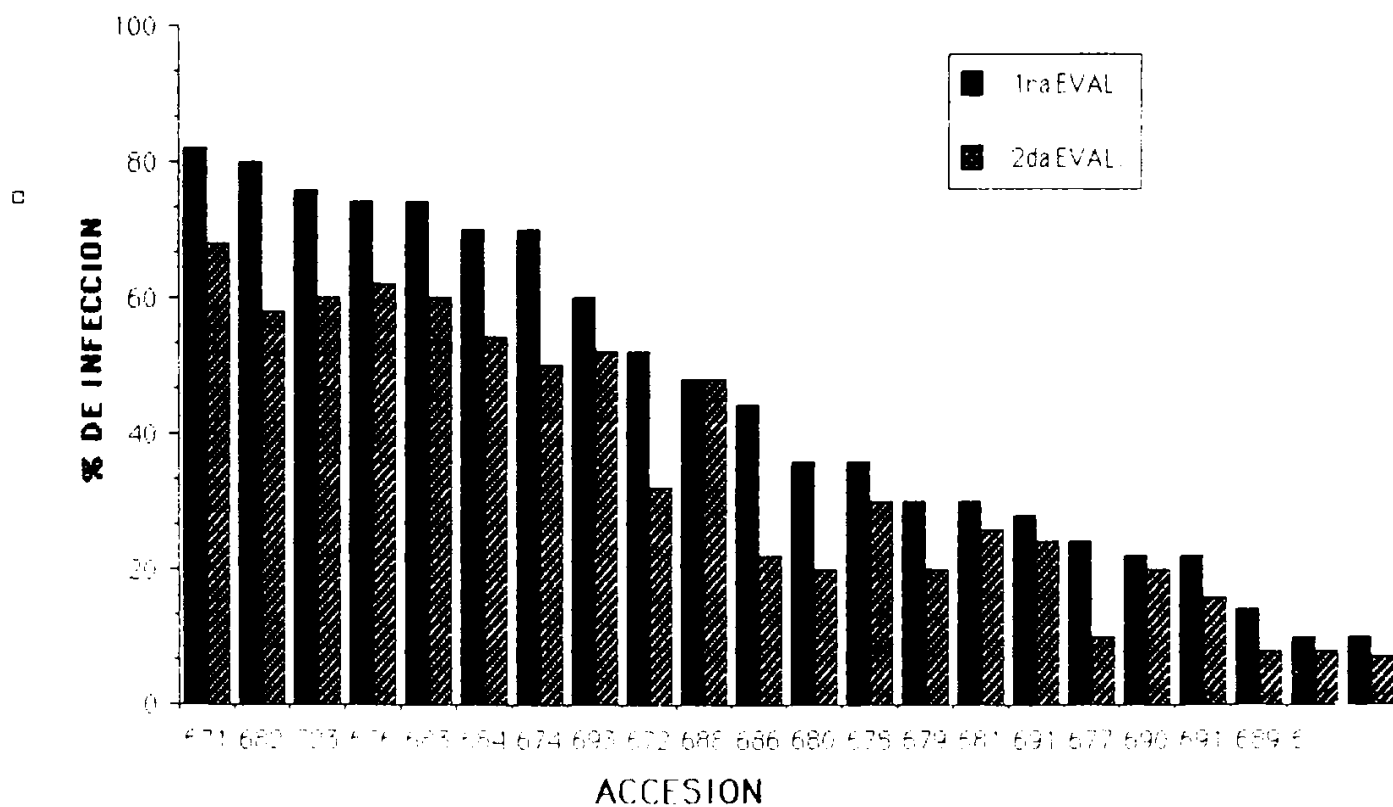


FIG. 1 Niveles de infección por costra (*Sphaceloma perseae*) en germoplasma de aguacate Finca el Planteo (1989)

Datos de la Figura 1.

Accesión	1ra. Eval.	2da. Eval.
671	82	68
682	80	58
723	76	60
676	74	62
683	74	60
684	70	54
674	70	50
693	60	52
672	52	32
688	48	48
686	44	22
680	36	20
678	36	30
679	30	20
681	30	26
691	28	24
677	24	10
690	22	20
691	22	16
689	14	8
694	10	8
685	10	7

Cuadro 1: Colección de Aguacate *Perseae americana* Mill. Finca " El Plantel ", 1989.

No. Accesoión	Nombre Local	Procedencia
671	San Albino # 1	Nacional
672	Corn Island	"
674	Ramírez	"
676	Pitita	"
677	Plantel # 1	"
678	Paniagua	"
679	Campos Azules	"
686	Moyeño	"
681	Neglin	Desconocida
682	San Albino # 9	Nacional
683	Corraleño # 8	"
684	Corraleño # 6	"
685	Booth # 8	Introducido
686	Booth # 7	"
688	San Albino # 8	Nacional
689	Corraleño # 3	"
690	Corraleño # 9	"
691	Corraleño # 4	"
693	Corraleño # 2	"
694	Plantel # 2	"
695	Plantel # 3	"
723	Hall	Florida (USA)

Microtuberización de dos Variedades de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en Cinco Variedades del Medio Murashige y Skoog, (1962).

Marbell Aguilar M.¹, Javier Cruz Marín²

RESUMEN

Se estudió el efecto inductor de microtubérculos in vitro que ejercen 5 variantes del medio base MS, (1962), en las variedades de papa Desireé y DTO-28. Los explantes de mantuvieron en condiciones de temperatura a 24 °C +/-1, fotoperíodo de 16 horas luz y 8 horas oscuridad durante 60 días. La tuberización solo fue posible en Desireé, iniciándose ésta a los 30 días en la variante 2 (MS + 10mg/l de BAP + 8% de sacarosa). Las yemas inoculadas en este medio no mostraron crecimiento vegetativo y obtuvieron un 92 % de tuberización. En la variante 3 (MS + 2mg/l de AIA + 8 % de sacarosa) la tuberización inició a los 45 días y alcanzó un 64 % al final de la evaluación. En ambas variantes se registraron diferencias sólo en el peso de los microtubérculos no así en el diámetro y número de brotes, obteniéndose un microtubérculo por plántulas. En las variantes restantes no se observó tuberización. DTO-28 no tuberizó en las 5 variantes.

INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es considerada junto a los cereales un alimento básico en la dieta humana (4). A nivel mundial se sembraron 22 millones de hectáreas con rendimiento de 13.3 ton/Ha. (3). En Nicaragua el 70 % de la producción de papa se concentra en los departamentos de Estelí y Madriz, y el 30 % en Matagalpa y Jinotega. En 1991 fueron sembradas para el consumo 700 hectáreas con un rendimiento promedio de 17.5 ton/Ha. y para tubérculo-semilla 151 hectáreas con rendimiento de 14.8 ton/Ha. (*Mairena, 1991).

El cultivo está limitado fundamentalmente por la falta de tubérculos de buena calidad para la siembra (*Mairena, 1991, Comunicación personal). A través de éstos, se transmiten la mayoría de virus, muchos hongos y bacteria; los que reducen drásticamente los rendimientos (8).

Mediante el cultivo de tejidos se pueden obtener tubérculos in vitro libre de plagas y enfermedades, los que son utilizados en numerosos programas de papa en la producción de semilla pre-base. Además, facilitan la exportación, el intercambio y conservación de germoplasma; economizan espacios y gastos de transporte, y pueden sembrarse directamente en el campo o en invernaderos (7).

El objetivo del presente trabajo es analizar el comportamiento de las variedades Desireé y DTO-28 en la inducción de microtubérculos en las distintas variantes del medio MS (1962).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Cultivo de Tejidos del Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN), adscrito a la Universidad Nacional Agraria (UNA) en Managua entre Agosto de 1990 y Febrero de 1991.

De plántulas in vitro de las variedades Desireé y DTO-28 se cortaron nudos con sus yemas auxiliares de aproximadamente 5mm. de longitud, se inoculó una yema por tubo de ensayo de 15 cms. largo x 1.6 cms diámetro, conteniendo 10 ml. de medio de cultivo semi-sólido a pH 5.6.

Los explantes fueron transferidos al cuarto de crecimiento donde de mantuvieron por 60 días consecutivos a temperatura de 24°C +/-1, fotoperíodo de horas 16 luz y 8 horas oscuridad y humedad relativa del 80%.

Se utilizaron 5 tratamientos cada uno como variante del medio base MS (1962) (cuadro 1) y 15 repeticiones por tratamiento. Al final del experimento se evaluaron las variables peso, diámetro y brotes de los microtubérculos. El experimento se montó en un Diseño Completo al Azar en un arreglo bifactorial. Para el análisis estadístico de los resultado se realizó un ANDEVA y la prueba de rangos múltiples de DUNCAN.

¹ Docente-Investigador Programa REGEN

² Egresado de la Universidad Nacional Agraria.

Universidad Nacional Agraria, programa Recursos Genéticos Nicaragüenses Km. 12 1/2 Carretera Norte, Apartado Postal # 453. Managua, Nicaragua.

Cuadro 1. Variantes del medio básico MS (1962) utilizadas en el estudio de microtuberización.

Edios de Cultivo	Composición	Consistencia del medio
M1	MS + 0.5 Concentración de vitaminas (MS) + 2% de sacarosa.	Semi sólido
M2	MS + 10mg/1 de 6-BAP + 8% de sacarosa.	Semi sólido
M3	MS 2mg/1 de AIA + 8% de sacarosa.	Semi sólido
M4	MS 50mg/1 de carbón activado + 7.5% de sacarosa	Semi sólido
M5	MS + 30 mg/1 de carbón activado + 7.5% de sacarosa	Semi sólido

RESULTADOS Y DISCUSION

La formación de las plántulas en la variedad Desireé no se produjo, únicamente en la segunda variante (sales MS + 10mg/l de BAP + 8 % de sacarosa), mientras DTO-28 formó plántulas en las cinco variantes obteniendo promedios estadísticos menores en las variables altura y número de hojas.

Solamente la variedad Desireé tubericizó en las variantes 2 y 3 obteniéndose un microtubérculo por plántula con diferencia en el período de formación, porcentaje de tuberización y peso de los mismos.

Ortiz y Saldaña, (5) observaron sincronización en la formación del microtubérculo en las variedades Alzimba y Juanita en dos de los cinco medios de cultivo estudiados. En la tercer variante (sales MS + 2mg/l de AIA + 8 % de sacarosa), la tuberización inicia a los 45 días después de que las plántulas han alcanzado su crecimiento vegetativo, obteniendo a los 60 días un 64 % de tuberización. Mientras en la segunda variante no se formaron plántulas de los segmentos de tallo inoculados al medio de cultivo, pero se induce a la microtuberización hasta en un 92 %. Las yemas auxiliares, una vez que brotan comienzan a abultarse a los 21 días hasta llegar a formar microtubérculos aproximadamente a los 30 días, posteriormente se curvan del extremo apical en dirección a la superficie del medio de cultivo. Este fenómeno lo reportan (1) observado en el mismo medio de cultivo (Sales MS + 10 mg/l de BAP + 8 % de sacarosa) en un experimento similar incluida la variedad Desireé, sin explicar claramente las causas que lo originan.

Suponemos que el proceso de formación de los microtubérculos en las variantes 2 y 3 son diferentes por el efecto que ejercen los dos tipos de reguladores de crecimiento y la relación de éstos con la sacarosa (8%).

El BAP actúa alterando el metabolismo del explante e inhibiendo su crecimiento normal; Mejía y Vitorelli, (4), reportan que concentraciones mayores a 0.5 mg/l de BA retardan el desarrollo de las yemas de yuca (4).

Villalobos (9); considera que el BA tiene un efecto organogénico en los tejidos vegetales porque su contacto con las células epidémicas y sub-epidémicas promueven la proliferación de células meristemáticas en un corto tiempo de aplicación, las que pueden entrar en un programa de diferenciación después de 24 horas.

En nuestro estudio observamos que el crecimiento de los explantes en el tratamiento 2 es mínimo y se da una efectiva respuesta a la microtuberización.

Withers, (10); afirma que las altas concentraciones de sacarosa actúan como regulador osmótico limitando el crecimiento de los tejidos producto de la reducción de agua y nutrientes. Consideramos que el tubérculo inicia su formación en menor tiempo por el efecto de inhibición del crecimiento y a la vez organogénico que promueven las altas concentraciones de BAP y

simultáneamente al efecto osmorregulador de la sacarosa. Esto permite al explante, estimulado por las condiciones de luz (2500 lux y T° de 24°C), reducir el crecimiento lo que favorece el desvío de las sustancias de reserva a la formación de un nuevo órgano: el microtubérculo.

Los microtubérculos inducidos en las variantes 2 y 3 presentaron diferencias en el peso del tubérculo, no así, en el diámetro con valores de (4.11 y 5.1 cm.) respectivamente y en el número de brotes cuyos promedio fueron similares (5.4). En el medio de cultivo suplementado con 2 mg/l de AIA y 8 % de sacarosa, el peso fue de 147 mg., en el medio con 10 mg/l de BAP + 8 % de sacarosa, el peso fue de 685 mg. Los resultados se observan el cuadro 2.

Tovar (7); obtuvieron tubérculos con diámetro de 3.7 mm. y peso de 49.8 - 134.5 mg. en 10 clanes de papa evaluados, en un medio (MS+ 500 ppm de CC + 5 ppb de BAP + 8 % de sacarosa) a T° de 22 °C y completa oscuridad.

En relación a estos resultados se puede observar que el número de brotes es determinado por una característica varietal, mientras que el diámetro y peso de los microtubérculos están determinados por otros factores. Podríamos afirmar que los mejores resultados obtenidos en la tercer variante en diámetro y peso, es producto del efecto de los constituyentes del medio de cultivo que inducen de diferente forma la diferenciación de los tejidos.

CONCLUSIONES

- El efecto de los diferentes reguladores de crecimiento a diferentes concentraciones influyen en la respuesta a la microtuberización del genotipo intra e intervarietal.
- Para tubericizar la variedad Desireé es más sensible que DTO-28 a los estímulos que ejercen los constituyentes del medio de cultivo.
- En la variedad Desireé la concentración de 10 mg/l de BAP resultó más efectiva en porcentaje de tuberización y tiempo de formación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anónimo, sf. Revisión de Bibliografía Italiana sobre la producción de tubérculos semillas de papa. s.l., 12 p.
- Centro Internacional de la papa, 1987 Informe anual 1986-1987, Lima, (Perú). López Zada, M; Vásquez, B.E; López, F.R., 1984. Raíces y Tubérculos. La Habana Pueblo y Educación 245'248 p.
- Mejía Anaya, R.; Vitorelli, C. 1988. Cultivo in vitro de plantas de papa. Lima (Perú), Programa de investigación en papa/Instituto Nacional de Investigación Agrícola y Agroindustrial. 111p.

- Ortiz - Montiel, g. and Lozoya Saldaña, H 1987. Potato minitubers: Tecnology validation in México. American Potato Journal (EE.UU.), 64 (10): 535-544.
- Roca, W. M. s.f. El cultivo de tejido para la conservación de recursos genéticos in vitro. Calí, Colombia, CIAT, 44p.
- Tovar, P.; Estrada, R.; Schilde-Rentschler, L.; Dodds, J.H., 1985: Circular del CIP (Perú). 13-(4): 1-5.
- Ubeda, R.; Membreño, L.; Guharay, F. 1988; Diagnóstica fitosanitario de la papa (*Solanum Tuberosum* L.) en la región VI, Managua, MIDINRA, Región VI/Escuela de Sanidad Vegetal- ISCA. sp'.
- Villalobos A., V.M.M. J. Oliver, E. C. Yeung and T.A. thorpe, 1984. cytokinin-induced switch in development in excised cotyledons of radiata pine culture in vitro. *Physiol, Plant*, 61: 483-489 p.
- Withers, L.A. 1982 Institutues working on tissue culture for genetic conservation A.G.P. IBPGR/82/30, IBPGR, Rome.

Cuadro 2. Efecto en la microtuberización de cinco variantes del medio básico Murashige y Skoog (1962) en dos variedades de papa.

Variantes de Medio de cultivo	Altura (cms)		Numero de Diametro				Peso (mg)	
			Brotos		(mm)			
	Desireé	DTO-28	Desireé	DTO-28	Desireé	DTO-28	Desireé	DTO-28
1	14.86a	8.92c	-	-	-	-	-	-
2	-	8.62c	5.40a	-	4.11a	-	68.5a	-
3	13.20a	9.20b	5.46a	-	5.10a	-	147b	-
4	10.47b	7.74c	-	-	-	-	-	-
5	10.86b	7.50c	-	-	-	-	-	-

Diferencias entre promedios seguidos por una misma letra, no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de DUNCAN al 5% de probabilidad.

Los valores originales fueron transformados a $Y=\sqrt{x+0.5}$ en las variables discretas.