

**CURSO**  
**MANEJO AGRONOMICO DE FRIJOL**  
**PROFRIJOL**  
**(CIAT - CATIE - CNP - UCR - UNA)**

DOCUMENTO N° 89-6



**PROFRIJOL**

para Centroamérica,  
México y el Caribe

**PROGRAMA COOPERATIVO REGIONAL DE FRIJOL PARA  
CENTROAMERICA, MEXICO Y EL CARIBE**



DOCUMENTO Nº89 - 6

San José, Costa Rica

**CURSO MANEJO AGRONOMICO DE FRIJOL  
PROFRIJOL  
( C.I.A.T. - C.A.T.I.E - C.N.P. - U.C.R. - U.N.A )**

**SAN ISIDRO DEL GENERAL  
7 - 11 AGOSTO 1989**

## **PROFRIJOL**

---

**(PROGRAMA COOPERATIVO REGIONAL DE FRIJOL DE CENTROAMERICA, MEXICO Y EL CARIBE ), TIENE COMO OBJETIVO APOYAR LA INVESTIGACION Y GENERACION DE TECNOLOGIA E IMPULSAR LA COLABORACION ENTRE LOS TECNICOS QUE CONFORMAN EL PROGRAMA PARA AYUDAR A RESOLVER LOS PROBLEMAS LIMITANTES DE LA PRODUCCION Y CONSUMO DE FRIJOL EN EL AREA.**

**Oficina de Coordinación Regional de Profrijol :**

Apdo. 55 - 2200 Coronado  
San Jose, Costa Rica  
Tel. ( 506 ) 29 - 0222  
Telex 2144 C.R.

## CONTENIDO

- Informe del Curso. - Alice Zamora
- Aspectos administrativos y participantes en el curso - Carlos Flor Pérez Zeledón, sede del curso: Introducción a la zona
- Manejo integrado de malezas en el cultivo del frijol. - Ramiro de la Cruz
- Semillas de malezas en el suelo. - Marlen Vargas de Rodríguez
- Resistencia de las malezas a herbicidas: estrategias para su prevención y manejo. - Jorge Ernesto Garro Alfaro
- Experiencias sobre el uso del abono orgánico y sistemas agroforestales en la producción sostenida de frijol. - Donald L. Kass
- Algunas mejoras al cultivo del frijol en suelos ácidos.- Donald L. Kass
- El cultivo de frijol en Costa Rica. Clasificación y manejo de suelos. - José Francisco Corella
- Diagnóstico y avances de investigación en suelos ácidos de la Fraylesca, Chiapas, México. - Bernardo Villar Sánchez
- Cero Labranza. - Humberto Tapia Barquero
- Manejo racional de malezas y siembra con cero labranza. - Humberto Tapia Barquero
- Evaluación de fertilidad
- Cómo lograr una aproximación al requerimiento nutricional de un genotipo
- Ideas para una producción sostenida de frijol en Rwanda, Africa. - Willi Graf
- Source of inoculum and development of bean Web-blight in Costa Rica. - José J. Galindo

Algunas experiencias sobre el control integrado de la mustia hilachosa del frijol en Guatemala. - Silvio Hugo Orozco; Andrés Mendoza; Sebastián Marcucci y Jonathan Estrada.

Selección de variedades por resistencia a la mustia hilachosa (Thanatephorus cucumeris). - Silvio Hugo Orozco

Densidades de siembra del frijol. - Silvio Hugo Orozco

Manejo fitosanitario integrado para la producción de frijol común.  
- Humberto Tapia, Alberto Camacho, Ismelda Occón P. y Mario Jiménez G.

Principios, fundamentos y tácticas del manejo integrado de plagas.  
- José Rutilio Quezada

Manejo y tecnología de la asociación simbiótica (Rhizobium Leguminosa). - Oscar Acuña N.

#### TALLER DE SUELOS

Descripción de las características de los suelos frijoleros de Guatemala

Características de suelos frijoleros de Nicaragua

Características generales de los suelos productores de frijol en el Estado de Chiapas, México. - Bernardo Villar S.

Caracterización de los suelos frijoleros de la República Dominicana. - Orlando Bidó

Descripción de las características de los suelos frijoleros de Honduras

Descripción de las características de los suelos frijoleros de El Salvador

#### PROYECTOS POR PAIS

Aplicación de fertilizantes y manejo racional de malezas en labranza cero en la Región Chorotega de Costa Rica

Uso del Mulch de Erythrina en el cultivo de frijol. Costa Rica  
Investigación en finca para transferencia. Honduras  
Manejo integrado de las malezas en el cultivo de frijol en el Valle de San Juan de la Maguana, República Dominicana  
Uso de materia orgánica como una alternativa de mejoramiento de características químicas y físicas del suelo. Guatemala  
Métodos correlativos para el diagnóstico de la eficiencia del uso del P y la correlación del uso de B y Zn. Nicaragua  
Manejo integrado para la producción de frijol a través de fincas modelo. Costa Rica  
Selección de genotipos de frijol por su tolerancia a suelos ácidos en la Región Fraylesca, Chiapas, México.- Bernardo Villar Sánchez.  
Mustia Hilachosa (Thanatephorus cucumeris), (Telaraña, Chasparria, Rhizoctonia, Quema). El Salvador

#### ANEXO

Planos de los ensayos ubicados en Pejibaye, Costa Rica.

## CURSO MANEJO AGRONOMICO DE FRIJOL

### INTRODUCCION

El curso de Manejo Agronómico de Frijol fue planteado y solicitado por los Programas Nacionales de la Región con la finalidad de ampliar aspectos del manejo agronómico con énfasis en problemas de control integrado de malezas y de enfermedades. Además de revisar y discutir información sobre las características de los suelos destinados a la producción de frijol en Centroamérica, y la investigación existente en Mustia.

A continuación se encuentra en detalle como se desarrolló el curso, los resultados y el material que se entregó a los participantes.

Ing. Alice Zamora Zamora  
Coordinador Programa Nacional de  
Frijol de Costa Rica y  
Coordinador del Curso.

## INFORME DEL CURSO

### MANEJO AGRONOMICO DEL FRIJOL

San Isidro de El General, Agosto 11, 1989

Entre el 07 y el 11 de agosto se efectuó en San Isidro de El General el Curso Internacional sobre "Manejo agronómico del frijol" Participaron en la organización y conducción del curso, técnicos del CNP, UCR, CATIE, MAG, UNA y CIAT

La coordinación y organización general del evento fue hecha por el **Dr. Michael Dessert**, Coordinador Regional de Frijol para Centroamérica, México y El Caribe y por el **Ing Silvio Hugo Orozco**, Agrónomo del Proyecto Los Ing. **Alice Zamora** del CNP y **Carlos Flor** del CIAT, tuvieron a su cargo la conducción del curso

#### FINANCIACION

La financiación fue dada a través de Fondos Suizos

#### PARTICIPANTES

Participaron un total de 24 profesionales procedentes de 7 países: México, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, República Dominicana y Costa Rica En el apéndice se presenta la relación de participantes, nacionalidades e instituciones

## OBJETIVOS

Se fijaron los siguientes objetivos:

- 1- Revisar ampliamente aspectos relacionados con el manejo agronómico del frijol con énfasis en problemas de manejo integrado de malezas, manejo integrado de enfermedades como mustia, nutrición y manejo de suelos y fertilizantes, manejo general de agroquímicos
- 2- Revisar los resultados de la investigación de la mustia hilachosa y los medios de control que se han realizado en la región y ofrecer las alternativas de control integrado que pueden ser factibles en cada país
- 3- Conocer la importancia del problema de malezas para frijol en la región y las alternativas de control para los sistemas de producción predominantes.
- 4- Revisar y discutir información sobre las características de los suelos destinados a la producción de frijol en Centroamérica
- 5- Discutir información relacionada sobre diagnóstico de problemas en suelos, interpretación de análisis de suelos, uso de Rhizobium
- 6- Revisar experiencias sobre aspectos agronómicos de la mínima labranza en el frijol
- 7- Participar en el fortalecimiento de una red de cooperadores que trabajen en la investigación para la producción de frijol.

8- Discutir posibles proyectos de trabajo para adelantar en un futuro inmediato.

La gráfica 1 permite apreciar el grado de "enfoco-desenfoco" de los participantes, a la iniciación del curso.

### **PROGRAMA**

Para cumplir los objetivos anteriores se elaboró un programa con 43 actividades. En el apéndice se incluye este programa. No se adelantaron las actividades. La actividad 8 y 32 no se realizaron pero se incluyeron las siguientes, que no estaban programadas:

- El sistema de siembra tapado: un modelo de equilibrio ecológico y social. R. Araya.
- Método práctico para determinar los requerimientos nutricionales de una variedad. C. Flor.

### **INSTRUCCION**

Profesionales del CNP, CATIE, UCR, MAG, CIAT, tuvieron a su cargo la instrucción. La relación completa de instructores se presenta en el apéndice.

## APOYO LOGISTICO

Las siguientes personas apoyaron la logística del curso: Ing. Mario Solís, Maritza Hernández, Ana Vega y Ana Artavia.

## TRABAJO PRACTICO

El trabajo práctico se efectuó en la finca de Don Eladio Mora B., ubicada en Pejibaye-San Isidro del General.

Los participantes tuvieron la oportunidad de evaluar los siguientes viveros: vinar rojo, vinar negro, vicar rojo, vicar negro, ensayos de Rhizobiología, de fertilización, densidades, abono orgánico y amonio polifosfato.

## EVALUACIONES

Se realizó una inicial y dos de conocimientos. Para las evaluaciones de los instructores se consideraron dos parámetros: 1- Contenido de la presentación en función de los objetivos y 2- Calidad como comunicador. Además se realizó una evaluación final general y de objetivos.

## EVALUACION FINAL

Las actividades más sobresalientes fueron las exposiciones correspondientes a los temas de malezas

y a Mustia hilachosa, ésto fue indicado por 18 participantes. Además 10 participantes indicaron la gira de campo positivamente.

La totalidad de los participantes sugieren que se debe dar el curso en mayor tiempo, pues fue muy intensivo para tan poco tiempo, además solicitar información anticipada de los temas a exponer durante el curso.

#### EVALUACION FINAL DE OBJETIVOS

Juan Carlos Hernández, Mario Menéndez y Victor Guzmán lograron conseguir casi en su totalidad los objetivos.

En general todos los otros participantes lograron conseguir en gran mayoría los objetivos. Excepto Erwin Gutiérrez y Bernardo Villar.

En el anexo se encuentra la tabulación de la evaluación final de objetivos.

#### AGRADECIMIENTO

De una manera muy especial al Ing. Silvio Hugo Orozco por sus sugerencias y apoyo incondicional en la preparación y ejecución de la parte práctica y teórica de dicho curso.

A todos los expositores, al Programa Nacional

de Frijol de Costa Rica, que de una u otra manera colaboraron en la preparación y ejecución del curso. Al Ing. Carlos Flor por su gran colaboración en la ejecución del curso, en todo aspecto final e inclusive en los lineamientos para elaborar este informe.

Al CNP por su colaboración desinteresada en facilitar técnicos para el establecimiento y seguimiento de la parte práctica y teórica del curso.

Al Dr. Michael Dessert por la confianza que depositó en mi por establecer y ejecutar dicho curso.

Original }  
Firmado } *Ing. Agrno. Alice Zamora Z.*

---

ING. ALICE ZAMORA ZAMORA  
COORDINADORA CURSO

A P E N D I C E



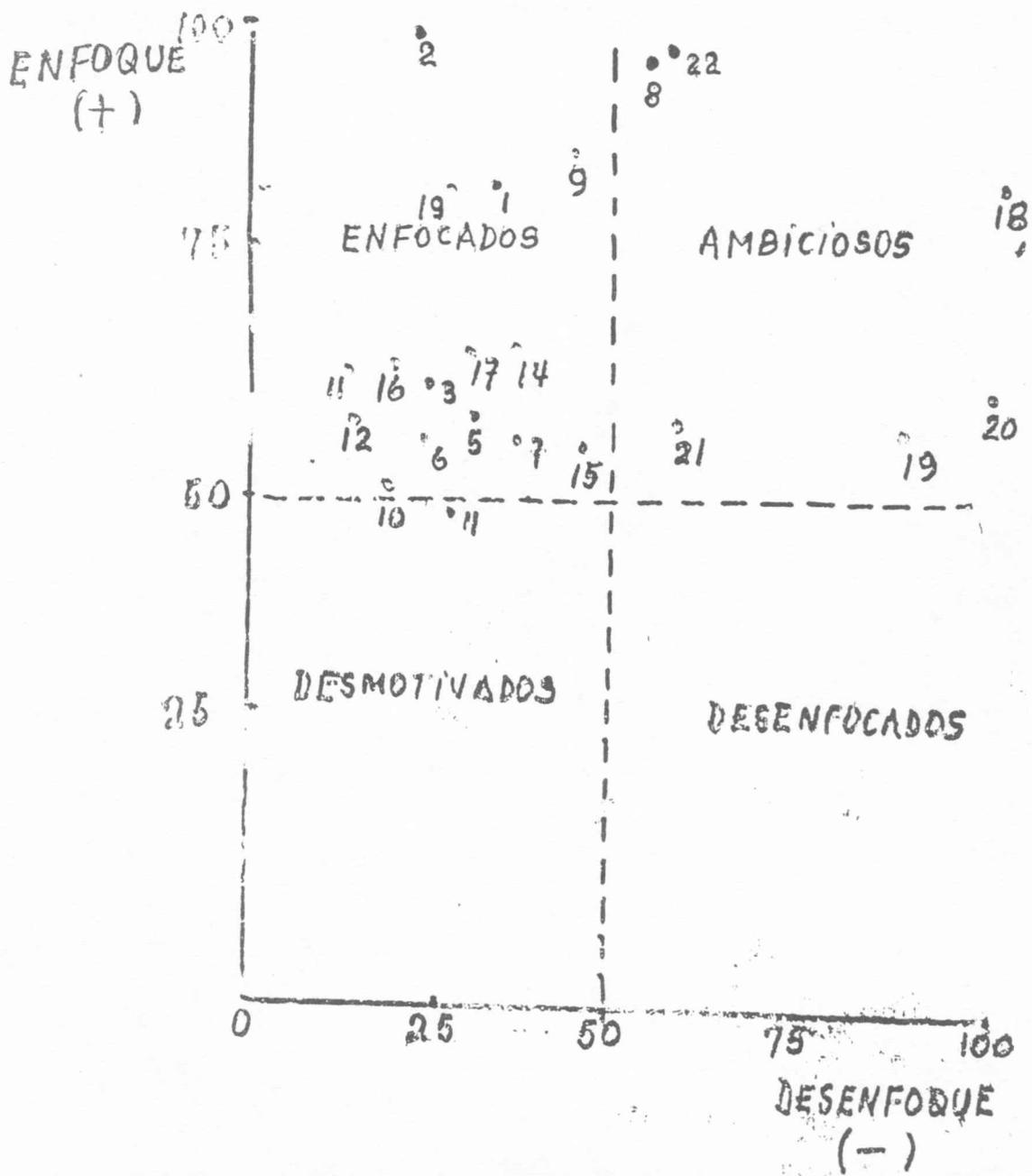


GRAFICO 1: Grado de enfoque y desenfoque de los participantes en Curso Manejo Agronómico de Frijol. Pérez Zeledón, Costa Rica, 1989.

GRADO DE ENFOQUE Y DESENFQUE

CURSO SOBRE MANEJO AGRONOMICO DE FRIJOL  
SAN ISIDRO DE EL GENERAL

	P O R C E N T A J E S	
	+	-
FRED CHANGO	83	38
JOSE NOGUERA	100	23
Ronald Meneses	62	38
RODOLFO BARQUERO	48	23
LILLIAM VEGA	54	38
SERGIO CRUZ	66	23
VICTOR GUZMAN	62	38
JUAN C HERNANDEZ	93	54
MARIO MENENDEZ	83	46
RAUL CHAVARRIA	51	23
FAUSTINO PORTILLO	62	38
JULIO CESAR CILLATORO	62	23
ORLANDO BIDO	79	38
EDUARDO MATARRITA	59	38
ORLANDO CARRILLO	48	38
ERWIN GUTIERREZ	55	38
ZILGHEAM CHOW	55	38
BERNARDO VILLAR	83	100
ARMANDO MONTERROSO	55	77
JOSE ANTONIO TROCHEZ	55	100
FLORENTINO LARA	55	62
FREDDY ZAMBRANA	93	100

LISTA DE PARTICIPANTES

CURSO MANEJO AGRONOMICO DEL FRIJOL

NOMBRE	NACIONALIDAD	INSTITUCION
1- Villar Sánchez Bernardo	México	INIFAP
2- Bidó Montero Orlando	Rep Domin	Sec Estado Agric
3- Chaw Wong Zildghcan Gi sella	Nicaragua	Min Desarrollo A
4- Gutiérrez Osorio Erwin Ernesto	Nicaragua	DGTA
5- Portillo Arrevillaga Faustino	El Salvador	MAG
6- Menéndez Durán Mario	El Salvador	MAG
7- Zambrano Martínez Fredis	El Salvador	MAG
8- Monterroso Tenas Victor Arm ando	Guatemala	ICTA
9- Villatoro Mérita Julio Cesar	Guatemala	CIAT
10- Chavarría Gómez José Raúl	Guatemala	D G S A
11- Cruz Reyes Sergio G	Honduras	Secr Rec Nat
12- Trochez José Antonio	Honduras	Secr Rec Nat
13- Lara Márquez Florantino	Honduras	Secr Rec Nat
14- Vega Chaves Lilliam	C Rica	CNP
15- Barquero Araya Rodolfo	C Rica	CNP
16- Chango Trejos Freed	C Rica	CNP
17- Noguera Martínez José	C Rica	CNP
18- Meneses Contreras Ronald	C Rica	CNP
19- Guzman Ramírez Victor H	C Rica	CNP
20- Hernández Fonseca Juan Carlos	C Rica	MAG
21- Díaz Gómez Carlos Luis	C Rica	MAG
22- Hatarrita Cascaete Eduardo	C Rica	CNP
23- Carrillo Araya Orlando	C Rica	ONS
24- Tapia Barquero Humberto	Nicaragua	Midindra

LISTA DE EXPOSITORES  
CURSO MANEJO AGRONOMICO CULTIVO FRIJOL

<u>NOMBRE</u>	<u>INSTITUCION</u>
1- Ing. Carlos Flor	CIAT
2- Luis Poveda	UNA
3- Ing. Claudio Gamboa	UCR
4- Ing. Marlen Vargas	UCR
5- Ing. Jorge Garro	CATIE
6- Dr. Ramiro de la Cruz	CATIE
7- Ing. Francisco Corella	MAG
8- Ing. Rafael Salas	CIA
9- Ing. Bernardo Villar	INIFAP
10- Ing. Oscar Acuña	CIA
11- Dr. Donald Kass	CATIE
12- Dr. Willi Graf	CIAT
13- Dr. José Galindo	CATIE
14- Ing. Silvio Hugo Orozco	CIAT
15- Ing. Adrian Morales	MAG
16- Dr. Gustavo Sain	CYMMYT
17- Ing. Róger Meneses	CATIE
18- Dr. Jonathan Lynch	CIAT
19- Ing. Rodolfo Araya	UCR

CURSO DE MANEJO AGRONÓMICO DEL FRIJOL  
 CIAT-CATIE-CNP-UCR-UNA  
 HOTEL DEL SUR, SAN ISIDRO DEL GENERAL  
 7 - 11 AGOSTO 1989  
 PROGRAMA

EDAD	FECHA Y HORA	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	RESPONSABLE
	SABADO 5 AGOSTO	LLEGADA DE PARTICIPANTES	
	DOMINGO 6 AGOSTO	TRASLADO A SAN ISIDRO DEL GENERAL	
	LUNES 7 DE AGOSTO		
	08:00 - 08:15	INSCRIPCION DE PARTICIPANTES	
	08:15 - 08:30	INAUGURACION. PROGRAMA ESPECIAL	ALICE ZAMORA
	08:30 - 08:45	OBJETIVOS DEL CURSO	CARLOS FLOR
	08:45 - 09:15	EVALUACION INICIAL	ALICE ZAMORA
	09:15 - 10:00	CONCEPTOS BASICOS DE MORFOLOGIA Y FISIOLOGIA DE FRIJOL. HABITOS DE CRECIMIENTO.	CARLOS FLOR
	10:00 - 10:15	CAFE	
	10:15 - 11:00	BIOLOGIA Y RECONOCIMIENTO DE LAS MALEZAS EN EL CULTIVO DEL FRIJOL	LUIS POVEDA
	11:00 - 12:00	MALEZAS PREDOMINANTES EN EL FRIJOL TAPADO.	R. A. OCAMPO *
	12:00 - 13:15	ALMUERZO	
	13:15 - 13:45	REVISION DE OBJETIVOS Y PROGRAMA DEL CURSO. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.	CARLOS FLOR
	13:45 - 14:30	EPOCAS CRITICAS DE LA COMPETENCIA DE MALEZAS EN EL CULTIVO DEL FRIJOL.	CLAUDIO GAMBOA
	14:30 - 14:45	CAFE	
	14:45 - 15:30	CONTROL QUIMICO DE LAS MALEZAS.	CLAUDIO GAMBOA
	15:30 - 16:15	BANCO DE SEMILLAS DE MALEZAS EN EL SUELO.	MARLEN VARGAS
	16:15 - 17:00	RESISTENCIA DE LAS MALEZAS A LOS HERBICIDAS.	JORGE GARRO
	17:00 - 17:45	CONTROL INTEGRADO DE LAS MALEZAS EN EL CULTIVO DEL FRIJOL.	RAMIRO DE LA CRUZ
	17:45 - 18:45	CONFERENCIA MAGISTRAL: INCOMPATIBILIDAD ENTRE AGROQUIMICOS USADOS EN FRIJOL.	CLAUDIO GAMBOA
	19:30 - 20:30	COCTEL DE BIENVENIDA	

## MARTES 8 DE AGOSTO

17	08:00 - 08:45	CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS FRIJOLEROS DE COSTA RICA	Francisco Corella
18	08:45 - 09:30	MUESTRA DE SUELOS E INTERPRETACION DE ANALISIS	RAFAEL SALAS
	09:30 - 09:45	CAFE	
19	09:45 - 10:45	DIAGNOSTICO DE PROBLEMAS NUTRICIONALES EN EL CULTIVO DEL FRIJOL. CRITERIOS BASICOS PARA FERTILIZACION.	CARLOS FLOR
20	10:45 - 11:30	DIAGNOSTICO Y AVANCES DE INVESTIGACION EN FINCAS DE SUELOS ACIDOS EN CHIAPAS, MEXICO. FRIJOL.	BERNARDO VILLALBA
21	11:30 - 12:15	FIJACION DE NITROGENO POR RHIZOBIUM EN LAS LEGUMINOSAS. USO DE LA INOCULACION DE RHIZOBIUM EN FRIJOL.	OSCAR ACUNA
	12:15 - 13:30	ALMUERZO	
22	13:30 - 14:30	FERTILIZACION DE FRIJOL EN COSTA RICA.	FRANCISCO CORELLA
	14:30 - 14:45	CAFE	
23	14:45 - 15:30	EXPERIENCIAS SOBRE USO DEL ABONO ORGANICO Y SISTEMAS AGROFORESTALES EN LA PRODUCCION SOSTENIDA DEL FRIJOL.	DONALD KASS
24	15:30 - 16:15	EXPERIENCIAS EN PRODUCCION SOSTENIDA EN AFRICA.	WILLI GRAF
25	16:15 - 17:00	ALGUNAS MEJORAS AL CULTIVO DEL FRIJOL EN SUELOS ACIDOS.	DONALD KASS
26	17:00 - 17:45	MANEJO RACIONAL DE LAS MALEZAS EN LABRANZA CERO.	HUMBERTO TAPIA

## MIERCOLES 9 DE AGOSTO

7	08:00 - 08:45	EVALUACION No. 1	
8	08:45 - 09:30	ETIOLOGIA Y EPIDEMIOLOGIA DEL <i>Thanatephorus cucumeris</i> EN <i>Phaseolus vulgaris</i> Y PRINCIPIOS DE SU CONTROL.	JOSE GALINDO
	09:30 - 09:45	CAFE	
9	09:45 - 10:45	SELECCION DE VARIETADES POR RESISTENCIA A LA MUSTIA HILACHOSA.	SILVIO HUGO DROZ ADRIAN MORALES
10	10:45 - 11:30	PRACTICAS DE MANEJO AGRONOMICO PARA CONTROL DE LA MUSTIA HILACHOSA EVALUADAS EN COSTA RICA.	ADRIAN MORALES
11	11:30 - 12:15	ANALISIS ECONOMICO DE LAS PRACTICAS AGRONOMICAS EN LAS ETAPAS DE ENSAYOS EN FINCA Y VALIDACION.	GUSTAVO SOBRINHO

12:15 - 13:30	ALMUERZO	
13:30 - 14:15	USO DE AGROQUIMICOS EN MINIMA LABRANZA COMO MEDIDA DE PREVENCION DE MUSTIA HILACHOSA DEL FRIJOL.	CLAUDIO GAMBOA
14:15 - 14:30	CAFE	
14:30 - 15:15	MANEJO FITOSANITARIO INTEGRADO PARA LA PRODUCCION DE FRIJOL COMUN.	HUMBERTO TAPIA
15:15 - 16:00	EXPERIENCIAS DE CONTROL INTEGRADO DE LA MUSTIA HILACHOSA EN GUATEMALA.	SILVIO H. OROZCO
16:00 - 16:45	DISTANCIA Y DENSIDADES DE SIEMBRA DEL FRIJOL.	SILVIO H. OROZCO
16:45 - 17:30	CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS.	ROGER MENESES

JUEVES 10 DE AGOSTO

06:30	SALIDA A PEJIBAYE. PARTE PRACTICA.	
14:30 - 15:00	EVALUACION No. 2	
15:00	TALLER. CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS PRODUCTORES DE FRIJOL EN LOS DIFERENTES PAISES DE LA REGION.	JONATHAN LYNCH JAMIE FAIRBAIRN

VIERNES 11 DE AGOSTO

08:00 - 08:45	PREPARACION DE TEMAS INDIVIDUALES	
08:45 - 10:45	PRESENTACION DE UN TEMA EXPUESTO DURANTE EL CURSO DE MAYOR IMPORTANCIA EN SU REGION Y/O CADA PAIS, PROBLEMAS DE ADOPCION, ALTERNATIVAS DE SOLUCION Y PLANES CONCRETOS PARA SU APLICACION.	J. MICHAEL DESSERTI
10:45 - 11:00	CAFE	
11:00 - 12:00	EVALUACION DEL CURSO	
12:00	CLAUSURA DEL CURSO	
12:30	ALMUERZO	
14:00	REGRESO A SAN JOSE	

EVALUACION FINAL DE OBJETIVOS

CURSO DE MANEJO AGRONOMICO DEL FRIJOL

OBJETIVOS DEL CURSO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Σ	$\bar{X}$	
Revisar ampliamente aspectos relacionados con el manejo agronómico del frijol con énfasis en problemas de manejo integrado de malezas, manejo integrado de enfermedades como mustia, nutrición y manejo de suelos y fertilizantes, manejo general de agroquímicos.	10	80	100	85	90	80	90	90	90	90	80	75	60	80	80	90	80	70	70	80	90	80			1740	79	
Revisar los resultados de la investigación de la mustia hilachosa y los medios de control que se han realizado en la región y ofrecer las alternativas de control integrado que pueden ser factibles en cada país.	20	80	100	85	80	70	90	90	90	90	90	80	70	80	80	80	90	90	90	80	90	80			1795	81	
Conocer la importancia del problema de malezas para frijol en la región y las alternativas de control para los sistemas de producción predominantes.	70	90	80	80	100	80	90	90	80	90	90	75	70	80	90	80	90	80	80	70	80	90			1825	83	
Revisar y discutir información sobre las características de los suelos destinados a la producción de frijol en Centroamérica.	30	70	80	85	70	70	90	80	80	80	80	80	70	80	70	80	70	50	60	60	100	70			1605	73	
Discutir información relacionada sobre diagnóstico de problemas en suelos, interpretación de análisis de suelos, uso de Rhizobium.	80	70	80	8	70	70	80	80	90	80	80	80	70	90	70	80	80	70	70	80	80	80			1638	74	
Revisar experiencias sobre aspectos agronómicos de la mínima labranza en el frijol.	40	80	90	8	90	90	100	90	90	90	80	85	80	80	90	80	90	90	80	80	90	80			1773	81	
Participar en el fortalecimiento de una red de cooperadores que trabajen en la investigación para la producción de frijol.	50	80	70		90	70	80	80	90	90	80	75	80	70	70	80	70	100	70	70	80	70			1615	73	
Discutir posibles proyectos de trabajo para adelantar en un futuro inmediato.	60	80	80	8	90	90	90	90	80	90	80	75	80	70	80	80	80	100	80	60	90	80			1713	78	
	<b>M</b>	360	630	680	359	680	620	710	690	690	700	660	625	580	630	630	650	650	650	600	580	700	630				
	<b><math>\bar{X}</math></b>	0.45	0.79	0.85	0.45	0.95	0.76	0.89	0.86	0.86	0.87	0.82	0.78	0.72	0.79	0.79	0.81	0.81	0.81	0.75	0.72	0.87	0.79				

- 1- Erwin Gutiérrez O.
- 2- Sergio Cruz
- 3- Rodolfo Araya
- 4- Bernardo Villar
- 5- Humberto Tapia
- 6- Fred Chango
- 7- Juan Carlos Hernández
- 8- Orlando Bidó
- 9- Florentino Lara
- 10- Mario Menéndez
- 11- Faustino Portillo
- 12- Fredis Zambrano
- 13- Ronald Meneses
- 14- Zildghean Chow
- 15- José Raúl Chavarría G.
- 16- Lilliam Vega
- 17- José A. Trochez
- 18- Armando Monterroso
- 19- JULIO Villatoro
- 20- Eduardo Matarrita
- 21- Victor Guzmán
- 22- José Noguera

EVALUACION INICIAL

LISTA DE PARTICIPANTES

CURSO MANEJO AGRONOMICO DEL FRIJOL  
CIAT-CATIE-CNP-UCR-UNA

DIAZ GOMEZ CARLOS LUIS  
CARRILLO ARAYA ORLANDO  
MATARRITA CASCANTE EDUARDO  
CHAVARRIA GOMEZ JOSE RAUL  
ZAMBRANO MARTINEZ FREDIS  
GUZMAN RAMIREZ VICTOR HUGO  
GUTIERREZ OSORIO ERWIN ERNESTO  
VILLAR SANCHEZ BERNARDO  
CHAN WONG ZILDGHCAN GISELA  
BIDO MONTERO ORLANDO  
LARA MARQUEZ FLORANTINO  
TROCHEZ JOSE ANTONIO  
VILLATORO MERIDA JULIO CESAR  
MONTERROSO TENAS VICTOR ARMANDO  
MENENDEZ DURAN MARIO  
HERNANDEZ FONSECA JUAN CARLOS  
PORTILLO ARREVILLAGA FAUSTINO  
MENESES CONTRERAS RONALD  
NOGUERA MARTINEZ JOSE  
CHANGO TREJOS FRED  
BARQUERO ARAYA RODOLFO ARTURO  
VEGA CHAVES LILLIAM  
CRUZ REYES SERGIO GERARDO

62
64
60
39
55
45
53
70
79
72
60 <sup>h</sup>
40
48 <sup>k</sup>
56
48
54
58
50
46
56
60
57
52

EVALUACION NO 1

<b>NOMBRE</b> -----	<b>CALIFICACION</b> -----
ORLANDO CARRILLO	96
ORLANDO BIDO	95
CARLOS DIAZ GOMEZ	85
ARMANDO MONTERROSA	84
ZILGHEAM CHOW	83
VICTOR GUZMAN	83
RAUL CHAVARRIA	82
JULIO VILLATORO	81
BERNARDO VILLAR	80
MARIO MENENDEZ	80
LILLIAM VEGA	78
EDUARDO MATARRITA	77
FAUSTINO PORTILLA	76
RONALD MENESES	76
SERGIO CRUZ	74
JOSE TROCHEZ	74
FREDIS SAMBRANO	73
EDWIN GUTIERREZ	72
FREED CHANGO	71
JUAN C HERNANDEZ	69
FLORENTINO LARA	68
RODOLFO BARQUERO	67
JOSE NOGUERA	66

EVALUACION NO 2

NOMBRE -----	CALIFICACION -----
ORLANDO CARRILLO	95
ORLANDO BIDO	91
CARLOS DIAZ GOMEZ	92
ARMANDO MONTERROSA	94
ZILGHEAM CHOW	98
VICTOR GUZMAN	87
RAUL CHAVARRIA	84
JULIO VILLATORO	92
BERNARDO VILLAR	91
MARIO MENENDEZ	81
LILLIAM VEGA	72
EDUARDO MATARRITA	73
FAUSTINO PORTILLA	65
RONALD MENESES	86
SERGIO CRUZ	90
JOSE TROCHEZ	97
FREDIS SAMBRANO	81
EDWIN GUTIERREZ	67
FREED CHANGO	95
JUAN C HERNANDEZ	90
FLORENTINO LARA	89
RODOLFO BARQUERO	92
JOSE NOGUERA	75

PROMEDIOS

CURSO MANEJO AGRONOMICO DE FRIJOL

NOMBREE	I	II	$\bar{X}$
ORLANDO CARRILLO	96	95	96
ORLANDO BIDO	95	91	93
CARLOS DIAZ GOMEZ	85	92	89
ARMANDO MONTERROSA	84	94	89
ZILGHEAM CHOW	83	98	91
VICTOR GUZMAN	83	87	85
RAUL CHAVARRIA	82	84	83
JULIO VILLATORO	81	92	87
BERNARDO VILLAR	80	91	86
MARIO MENENDEZ	80	81	81
LILLIAM VEGA	78	72	75
EDUARDO MATARRITA	77	73	75
FAUSTINO PORTILLA	76	65	71
RONALD MENESES	76	86	81
SERGIO CRUZ	74	90	82
JOSE TROCHEZ	74	97	86
FREDIZ ZAMBRANO	73	81	77
EDWIN GUTIERREZ	72	67	70
FRED CHANGO	71	95	83
JUAN HERNANDEZ	69	90	80
FLORENTINO LARA	68	89	79
RODOLFO BARQUERO	67	92	80
JOSE NOGUERA	66	75	71

NOMBRE

**EVALUACION FINAL DEL CURSO**

k

1- Señale las actividades más sobresalientes del curso

1-

2-

3-

4-

2- Señale las actividades menos sobresalientes del curso

1-

2-

3-

4-

3- Comentarios libres sobre el curso

4- Sugerencias para cursos futuros

EVALUACION FINAL DE OBJETIVOS DEL CURSO

INDIQUE EN QUE GRADO CONSIGUIO USTED CADA UNO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO

1- Revisar ampliamente aspectos relacionados con el manejo agronómico del frijol con énfasis en problemas de manejo integrado de malezas, manejo integrado de enfermedades como mustia, nutrición y manejo de suelos y fertilizantes, manejo general de agroquímicos \_\_\_\_\_

2- Revisar los resultados de la investigación de la mustia hilachosa y los medios de control que se han realizado en la región y ofrecer las alternativas de control integrado que pueden ser factibles en cada país \_\_\_\_\_

3- Conocer la importancia del problema de malezas para frijol en la región y las alternativas de control para los sistemas de producción predominantes. \_\_\_\_\_

4- Revisar y discutir información sobre las características de los suelos destinados a la producción de frijol en Centroamérica \_\_\_\_\_

5- Discutir información relacionada sobre diagnóstico de problemas en suelos, interpretación de análisis de suelos, uso de Rhizobium \_\_\_\_\_

6- Revisar experiencias sobre aspectos agronómicos de la mínima labranza en el frijol \_\_\_\_\_

7- Participar en el fortalecimiento de una red de cooperadores que trabajen en la investigación para la producción de frijol \_\_\_\_\_

8- Discutir posibles proyectos de trabajo para adelantar en un futuro inmediato. \_\_\_\_\_

EVALUACION DE ACTIVIDADES DEL CURSO

ESCALA

- 0
- 1 PESIMO
- 2 MUY MALO
- 3 MALO
- 4 MEDIOCRE
- 5 REGULAR
- 6 ACEPTABLE
- 7 BUENC
- 8 MUY BUENO
- 9 EXCELENTE
- 10 EXCEPCIONAL

CONTENIDO EN FUNCION  
DE OBJETIVOS

CALIDAD EN TERMINOS  
DE COMUNICACION

ACTIVIDAD #	RESUMEN TITULO	RESPONSABLE		

## ASPECTOS ADMINISTRATIVOS DEL CURSO

1. Coordinación general : Dr. Michael Dessert  
Ing. Silvio H. Orozco
2. Coordinación del curso : Ing. Alice Zamora  
Ing. Carlos Flor
3. Apoyo logístico : Ing. Mario Solís  
Maritza Hernández  
Ana L.Vega
4. Participantes : 22

6 países : Costa Rica      Nicaragua  
                 Guatemala      El Salvador  
                 Honduras      República Dominicana

## PARTICIPANTES

### HONDURAS

Ing. Sergio Cruz  
Ing. José Trochez  
Ing. Florentino Lara

### REPUBLICA DOMINICANA

Ing. Orlando Bido

### NICARAGUA

Ing. Zildghean Chow  
Ing. Erwing Gutiérrez

### EL SALVADOR

Ing. Freddy Sambrano  
Ing. Mario Menendez  
Ing. Francisco Elvir

## GUATEMALA

Ing. Armando Monterroso  
Ing. Julio Villatoro  
Ing. Raúl Chavarría

Ing. Carlos Díaz                      MAG - San Isidro  
Ing. Juan C. Hernández              MAG - San Isidro

Ing. Orlando Carrillo                Oficina Nacional de Semillas

Ing. José Noguera                    CNP - Región Brunca  
Ing. Ronald Meneses C.               CNP - Región Brunca

Ing. Rodolfo Barquero A.            CNP - Región Huetar Norte  
Ing. Víctor Guzmán R.               CNP - Región Huetar Norte

Ing. Eduardo Matarrita C.           CNP - Región Chorotega  
Ing. Fred Chango T.                  CNP - Región Pacífico Central  
Ing. Lilliam Vega                     CNP - Región Central

### 5. Instructores :

Ing. Luis Poveda	-	Costa Rica
Ing. Rafael A. Ocampo	-	Costa Rica
Ing. Claudio Gamboa	-	Costa Rica
Dr. Humberto Tapia	-	Nicaragua
Mc. Marlen Vargas	-	Costa Rica
Dr. Ramiro de la Cruz	-	CATIE
Ing. Jorge Garro	-	Costa Rica
Mc. Francisco Corella	-	Costa Rica
Ing. Rafael Salas	-	Costa Rica
Mc. Carlos Flor	-	Colombia
Ing. Bernardo Villar	-	México
Dr. Donald Kass	-	CATIE
Mc. Silvio H. Orozco	-	Guatemala
Dr. José J. Galindo	-	CATIE
Dr. Willi Graf	-	Costa Rica
Ing. Adrián Morales	-	Costa Rica
Dr. Gustavo Sain	-	CIMMYT
Dr. Jonhatan Lynch	-	CIAT
Dr. Jamie Fair Bairn	-	CIAT

6. Programa

7. Material de Estudio:

1. Frijol: Investigación y Producción.
2. Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina.
3. Guía de Estudio: "Conceptos básicos de fisiología de frijol"
4. Guía de Estudio: "Manejo de las malezas de frijol en América Latina"
5. Guía de Estudio: "Mejoramiento de frijol por introducción y selección"
6. Conferencias entregadas por los instructores.

8. Horarios : 8:00 - 12:00  
              13:00 -

9. Evaluaciones : Dos, mínimo aprobatorio 75%. El curso es de carácter aprobatorio no participatorio.

10. Gastos :

El curso cubre los gastos correspondientes a habitaciones en el hotel. Para alimentación C 1230 diarios a partir del día lunes 7 de agosto.

El equivalente a \$60 indicados en la carta de nombramiento cubren gastos de viaje tales como impuestos, visas, alimentación durante el viaje, taxis hasta llegar a San José; impuesto de salida de Costa Rica y taxi Aeropuerto-ciudad de origen. No están autorizadas, en el hotel, llamadas nacionales e internacionales, refrescos, licores, cigarrillos y gastos de correo.

Confirmación de tiquetes: Los tiquetes deben ser entregados a la coordinación del curso a más tardar el día lunes 7 de agosto.

**CURSO MANEJO AGRONOMICO DEL FRIJOL**

---

P E R E Z      Z E L E D O N

El cantón de Pérez Zeledón es el número 19 de la provincia de San José, está ubicado en la zona sur del país a sólo 137 kms del centro de San José. Los distritos que posee son: San Isidro, Daniel Flores, General Viejo, Pejibaye, Cajón, San Pedro, Rivas, San Rafael de Platanares, Miravalles y Barú.

¡DE VISITA EN EL VALLE DE EL GENERAL!

San Isidro de El General, es el distrito número 1 del Cantón de Pérez Zeledón, está ubicado en una de las más hermosas y atractivas regiones del país, al suroeste de la imponente Cordillera del Chirripó. Su historia y pujante actividad agropecuaria e industrial, su clima caliente, la hospitalidad de sus gentes y los innumerables servicios que se encuentran en toda la zona, hacen que su visita, por negocios o por placer sea realmente inolvidable.

San Isidro progresista y pujante, produce especialmente, café, frijol, maíz, caña de azúcar, tabaco, etc. Además es una zona ganadera y cuenta con Hospital, Cruz Roja, Universidad y todo tipo de servicios religiosos y de comercio.

A escasos 35 kms, usted puede disfrutar de las hermosas playas del pacífico: Dominical, Manuel Antonio y Punta Uvita. Y si le gusta la vegetación, podrá encontrar el hermoso cerro del Chirripó, con casi 4.000 mts de altura y se caracteriza por ser el más grande de Centro América.

## PRINCIPALES LUGARES DE DIVERSION

### MIRADOR LA TORRE:

Ubicado a sólo 6 kms del centro de San Isidro, se puede apreciar el bello pueblo de El General. Se encuentra abierto de lunes a viernes a partir de las 3:00 pm y los sábados y domingos a partir de las 10:00 am. Los jueves se puede disfrutar de una noche bailable a partir de las 8:00 pm.

### SALON EL PRADO:

Ubicado en el centro de San Isidro (Entrada frente a la escuela 12 de Marzo). Los días jueves, viernes, sábados y domingos, podrá disfrutar de una noche de baile a partir de las 8:00 p.m.

### SALON Y RESTAURANT EL JORON:

Ubicado a 8 kms del centro de San Isidro, contiguo a Hotel del Sur. Se encuentra abierto todos los días a partir de las 4:00 pm. Los días viernes y sábados hay baile.

### RANCHO LOS REYES:

Ubicado en el centro de San Isidro (Entrada contiguo al Estadio). Además de contar con los servicios de Bar y Restaurant, cuenta con una pequeña discoteque. Servicio todos los días a partir de las 10:00 am.

### HOTEL DEL SUR:

Está ubicado a sólo 4 kms del centro de San Isidro. Cuenta con cómodas habitaciones, piscinas, cancha de baloncesto, tenis, futbol y cabinas. El día viernes, puede deleitarse de una noche inolvidable con mariachis y música para bailar.

NUMERO DE TELEFONOS

Banco Popular	71-01-60
Banco Anglo	71-02-55
Banco de Costa Rica	71-03-82
Banco Nacional	71-04-87 ó 71-04-89
Bomberos	71-01-18

BUSES

Musoc	71-04-14
Microbuses	71-04-18
Tracopa	71-04-68
Consejo Nacional de Producción	71-13-61 ó 71-19-85
Hotel del Sur	71-02-33
Hospital Escalante Pradilla	71-00-22 ó 21-03-18
Instituto Nacional de Seguros	71-02-86
Inst. Costarricense de Electricidad	71-01-23
Inst. Nacional de Apredizaje	71-09-45
Ministerio de Agricul. y Ganadería	71-05-05
Municipalidad	71-03-94
Taxis	71-11-61
Universidad Nacional (Sede)	71-00-44

## MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE FRIJOL

R. de la Cruz(1)

El concepto de integración requiere de conocimientos básicos sobre la naturaleza del organismo que se desea estudiar y la disposición para enmarcar nuestras acciones acordes con estos conceptos y principios. Por esto el estudio biológico de las malezas es necesario como fuente de información indispensable en cualquier programa que pretenda su manejo racional. Por otra parte, la manifestación de las características biológicas están estrechamente ligadas a los factores físicos y biológicos que conforman el medio ambiente donde se desarrolla el organismo. El estudio de las relaciones entre las malezas y el medio ambiente, constituyen las bases para un programa de manejo integrado de malezas.

Es corriente el uso de la expresión "Manejo Integrado de Malezas" (MIM) para indicar la sumatoria de varias opciones o prácticas de control que ayuda a prevenir o evitar el crecimiento y desarrollo de poblaciones altamente competitivas. Pero sería más oportuno, dentro de este concepto considerar, no sólo la reducción en la capacidad competitiva de las malezas, sino también la relación de ellas con otros elementos de la producción de cultivos

---

(1) Proyecto MIP/CATIE. Turrialba, Costa Rica.

(otras plagas, organismos benéficos, erosión del suelo, usos que el agricultor hace de las malezas, etc.). No se pretende desde luego integrar todos los elementos en los cuales participan las malezas, pero sí que se tengan en cuenta los más significativos dentro de un sistema de producción.

Los sistemas de producción de frijol en Centro América son muy variados y por lo tanto las prácticas de manejo de las malezas deben estar acordes con ellos. Al menos para los pequeños productores, dentro del mismo sistema la planta de frijol es un débil competidor y los requerimientos de control de malezas son más exigentes y altamente consumidores de la mano de obra disponible. En algunas áreas productoras, aproximadamente el 60% del total de la mano de obra requerida por el cultivo es utilizada en labores de control de malezas. Esto limita la decisión del agricultor sobre el área a sembrar. Igualmente los excesos en las prácticas el control manual favorecen la erosión del suelo, principalmente en áreas de ladera.

En los sistemas de relevo, la siembra de frijol al final del ciclo del cultivo del maíz, el asocio de las babosas con algunas de las malezas del cultivo del maíz pueden echar a perder la cosecha del frijol. En este caso el manejo de las malezas requieren especial cuidado.

Las áreas planas mecanizables y de productores con mayores recursos, son frecuentemente ocupadas por especies

de malezas más especializadas y de difícil manejo como la Rottboellia cochinchinensis y el Cyperus rotundus. En estas situaciones se hace necesario el empleo del control químico.

Obviamente las medidas de control o programas de manejo son más complejas en aquellos sistemas donde no sólo se debe buscar la eliminación de las malezas sino que es necesario tenerlas en cuenta como elementos indispensables dentro del agrosistema, y donde además de la competencia, las malezas desempeñan una función social, ecológica, económico y ambiental dentro de la comunidad agrícola. Mucho se debe trabajar a este respecto con el fin de producir indicaciones de manejo adecuadas y sostenibles.

En el sistema de frijol tapado el cual es importante en Costa Rica, el agricultor tiene preferencia por algunas especies de malezas que son fáciles para chapiar, no rebrotan y producen una buena cobertura muerta. Sería útil para los productores en este sistema alguna información sobre posibles métodos de manipulación de la población de malezas de tal manera que se logre en la comunidad una dominancia de las especies más deseables.

Debe tenerse presente que dentro de la gran complejidad de los sistemas de producción de frijol en la región, debido principalmente al tipo de asocio, a la topografía y la diversidad de climas, las malezas no son únicamente una plaga que interfieren con el cultivo, sino que además tienen

participación en la protección o estabilidad del  
agrosistema.

## SEMILLAS DE MALEZAS EN EL SUELO

### 1. Introducción

Las semillas de malezas son la principal fuente de dispersión de las malezas anuales y mediante ellas tienen la habilidad de perpetuarse a través de generaciones continuas.

La estrategia de regeneración más común es la acumulación de semillas en el suelo, donde forman poblaciones de semillas en diferentes sitios del suelo. El suelo es la fuente de inóculo más grande de semillas de malezas por lo que se le llama "banco de semillas", se forma de semillas latentes y no latentes, y la mayoría de ellas se mantienen viables durante muchos años. El suelo es también el medio que puede ser modificado (o manejado) en forma química (fertilizantes, herbicidas) y física (labranza).

### 2.1. Germinación de semillas

El éxito de sobrevivencia de las malezas depende de la producción y de la diseminación de semillas; las semillas tienen varias funciones: a) dispersión espacial, b) dispersión temporal (a través de la latencia), c) alimentación temporal del embrión, d) transferencia de nuevas combinaciones genéticas.

Las malezas anuales tienen una estrategia de alta producción de semillas aproximadamente del 20 al 30 % del

valor reproductivo neto, lo que asegura la sobrevivencia de la especie, mantiene una reserva de semillas en el suelo (colonización) y compensan las pérdidas en el número de plántulas.

La germinación de las semillas de malezas está controlada por las condiciones internas de la semilla y por las condiciones ambientales que la semilla encuentra en el suelo. La germinación se inicia con la imbibición de agua y termina con la emergencia de la radícula. Los factores ambientales que afectan la germinación de semillas en el campo son: temperatura, contenido de humedad, lluvia, concentración de oxígeno y dióxido de carbono, luz, etileno, inhibidores volátiles de la germinación, y aleloquímicos.

## **2.2. Latencia**

Es la principal estrategia de sobrevivencia de las semillas de malezas, ya que las mantiene viables mientras estas encuentran un lugar para establecerse, lo que les permite mantener una reserva de semillas en el suelo durante periodos prolongados, aumentando de esta manera su perpetuidad.

La importancia de la latencia es tal que las técnicas actuales de manejo de malezas y el futuro de los métodos de control dependerán del conocimiento de las condiciones bajo

las cuales se rompe o se inicia la latencia de las semillas en el suelo.

Actualmente se aceptan dos tipos de latencia: latencia primaria o innata, y latencia secundaria.

a) **latencia primaria:** se presenta inmediatamente que el embrión cesa su crecimiento en la planta madre, y es controlada genéticamente. Aún dentro de la misma inflorescencia se dan diferentes grados de latencia, ej. Bidens pilosa, y Rottboellia cochinchinensis.

b) **latencia secundaria o inducida:** se desarrolla después de la dispersión o cosecha de las semillas, estas semillas entran en estado latente cuando hay alguna condición ambiental desfavorable.

### 3. Factores del suelo

El suelo es un sistema trifásico (sólido, líquido y gaseoso) que modifica los factores ambientales que pueden afectar o regular la germinación y latencia de las semillas. Las propiedades del suelo de importancia biológica ( $O_2$ ,  $CO_2$ , temperatura, luz, humedad,) varían con la profundidad y tridimensionalmente de acuerdo al estado de agregación de las partículas del suelo. A mayor profundidad menor contenido de  $O_2$ , mayor contenido de  $CO_2$ , menor fluctuación de temperatura, menor cantidad de luz, y el contenido de humedad es más constante.

#### 4. Banco de semillas

El suelo es la principal reserva de semillas de malezas. La población potencial de semillas de un banco está en función del balance de dispersión de semillas hacia adentro y hacia afuera del habitat. Es por esto que el banco puede incrementarse cuando llegan semillas de otras áreas, o de las plantas del mismo lote, y, la reducción se da cuando las semillas no latentes germinan, o cuando son consumidas por herbívoros, o cuando estas mueren.

El banco está formado de dos porciones: una porción transitoria constituida por semillas no latentes y latentes que germinan, y otra porción permanente formada por semillas que permanecen por más de un año con diferentes tipos y grados de latencia.

La importancia práctica del conocimiento de la dinámica del banco de semillas radica en que al ser este el potencial de inóculo de malezas, determinará el nivel y tipo de infestación que se presentará en ese habitat.

De varios ensayos realizados en Estados Unidos y Europa, se ha encontrado que el número de semillas de malezas en los primeros 20 cm. del suelo es de 70.000 a 90.000 semillas por m<sup>2</sup>; sin embargo hay una gran variación en el número de semillas en el campo, el dependerá del suelo, localidad y tipo de malezas presentes.

## 5. Efecto de la labranza sobre la distribución y germinación de semillas de malezas.

En general se ha encontrado que la labranza del suelo es un promotor de la emergencia de plántulas en el campo y esto es debido al estímulo que produce el disturbio del suelo sobre las semillas, ya que las expone a la superficie del suelo donde las semillas rompen la latencia al recibir luz, mejorar la aireación, además aumenta la fluctuación de temperatura y humedad.

Los efectos de la labranza dependen del tipo de implemento usado y del contenido de humedad del suelo.

La labranza afecta el tamaño de los agregados, la conductividad hidráulica y térmica, la aireación, la retención de humedad y la densidad de masa. Se ha encontrado que la labranza no solo influye en la dispersión de las semillas al incorporarlas en diferentes profundidades del suelo, sino que cambia la distribución, tamaño, número y tipo de los agregados del suelo.

Los sistemas de labranza se pueden agrupar en dos categorías generales: labranza primaria y labranza secundaria.

### 5.1. Labranza primaria

Afecta no solo la distribución de semillas en los diferentes horizontes del suelo, sino que influye en el

tamaño de sus agregados, además este tipo de labranza recicla las semillas a horizontes más profundos, por lo que hay una mayor acumulación de semillas en las capas inferiores del suelo. Las semillas entran a estados de latencia que les permite mantener su viabilidad por largos periodos de tiempo.

#### 5.2. Labranza secundaria o reducida

Este tipo de labranza con rastras livianas es la que estimula la germinación de las semillas de las capas superficiales del suelo, y además evita el reciclaje de semillas a horizontes profundos. Con este tipo de labranza el número de semillas disminuye con la profundidad, por lo que los problemas de acumulación y latencia de semillas son menores.

#### 6. Estrategias para reducir el banco de semillas.

a) Sin labranza y previniendo la introducción y formación de nuevas semillas, el banco puede disminuir en un 15-20% por año (7-10% germina y de 7-10% pierde viabilidad). Con el uso de labranza reducida esta disminución puede ser de 30-60% por año.

b) Estimular la germinación de semillas durante los mayores picos de emergencia; por lo que se debe conocer el momento en que esto ocurre para aplicar estimulantes de la germinación.

c) Aplicar estimulantes en la época en que la mayoría de las semillas esta no latente y antes de que pase a latencia inducida o secundaria.

## 7. Metodos de estudio de las semillas de malezas.

Los objetivos de estos estudios son determinar la infestación del suelo con inóculo de malezas (tamaño y composición del banco) para:

a) programar el manejo de las malezas (herbicidas selectivos),

b) programar el manejo del suelo (labranza), o

c) evaluar los resultados de los programas de manejo de malezas.

El muestreo del suelo para extraer semillas de malezas deben ser representativas. Para esto se debe considerar que las malezas se distribuyen al azar. Los instrumentos de muestreo son simples (barrenos, palas).

Las semillas en el suelo pueden cuntificarse de las siguientes formas : 1-colocando muestras sobre de suelo en bandejas o potes , a temperaturas variables y con perturbaciones frecuentes para promover la germinación y contar las plántulas emergidas; 2-tamizando el suelo por diferentes tamices . y, 3-reflotando las semillas con algunas sustancias químicas. Los resultados se pueden expresar como número de semillas por unidad de área de suelo especificando la profundidad a que fue tomada la muestra, o como el número de semillas por unidad de peso del suelo.

## SEMILLAS DE MALEZAS EN EL SUELO

### ALGUNA BIBLIOGRAFIA

- ALDRICH, R.J. 1984. Weed-Crop Ecology; Principles in Weed Management. Breton Publishers, Massachusetts. 465 pp. (Capítulo 3\* y páginas 399-422).
- CURRIE, J.A. 1972. The seed-soil system. Pages 463-479 In: W. Heydecker (ed.) Seed Ecology. Proc. 19th Easter School in Agricultural Sciences, Univ. of Nottingham. The Pennsylvania State University Press, Norwick, England.
- HARPER, J.L. 1977. Population Biology of Plants. Academic Press, London. 892 pp. (Páginas 33-36 y 61-65 y Capítulo 4).
- PAREJA, M.R, D.W. STANIFORTH, and G.P. PAREJA. 1985. Distribution of weed seed among soil structural units. Weed Science 33:182-189.
- AREJA, M.R. and D.W. STANIFORTH. 1985. Seed-soil microsite characteristics in relation to weed seed germination. Weed Science 33:190-195.
- \* RADOSEVICH, S.R. and J.S. HOLT. 1984. Weed Ecology; Implications for Vegetation Management. J. Wiley & Sons, New York. 265 pp. (Capítulo 3\*).
- ROBERTS, H.A. 1970. Viable weed seeds in cultivated soils. National Vegetable Research Station, Annual Report 1969:25-38.

\* Lecturas más importantes.

## RESISTENCIA DE LAS MALEZAS A HERBICIDAS: ESTRATEGIAS PARA SU PREVENCION Y MANEJO

ING. JORGE ERNESTO GARRO ALFARO \*

Las plantas en el ecosistema interactúan con todos los organismos vivientes. Esto les ha permitido desarrollar defensas contra los herbívoros, al igual que adaptarse rápidamente a los medios alterados por el hombre; afectando así a los agroecosistemas. Con la aparición de los herbicidas en la agricultura tecnificada, se facilitó el combate de las malezas por ser este método más eficiente y de menor costo, produciéndose un uso desmedido de los mismos, lo que favoreció la evolución de las malas hierbas, hacia la producción de individuos resistentes. (GRESSEL, 1987; SLIFE, 1986).

La FAO define resistencia como una menor respuesta de una población de especies animales o plantas a un pesticida o agente de control como un resultado de su aplicación constante. pero no hay una clara delimitación entre los términos tolerancia y resistencia los cuales se utilizan indistintamente (LeBARON y GRESSEL 1982)

El primer estudio sobre resistencia de malezas a herbicidas mostró que la mala hierba **Senecio vulgaris**, había desarrollado resistencia a la simazina, un herbicida del grupo de las triazinas. Al respecto GRESSEL, (1987); GRESSEL, et al (1987) reportan la presencia de 29 especies, en 1981, incrementándose a 37 en 1983. Igualmente HOWAT (1987), indica recientemente que se han identificado especies de malezas mostrando resistencia a herbicidas, en 15 países, en los que se involucra alrededor de cincuenta y ocho especies de malezas y siete herbicidas. Adicionalmente,

\* MAG. Estudiante de maestria CATIE.

GRESSEL, (1987), y LEWINSON, (1984), señalan que las triazinas son los herbicidas a los cuales más malezas han desarrollado resistencia, siendo hasta ahora conocidas 36 especies de hoja ancha y 13 gramíneas. En el cuadro 1 se muestra el número de malezas con desarrollo de resistencia por herbicida o grupo químico hasta 1989 según LeBARON Y McFARLAND (1989)

Aparte de las triazinas, las malezas han desarrollado resistencia a otros herbicidas, dentro de los cuales encontramos el diclofop-metyl, fluazifop-butyl, paraquat, diquat, diuron y chlorotoluron. (GRESSEL, 1987; POWLES, 1987; TUCKER, et al 1987; ULF- HANSEN, et al. 1987).

La mayoría de las malezas resistentes a las triazinas se han desarrollado en campos de agricultores, así como en huertos, bordes de carretera, y camas de ferrocarril, donde se han usado por muchos años niveles casi esterilizantes de estos herbicidas, favoreciéndose el desarrollo de resistencia dada la alta persistencia de las triazinas en los suelos. Así mismo se ha observado que en el caso de herbicidas no residuales, como por ejemplo el Paraquat, la frecuencia de aplicación así como el uso continuado son fundamentales en la aparición de resistencia. Al respecto GRESSEL, (1987); HEAP, (1987); POWLES, (1987), anotan que el uso constante de productos de igual modo de acción, puede provocar la aparición de resistencia cruzada. Tal es el caso de *Lolium rigidum* que ha desarrollado resistencia a fluazifop-butyl, diclofop-metyl, setoxydim y alloxymid.

La persistencia y la constante aplicación de los herbicidas provocan la presión de selección, que es el resultado de la muerte efectiva que se mide a partir de la producción de semilla o propágulos sobrevivientes al final

del ciclo, lo que se diferencia del "Knockdown" o muerte al momento de la aplicación que el agricultor mide después del tratamiento. Este factor incide directamente sobre la evolución de la resistencia. Dado que en un inicio los individuos mutantes están presentes en una baja proporción en la población y en una posición de desventaja con respecto al biotipo susceptible. Se ha determinado que los biotipos resistentes sufren una pérdida parcial de sus propiedades adaptativas, lo cual se ha demostrado como provocado por la presencia del mecanismo de detoxificación, que consume una gran proporción de su energía metabólica. Este efecto se caracteriza por una menor producción de semillas, lo que provoca como consecuencia un efecto de dilución de los biotipos resistentes en el banco de semillas. Si a lo anterior se suma la ausencia de productos persistentes, o bien, una menor frecuencia de aplicación, se tendrá entonces un "efecto buffer" sobre la aparición de resistencia. (GRESSEL, 1987; VAN DE LOO, et al 1987) Al respecto, varios autores señalan en estudios realizados con *Hordeum glaucum*, *Hordeum leporinum*, *Alopecurus myosuroides* Huds., que al medirse sobrevivencia de plantas, y la producción y germinación de semillas, siempre los biotipos resistentes fueron inferiores a los susceptibles. (TUCKER, et al 1987; VAN DE LOO, 1987).

La tasa de aparición de resistencia, además de estar íntimamente ligada a factores de persistencia y frecuencia de aplicación de los herbicidas, también se asocia a la genética, la que junto a la biología molecular permite a los científicos entender los detalles del desarrollo de la resistencia y de los tipos de heredabilidad. Así por ejemplo, se conocen la herencia nuclear con dominancia o recesiva, monogénica o poligénica, en organelas tales como plastidios y mediante la duplicación de genes. La resistencia puede ser dominante o recesiva, cuando es de tipo fisiológico o relacionada con la degradación

metabólica de los productos. (GRESSEL, 1987; VAN DE LOO, et al 1987). Estos mismos autores señalan que el modo de heredabilidad observado hasta ahora es por un solo gen, a través de poligénesis. De acuerdo a estudios realizados en *Bromus dianthus* y los herbicidas chlorsulfuron y simazina, se encontró que los genes que determinan resistencia varían en cada población. Similares resultados se obtuvieron en estudios con 2,4-D y MCPA al evaluar dos poblaciones de *Carduus nutaris* L (HEAF, 1987 ; KON, et al 1987; VAN DE LOO, et al 1987.).

La tolerancia de las plantas a los herbicidas es conocida desde el inicio del uso de estos productos, lo que fue de gran importancia ya que permitió su uso en forma selectiva, así por ejemplo, los cultivos del maíz y sorgo toleran a la atrazina y el arroz a el propanil. La resistencia muestra un amplia gama de posibilidades de uso con fines útiles al hombre, dentro de las que destacan la opción de transferir esta a los cultivos mediante la ingeniería genética o bien crear cultivos resistentes a diversos herbicidas a través del cultivo de tejidos. Otro método es mediante el de mejoramiento genético tradicional, el cual brinda las menores posibilidades dado su lentitud y altos costos (GRESSEL 1987 ; LeBARON y GRESSEL 1982)

El manejo y prevención de la resistencia se pueden enmarcar dentro de una serie de estrategias, tales como: 1) La rotación de herbicidas. 2) El uso de mezclas herbicidas. 3) Evitar el uso de herbicidas de alta residualidad. 4) Enfocar el desarrollo de cultivos resistentes a diferentes herbicidas y no a un solo producto con un unico sitio de acción. 5) Desarrollar herbicidas con múltiples sitios de acción 6) Educación de vendedores extensionistas y agricultores u otros usuarios de los productos es de gran importancia. 7) Evitar el uso de productos que retarden la descomposición de los productos herbicidas. 8) Tomar medidas para un uso adecuado de los protectores

herbicidas.( Evitan acción tóxica sobre los cultivos ) 9)  
 Uso de estimuladores de la germinación. 10) Cuidados dentro  
 de la mínima labranza dado el gran uso de herbicidas que  
 involucra. 11) Manejo integral de las malezas. (GRESSEL  
 1987 ; GRESSEL Y SEGEL 1982 ; SLIFE 1986 ; MORSE 1978 ;  
 KON, BLACKLOW, THURLING 1987).

CUADRO 1 DISTRIBUCION DEL NUMERO DE ESPECIES DE  
 MALEZAS RESISTENTES POR HERBICIDA O GRUPO QUIMICO  
 (Hasta enero de 1989, según LeBaron y McFarland) 4

Herbicida	Nº. de especies
Atrazina y otras triazinas	55
Clorsulfuron y afines	6
Paraquat y Diquat	11
Clorotoluron y otras ureas	5
Diclofop-metil	4
2,4-D y fenoxis	3
Trifluralina y otras dinitroanilinas	2
Aminotriazol	2
Carbamatos	2
Propanil	2
Uracilos (e.g. bromacil)	2
Bromoxinil	1
Diuron	1
Mecoprop	1
MSMA & DSMA	1
Pyrazon	1

## LITERATURA CITADA

- GRESSEL, J. 1987 Strategies for prevention of herbicide resistance in weed. In Rational pesticide use. Proceedings of the ninth long Ashton Symposium, Ed. K. J. Brent; R. K. Atkin. Cambridge, Cambridge University Press. p.183-196.
- GRESSEL, J.; SEGEL, L.A. 1982 Interrelating factors controlling the rate of appearance of resistance. The outlook for the future. In herbicide resistance in plants, Ed. H.M. Le Baron and J. Gressel, New York Wiley-Interscience 401 p.
- HEAP, I. M. 1987 Herbicide cross resistance in a population of annual rieggrass, **Lolium rigidum** In Australian Weed Conference(18, 1987, Australia). Proceedings. Ed. P. Lemerle; A.R. Leys. Australia. Weed Society of New South Wales for the Council of Australian Weed Science. p.114-119.
- HOWAT, P. D. 1987. Formation of the AVCA herbicide resistant action committee (A.H.R.A.C.). In Australian Weed Conference(18, 1987, Australia). Proceedings. Ed. P. Lemerle; A.R. Leys. Australia. Weed Society of New South Wales for the Council of Australian Weed Science. p.131-133.
- KON, K.F.; BLACKLOW, W.M.; THURLING, N. 1987 Genetic variability between and within populations of great brome, **Bromus diandrus** roth, to chlorsulfuron and simazine could result in the development of herbicide tolerance. In Australian Weed Conference(18, 1987, Australia). Proceedings. Ed. P. Lemerle; A.R. Leys. Australia. Weed Society of New South Wales for the Council of Australian Weed Science. p.121-125.
- LeBARON, H. M.; McFARLAND, J. 1989 Overview and Prognosis of Herbicide Resistance in Weeds and crops <sup>4</sup> EEUU. Ciba-Geigy Corporation 19p. (Sin publicar)
- LEWINSOHN, E.; GRESSEL, J. 1984 Benzyl viologen mediated counter action of dicuat and paraquat phytotoxicities. Plant Physiology. 76:125
- MORSE, P.M. 1978 Some comments on the assessment of joint action in herbicide mixture, Weed Science 26:58-71
- POWLES, S.B. 1987 A review of meedin Australia resistant to herbicide. In Australian Weed Conference(18, 1987, Australia). Proceedings. Ed. P. Lemerle; A.R. Leys. Australia. Weed Society of New South Wales for the Council of Australian Weed Science. p.109-113.

- SLIFE, W. F. 1986 Resistance in weeds. In Pesticide resistance; strategies and tactics for management. National Academic Press, Washinton, D.C. p. 327-333.
- SUNG, S. S. J. ; LEATHER, R. G. 1987 Development and germination of Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). Seeds. Weed Science (EE.UU.) 35:211-215
- TUCKER, E.S.; POWLES, S.B. 1987 The competitive ness of paraquat resistant biotype of barley grass, *Hordeun glaucun*. In Australian Weed Conference(18, 1987, Australia). Proceedings. Ed. P. Lemerle; A.R. Leys. Australia. Weed Society of New South Wales for the Council of Australian Weed Science. p 119.
- ULF-HANSEN, P.F.; MORTIMER, A.M.; PUTWAIN, P.D. 1987. Herbicide resistance and populations processes in blackgrass. In Australian Weed Conference(18, 1987, Australia). Proceedings. Ed. P. Lemerle; A.R. Leys. Australia. Weed Society of New South Wales for the Council of Australian Weed Science. p.130.
- VAN DE LOO, F. J.; POWLES, S.B. 1987. Studies with a dicuat resistance biotype of cape weed, *Arctotheca calendula*, that has recently appeared in australia. In Australian Weed Conference(18, 1987, Australia). Proceedings. Ed. P. Lemerle; A.R. Leys. Australia; Weed Society of New South Wales for the Council of Australian Weed Science. p.120.

# EXPERIENCIAS SOBRE EL USO DEL ABONO ORGANICO Y SISTEMAS AGROFORESTALES EN LA PRODUCCION SOSTENIDO DEL FRIJOL

Donald L. Kass  
CATIE

Por ser una leguminosa con la supuesta capacidad de fijar suficiente nitrógeno para satisfacer sus necesidades, el frijol común, Phaseolus vulgaris, L. no es el cultivo que a la primer vista sea el más apropiado para incluir en sistemas agroforestales, que generalmente consiste de una especie arborea leguminosa que es podado a intervalos a suplir nitrógeno a cultivos anuales asociados (Kang, Sipkens, y Wilson, 1981). Sin embargo debido al hecho que el frijol frecuentemente responde a nitrógeno mineral en América Central (Bazan, 1974) y que el frijol es un cultivo alimenticio de primer importancia en América Central, se ha incluido en experimentos con este sistema realizado en América Central (Kass, 1985; Kass y Diaz-Romeu, 1986; Kass y Araya, 1987; Kass, Barrantes, Campos, Jimenez, y Sanchez 1989). También, en otros sitios como Rwanda donde el frijol es importante ha realizado ultimamente investigaciones en cultivos en callejones utilizando esta especie (IITA, 1986).

## Revisión de la Literatura

### Experimentos sobre el asocio de Leucaena

Leucaena leucocephala L. y maíz (Zea mays L.) se empezó en Hawaii en 1976 (Guevara, 1976) y fueron continuados en IITA en Nigeria al partir de 1978 (Kang, et al., 1981). Fueron estos autores que dieron el nombre "alley cropping" al sistema donde cultivos anuales (arable crops) son producidos en los espacios entre surcos de cultivos de barbechos de arbustos lenosos o árboles en que las especies de barbecho son periódicamente podados para evitar sombreado y proveer abono verde al cultivo. A pesar del hecho que el control en los experimentos de Kang et al. consistió de una parcela en que se removía el material podado y no de una parcela sin árboles, los resultados fueron suficiente animadores a estimular diversos trabajos (Kass, 1985; Salazar y Palm, 1987) inclusive a nivel de finca (Sumberg, 1984; Kass y Araya, 1987). Ssekabembe (1985) ha resumido muchos de los trabajos hechos en Africa Asia, utilizando el término "hedgerow intercropping" en lugar de "alley cropping" que por lo menos no tiene connotaciones de huertas sembradas entre edificios en ciudades en decadencia. (1987).

Teóricamente, el potencial para la sostenibilidad en sistemas agroforestales vienen de un sistema de manejo intensivo en que el componente arboreo es manejado de una manera que una gran proporción de la energía que fluye a través del componente arboreo queda dirigida a la producción de cultivos y degradación de recursos queda impedida (Kang y Wilson, 1987)<sup>1</sup>. En la práctica, estas condiciones difícilmente se encuentran. En muchos casos, sin embargo, el valor del material podado puede ser superior a los cultivos (Ssekabembe, 1986; Macklin, Jama, Reshid, y Getahun, 1988). Menor espaciamento entre surcos y mayor altura de corte favorecen la producción de biomasa pero no la producción de cultivos (Ssekabembe, 1987). Con la excepción de un breve informe (Vega, 1987) y resultados de un evento de lluvia (IITA, 1987-8),

no existe documentacion de reduccion de la perdida de suelos atraves de sistemas de cultivos en callejones (Sanchez, 1987). El desempeno del componente arboreo en suelos con alto contenido de aluminio es frecuentemente no satisfactorio (Hutton, 1984; Sanchez, 1987). En un suelo acido de Peru con mas que 75% de saturacion de aluminio, Cassia spp., Inga spp., y Calliandra calothyrsus exhibieron las mayores tasas de crecimiento. Gliricidia fue afectada adversamente por afidos y hongos de raiz. (Salazar y Palm, 1987).

En su revision de la literatura, Ssekabembe concluye que la especie lenosa puede suplir el nitrogeno requerido ppor el cultivo pero diversos autores han demostrado una respuesta a nitrogeno en cultivos como el maiz y mismo frijol en sistemas de cultivo en callejones utilizando Leucena, Cassia, Gliricidia, Flemengia, o Erythrina como el componenete arboreo (Kang et al, 1985; Kass, 1985; Yamaoah, Agboola, y Wilson 1986) Kass y Diaz-Romeu 1986) demostraron mayor aumento en los niveles de potasio que de nitrogeno en el suelo como resultado del uso de residuos de Erythrina popeppigiana y G.sepium. Beneficios semejantes fueron notados en Nigeria (Kang et al., 1985).

Uno de las mayores preocupaciones con la expansion de cultivo en callejones a areas mas secas (Steiner, 1982) es la competencia entre la especie lenosa con el cultivo para agua. En una situacion donde no hubo deficit hidrico, Kang et al (1985) demostro mayor contenido de agua cerca a la superficie pero menor contenido en profundidades mayores que 60 cm debido a la presencia de la Leucaena.

## MATERIALES Y METODOS

Se ha realizado en Costa Rica experimentos utilizando leguminosas lenosas en callejones y mantillos de estas especies para la produccion sostenida de frijol en un total de cinco experimentos: uno en CATIE en Turrialba, tres en Puriscal, y uno en San Carlos. Se presentan datos de seis cosechas de frijol en Turrialba, cuatro cosechas en Puriscal, y dos en San Carlos.

### 1.) Experimento en Turrialba

El experimento fue hecha en el campo experimental de CATIE "La Montana" (602 m.s.n.m., 9°53'N, 83°34'W) Turrialba, Costa Rica donde en 1976 aproximadamente habia constuido camellones de unos 24 m de anchura antes de la installacion de drenos artificiales. El suelo fue clasificado por personal del SCS como un Typic Humitropept, fine, halloysitic, isohyperthermic (Dr. John Kimble, SCS, Lincoln, Nebraska, comunicado personal). Para aprovechar de esta area se resolvio utilizar parcelas de 18 m de anchura para que cada parcela tenia la misma orientacion con respecto a los camellones, i.e. cada parcela ocupaba toda la anchura de la camellon. Debido a la largura de las camellones se podia poner tres o cuatro parcelas de 12m X 18m por camellon. Con siete tratamientos por repeticion, cada repeticion ocupaba dos camellones. Como las parcela mas al extremo sul del camp fueron mas largas, podia haber unas parcelas extras:  
Los siete tratamientos fueron:

- 1.) Control
- 2.) Ramas y hojas de E. poeppigiana (20,000 kg ha<sup>-1</sup> de materia fresca aplicada dos veces al ano.
- 3.) Estiercol de vaca (20,000 kg ha<sup>-1</sup> de materia fresca) aplicada dos veces por ano

4.) Intercultivo con frijol terciopelo (Mucuna pruriens).

Después de un año, en que el crecimiento de la Mucuna competió excesivamente con el maíz, se eliminó la mucuna, utilizando en su lugar ramas y hojas de Gmelina arborea (20,000 kg ha<sup>-1</sup> de materia fresca) aplicada dos veces al año.

5.) Intercultivo con Vigna sinensis L. sembrado dos veces al año.

Desde que este tratamiento después de cuatro años, nunca produjo resultados estadísticamente significativo del control (Kass, 1987), en el quinto año del experimento se cambió por ramas y hojas de Gliricidia sepiu, aplicado en la misma manera que el mulch de E. poeppigiana

6.) Cultivo en callejones con E. poeppigiana sembrado en estacas mediendo dos metros de altura, sembrado a una distancia de 3m X 6m (555 árboles por hectarea) y podado dos veces al año al partir de 12 meses después de su establecimiento. La primera poda fue realizada en Mayo de 1983.

7.) Callejones de Gliricidia sepium sembrado a 6m X 0.5m, dando una población de 3333 árboles por hectarea sembrado en estacas de 60 cm de altura. En 1983, se adicionó otro surco de G. sepium, así aumentando el espaciamento a 3m X 0.5 m (6666 árboles/ha) utilizando estacas de 2m de altura.

Todas las 21 parcelas que formaban el experimento recibieron 88 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> como triple superfosfato, 130 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O como KCl y 17 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de MgO en forma de HgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O. En el cuarto y sexto camellón (adyacente a la segunda y tercera repetición) hubo lugar para seis parcelas extras que midieron 6m X 18m. Tres de estos recibieron ramas de Erythrina y tres estiércol de vaca sin fertilizante mineral. Las enmiendas fueron aplicados al tero de 20,000 kg ha<sup>-1</sup> cada seis meses.

Las parcelas principales fueron divididas en dos subparcelas de 6m X 18m. A la mitad se aplicó 150 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de nitrógeno en forma de NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>. Los contenidos de nutrientes en las fertilizantes y enmiendas se presentan en el Cuadro 2. En los primeros tres años del experimento se sembraba en mayo de cada año, maíz (Zea mays L.), Cv. Tuxpeno C-7, y yuca, v. Valencia a 30,000 y 10,000 pl ha<sup>-1</sup>, respectivamente. En noviembre de cada año, siguiendo la cosecha de maíz, se sembraba frijol (Phaseolus vulgaris L. (Cy. turrialba 4) para producir una población de 100,000 pl ha<sup>-1</sup>. Después del tercer año (mayo de 1985) se no realizó más siembra de Yuca (Kass, 1987) y sembrara en su lugar maíz a 40,000 y frijol a 133,333 pl ha<sup>-1</sup>.

Se podaban los árboles y se aplicaban las enmiendas dos veces por año, en mayo y septiembre, inmediatamente antes de la siembra del maíz o frijol. Se tomaba muestras para estimar producción de biomasa y contenido de nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, por el método de Diaz-Romeu y Hunter (1978). Se tomaba muestras de suelo cada seis meses hasta una profundidad de 60 cm. Se determinaba el contenido de materia orgánica por el método de Walkley y Black descrito por Saiz del Río y Bornemisza (1967), Ca, Mg, K, Mn, P, y Cu determinada por la extracción con KCl y nitrógeno por el método Kjeldahl (Diaz Romeu y Hunter 1978). El análisis textural del suelos se realizó por el método de Bouyoucos (Gee y Bauder, 1986) y la distribución de tamaño de poros por el método de Danielson y Sutherland (1986) (Kass et al., 1989)

#### .) Experimentos en Puriscal

Se escogió el área de Puriscal (Jilgueral, Junquillo, y Agua Blanca) debido a la evidencia de considerable degradación de suelo

en el area. Pendientes en los sitios variaba de de 15 a 45 %. Muchos suelos en el area son Ultisols; sin embargo en ningun sitio experimental habian niveles altos de aluminio intercambiable. Se utilizo un diseno factorial incompleto para comparar los efectos en el controle de malezas y en suplir nitrogeno de un mantillo de Gliricidia sepium (Jacq.) Walp., herbicidas, y un mantillo de una no-leguminosa, Hyperrhenia rufa, fertilizante mineral, y el cultivo de gliricidia en callejones. Gliricidia fue sembrado por estacas en los tratamientos de cultivos en callejones con 3m entre callejones y 0.5 m entre arboles. Las parcelas se midieron 3m X 5m en los sitios de Agua Blanca y Junquillo y 3m X 7m en el sitio de Junquillo. El sitio en Jilgueral se establecio en 1983; los otros dos sitios en 1984 ( Araya, Kass, Beer, y Diaz-Romeu, 1986). Se sembro el frijol en septiembre de cada ano y el maiz en abril. Algunas características de los sitios son presentados en el Cuadro 1.

### 3) Experimento en San Carlos

Se utilizo un diseno "cuadrado latino" con cuatro tratamientos: sin enmiendas, mantillo de gliricidia a  $2\text{kg m}^{-2}$  de materia fresca, cultivo en callejones a 6m, cultivo en callejones a 9m. se dejo 1 m entre arboles, Las parcelas tenian 15m de largura pero su anchura variaba de 9m a 27m conforme el tratamiento. El area fue preparada con un rotovator y se sembro frijol (Cv. talamanca) en dic., 1984. Se mantuvo una poblacion de 100,000 pl/ha en todos los tratamientos. Las parcelas fueron divididas en tres subparcelas de 5m de largura que se randomizo. A estas fueron aplicados tres niveles diferentes de nitrogeno ( 0, 100, y 200 kg/ha de N como  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) (Kass y Jimenez, 1986). Se alternaron cultivos de frijol y maiz hasta 1986, utilizando el cultivar Diamantes de maiz a 30,000 pl/ha. Algunas características del sitio se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de los sitios utilizados para los experimentos en Puriscal y San Carlos (de Kass y Araya, 1987)

	-----SITIO-----			
	Jilgueral Puriscal	Junquillo Puriscal	Agua Blanca Acosta	Pital San Carlos
Característica				
Elevacion (m)	720	1000	900	180
Preciptacion anual(mm)	3000	3000	2400	3000
Temp promed. anual(C)	24	21	21	26
Suborden de suelos	Fluventic Ustropept	Ustic Tropohumult	Ustic Tropohumult	Typic Humitropept
Profundidad de Suelo (cm)	50-90	50-150	50-100	200+
Pendiente %	15	45	45	<5
Uso anterior	Pasto	Cafe,Tabaco	Cafe,Citricos	Pastos
pH	5.0-6.0	5.0-6.0	5.0-6.0	5.0
Textura del suelo	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Franco
Erosion previo	moderado- severo	moderado severo	severo	arcilloso poco

## RESULTADOS

Contenido de nutrientes en las enmiendas son presentados en el Cuadro 2. Unos cambios en las características físicas del suelo en Turrialba son presentados en el Cuadro 3. Nota que ha muy poca agua disponible a las plantas en este suelo. Así, un déficit hídrico puede producir estrés después de pocos días. Se nota que la aplicación de estiércol y mulch aumento el volumen de poros más grandes a pesar del hecho que a esta determinación, hecha por sustraer la cantidad de agua retenida por el suelo a 10kPa de la porosidad total, no se puede asignar un error estadístico.

Cuadro 2. Contenido de nutrientes adicionados anualmente en enmiendas y fertilizantes

Enmienda o Fertilizante	Materia Seca	N P K Ca Mg				
		-----kg ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> -----				
Estiercol de vaca (40 t)	10470	154.6	26.8	139.6	99.8	52.6
Mulch de Gmelina (40 t)	11492	188.4	25.2	145.8	162.0	55.2
Mulch de Erythrina (40 t)	9272	229.0	23.2	144.6	77.0	47.4
Mineral P-K-Mg			38.8	108.0	28.0	10.0
Mineral N-P-K-Mg		150.0	38.8	108.0	28.0	10.0
Promedios de 12 determinaciones						

Cuadro 3. Porosidad total, distribución de tamaño de poros y humedad volumétrica de suelos en Febrero de 1985 (0-20 cm)

Volumen total de poros cm <sup>3</sup> /cm <sup>-3</sup>	Fracción de volumen de poros			Contenido de agua volumétrica cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>
	>588um	58.8-588 um	5.88-58.8um	

-----diametro-----

### TRATAMIENTO

Control	0.556b	.084	.299a	.143a	.474a	0.224d
Mulch de Erythrina	0.586a	.121	.277a	.196a	.468a	0.253dg
Estiercol de vaca	0.567ab	.166	.196a	.168a	.470a	0.288eg
Mulch de Gmelina	0.575ab	.168	.212a	.148a	.472a	0.273efg
Intercultivo de Vigna	0.557b	.129	.260a	.144a	.467a	0.294eg
Erythrina en callejones	0.572ab	.117	.253a	.156a	.474a	0.238df
liricidia en callejones	0.534ab	.203	.185a	.150a	.462a	0.264df

Valores seguidos por la misma letra no se difieren significativamente al valor de  $p < 0.05$

Datos de la producción de frijol en el experimento en Turrialba son presentados en el Cuadro 4. La producción de frijol con enmiendas orgánicas es siempre estadísticamente superior a la mayor producción obtenible con fertilizante mineral. También, la producción de frijol en callejones después del primer año es siempre superior a la producción del control; la producción de maíz en callejones no es estadísticamente diferente de la producción obtenida en las parcelas control. En las parcelas extras (Cuadro 5), que estadísticamente, no se puede comparar con los otros tratamientos, la producción se mantuvo a través de los seis años mismo en la ausencia de fertilizante P,K, indicando que las enmiendas orgánicas pueden formar la base de una producción sostenible.

Los cambios en las características del suelo fueron sorprendentemente pocos en el transcurso del experimento (Cuadro 7). Los únicos parámetros a mostrar cambios significativos debido a tratamientos fueron carbono orgánico y potasio extraído por el método de Olsen que se aumentó significativamente en la presencia de residuos de Erythrina, hasta una profundidad de 40 cm.

Cuadro 4

Rendimiento de frijol en seis años de cultivo en callejones,  
La Montaña, Turrialba, Costa Rica

Tratamiento	Mineral	1983	1984	1985	1986	1987	1988	Mean
	N	-----kg/ha a 14% de humedad--						
Control	0	662	716	482	1141	1002	440	740
	+	868	1155	660	1396	1362	515	992
Mulch de Erythrina	0	1310	1295	1040	1688	1893	1094	1387
	+	1063	1553	1201	1755	2499	1021	1515
Estiercol de Vaca	0	617	887	667	1683	1580	883	1052
	+	911	904	1087	1987	2382	1093	1394
Mantillo de Gmelina	0	1230	823	707	1807	1771	1006	1224
	+	1484	1094	1154	1932	2001	1334	1499
Intercultivo de vigna/mantillo de Gliricidia	0	530	686	459	1489	1832	723	953
	+	680	972	595	1678	2145	851	1153
Erythrina en callejones	0	304	1330	881	1446	1725	1177	1143
	+	549	1628	1061	1387	1392	1303	1220
Gliricidia en callejones	0	321	1095	1004	1296	1448	951	1019
	+	429	1222	1172	1387	1354	1123	1114
d.m.s ( subparcelas diferentes en parcelas principales diferentes)								
p < 0.05		321	241	245	280	346	327	

CUADRO 5. Producción de frijol en las parcelas extras.

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	Prom.
	-----kg/ha a 14% humedad--						
Estiercol de vaca sin NPK	666	912	492	1752	1533	945	1050
Mulch de Erythrina sin NPK	1019	1117	886	1784	1799	1159	1294

CUADRO 6. Niveles de N total, Olsen P, Olsen K, Ca, Mg,  
en el suelo en Nov, 1982 y Nov, 1987  
-- parcelas sin N--

0-20 cm

Tratamiento	N total		P Olsen		K Olsen		Ca interc		Mg interc	
	1982	1987	1982	1987	1982	1987	1982	1987	1982	1987
	mg/g		ug/g		----		cmol (+)/kg----			
Control	2.9	2.6	17.7	16.9	0.49	0.50	5.46	4.75	1.10	1.03
Erythrina Mulch	2.9	2.7	16.9	17.7	0.52	0.85	6.56	4.72	1.30	1.18
Estiercol de vaca	2.9	2.7	20.9	16.9	1.00	0.76	4.10	4.46	0.86	1.19
Gmelina mulch	2.9	2.6	19.5	17.0	0.40	0.68	4.36	5.13	0.97	1.10
Intercultivo de Vigna/Glir Mulch	2.8	2.7	20.0	17.0	0.40	0.69	4.90	4.59	0.97	1.16
Erythrina en Callejones	3.0	2.8	17.2	14.2	0.45	0.74	6.40	4.73	1.17	1.08
Gliricidia en callejones	2.9	2.8	21.8	14.7	0.49	0.48	5.11	4.72	1.17	1.13
d.m.s. p< 0.05 mismo tratamiento fechas diferentes	0.49		7.0		0.26		1.32		0.27	
misma fecha tratamientos dif.	0.43		7.4		0.31		1.68		0.29	
C.V.	9.85		24.52		29.01		18.28		17.99	

20-40 cm:

Tratamiento	N total		P Olsen		K Olsen		Ca interc		Mg interc	
	1982	1987	1982	1987	1982	1987	1982	1987	1982	1987
	mg/g		ug/g		----		cmol (+)/kg----			
Control	2.7	2.1	14.8	8.4	0.36	0.17	4.10	5.33	1.02	1.07
Erythrina Mulch	2.8	1.8	11.8	7.1	0.53	0.44	4.06	5.11	1.00	1.11
Estiercol de vaca	2.8	1.9	17.8	7.8	0.32	0.26	3.60	4.98	0.82	1.09
Gmelina mulch	2.6	1.9	18.8	5.5	0.34	0.24	3.03	4.50	0.73	0.93
Intercultivo de Vigna/Glir Mulch	2.8	1.7	15.5	5.6	0.32	0.28	4.26	4.62	0.98	1.02
Erythrina en Callejones	2.8	2.0	12.6	5.5	0.38	0.34	4.83	5.14	1.05	1.11
Gliricidia en callejones	2.6	2.0	10.3	8.0	0.38	0.29	3.86	5.88	0.92	1.18
d.m.s. p< 0.05 mismo tratamiento fechas diferentes	0.50		7.1		0.14		1.17			
misma fecha tratamientos dif.	0.60		7.1		0.17		1.52			
C.V.			40.11		25.64					

Rendimientos de frijol en los sitios en Puriscal son presentados en los Cuadros 7,8, y 9. El frijol siempre respondio a la aplicacion de un rontillo de Gliricidia, frecuentemente dando mas produccion que el uso de herbicidas y nitrogeno mineral. El frijol en cultivo de callejones produjo mas que el controle en todos los sitios con excepcion del ano 1986 en Acosta cuando el rendimiento del control fue mayor que 800 kg/ha.

Cuadro 7. Rendimiento de frijol en Jilgueral, Puriscal, 1983-6

Mantillo	TRATAMIENTO		RENDIMIENTO DE FRIJOL			
	Mineral N	Herbi- cida	1983	1984	1985	1986
Ninguna	Ninguno	Ninguna	657 bc	172 c	397 c	117 cd
Ninguno	Ninguno	Lasso+Prowl	986 abc	165 c	584 abc	336 abc
Ninguno	30 kg ha <sup>-1</sup>	Lasso +Prowl	1115 abc	325 abc	735 abc	148 bdc
Gliricidia 1.5 kg m <sup>2</sup>	Ninguno	Ninguno	1429 a	383 b	965 ab	352 ab
Hypharrena 1 kg m <sup>2</sup>	Ninguno	Ninguno	593 c	198 bc	440 bc	100 cd
Hypharrena 1 kg m <sup>2</sup>	30 kg ha <sup>-1</sup>	Ninguno	636 c	349 ab	999 a	294 bdc
Ninguno	30 kg ha <sup>-1</sup>	Ninguno	1143 abc	374 a	758 abc	87 d
Gliricidia en callejones 6666 arboles ha <sup>-1</sup>	Ninguno	Ninguno	1251 ab	278 abc	672 abc	562 a

Valores seguidos por la misma letra no se difieron significativamente por la prueba de comparacion multiple de Duncan a p>0.05.

Cuadro 8. Rendimiento de frijol en Acosta, Puriscal, 1984-6

Mantillo	TRATAMIENTO		RENDIMIENTO FRIJOL			
	N	Mineral	Herbicida	1984	1985	1986
Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	126 a	333 de	827 abc
Ninguno	Ninguno	Lasso+prowl	Ninguno	299 a	650 abcde	1033 ab
Ninguno	30 kg ha <sup>-1</sup>	Lasso+Prowl	Ninguno	259 a	593 abcde	656 bc
Gliricidia 1.5 kg m <sup>2</sup>	Ninguno	Ninguno	Ninguno	305 a	995 a	1135 ab
Hypharrena 1 kg m <sup>2</sup>	Ninguno	Ninguno	Ninguno	231 a	927 abc	917 abc
Hypharrena 1 kg m <sup>2</sup>	30 kg ha <sup>-1</sup>	Ninguno	Ninguno	255 a	979 ab	1300 a
Ninguno	30 kg ha <sup>-1</sup>	Ninguno	Ninguno	246 a	740 abc	878 abc
Gliricidia en callejones 6666 arboles ha <sup>-1</sup>	Ninguno	Ninguno	Ninguno	304 a	729 abcde	487 c

Valores seguidos por la misma letra no se difieron significativamente por la prueba de comparacion multiple de Duncan a p>0.05.

Cuadro 9 Rendimiento de frijol a Junquillo, Puriscal, 1984-6

Mantillo	TRATAMIENTO		RENDIMIENTO FRIJOL		
	N Mineral	Herbi- cida	kg ha <sup>-1</sup> 1984	(14% humedad) 1985	1986
Ninguno	Ninguno	Ninguno	236 c	515 ab	260 c
Ninguno	Ninguno	Lasso+Prowl	279 c	720 ab	404 c
Ninguno	30 kg ha <sup>-1</sup>	Lasso+Prowl	386 bc	842 a	353 c
Gliricidia 1.5 kg m <sup>-2</sup>	Ninguno	Ninguno	789 a	737 ab	920 a
Hypharrēnia 1 kg m <sup>-2</sup>	Ninguno	Ninguno	255 c	658 ab	233 c
Hypharrēnia 1 kg m <sup>-2</sup>	30 kg ha <sup>-1</sup>	Ninguno	478 bc	802 ab	645 b
Ninguno	30 kg ha <sup>-1</sup>	Ninguno	473 bc	597 ab	436 c
Gliricidia Alley Crop 6666 arboles ha <sup>-1</sup>	Ninguno	Ninguno	565 ab	776 ab	851 ab

Valores seguidos por la misma letytra no se difieron significativamente por la prueba de Duncan a  $p < 0.05$

Resultados para San Carlos son presentados en el Cuadro 10. El frijol solamente respondio al mantillo de Gliricidia en la ausencia de nitrogeno mineral. Cultivo en callejones siempre tambien fue menos efectivo que N mineral en aumentar la produccion de frijol. Sin embargo, solamente las respuestas a N mineral fueron signifcativas.

CUADRO 10. Produccion de Frijol con mantillo de Gliricidia y Cultivo en callejones en Pital, San Carlos 1985-6  
Rendimiento de Frijol a 14% Humedad (kg/ha)

Enmienda	N como NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1985	1986
Ninguna	0	740	1451
	100	1213	1795
	200	1214	1996
Mantillo a 2kg m <sup>-2</sup>	0	906	1689
	100	1048	1874
	200	1119	1965
Callejones a 6m	0	758	1242
	100	913	1410
	200	916	1348
Callejones a 9m	0	853	1309
	100	936	1607
	200	1035	1443
d.m.s., subparcelas en parcelas diferentes, $p < 0.05$		270	419

## DISCUSSION

Los datos presentados ofrecen buena evidencia de la sostenibilidad y estabilidad de los sistemas basados en el uso de leguminosas arboreas. Mesmo en las parcelas extras, sin ningun fertilizante mineral ( Cuadro 5), los rendimientos se mantuvieron durante seis anos. Aparentemente, los sistemas con cultivos de callejones y de mantillo funcionan muy mejor con frijol que con maiz. Este efecto se puede explicar por mayor tolerancia de frijol a la sombra, suplimiento de nitrogeno y otros elementos al frijol cuando la planta es mas capaz de utilizarlos, o mejoras en las condiciones fisicas del suelo que aumenta la disponibilidad de agua al frijol en la epoca seca. Solamente, hay datos en el presente trabajo(Cuadro 3) para sustener el ultimo hipotesis. Es interesante notar que frecuentemente, el frijol respondio a  $N_k$  mineral en la presencia de enmiendas con alto contenido de N.

La falta de cambio en las características de los suelos refleja el alto contenido de materia organica de los suelos de La Montana y el hecho de que todas las parcelas del propio experimento recibieron una fertilizacion de manutencion de fosforo y potasio. Aumentos en el nivel de potasio son genralmente reportados en el cultivo en callejones (Kang et al., 1985; Yamaoah et al., 1986; Macklin, et al.1988) pero ningun de estos autores hizo analisis estadistico de los cambios en características del suelo. En general, los cambios en calcio y magnesio son menos consistentes.

En Puriscal, los rendimientos de frijol, debido principalmente a suelos de menor profundidad, fueron mas bajos. Sin embargo, en Junquillo, cultivo en callejones produjo aumentos significativos a la produccion de frijol en dos anos. El efecto fue mayor en los sitios donde la produccion de frijol en las parcelas controles fue mas baja, indicando que el cultivo en callejones puede aumentar la produccion de frijol en tierras marginales. Los rendimientos de frijol con callejones de gliricidia tambien se mantuvieron durante los tres o cuatro anos de datos. En San Carlos, ni mantillos ni cultivo en callejones tenian el mismo efecto que en Puriscal pero, como indican los rendimientos en las parcerelas controle, se trataba de suelos de mayor profundidad , menos agotados por muchos anos de cultivo.

## CONCLUSIONES

1. Cultivo en callejones de maiz y frijol en asocio con las especies lenosoas Erythrina poeppigiana y Gliricidia sepium fue mas existo con frijol y Erythrina.
2. Aplicacion de ramas y hojas de Erythrina o Gliricidia fue mas existoso que el cultivo en callejones, indicando que la competencia entre arboles y cultivos es el mayor limitante del sistema. Mesmo con el alto requerimiento de mano de obra, aplicacion de mulch en la ausencia de fertilizante mineral fue el tratmiento que produjo mayor beneficio economico.
3. Basado en los resultados de seis anos, el cultivo de maiz y frijol en callejones es un sistema sostenible. Sin embargo, un sistema donde los arboles y los cultivos son fisicamente mas separados resulta en mayor produccion de cultivos y retorno economico. La mecanizacion de tal sistema puede aumentar su atractivad.
4. Las respuestas a mantillos y cultivos de callejones fue mayor en suelos mas agotados donde la produccion de frijol sin enmiendas fue baja.

## BIBLIOGRAFIA

- ARAYA, S., D.KASS, J. BEER, and R. DIAZ-ROMEY. 1986. Efecto de madero negro (Gliricidia sepium L. (Jacq.) Steud. en un sistema maiz-frijol en relevo en Acosta-Puriscal, San Jose. Paper presented at lo Congresso Nacional Forestal. San Jose, Costa Rica. 10-14 Nov. 1986. 11p. Mimeo.
- BAZAN, R. 1974. Fertilizacion con nitrogeno y manejo de leguminosas de grano en America Central. p. 234-251 en Bornemisza y Alvarado, eds. Manejo de Suelos en la America Tropical. North Carolina State univ. Raleigh
- DANIELSON, R.E. y P.L. SUTHERLAND. 1986. Porosity. p. 443-462 en Klute, ed. Methods of Soil Analysis Part 1. 2nd Ed. ASA Madison.
- DIAZ-ROMEY Y HUNTER. 1978, Metodologia de muestreo de suelos, analisis quimico de suelos y tejido vegetal e investigacion de invernadero. CATIE Turrialba, Costa Rica. 68 p.
- GEE, G. y J.W. Bauder. 1986. Particle size analysis. p. 383-411 en Klute, ed. Methods of Soil Analysis Part 1. 2nd Ed. ASA Madison.
- GUEVARA. 1976. management of Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit for maximum yield and nitrogen contribution to intercropped corn. Ph.D. Thesis. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii. USA 126 p.
- HUTTON. 1984. Breeding and selecting leucaena for acid tropical soils. *Peq. Agropec. Bras.* 19: 263-274.
- ICRISAT, 1986, 1987. Annual Report
- IITA. 1980. Alley Cropping. p. 36-42 in International Institute for Tropical Agriculture. annual Report for 1980. Ibadan, Nigeria. 1981.
- IITA. 1986. Performance of Leguminous shrubs in alley cropping trials at Kagasa, Rwanda. p. 34-5 en IITA. annual Report for 1986, Ibadan, Nigeria
- IITA. 1987-8 . Annual Report
- KANG, B.T., WILSON, y SIPKENS, L. Alley cropping maize (Zea mays) and Leucaena leucocephala Lam. in southern Nigeria. *Plant and Soil* 63: 165-179. 1981.
- KANG, B.T., GRIME, H., y LAWSON, T.L. 1985. Alley cropping sequentially cropped maize and cowpea with Leucaena on a sandy soil in Southern Nigeria. *Plant and Soil* 85: 267-277.
- KANG, B.T. y G.F. WILSON. 1987. The development of alley cropping as a promising agroforestry technology p. 227-243 en Steppeler, H. y P.K.R. Nair, eds. *Agroforestry, a decade of development*. ICRAF. Nairobi
- KASS, D. 1987. Alley cropping of annual food crops with woody legumes in Costa Rica. p. 197-208 en Beer, J. H.W. Fassbender, y J. Heuvelink, eds. *Advances in Agroforestry Research*
- KASS, D. y J.F. ARAYA. 1987. Alley cropping with Gliricidia sepium (Jacq) Walp. on farmers fields in Costa Rica 50-58 en *Gliricidia sepium* (jacq. Walp.) management and improvement. NFTA Spec. Pub. 87-01.
- KASS, D. Y R. DIAZ-ROMEY. 1986. Effect of prunings of woody legumes on nutrient losses in sustained crop production on a Typic Humitropept (Humic Cambisol) *Trans. XIII Cong. Int. soc. Soil Sci.* 3: 801-802.

- KASS, D. y M. JIMENEZ. 1986. Effect of applying prunings of Gliricidia sepium to maize and beans on an Oxix Dystropept in San Carlos , Costa Rica. NFTRR 4: 11-12.
- KASS, D.L., A. BARRANTES, W. BERMUDEZ, W. CAMPOS, M. JIMENEZ, y J. SANCHEZ. 1989. Resultados de seis años de investigación de cultivos de callejones (alley cropping) en La Montana, Turrialba. El Chsqui No. 19 ( en prenta)
- MACKLIN, B. B. JAMA, K. RESHID, y A. GETAHUN. 1988. Results of alley cropping with Leucaena leucocephala and Zea mays at the Kenya Coast. Leucaena Research in India. Berlin.Hamburg; Verlag Paul Parey.
- SAIZ DEL RIO, J.F. y BORNEMISZA. 1967. Analisis quimico de suelos: metodos de laboratorio para analisis de fertilidad. 2da. Ed. IICA. Turrialba, Costa Rica  
107 p.
- SALAZAR, A. y C.A. Palm . 1987. Screening of leguminous trees for alley cropping on acid soils of the humid tropics.=  
p.61-67 en  
Gliricidia sepium (jacq. Walp.) management and improvement. NFTA Spec. Pub. 87-01.
- SANCHEZ, P.A. 1987. Soil productivity and sustainability in agroforestry systems.p. 205-223  
Steppler, H. y P.K.R. Nair, eds.  
Agroforestry, a decade of development. ICRAF. Nairobi
- SINGH, G.B. 1987. Agroforestry in the Indian Subcontinent: past, present, and future. p.117-138  
Steppler, H. y P.K.R. Nair, eds.  
Agroforestry, a decade of development. ICRAF. Nairobi
- SSEKABEMBE, C.K. Perspectives on hedgerow intercropping.  
Agroforestry systems 3: 339-356.1985
- STEINER, K.G. 1982. Intercropping in tropical smallholder agriculture with special reference to West Africa. Schriftenreihe der GTZ. No. 137. Eschborn GTZ.
- SUMBERG, J. 1984. Alley farming with Gliricidia sepium. Germplasm evaluation and planting density.  
Small Ruminant Program. Ibada, International Livestock Center for Africa . 11p. Mimeo.
- VEGA, L.E., C. VAN EIJK-BOS, y L.A.MORENO. 1987. Alley cropping with G. sepium (Jacq.) Walp. ("Mata Raton") and its effect on the soil losses on hillslopes in Uraba, Colombia.p. 68-69  
en Gliricidia sepium (jacq. Walp.) management and improvement. NFTA Spec. Pub. 87-01.
- YAMOAH, C.F., A. AGBOOLA, and K.MULONGOY. 1986. Decomposition , nitrogen release and weed control by prunings of selected alley cropping shrubs. Agroforestry Systems 3: 238-245.

## ALGUNAS MEJORAS AL CULTIVO DEL FRIJOL EN SUELOS ACIDOS

Donald L. Kass  
CATIE

Los suelos acidos en America Central son principalmente en las Ordenes de Ultisols y Inceptisols. Suelos acidos de otros ordenes como los Spodosol y Oxisol y grupos Ultic de los Alfisol (Kamprath, 1984) son de muy poca extension. Altos niveles de aluminio intercambiable, normalmente considerado el mayor limitante al frijol en el tropico (CIAT, 1984), estan asociados principalmente con los Ultisol. Por hacer complejos con el aluminio, la presencia de altos contenidos de materia organica puede reducir el contenido de aluminio intercambiable (CIAT, 1984) en suelos de origen volcanico, incluyendo unos subordenes que no son Andepts como los Humitropept, Dystropept, y Haplohumult (Kamprath, 1984).

Una practica frecuente, por evitar problemas de sobre-encalado y reducir los costos de aplicar cantidades grandes de cal es de aplicar cantidades de cal solamente suficientes para reducir la saturacion de aluminio intercambiable a un nivel no problematico (Cochrane, 1980). Sin embargo, es frecuentemente necesario aplicar hasta 3 veces el equivalente de Cal para neutralizar cada cmol de aluminio intercambiable porque el aluminio complejado por la materia organica no es determinada por extraccion con KCl pero puede consumir iones  $\text{OH}^-$  adicionados a neutralizar el aluminio intercambiable (Kamprath, 1984). Este efecto de aluminio complejado por la materia organica sera mas grande en los Humult y otros suelos derivados de ceniza volcanica. Sin embargo, revisando resultados de Puerto Rico, Uganda, y Venezuela, Kamprath (1984) noto que fue necesario neutralizar todo el aluminio intercambiable para obtener rendimientos maximos en frijol Phaseolus. En Brasil, principalmente en suelos con baja capacidad de intercambio cationico y niveles de aluminio intercambiable bajo pero niveles de saturacion altos, se ha encontrado mas recomendable encalar para obtener un nivel deseado de saturacion de bases que simplemente neutralizar el aluminio intercambiable en cultivos de maiz, soya, y algod6n (Van Raij, de Camargo, Cantarella, y da Silva, 1986).

Por no ser el cultivo de frijol muy extensivo en suelos con altos niveles de aluminio intercambiable y por la existencia de material genético con cierto grado de adaptacion a niveles moderados de aluminio intercambiable, el encalado de frijol no es una practica muy comun en America Central. Adem6s, la aplicacion de cal a suelos con alto grado de carga dependiente de pH, que son bastante comun en America Central, puede resultar en aumentos de los niveles de aluminio intercambiable (Kamprath, 1984). Sin embargo, lineas de frijol por supuesto tolerantes a suelos acidos demuestran una repuesta a encalado de 80 a 125% en suelos con mas que 50% de saturacion de aluminio (Cuadro 1) (CIAT, 1984).

Por las razones arriba expuestas, se ha realizado pocos experimentos con encalado de frijol en America Central. Sin embargo, principalmente en relacion con proyectos con otras finalidades, como determinar respuestas a fosforo o inoculacion con rizobio, se ha realizado unos experimentos con encalado en suelos con niveles de saturacion de aluminio de 15 a 75%. Adem6s,

Cuadro 1. Respuesta de materiales tolerantes a suelos acidos a encalado y fosforo en Quilachao, Colombia (CIAT, 1984). ( suelo encalado con 400 kg/ha de Cal dolomitico para producir una saturacion de aluminio de 50%)(CIAT,1984)

Linea	Sin estres (Cal y P)	Estres de P (9 kg/ha de P)	Estres de Al (400 kg/ha de cal dolomitico)
-----kg/ha a 14% humedad-----			
NAG 60	2335	1166	1082
BZ 4605-1	2042	1150	1102
A 440	1843	1110	781
A 254	1872	1011	1069
A 257	2064	1006	1406
BZ 729-1	2021	906	1311
Carioca	2313	1309	1189
Rio Tibaji	2252	965	1055
C.V. (%)	8.2	13.6	15.8

en un sitio en Costa Rica, se observo altos niveles de manganeso que fueron reducidos por la aplicacion de cal( Cuadro 2)(Kass, Jimenez, Bermudez y Cedeno, 1985).

Bajo un convenio con AID-PSTC , la Universidad de Costa Rica y CATIE realizaron experimentos de campo con frijol en seis sitios en Panama y Costa Rica durante 1987-1988. Dos de los suelos, localizados en Rio Frio y Pursical, Costa Rica, fueron Ultisols on mas que 20% de saturacion de aluminio. Un suelo fue un Humitropept en Turrialba con una saturacion de aluminio de 35%. Los otros tres suelos fueron Dystrandepths con pH en agua de 5-6 y saturaciones de aluminio de 5 a 20%. Los pH en KCl de los tres suelos fueron mas que una unidad abajo de su pH en agua. En los suelos con niveles de saturacion de aluminio mayores que 20% se utilizo tratamientos con cal.

Los resultados para un Typic Paleudult ( Guarumal, Puriscal), un Andeptic Haplohumult ( Rio Frio), un Hydric Dystrandepth( Coto Brus), y en Typic Dystrandepth son presentados en los Cuadros 3abc..En los Ultisols hubo respuesta a cal en las variedades Talamanca, Huetar, y Huasteco. La respuesta a cal fue significativa solamente en el Typic Paleudult que tenia mayor nivel de saturacion de aluminio (40%). La interaccion cal X variedades no fue significativa. Por tener menor nivel de saturacion de aluminio (20%) se aplico menores niveles de cal en el Andeptic Haplohumult de Rio Frio. Este suelo, por supuesto, tiene cantidad considerable de aluminio complejado por la materia organica. El aumento de 50% en el rendimiento observado cuando aplico 0.8 t/ha de Cal no fue significativa pero el coeficiente de variabilidad en este experimento fue 37% (Cuadro 3a y 3b).

Cuadro 2. Respuesta de frijol, var. Talamanca a encalado, fosforo, y inoculacion en tres sitios (Typic Paleudult) de San Carlos con diferentes niveles de aluminio y manganeso (Kass et al., 1985)

	SITIOS					
	La Trinchera		La Fama I		La Fama II	
% Sat Aluminio	22.5		18,7		64.0	
Olsen Mn (ul/L)	102		147		101	
% Materia organica	3.73		3.97		4.27	
--Rendimiento de frijol (kg/ha) a 14% humedad--						
Tratamiento	- Cal	+ Cal	- Cal	+ Cal	- Cal	+ Cal
O	231	546	687	1192	84	280
P	295	608	860	777	403	323
PK	185	651	696	1209	124	341
PKInoc	226	504	716	1034	388	304
NPK Inoc	386	729	1050	1039	323	437
Significancia de F	P y N		P		P y N	
Nivel de Mn en las hojas de frijol ( ug/g)						
O	344	408	394	239	582	342
P	314	548	391	379	509	286
PK	436	538	438	256	846	292
PK Inoc	370	449	504	337	718	345
NPK Inoc	684	857	550	498	719	447
Significancia de F	P y N		P, Cal, N, Inoc		P, Cal	
<u>Ganancia neta ( c1000/ha)</u>						
O	8.3	17.0	24.6	40.2	3.0	7.4
P	8.7	17.3	29.1	23.5	12.6	7.1
PK	3.4	17.6	21.8	37.6	1.2	6.4
PKInoc	4.8	12.2	22.4	31.3	10.6	5.0
NPK Inoc	18.4	19.0	33.6	30.2	7.1	8.5

En el Humitropept, se realizo un experimento con tres cultivares de frijol (ICA Pijao, Puebla 152, y Iguacu), con y sin Cal, con y sin P aplicado al suelo, con y sin P aplicado foliarmente, y con y sin imbibicion de la semilla<sup>4</sup> en una solucion enriquecida con P. El arreglo fue factorial 3 X 2<sup>4</sup> con una repeticion. Se realizo otro experimento en parcelas divididas con un factorial 2<sup>3</sup> en las parcelas principales y cinco niveles de P en las subparcelas con la variedad ICA PIJAO. Los factores en las parcelas principales fueron cal, aplicacion foliar de P, y imbibicion de la semilla. Los resultados se presentan en los Cuadros 4 y 5. El efecto de Cal fue significativo pero la interaccion Cal X Variedades no fue significativo, i.e. cada variedad respondio a Cal. Imbibicion de fosforo por la semilla solamente fue efectiva en la variedad Puebla 152, que tiene semilla mas grande, en la ausencia de Cal y P aplicado al suelo. La respuesta a fosforo fue menos cuando la semilla imbibio fosforo, cuando aplico P foliar, o, especialmente, cuando encalo (Cuadro 5).

Cuadro 3a

Análisis de varianza de cuatro experimentos realizados por la UCR en cuatro sitios de Costa Rica (Bornemisza, Sancho, y Molina, 1988)

	GUARUMAL			COTO BRUS			RIO FRIO			FRAIJANES		
	Typic Paleustult			Hydric			Andeptic			Typic		
				Dystrandept			Haplohumult			Dystrandept		
Fuente de Variabilidad	DF	MS	Signif. F	DF	MS	Signif. F	DF	MS	Signif. F	DF	MS	Signif. F
Reps	2	241582	0.32	2	56291	0.01	2	23963	0.39	2	134571	0.00
Variedad												
Frijol	1	491360	0.18	2	525125	0.06				2	5924	NS
Resid	2	115530		4	83666							
Cal	2	652334	0.00				2	80459	0.11			
CalX Var	2	104112	0.13									
Resid	8	39691										
Niv. P	4	1872848	0.00	4	177861	0.14	4	88106	0.004	4	56636	0.009
P X Var.	4	80960	0.40	8	217954	0.05				8	9938	NS
P X Cal	8	57447	1.00				8	27678	0.171			
VarXPXCal	8	62071	1.00									
Resid	48	77835		24	92579		24	17062		28	13752	
C.V.		30.31%			43.22			37.47			39.86	

Cuadro 3b. Efectos principales de los factores en los experimentos de Guarumal, Coto Brus, Rio Frio, y Fraijanes  
Efectos principales (kg/ha);

	<u>Guarumal</u>	<u>Coto Brus</u>	<u>Rio Frio</u>	<u>Fraijanes</u>
VARIEDADES FRIJOL:				
Talamanca	924	917	353	301
Huasteco	776	637		267
Huetar	562			
Chirripo				310
CAL				
0-	680		0 - 276	
3 T/ha	943		0.8 T/ha- 423	
6 T/ha	927		1.3 T/ha- 359	
Niveles de P				
0	600	600	186	149
100	986	1300	337	277
200	947	675	407	350
300	940	1175	407	320
400	776	833	425	367

Cuadro 3c.: Interacciones significativas

P X Variety:	Guarumal	Coto Brus	Rio Frio	Fraijanes
Talamanca:				
0	611	600		188
100	1144	1375		192
200	947	675		362
300	1033	1175		368
400	883	833		393
Huasteco:				
0	589	808		142
100	828	1000		316
200	947	275		406
300	847	500		330
400	669	600		356
Huetar:				
0		341		
100		433		
200		741		
300		558		
400		733		
Chirripo				116
				322
				281
				261
				353

PX Cal:

	Guarumal	Rio Frio
0 CalX		
0 P	404	0 P 271
100P	816	100 P 221
200 P	712	200 P 319
300 P	845	300 P 213
400 P	621	400 P 360
3T ha <sup>-1</sup> Cal X:		0.8 T ha <sup>-1</sup> Cal X:
0 P	675	0 P 145
100 P	1191	100 P 486
200 P	1095	200 P 495
300 P	1017	300 P 527
400 P	738	400 P 458
6T ha <sup>-1</sup> Cal X:		1.3 T ha <sup>-1</sup> Cal X:
0 P	720	0 P 143
100 P	950	100 P 302
200 P	1033	200 P 409
300 P	958	300 P 481
400 P	971	400 P 459

Cuadro 4. Analisis de varianza del experimento 3X 4<sup>2</sup> en un Typic Humitropept in Turrialba, 35% de saturacion de aluminio

Fuente de variacion	DF	SC	Valor F	Prob > F
Variedades	2	2117459	24.2	0.0001
Fertilidad (0 o 300kg/ha P)	1	5931632	136.3	0.0001
Aplicacion foliar de P	1	139665	3.1	0.1008
Imbibicion de semilla con P	1	641996	14.74	0.0027
Encalado ( 0 o 5 t/ha)	1	306752	7.15	0.0224
Var X Fert	2	466230	5.35	0.0238
Var X Fol	2	871	0.21	0.99
Var X Imb	2	634257	7.28	0.0097
Var. X Cal.	2	24945	0.29	0.7564
Fert X Fol	1	2649	0.06	0.8097
Fert X Imb	1	418693	9.62	0.0101
Fert X Cal	1	53774	0.67	0.4313
Fol X Cal	1	967	1.24	0.2901
Imb X Cal	1	391143	8.98	0.0121
Varied X Fert X Fol	2	107348	1.23	0.3288
Varied X Fert X Imb	2	175828	2.02	0.1791
Varied X Fert X Cal	2	86152	0.99	0.4026
Varied X Fol X Imb	2	47567	0.55	0.5941
Varied X Fol X Cal	2	302055	3.47	0.0679
Varied X Imb X Cal	2	91679	1.05	0.3816
Fert X Fol X Cal	1	4332	0.10	0.7583
Fert X Fol X Imb	1	6120	0.14	0.7149
Fert X Imb X Cal	1	39307	0.90	0.3624
Fol X Imb X Cal	1	249350	5.73	0.0357
Residuo	11	478951		

C.V. 17.04 %

a.) Interaccion entre variedades, Imbibicion, P al suelo, y Cal

Variedad	Variedad X Efecto de P al suelo ( 300 kg/ha de P) X Efecto de imbibicion de P por la semilla				Var X Cal		Promedio por variedad
	-P,	-P,	+P,	+P,	-Cal	+Cal	
	-IMB	+IMB	-IMB	+IMB			
	----kg/ha a 14% humedad-----						
ICA Pijao	1211	862	2282	1720	1448	1589	1519
IGUACU	700	735	1713	1032	934	1157	1045
PUEBLA 152	772	953	1358	1346	1049	1165	1108

b.) Interaccion entre encalado, P al suelo, y imbibicion

	-Imb	+IMB	-IMB	+IMB
	-P	-P	+P	+P
sin encalado	671	874	1668	1373
Con encalado	1118	838	1902	1360

Cuadro 5

Rendimiento de frijol, porcentaje de rendimiento maximo, concentracion de P en solucion de suelo, y concentracion de P foliar asociado con diferentes niveles de fertilizacion de fosforo (Turrialba, 1987)

Sistema de manejo	Nivel de P aplicado (kg/ha)	Rendimiento de frijol (kg/ha) (14% humedad)	% de rendimiento maximo(1)	Concentracion de P en solucion de suelo(2) (ppm)	Concentracion de P foliar (%)
<b>Controle</b>					
	0	842	34,9	0.063	0.585
	150	2064	69.2	0.072	0.605
	300	2266	90.7	0.081	0.545
	450	2609	99.3	0.093	0.570
	600	2571	95.2	0.105	0.605
<b>Encalado ( 5t ha<sup>-1</sup>)</b>					
	0	1479	61.3	0.068	0.510
	150	2170	81.4	0.077	0.595
	300	2325	94.1	0.088	0.645
	450	2414	99.7	0.109	0.620
	600	2508	98.1	0.114	0.610
<b>Aplicacion de P foliar</b>					
	0	1181	52.1	0.063	0.570
	150	2046	75.5	0.072	0.580
	300	2263	91.1	0.081	0.620
	450	2131	99.0	0.093	0.675
	600	2402	99.3	0.105	0.670
<b>Imbibicion de P por la semilla</b>					
	0	974	55.2	0.063	0.550
	150	1719	80.4	0.072	0.610
	300	1718	95.9	0.081	0.620
	450	1961	100.2	0.093	0.640
	600	2042	98,8	0.105	0.620
<b>Significancia de la prueba F</b>					
		Sistema			
		P linear		P linear	
		P cuadratico		P cuadratico	

(1) Porcentaje rendimiento maximo estimado de la curva de respuesta

(2) Concentracion de P en solucion de suelo estimada de la isoterma de adsorpcion.

Es interesante notar que en la presencia de cal, a pesar de aumentar la respuesta a fosforo a niveles bajos de este elemento, la respuesta a fosforo fue menor a niveles altos de P. En encalado tambien aumento el contenido de fosforo en las hojas de frijol asociado con rendimiento maximo.

En el Hydric Dystrandept en San Andres, Panama, la saturacion de aluminio en el horizonté superficial fue de 33.4%. Entonces se aplico 1 t/ha de  $\text{CaCO}_3$  equivalente en dos de los tratamientos. Se utilizo tres variedades de frijol sembradas en Panama (Rosado, Renacimiento, y 105 R) (Samudio, 1988). Debido al nivel bajo de zinc extraido por el metodo de Olsen se incluyo tratamientos con y sin Zn. Los resultados son presentados en el Cuadro 6. Se nota que se obtuvo respuesta a encalado solamente con la variedad Rosado. Sin embargo, los mayores rendimientos de frijol fueron obtenidos con esta variedad con Cal a todos los niveles de P. Tambien, la aplicacion de Cal reduce la cantidad de P necesario para obtener 95% del rendimiento maximo (requerimiento externo).

Las variedades 105-R y Renacimiento fueron las unicas de las utilizadas en los trabajos reportados aqui que no respondieron a Cal en un suelo con mas que 25% de saturacion de aluminio. En todos los otros casos, cualquier cultivar de frijol respondio a encalado en suelos con mas que 20% de saturacion de aluminio. El grado de respuesta tambien indico una tendencia a aumentar conforme aumento el nivel de saturacion de aluminio. En los sitios en San Carlos, la presencia de altos niveles de Manganeso disponible talvez resulto en una respuesta a Cal mayor que lo esperado segun el nivel de saturacion de aluminio. Debido a la disponibilidad de cal en la region y la frecuencia de la respuesta obtenida, es talvez valido incluir su aplicacion en una estrategia para aumentar la productividad de frijol en la region.

#### Literatura citada

- Bornemisza, E., F. Sancho, y E. Molina. 1988. Informe final de la UCR para el convenio UCR-CATIE, desarrollo de tecnologia apropiada para reducir el efecto de diferentes mecanismos de retencion de fosforo en suelos centroamericanos. UCR. 134 p.
- CIAT. 1984. Tolerance to acid soils. p.105 en Annual Report, 1984. Bean Program. CIAT. Cali, Colombia
- Cochrane, T.T., J.G.Salinas, y P.A.Sanchez. 1980. An equation for liming acid mineral soils to compensate crop aluminum tolerance. Trop. Agr. (Trinidad) 57: 133-140.
- Kamprath, E. 1984. Crop response to lime on soils of the tropics p. 349-368 en Adams ed. Soil Acidity and Liming, 2a Edicion. Mon. 12. ASA Madison.
- Kass, D., M. Jimenez, W. Bermudez, y L.G. Cedeno. 1985. Respuesta del frijol comum (Phaseolus vulgaris L.), var. Talamanca a aplicaciones de caliza y fosforo en suelos con altos niveles de aluminio y manganeso en la zona Atlantica de Costa Rica. Memoria XXXI Annual Reunion PCCMCA. San Pedro Sula, Honduras 3:165-176.
- Samudio, A. 1988. Requerimiento externo de tres cultivares de frijol (Phaseolus vulgaris L.) sembrados en San Andres, Panama. Tesis. M.S. CATIE. Turrialba. 117 p.
- Van Raij, B., A. P. de Camargo, H. Cantarella, y N.M. da Silva. 1986. Exchangeable aluminum and base saturation as criteria for lime requirement of soils of the humid tropics. Trans. XIII Cong. Int. Soc. Soil Sci. Hamburg. Alemania. 3: 998-999.

Cuadro 6. RESPUESTA A FOSFORO EN SAN ANDRES, PANAMA

(de Samudio, 1988)

Rendimiento de frijol a 14% humedad - kg ha<sup>-1</sup>

	Nivel de P (kg ha <sup>-1</sup> )			
	0	200	400	600
Sin cal y sin Zn				
Var. Renacimiento	1967	2735	2339	2512
Var. Rosado	1499	2352	2271	2838
Var. 105-R	1779	2317	2443	2398
Con cal, sin Zn				
Var. Renacimiento	1403	2136	2210	2383
Var. Rosado	2190	3078	3389	2825
Var. 105-R	1465	2093	2212	2356
Con cal, con Zn				
Var. Renacimiento	1843	2333	2543	2574
Var. Rosado	2183	2960	2901	2825
Var. 105-R	2042	2303	2229	2416

CUADRO 6b Requerimiento Externo de Tres Cultivares de Frijol bajo sistemas diferentes de manejo en San Andres, Panama

	95% Max. Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>	Cantidad de P necesario kg ha <sup>-1</sup>	Requerimiento externo de P mg kg <sup>-1</sup>
Sin Cal, sin Zn			
Var. Renacimiento	2471	197	0.029
Var. Rosado	2721	559	0.042
Var. 105-R	2368	255	0.031
Con cal, sin Zn			
Var. Renacimiento	2252	331	0.027
Var. Rosado	3187	224	0.024
Var. 105-R	2333	338	0.027
Con cal, con Zn			
Var. Renacimiento	2456	294	0.026
Var. Rosado	2955	234	0.024
Var. 105-R	2272	309	0.026

## EL CULTIVO DE FRIJOL EN COSTA RICA

### CLASIFICACION Y MANEJO DE SUELOS

Ing. José F. Corella V.

#### RESUMEN

Este documento se elaboró para el Sexto Foro Internacional sobre Taxonomía de Suelos. En él se presentan los acápites de factores generales de suelos, clasificación y aptitud de suelos para el cultivo y algunos comentarios sobre manejo de estos suelos con énfasis en fertilización.

El Capítulo dedicado a factores generales de suelos comenta de manera general los tipos de suelos en que se siembra frijol y las condiciones físico-químicas de suelo que requiere el cultivo para su óptimo crecimiento.

En el segundo Capítulo se da una clasificación de suelos, basada en la topografía, origen y aptitud de los suelos para el crecimiento adecuado del cultivo de frijol. Se indican, en el mapa generalizado de suelos de Costa Rica, los suelos aptos para el cultivo; además se presenta un cuadro en donde se ha calculado las áreas potenciales de suelos que existen en el país para el cultivo mencionado.

El último Capítulo versa sobre manejo de suelos; en él se comentan las características físicas que presentan algunos de los suelos ya citados. (Clasificación). También se tratan las características de fertilidad de suelos que presentan los suelos aptos para el cultivo de frijol en Costa Rica; se elaboró un cuadro sobre los principales problemas de fertilidad de los suelos en Costa Rica. Por último, se dan recomendaciones de abonado para cada uno de esos grupos de suelos, con referencia al cultivo de frijol en Costa Rica.

## CONTENIDO

### Introducción

1. Factores generales de los suelos
  
2. Clasificación y aptitud de los suelos para el cultivo de frijol en Costa Rica
  - 2.1. Suelos de relieve plano
  - 2.2. Suelos de relieve ondulado
  - 2.3. Suelos de relieve muy ondulado a colinado
  - 2.4. Suelos de relieve muy colinado a montañoso
  
3. Manejo de Suelos
  - 3.1. Características físicas de suelos
  - 3.2. Características de fertilidad de suelos
  - 3.3. Recomendaciones de fertilización

## INDICE DE CUADROS

### Cuadro

1. Área potencial de suelos con aptitud para el cultivo de frijol común en las diferentes zonas de Costa Rica
2. Principales problemas de fertilidad de suelos en Costa Rica

## INDICE DE FIGURAS

### Figura

1. Mapa de suelos aptos para el cultivo de frijol en Costa Rica

## 1. FACTORES GENERALES DE LOS SUELOS

En Costa Rica el frijol se cultiva en diferentes tipos de suelos con diversas deficiencias o toxicidades nutricionales, que pueden limitar el desarrollo de la planta y su rendimiento. En nuestro país, el frijol se produce en la zona montañosa, en donde predominan los suelos de origen volcánico (Andepts); también en la zona de pie de monte (Tropepts, Humults), en suelos aluviales, (Tropepts, Ustolls, Udolls) y en gran diversidad de suelos (Humults). Las deficiencias de fósforo y nitrógeno son las más frecuentes aunque también las carencias de elementos menores y la toxicidad de aluminio y manganeso, pueden restringir considerablemente los rendimientos en ciertas áreas.

La mayoría de los autores coinciden en indicar que el cultivo del frijol requiere suelos fértiles, con buen contenido de materia orgánica; en relación con la textura del suelo, también hay gran coincidencia entre los autores en que las más adecuadas son las texturas medias a moderadamente pesadas.

El frijol requiere suelos con buena aireación y drenaje, ya que es un cultivo que no tolera suelos compactos, poca aireación y acumulaciones de agua.

El pH óptimo para producir frijol fluctúa entre 6.5-7.5; dentro de este límite, la mayoría de los elementos nutritivos del suelo presentan una máxima disponibilidad para la planta. El frijol tolera pHs hasta de 5.5, aunque debajo de ese límite presenta generalmente síntomas de toxicidad de aluminio y/o manganeso. Cabe destacar que nuestro país posee grandes extensiones de terreno (53.1 % de los suelos de Costa Rica), que presentan un

pH inferior a 6.5 .

El exceso de sales de sodio disminuye la asimilación de nutrimentos por la planta; además , dispersa los minerales arcillosos del suelo, entorpeciendo por ende el drenaje. El frijol tolera un porcentaje máximo de saturación de sodio de 8-10 % y una conductividad eléctrica hasta de 1 mmhos/cm, por encima de estos niveles los rendimientos disminuyen significativamente.

## 2. CLASIFICACION Y APTITUD DE LOS SUELOS PARA EL CULTIVO DE FRIJOL EN COSTA RICA

Los suelos de las zonas frijoleras de Costa Rica presentan grandes diferencias en los caracteres físico-químicos y por ende de su manejo.

A continuación se presenta el mapa generalizado de suelos compilado por el Ing. Alexis Vásquez M., sobre el cual se ha superpuesto el mapa ecológico del cultivo de frijol en Costa Rica y el mapa de las principales zonas productoras de frijol en el país.

De las zonas que cumplen los requerimientos ecológicos para la producción de frijol, se eliminaron los suelos mal drenados (Saprist, Hemist Aquents, Aquepts), de texturas pesadas (Usterts, Uderts) y los suelos de poco desarrollo (Orthents).

Por último se calculó el área a los suelos seleccionados y se elaboró el Cuadro 1, utilizando como base la descripción del mapa generalizado de suelos de Costa Rica hecho por Vásquez; en el Cuadro 1, además del área se presentan otros aspectos como aptitud para el cultivo, fertilidad al suelo y pendiente.

Seguidamente se ofrece una clasificación de los mismos a nivel nacio-

nal en relación con su topografía, origen y su aptitud para el cultivo.

## 2.1. Suelos de relieve plano (0 a 3% de pendiente)

2.1.1. Suelos aluviales bien drenados; Estos suelos son profundos, oscuros, fértiles, planos, ricos en materia orgánica, friables y de textura media.

Entre ellas se encuentran los Mollisoles (Udolls, Ustolls). Son excelentes para el cultivo del frijol.

2.1.2. Suelos aluviales moderadamente drenados: Son de color pardo, arcillosos, planos, moderadamente fértiles y susceptibles a inundarse ocasionalmente. El cultivo de frijol se adapta bien a estos suelos a menos que se presenten problemas de drenaje.

Se clasifican como Inceptisoles (Tropepts, Aquepts).

## 2.2 Suelos de relieve ondulado

2.2.1 Suelos de origen coluvio-aluvial; Son de relieve ligeramente ondulado, bien drenados, profundos, de texturas medias a moderadamente pesadas, moderadamente fértiles, de colores parduzcos.

Se clasifican como Inceptisoles (Tropepts). Presentan pendientes del 3 al 10 %. Son aptos para granos básicos.

2.2.2. Suelos formados a partir de cenizas volcánicas: Son de relieve suavemente ondulado, bien drenados, profundos, de colores oscuros ricos en materia orgánica, de texturas medias, friables, moderadamente fértiles. Se clasifican como Inceptisoles (Andepts). Tienen pendientes del 3 al 15%. El frijol se adapta bien a estos suelos.

2.2.3. Suelos formados a partir de tobas volcánicas: Son suelos de relieve plano a suavemente ondulado, de moderadamente a poco profundos, de colores parduzcos, de texturas medias a moderadamente livianas, con bueno a excelente drenaje, pero poco fértiles. Poseen pendientes del 3 al 15%. Son medianamente aptos para el cultivo de frijol, ya que requieren un manejo intensivo en aspectos de fertilización. Se clasifican como Inceptisoles (Tropepts).

2.2.4. Suelos formados de materiales Coluvio-aluvial antiguos: Son de relieve suavemente ondulado.. Se presentan en áreas de piedemonte disectadas longitudinalmente, muy meteorizados. Son bien drenados, profundos, de color rojo, de textura arcillosa, poco fértiles. Presentan pendientes del 3 al 15 %. Moderadamente aptos para el cultivo de frijol, ya que necesitan un manejo cuidadoso en la aplicación de enmiendas y de fertilización. Se clasifican como Ultisoles (Udults) e Inceptisoles (Tropepts).

2.2.5. Suelos desarrollados sobre terrazas antiguas erodadas: Presentan un relieve desde suavemente ondulado hasta lomeríos bajos; con textura pesada y poco fértiles. Son profundos, de drenaje externo ligeramente excesivo, de color rojizo; con pendientes del 2-20. Son moderadamente aptos para el cultivo de frijol, necesitan un manejo intensivo en los aspectos de abonado y enmiendas.

Se clasifican como Ultisoles (Humults y Udults).

2.3. Suelos de relieve muy ondulado a colinado

2.3.1. Suelos desarrollados a partir de cenizas-volcánicas: Son de re-

lieve muy ondulado. Son profundos, bien drenados, ricos en materia orgánica, de colores oscuros, de texturas medias, friables, moderadamente fértiles.

Presentan pendientes de 115 a 130 %; son moderadamente aptos para el frijol. Se clasifican como Inceptisoles (Andepts):

2.3.2. Suelos residuales, de relieve colinado: Son suelos moderadamente profundos, muy erodados, de color pardo rojizo de texturas medias a pesadas, poco fértiles. Son de drenaje externo excesivo. Poseen pendientes del 15 al 40 %. El cultivo del frijol sólo se recomienda sembrarlo bajo el sistema de tapado; de lo contrario, necesitaría obras de conservación de suelo de alto costo. Además estos suelos necesitan manejo cuidadoso en aspectos de fertilización. Se clasifican como Inceptisoles (Tropepts) y Alfisoles (Ustalfs).

2.4. Suelos de relieve muy colinados a montañoso.

2.4.1. Suelos formados a partir de cenizas volcánicas: Son de relieves montañosos. Oscuros, profundos, ricos en materia orgánica de texturas medias, moderadamente fértiles. Son de excelente drenaje. Presentan pendientes del 30 al 80 % o más. El cultivo del frijol debe sembrarse bajo sistemas de tapado, de lo contrario se deben efectuar obras de conservación de suelos. Se clasifican como Inceptisoles (Andepts) y Espodosoles (Humods).

2.4.2. Suelos residuales: Son de relieve muy escarpado, de profundos a superficiales, con excesivo drenaje interno. Son de colores rojizo, a texturas pesadas, muy poco fértiles y presentan fuertes síntomas de erosión. Tienen pendientes del 40 al 80 % o más. De uso restringido en el frijol,

la siembra de éste debe hacerse sólo con el sistema de tapado; de no ser así, se deben realizar obras costosas de conservación de suelos. Además, de deben de aplicar las enmiendas y prácticas adecuadas de abonado. Se clasifican como Ultisoles (Udults y Ustults) e Inceptisoles (Tropepts).

### 3. MANEJO DE SUELOS

En este Capítulo se presentan algunas observaciones sobre el manejo de suelos en Costa Rica; también se comentan las principales características físicas de algunos de los suelos mencionados. Como se podrá observar en estas notas, se da mayor énfasis a los aspectos de fertilidad de suelos por ser éstos los más limitantes para la producción de frijol.

No hay que olvidar que el potencial de producción de cultivo de frijol depende de varios factores: a) Potencial genético del cultivar sembrado ; b) Productividad de suelo, que es el factor del cual se analizan ciertos aspectos en este trabajo; c) Condiciones climáticas; y d) Nivel tecnológico aplicado por parte del agricultor; en tanto todos estos factores sean satisfechos o no, se espera una mayor o menor productividad del cultivo de frijol.

De allí que sea conveniente resaltar que los aspectos de suelo son sólo un factor, y que no se pueden esperar altos rendimientos con sólo subsanar ese problema, si se descuidan los demás factores de producción.

### 3.1. Características físicas de los suelos

Las buenas propiedades físicas de los suelos son responsables del adecuado transporte de aire, agua y sustancias solubles a través del suelo.

Dentro de los suelos de nuestro país los Andepts presentan excelentes condiciones físicas. Muchos Ultisoles y Alfisoles son susceptibles a la erosión debido a las pendientes en que se encuentran. Otros suelos con características físicas menos deseables son los Aquents, Aquepts, Psamment, Orthent, etc.

#### 3.1.1. Estructura

Dentro de ese concepto, los diferentes suelos presentan mucha variación; los Ultisoles y Alfisoles con revestimientos de sesquióxidos presentan una estructura muy buena, debido a que las partículas primarias están unidas en gránulos muy estables.

Su alta estabilidad se debe al alto contenido de arcilla y a su cementación o revestimiento con óxidos amorfos de Fe y Al. Otros aspectos importantes, en la estabilidad de la estructura de los Ultisoles y Alfisoles, es su alto contenido de materia orgánica y la plasticidad de las arcillas, que les permite retener humedad.

Los Andepts: Tienen una estructura muy estable, su alto contenido de materia orgánica está íntimamente asociada con la alofana y la mezcla amorfa de óxidos de sílice y aluminio. Los Andepts generalmente tienen una densidad aparente baja, debido a su alto contenido de materia orgánica y a la alta porosidad.

Los Molisoles: Son suelos que presentan una excelente estructura, lo que les facilita la penetración radical, retención de humedad y el buen drenaje.

Los Tropepts: Presentan una buena estructura, aunque no tan estable como la de los anteriores. Ofrecen resistencia al adecuado desarrollo radicular de algunos cultivos y su estructura varía de blocosa subangular bien desarrollada a poco desarrollada.

Por último están los suelos que presentan una estructura de regular a deficiente; entre ellos se encuentran algunos Tropepts, los Aquepts, los Histosoles, los Psamment, Orthents, Aquents, etc.

### 3.1.2. Retención de humedad

Es la capacidad de los suelos de retener agua, para permitir el adecuado crecimiento de los cultivos.

Los Andepts poseen características únicas de retención de humedad, pues retienen considerablemente más agua a tensiones bajas que los otros suelos, debido a su mayor porosidad y al mayor tamaño de los agregados estables; los Molisoles también tienen una gran capacidad de retención de humedad debido a su excelente estructura granular.

Los Ultisoles y los Alfisoles con revestimientos de sesquióxidos parecen tener muy buenas propiedades de retención de humedad.

El resto de suelos presentan valores de retención de humedad muy variable, que va de muy buena a pésima (Orthent, Psamment).

### 3.2. Características de fertilidad de suelos

Los diferentes suelos antes descritos se pueden clasificar en cuatro grupos, de acuerdo con el nivel de disponibilidad de nutrientes aprovechables por la planta.

Grupo A: El primer grupo está formado por los suelos aluviales bien drenados (Udolls, Ustolls y Tropepts). suelos aluviales moderadamente drenados (Troppepts) y los suelos coluvio-aluviales ligeramente ondulados (Tropepts).

En estos suelos la disponibilidad de nutrientes es variable; en los Udolls se presentan acumulaciones de materia orgánica en el horizonte superficial, el contenido de bases es alto a medio. Se consideran los suelos más fértiles del mundo. Otros suelos como los Ustolls, generalmente contienen altos contenidos de materia orgánica y presentan alta saturación de bases; en algunos de ellos se presenta baja disponibilidad de fósforo, alto contenido de calcio, deficiencia de manganeso y la inmovilización de cobre y zinc.

Los Tropepts presentan algunas veces contenidos insuficientes de fosfatos y zinc, aunque no se puede hacer una generalización al respecto.

Grupo B: El segundo grupo está formado por los suelos originados en cenizas volcánicas (Andepts). Estos suelos se desarrollan a partir de depósitos de cenizas volcánicas andesíticas o basálticas, con alto contenido de minerales meteorizables; presentan la formación de ácidos amorfos hidratados, que determinan problemas nutricionales como la alta fijación de fosfatos, boratos y molibdatos, quedando estos elementos poco disponibles para las

plantas. Presentan también deficiencias de zinc.

El predominio de magnesio sobre el calcio puede presentarse debido a la descomposición de silicatos ferrimagnesianos de cenizas basálticas.

Grupo C: Este grupo está formado por los suelos coluvio-aluviales muy meteorizados, suavemente ondulados (Ustults, Tropepts), por los suelos desarrollados sobre terrazas antiguas disectadas de relieve suavemente colinado (Humults, Udults) y por los suelos residuales de relieve colinado y muy escarpado (Tropepts, Humults, Ustults).

Los principales problemas nutricionales de estos suelos se deben a la baja capacidad de retención de cationes y a la elevada fijación de fósforo por los sesquióxidos de Fe y Al libres y Al componente arcilloso.

En síntesis, estos suelos presentan los siguientes problemas:

- Deficiencia de bases (Ca, Mg, K) e incapacidad para retener bases cuando se aplican como fertilizantes.
- Presencia de altas cantidades de aluminio intercambiable, elemento que es tóxico para muchas plantas y muy activo en la fijación de fosfatos.
- Presencia de manganeso libre, que es tóxico para la gran mayoría de las plantas.
- El pH es bajo (5.5)
- Fijación de fosfatos por sesquióxido minerales.
- Deficiencia de molibdeno; especialmente importante para el crecimiento de leguminosas.
- Deficiencias ocasionales de zinc.

Grupo D: El último grupo es el de los suelos formados a partir de tobas volcánicas, de relieve suavemente ondulado a plano (Tropepts). Estos suelos presentan una baja capacidad de retención de cationes, poseen además conte-

nidos insuficientes de fósforo, potasio, calcio, magnesio y zinc.

En el Cuadro 2 se presentan de manera sinóptica los principales problemas de fertilidad de suelos en Costa Rica; además se indica en qué órdenes de suelos se presentan.

Como se observa en dicho Cuadro, el comentario se hace para los principales macro y micronutrientes de las plantas cultivadas.

### 3.3. Recomendaciones de fertilización

Los requerimientos de fertilizantes para cada cultivo de frijol se determinan preferiblemente a través de ensayos de campo en suelos representativos de cada región productora.

Los suelos de Costa Rica se pueden clasificar en cuatro grupos, de acuerdo con su fertilidad. A continuación se dan recomendaciones generales de abonamiento para cada uno de ellos:

a. Suelos de baja fertilidad: Los suelos de este grupo se caracterizan por su bajo contenido de materia orgánica, baja capacidad de intercambio catiónico y el bajo contenido de bases ( $\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K} < 5 \text{ meq}/100 \text{ g}$  de suelo); algunos muestran pH ácido y contenidos deficientes de fósforo.

Para estos suelos se recomiendan 4 o 5 quintales por hectárea de 10-30-10 ó 12-24-12 a la siembra y 2 quintales /ha de nutrán a las 3 ó 4 semanas de siembra.

b. Suelos de fertilidad media: En este grupo se incluyen los suelos que presentan medianos contenidos de materia orgánica y fósforo. La suma de

bases es de aproximadamente de 5-10 meq/100 g de suelo el pH mayor de 5.5 y la capacidad de intercambio catiónico media. Los niveles de abonamiento recomendados son los siguientes:

2 quintales / ha a la siembra con alguna de las siguientes fórmulas:

20-7-12-3-1,2

8-5-15

15-9-15-2

17-4-20-5

2 quintales/ha de nután a las 3 ó 4 semanas

c. Suelos con problema de acidez: Estos suelos son de fertilidad baja, con un alto contenido de aluminio y/o manganeso, pH ácido y alta fijación de fosfatos. Basándose en lo anterior, es conveniente aplicar la misma recomendación para los suelos de baja fertilidad pero, además aplicar de 1.5 a 5 toneladas de Carbonato de Calcio, incorporado al suelo de 22 a 30 días antes de la siembra

d. Suelos volcánicos: Estos suelos son de fertilidad media, pero presentan una alta fijación de fosfatos y algunos muestran deficiencias de zinc y boro. Debido a la alta capacidad de fijación, se recomienda aplicar de 3 a 4 quintales/ha de 10-30-10 ó 12-24-12 a la siembra y luego a las 3 ó 4 semanas 2 quintales/ha de nutrán.

Otros aspectos de la fertilización del frijol

a. Fertilización foliar: En este campo se ha encontrado una respuesta positiva a la aplicación foliar de urea y de micronutrientos; en general se recomienda que la solución de urea no pase del 1% y la de micronutrientos entre 0.5-1%; concentraciones mayores pueden causar pérdidas de área foliar.

b. Frijol tapado: En este sistema de cultivo se ha investigado poco hasta el momento; los resultados experimentales indican que se obtienen buenos rendimientos con la aplicación al voleo de 2 a 3 quintales/ha de 10-30-10 ó 12-24-12, a la siembra o a 2 semanas de ésta.

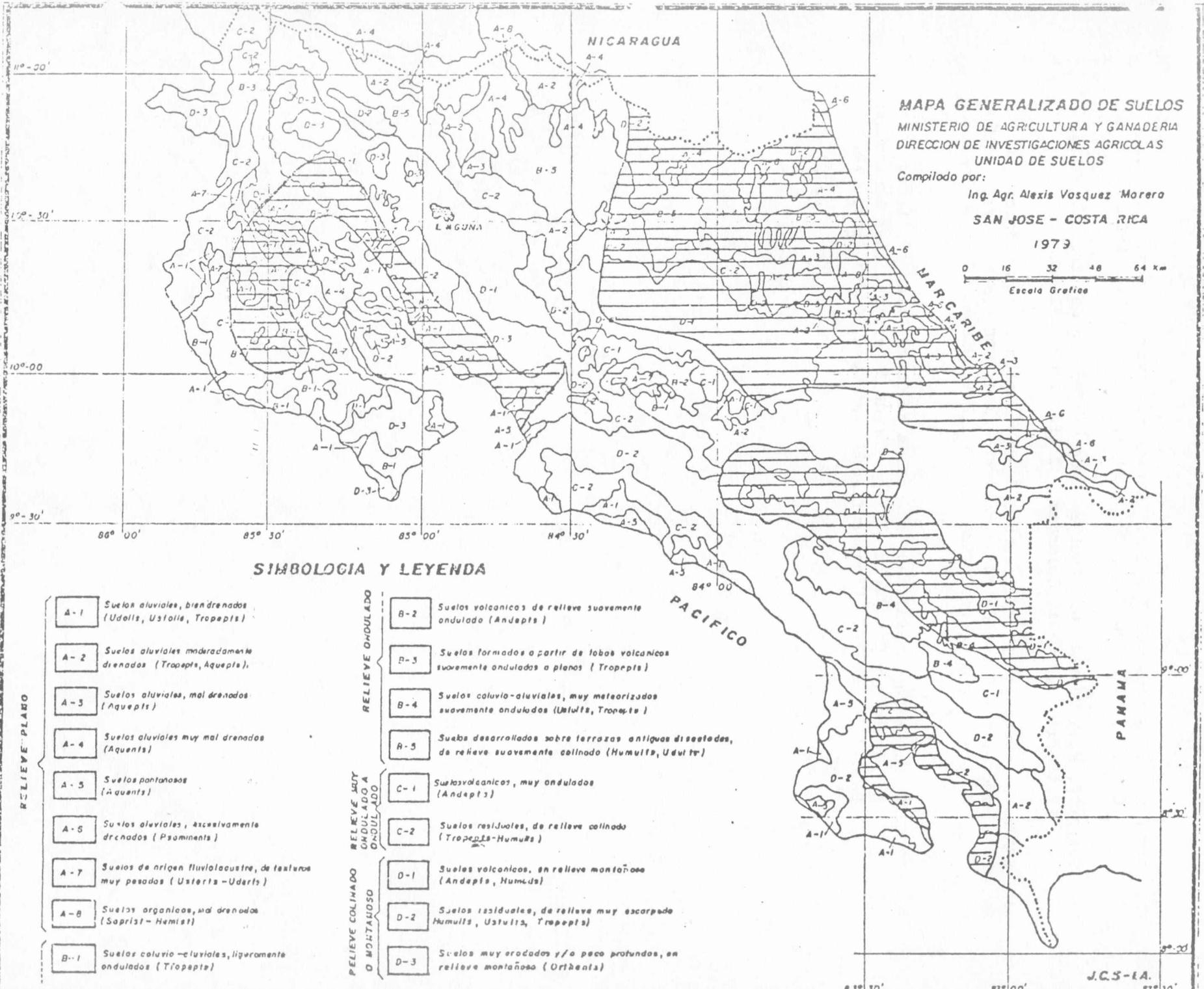
c. Abonos orgánicos: El uso de estiércol de aves de corral en dosis de 4 a 6 toneladas por hectárea, dió excelentes resultados; en suelos de baja fertilidad también se han obtenido buenos rendimientos, con la adición de 2 quintales/ha de 10-30-10 ó 12-24-12 a 3 toneladas por hectárea de estiércol. También la incorporación de la rabiza como abono verde, disminuye considerablemente el uso de nitrógeno (0.5 quintales/ha); por lo que se recomienda este tipo de prácticas para bajar costos.

NOTA: Multiplicar por 46 para pasar de quintales por hectárea a Kg/ha.

#### LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE, J. y SALAS, J. Zonificación del cultivo de frijol en Centroamérica y Panamá. Turrialba 15 (4) 300-306. 1965
2. CARDONA, C., FLOR, C. MORALES, F. y PASTOR, M. Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. 1982.
3. CORELLA, J. Aspectos de fertilización del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en Costa Rica. In Segundo Curso Intensivo de Capacitación del frijol. MAG-UCR-CIAT-FAO. Coronado, San José. IICA, 1983. 22 p.
4. \_\_\_\_\_ Efecto de diferentes dosis de fertilizante (al Suelo Foliar), sobre el rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en un Typic Eutrocept de Costa Rica In Memorias de la XXVIII Reunión anual del PCCMCA. San José, Costa Rica 1982. 200 p.
5. \_\_\_\_\_ Efecto de diferentes dosis de 10-30-10 al suelo y fuentes de abonado foliar, en el rendimiento de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) In Memorias V Congreso Agronómico Nacional, San José, Costa Rica. 1982. Vol 1. 176 p.
6. \_\_\_\_\_ Efecto de dosis crecientes de nitrógeno y fósforo en cinco ensayos de frijol, en diversas localidades en el cantón de Upala. In Memorias de la XXIX Reunión anual del PCCMCA, Ciudad Panamá, Panamá, 1983. 170 p.
7. \_\_\_\_\_ Respuesta del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) a la fertilización nitrogenada y fosfórica en un Typic Eutrocept de Costa Rica In Memorias de la XXVIII Reunión anual del PCCMCA. San José, Costa Rica. 1982. 176 p.
8. LEON, L. Características químicas y de fertilidad de los suelos Tropicales de América Latina. In Curso de Adiestramiento CIAT/IFDC sobre investigación de eficiencia de fertilizantes en los trópicos. Cali, Colombia. CIAT. 1980. 15 p.
9. MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL. Algunos indicadores socio-económicos por cantones. San José, Costa Rica. 1975. 50 p.
10. MONTOYA, J., GARCIA, J. e ICAZA, J. Metodología para la zonificación ecológica de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en Centrocamérica. In Memorias XVII Reunión anual del PCCMCA. Ciudad Panamá, Panamá. 1971. 119-132 p.

11. SANCHEZ, P. Suelos del Trópico: Características y manejo. Trad. Camacho, J. San José, Costa Rica. IICA. 1981. 660p.
12. SCHWARTZ, H. y Gálvez, G. Problemas de producción del frijol. Trad. Victoria, J. Cali, Colombia. CIAT. 1980. 424 p.
13. SPAIN, J. Ventajas y limitaciones de los suelos en los trópicos húmedos. In Curso de adiestramiento CIAT/IFDC sobre investigación de eficiencia de fertilizantes en los trópicos. Cali, Colombia. 1980. 20 p.
14. VASQUEZ, M. Mapa generalizado de Suelos de Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Investigaciones Agrícolas Unidad de Suelos. Mineografiado.. San José, Costa Rica. 1979. 15 p.



**MAPA GENERALIZADO DE SUELOS**  
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
 DIRECCION DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS  
 UNIDAD DE SUELOS  
 Compilado por:  
 Ing. Agr. Alexis Vasquez Morero  
 SAN JOSE - COSTA RICA  
 1973



**SIMBOLOGIA Y LEYENDA**

- RELIEVE PLANO**
- A-1 Suelos aluviales, bien drenados (Udolls, Ustolls, Tropepts)
  - A-2 Suelos aluviales moderadamente drenados (Tropepts, Aquepts)
  - A-3 Suelos aluviales, mal drenados (Aquepts)
  - A-4 Suelos aluviales muy mal drenados (Aquepts)
  - A-5 Suelos pantanosos (Aquepts)
  - A-6 Suelos aluviales, excesivamente drenados (Psamments)
  - A-7 Suelos de origen fluvio-lacustre, de texturas muy pesadas (Usteris-Uderts)
  - A-8 Suelos orgánicos, mal drenados (Saprists-Hemists)
  - B-1 Suelos coluvio-aluviales, ligeramente ondulados (Tropepts)

- RELIEVE ONDULADO**
- B-2 Suelos volcánicos de relieve suavemente ondulado (Andepts)
  - B-3 Suelos formados a partir de lobos volcánicos suavemente ondulados a planos (Tropepts)
  - B-4 Suelos coluvio-aluviales, muy meteorizados suavemente ondulados (Ustolls, Tropepts)
  - B-5 Suelos desarrollados sobre terrazas antiguas disectadas, de relieve suavemente colinado (Humults, Udults)
- RELIEVE MUY ONDULADO A ONDULADO**
- C-1 Suelos volcánicos, muy ondulados (Andepts)
  - C-2 Suelos residuales, de relieve colinado (Tropepts-Humults)
- RELIEVE COLINADO O MONTAÑOSO**
- D-1 Suelos volcánicos, en relieve montañoso (Andepts, Humults)
  - D-2 Suelos residuales, de relieve muy escarpado (Humults, Ustolls, Tropepts)
  - D-3 Suelos muy erosionados y/o poco profundos, en relieve montañoso (Orthents)

J.C.S.-I.A.

CUADRO I. Área potencial de suelos con aptitud para el cultivo de frijol común en las diferentes zonas de Costa Rica.\*

TIPO Y CLASE DE SUELO	PENDIENTE %	FERTILIDAD DEL SUELO	APTITUD PARA EL CULTIVO	PACIFICO NORTE Km <sup>2</sup>	PACIFICO SUR Km <sup>2</sup>	VALLE CENTRAL Km <sup>2</sup>	ZONA NORTE Km <sup>2</sup>	ZONA ATLANTICA Km <sup>2</sup>	AREA TOTAL Km <sup>2</sup>
Aluvial bien drenado (Udolls, Ustolls, Tropepts) Clase II	0-3 %	Alta	Apto	716.60	614.40	12.80	—	—	1344.0
Aluvial moderadamente drenados. (Tropepts) Clase II-III	0-3%	de media a alta	Apto	—	716.30	25.30	1100.80	53.90	1897.10
Coluvio-aluvial (Tropepts) Clase III	3-10%	de media a alta	Apto	110.080	—	69.60	—	—	196.68
Volcánicos (Andepts) Clase II	3-15%	media	apto	—	—	307.20	—	—	307.20
Volcánico, formado a partir de tobas volcánicas (Tropepts) Clase VI	3-15%	baja	Mod apto	522.0	—	—	122.0	—	644.0
Coluvio-aluvial antiguo (Ustulls, Tropepts. Clase III-VI)	3-15%	baja	Mod apto	—	896.0	—	—	—	896.0
Formado en terrazas antiguas, erodadas (Humults, Ustulls) Clase VI	3-15%	baja	Mod apto	—	—	—	2355.20	—	2355.20
Volcánico (Andepts) Clase III	15-30 %	de media	Mod apto	—	1100.80	332.80	—	—	1433.60
Residual. (Humults, Ustulls) Clase VI	30-60 %	baja	poco apto	2476.0	1171.0	403.0	663.0	—	4683.0
Volcánico (Andepts) Clase VI	30-80%	de media a baja	poco apto	122.0	—	115.0	757.0	41.0	1015.0
Residual. (Ustulls, Humults) Clase VI	40-80%	baja	poco apto	—	992.0	1727.0	204.0	550.0	2187.0
TOTAL Km <sup>2</sup>				3946.88	5491.0	1727.0	5152.0	644.9	16962.0

Elaboró: Ing. José Fco. Corrala Vargas.

\* Con las variedades en uso en 1963.

CUADRO 2

PRINCIPALES PROBLEMAS DE FERTILIDAD EN LOS SUELOS DE C.R.

Elemento	Tipo de Suelos
Nitrógeno	Se considera que este nutrimento es deficiente en la mayoría de los suelos tropicales, en especial en suelos con bajo contenido de materia orgánica y en suelos ácidos ( Ultisoles ), con niveles tóxicos de Aluminio y Manganeso.
Fósforo	Es deficitario en todos los Ustalls, Humults y Adndepts; también es deficiente en algunos Tropepts.
Potasio	Es deficiente en Ultisoles o en suelos con alto contenido de magnesio y arcillas 2:1 (Vertisoles).
Calcio	Su deficiencia se manifiesta en suelos ácidos (Ultisoles).
Magnesio	Su deficiencia se presenta en suelos de poca fertilidad y bajo contenido de bases; en suelos volcánicos con altos tenores de calcio y potasio, también en suelos fertilizados con cantidades excesivas de potasio y calcio por largos períodos de tiempo.
Azufre	Su contenido es insuficiente en suelos de poca fertilidad, en especial los Ultisoles.
Hierro	Su deficiencia se presenta en suelos orgánicos o en suelos con pH alto y presencia de carbonatos libres
Zinc	Su deficiencia se presenta en suelos con pH alto; en suelos ácidos que han recibido altas cantidades de Cal y fósforo. También se presenta en andepts y algunos Tropepts.
Manganeso	Su deficiencia se presenta en suelos orgánicos. En suelos minerales con pH alto. También se presenta en suelos ácidos -- sobre encalados. Su toxicidad se presenta en suelos ácidos o de cenizas volcánicas poco drenados y en suelos hidromórficos.
Cobre	Es deficiente en suelos pantanosos, orgánicos o muy arenosos. En C.R. la toxicidad se presenta en suelos que han sido sometidos a aplicaciones de productos cúpricos por períodos de tiempo prolongados.

**ES**  
**CRITERIOS PARA SELECCIONAR LOS NIVELES DE NUTRIMENTOS PARA EL CULTIVO DE FRIJOL SEMIMECANIZADO**  
**EN COSTA RICA PARA UN RENDIMIENTO DE 1,8 TON/HA DE GRANO<sup>1</sup>**

Tipo Suelo	Pendiente (%)	Fertilidad del Suelo		Nitrogeno <sup>2</sup>		Fosforo <sup>3</sup>		Potasio <sup>3</sup>		Magnesio <sup>4*</sup>		Zinc <sup>3*</sup>		Boro <sup>5</sup>		Encalado	
		Suma de Bases	Tipo	% M. O.	Kg/ha N	ug/ml	Kg/ha P	meq/100mm	Kg/ha K <sub>2</sub> O	meq/100mm	Kg/ha de Suelo	ug/ml de Suelo	Kg/ha Zn	ug/ml	Kg/ha B	% SAT AL	Ton/ha CaCO <sub>3</sub>
Aluvial, Moderadamente (Grenado (Udolis, Ustolis, Trocept)	0-3	>10 meq/100g suelo	Alta	< 1,5 1,5-5,0 > 5,0	70 50 30	8,0 8-15 >15	12 8 5,0	< 0,15 0,15-0,20 > 0,20	no hay problemas	< 0,8 0,8-1,5 > 1,5	25 12 8	< 1,5 1,6-3,0 > 3,0	6 4 -	< 0,8	1		
Coluvio-Aluvial (Trocept)	3-10	5-10 meq/100g suelo	Media a Alta	< 1,5 1,5-5,0 > 5,0	80 60 40	8 8-15 >15	14 10 7,0	< 0,15 0,15-0,20 > 0,20	no hay problemas	< 0,8 0,8-1,5 > 1,5	25 12 8	< 1,5 1,6-3,0 > 3,0	6 4 -	< 0,8	1		
Volcánicos ▲ (Andepts)	3-15 30-20	5-10 meq/100g suelo	Media	< 2,5 2,5-6,0 > 6,0 6-11 12	85 65 45 85 65 45	8 8-15 >15	25 15 10	< 0,15 0,15-0,20 > 0,21	no hay problemas	< 0,8 0,8-1,5 > 1,5	25 12 8	< 1,5 1,6-3,0 > 3,0	6 4 -	< 0,8	1	Volcánicos Ácidos 2,0 >20 1,0 11-19 0,5 6-10 0 <5,0	
Volcánico a partir de Tabas (Trocept)	3-15	< 5 meq/100g suelo	Baja	< 1,5 1,5-5,0 > 5,0	100 80 60	8 8-15 >15	30 20 15	< 0,15 0,15-0,20 > 0,21	2,5 15 8	< 0,8 0,8-1,5 > 1,5	40 25 15	< 1,5 1,6-3,0 > 3,0	6 4 -	< 0,8	1		
Coluvio Aluvial Antigua (Ustalfs)	3-15	5-10 meq/100g suelo	Media	< 1,5 1,5-5,0 > 5,0	85 65 45	8 8-15 >15	25 15 10	< 0,15 0,15-0,20 > 0,21	2,5 15 8	< 0,8 0,8-1,5 > 1,5	30 20 10	< 1,5 1,6-3,0 > 3,0	7 4 -	< 0,8	1		
Residual (Ustults, Humults) volcánicos ácidos Andepts)	3-15 30-80	< 5 meq/100 suelo	Baja	< 1,5 1,5-5,0 > 5,0	100 80 60	8 8-15 >15	30 20 15	< 0,15 0,15-0,20 > 0,21	30 20 10	< 0,8 0,8-1,5 > 1,5	40 25 15	< 1,5 1,6-3,0 > 3,0	10 5 -	< 0,8	1	2,0 >20 1,0 11-19 0,5 6-10 - <5	

MÉTODOS DE ANALISIS UTILIZADOS EN LABORATORIO DE SUELOS - M.A.G.

- NH<sub>4</sub>OAC INpH 7,0
- WALKLEY Y BLACK (M.O.%)
- Na (HCO<sub>3</sub>) + EDTA

- 4- KCl IN
- 5- Ca (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)
- 6- % SAT Al =  $\frac{Al}{Ca+Mg+K+Na+Al} \times 100$

OBSERVACIONES:

- Aplicación cada tres años
- Para terrenos que se siembran por tres años o más consecutivos
- ▲ Para suelos Volcánicos ácidos

# DIAGNOSTICO Y AVANCES DE INVESTIGACION EN SUELOS ACIDOS DE LA FRAYLESCA, CHIAPAS, MEXICO. <sup>1</sup>

Bernardo Villar Sánchez <sup>2</sup>

## INTRODUCCION

La Fraylesca, región ubicada en la depresión central del Estado de Chiapas, es considerada en México como importante en actividades agropecuarias. De las 527,210 ha que forman el área cultivable, el 29.4% se dedica a la agricultura y el 42.7% a la ganadería.

El maíz de temporal es el cultivo de mayor superficie: 110 000 ha, las cuales se distribuyen según la fisiografía en 56% en terrazas bajas; 20% en terrazas altas; 14% en laderas y 10% en vegas. El frijol, es otro cultivo importante con 20,000 ha de las cuáles el 25% se siembra en temporal en terrazas y 75% en humedad residual en laderas y vegas.

Los bajos rendimientos observados en estos cultivos (2.1 ton/ha para maíz y 0.465 ton/ha para frijol de temporal) motivaron la realización de estudios de caso, entre los que se mencionan el proyecto INIFAP-CIMMYT, el proyecto INIFAP-U.C.DAVIS y el proyecto INIFAP-CIAT;

---

<sup>1</sup> Información preparada para el curso internacional sobre Manejo Agronómico del Cultivo de frijol auspiciado por CIAT, CATIE, CNP y UCR. San Isidro, Costa Rica, 7-12 de Agosto de 1989.

<sup>2</sup> Investigador de la Red de Leguminosas Comestibles del INIFAP. Ocozocoautla, Chiapas, México.

el primero para maíz, el segundo para frijol de temporal y el último para frijol de humedad residual.

Los problemas: erosión y acidéz del suelo resultaron comunes para dichos proyectos pero la atención se enfocó al segundo ya que se requerían resultados a corto plazo. Las alternativas seleccionadas como promisorias fueron: encalado y variedad tolerante, aunque hasta ahora se ha puesto mayor énfasis a la primera.

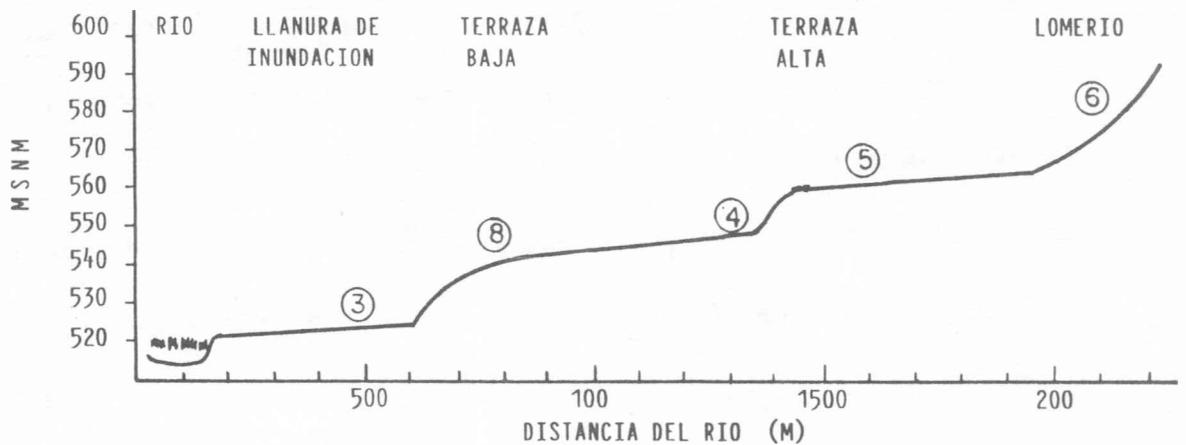
El presente tema resume de manera breve el diagnóstico y los avances de la investigación en el problema acidéz del suelo, detectado para la región de La Fraylesca, Chiapas, México.

#### DIAGNOSTICO

En una encuesta formal realizada en 1983 para maíz se pudo constatar que a pesar de que los agricultores habían adoptado la tecnología recomendada, la productividad era baja y en particular la eficiencia promedio de los fertilizantes. Al buscar las razones más importantes de este problema, se encontró que los agricultores lo atribuían a un "cansancio de la tierra". Por este motivo, se realizó un estudio específico de suelos (Pérez, 1984), cuyos resultados aparecen en la Figura 1. En este estudio se obtuvieron evidencias preliminares de acidez del suelo en la capa arable, sobre todo en las terrazas y vegas, que ocupan la mayor superficie de maíz y donde se cultiva frijol de temporal.

En un estudio posterior realizado en 1986 permitió estimar de manera

muy conservadora que unas 31,500 ha estan afectadas por el problema de acidéz (alto aluminio y bajo pH).



CARACT.	3. FLUVISOL	8. LUVISOL	4. LUVISOL	5. LUVISOL-4 CRISOL	6. LITOSOL FAEOSEM
M.O (%)	1.04 / 0.76 / 0.6	1.84 / .54 / .14	2.5 / 1.9 / .7	2.34 / 2.20 / 1.37	5.18 / 2.78 / 1.91
pH (1:2)	4.8 / 5.3 / 6.2	6.0 / 6.40 / 6.9	4.6 / 5.4 / 5.7	4.6 / 4.7 / 5.2	6.0 / 6.3 / 7.0
Al (ppm)	171 / 41 / 2	1.2 / 1.2 / 0.7	205 / 21 / 16	273 / 226 / 50	1.4 / 0.8 / 0.1
P (ppm)	47 / 12 / 4	16 / 26 / 41	18 / 3 / 0.7	8.7 / 0.7 / 0.5	6.6 / 3.1 / 3.0
Mg (ppm)	66 / 123 / 109	219 / 303 / 343	110 / 263 / 410	17.4 / 52.2 / 106.6	154 / 166 / 155
CIC meq/100g	9.6 / 10.7 / 5.4	12 / 13 / 13	20 / 19 / 16	12.2 / 12.3 / 11.6	19 / 12 / 9
%SAT.BASES	31 / 68 / 98	73 / 76 / 82	32 / 55 / 69	9.6 / 20.3 / 40.3	65 / 67 / 86
TEXTURA	Am / Ma	Ma / Mrg	MgL / Mr	Ma / Mr	Ma / Mrg

FIGURA I. TRANSECTO DEL ESTUDIO DE LOS SUELOS EN SAN PEDRO BUENAVISTA CHIAPAS

#### LAS CAUSAS DEL PROBLEMA

Con base en la información acumulada y la evidencia de numerosos estudios específicos, se plantearon varias causas posibles al problema de acidéz, las cuáles se pueden clasificar en aquellas de tipo fi-

sico-natural y otras de tipo químico-de manejo (Figura 2).

Por un lado, las causas parecen tener su origen en el material parental de naturaleza ácida (granito, gnéiss, rocas volcánicas) y en una erosión laminar ocasionada por una circulación hídrica no controlada a lo largo de la pendiente, la cual a su vez obedece a una mala preparación del suelo y aun exceso de agua ( $P-Ev > 0$ ) en alguna época del año, que además causa una lixiviación de nutrientes.

Por otro lado, sería razonable pensar que el uso continuo de sulfato de amonio (SA) a dosis creciente por más de 15 años (alcanzando, en 1983, 700kg de sulfato de amonio/ha/año) haya contribuido a agravar la acidéz, aunque hasta ahora no se ha logrado cuantificar su efecto en el tiempo.

Independientemente de que estas causas pudieran ser válidas, la interpretación que se dió en un principio a este problema, se basó en el proceso acidificante del suelo vía aplicación intensiva de S.A.

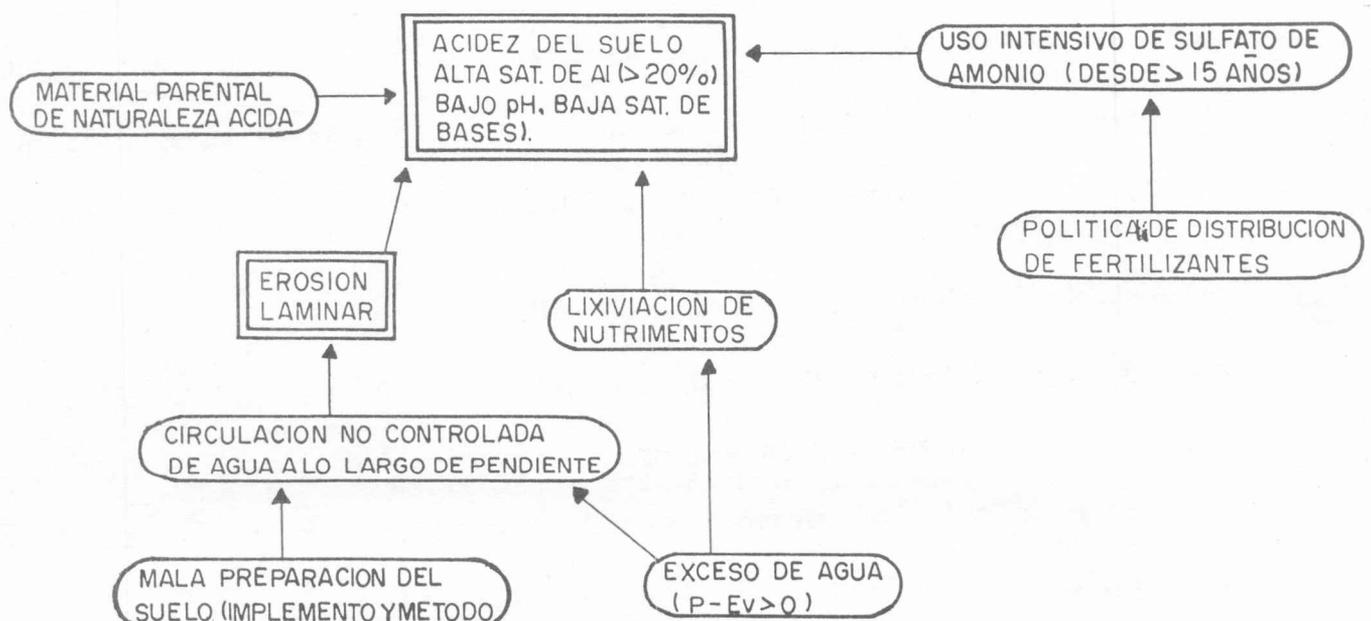


FIGURA 2. PRINCIPALES CAUSAS DEL PROBLEMA DEL SUELO EN LA FRAYLESCA.

## ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Al considerar que el uso intensivo de S.A. es uno de los factores que causan el problema de acidéz del suelo, se planteó el estudio de dos alternativas de solución de corto plazo para maíz; estos fueron: a)- aplicación de cal y sustitución del sulfato de amonio por urea; b)- variedad tolerante a la acidéz.

La primera alternativa fue considerada como más factible ya que: la cal ya existía en la región y era compatible con el sistema de cultivo; su complejidad de manejo y divisibilidad eran similares a la de los fertilizantes ya usados.

Es importante aclarar al lector que al inicio de las investigaciones solo se seleccionaron alternativas de solución de corto plazo, lo cual obviamente no excluía la consideración de otras alternativas en el futuro. De hecho, actualmente se ha pensado en modificar la interpretación del problema al reconocer el efecto de los procesos naturales (entre estos erosión) como causas de la acidéz del suelo; esto necesariamente requiere también de la modificación de la estrategia de investigación para considerarla a más largo plazo.

## AVANCES DE INVESTIGACION EN MAIZ

A) Estrategia experimental.- En una primera etapa se estableció una serie de experimentos para explorar la factibilidad agronómica de la aplicación de cal y su efecto residual. Los niveles de cal fueron: 0 y 3.0 ton/ha de calhidra.

Posteriormente y con base en una respuesta clara y consistente del maíz a la aplicación de cal, se planeó un experimento de niveles de cal para determinar la dosis óptima económica. Los niveles de cal fueron: 0, 1, 1.5, 2.0 y 3 ton/ha de calhidra.

B) Resultados.- En el Cuadro 1 se presenta el efecto de cal sobre el rendimiento de maíz y algunas propiedades químicas del suelo. El análisis de varianza del rendimiento indicó un efecto significativo y consistente de la aplicación de cal, obteniéndose un incremento promedio de 1.13 ton/ha. Además el análisis de los componentes del rendimiento indicó que más del 47% de dicho incremento fué debido a un mayor número de mazorcas/planta.

Los incrementos logrados del rendimiento fueron atribuidos a una reducción de los niveles de aluminio libre del suelo, a un aumento del pH y a un mayor porcentaje de saturación de bases por efecto del encalado.

Cuadro 1. Efecto de la cal sobre el rendimiento del maíz (ton/ha) y algunas propiedades químicas del suelo, La Fraylesca 1984.

Encalado	Loc 1	Loc 2	Loc 3	Loc 4	Loc 5	Promedio
C <sub>0</sub> = Sin cal	1.69	1.80	3.06	2.70	3.20	2.49
C <sub>1</sub> = 3.0 ton cal/ha	2.34	2.74	3.64	4.58	4.80	3.62
Δ C	0.65	0.94	0.58	1.88	1.60	1.13
ANOVA	**	**	**	**	**	**
pH (1:2)	4.4	4.4	5.5	4.3	5.0	4.7
Al (ppm)	170.5	161.0	22.0	272.9	135.5	152.4

\*\*= Significativo al 1%

El análisis económico realizado para el componente encalado, reveló que el incremento mínimo del rendimiento, necesario para hacer rentable dicho componente fué de 0.705 ton/ha, mismo que fué superado ampliamente. Por ello, la aplicación de cal fué considerada como una oportunidad muy promisoras.

Por su parte, un estudio sobre el efecto residual indicó que hubo un incremento de 0.840 ton/ha de maíz en 1985 como consecuencia de la aplicación de 3 ton/ha de cal en 1984. Este incremento supera al límite (0.705 ton/ha) requerido cada año para hacer costear el encalado. La disminución del rendimiento de maíz encalado del primero al segundo año fué de 0.270 ton/ha.

En cuanto al estudio sobre niveles de cal, en el Cuadro 2 se presentan los rendimientos obtenidos con cada dosis. Se pueden observar que con la aplicación de 1.5 ton/ha de cal se obtuvo un incremento de 1.2 ton/ha y con la dosis de 3 ton/ha solo se obtiene un incremento adicional de 40 kg/ha. Esto sugirió que con 1.5 ton/ha de cal se neutralizó la mayor parte del aluminio libre, el cual es responsable de los bajos rendimientos.

El análisis económico basado en el supuesto de una disminución lineal del rendimiento durante un efecto residual de 5 años, indicó que con la dosis de 1.5 ton cal/ha se obtiene el máximo valor residual (28, 735: \$/ha).

Cuadro 2. Rendimiento de maíz (ton/ha) obtenido bajo 5 dosis de cal en tres localidades de La Fraylesca. 1985.

Dosis de cal (ton/ha)	Localidad 1	Localidad 2	Localidad 3	Promedio
C <sub>0</sub> = Sin cal	3.75	1.46	1.68	2.30
C <sub>1</sub> = 1.0	4.16	2.86	2.26	3.09
C <sub>2</sub> = 1.5	4.43	3.56	2.50	3.50
C <sub>3</sub> = 2.0	4.13	2.98	2.41	3.17
C <sub>4</sub> = 3.0	4.63	3.60	2.39	3.54

#### AVANCES DE INVESTIGACION EN FRIJOL

A pesar de que el cultivo de frijol de temporal es actualmente poco importante en cuanto a superficie sembrada en comparación con el maíz, existen antecedentes que en el pasado ocupaba una superficie mayor en rotación con maíz y que poco a poco fué disminuyendo por problemas diversos: enfermedades y plagas; uso de variedades de bajo rendimiento, bajo precio de garantía, entre otros. Sin embargo, la causa hipotética más importante es la acidéz del suelo.

Lo anterior sugirió un estudio de encalado en frijol de temporal para evaluar la posibilidad de incrementar su rendimiento y la superficie de siembra.

A). Estrategia experimental.- En 1988 se estableció una serie de 4 experimentos exploratorios en diversas localidades con problemas de acidéz. Estos consistieron de dos dosis de calhidra (0 y 2.0 ton de cal/ha). Un análisis estadístico y económico fué realizado considerando

do el rendimiento de grano, para cada localidad y de manera conjunta. B). Resultados.- En el Cuadro 2 se presenta el efecto de la cal sobre el rendimiento de frijol y algunas propiedades químicas del suelo. El análisis de varianza del rendimiento indicó un efecto significativo y consistente de la aplicación de cal, obteniéndose un incremento promedio de 0.574 ton/ha.

Por su parte el análisis de los componentes del rendimiento indicó que con el encalado se incrementó: la producción de biomasa, el número y peso de nodulos, la altura de planta, el número de vainas/planta, el número de granos/vaina y el peso de 100 semillas y disminuyó la pérdida de población y el número de plantas inproductivas.

La respuesta significativa del cultivo a la aplicación de cal fué atribuida a que se mejoraron muchas propiedades químicas del suelo (pH, % saturación de Al, % saturación de bases, contenido de calcio). Los factores que más se asociaron con el rendimiento fueron el pH y el % de saturación de aluminio ( $r= 0.85$  y  $r= 0.90$ , respectivamente).

Cuadro 2. Efecto de la cal sobre el rendimiento del frijol (ton/ha) y algunas propiedades químicas del suelo. La Fraylesca. 1988.

Encalado	Obregón	Ocampo	Palenque	Xochimilco	Promedio
C <sub>0</sub> = Sin cal	0.201	0.753	0.540	0.249	0.436
C <sub>1</sub> = 2 ton/ha de cal	0.830	1.368	0.950	0.891	1.010
Δ C	0.629	0.615	0.410	0.642	0.574
ANOVA	**	**	**	**	**
pH (1:2)	5.0/5.9	4.9/6.2	4.6/6.8	4.6/5.5.	4.8/6.1
Al (% SAT)	42/2	23/0	50/23	43/6	39/3

\*\* = Significativo al 1%

El análisis económico realizado para evaluar la factibilidad económica el encalado (basado en la suposición de un efecto residual de tres años) indicó que la tasa marginal de retorno (TMR) del 56% fué casi la misma que la tasa mínima de retorno (TAMIR) del 55%. Esto significa que a pesar de que se demostró que existe una brecha tecnológica a superar en frijol, la dosis de 2.0 ton de cal/ha no fué rentable. Estudios de niveles de cal para determinar la dosis óptima económica fueron sugeridos.

#### RECONOCIMIENTO

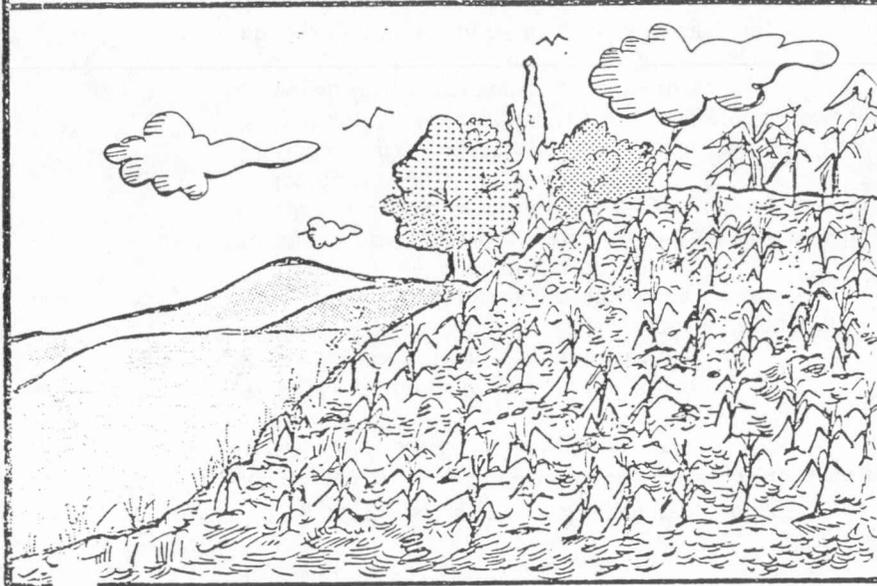
La información contenida en el presente documento fué tomada de las siguientes fuentes: para maíz proyecto INIFAP-CIMMYT; para frijol proyecto INIFAP-U.C.DAVIS.

Agradezco a los compañeros participantes por permitirme utilizar esta información.

## BIBLIOGRAFIA

- Ange, A. 1989. Diagnostic Agronomique des contraintes a la production vegetale dans la petite naturelle de la Fraylesca etat de Chiapas-Mexique. Rapport de mission au CIMMYT du 8 au 23 julliet 1988. CIRAD-IRAT-DRN.
- Buerkert, A.CH. 1989. Effects of liming and soil acidity on stand establishment, nodulation, yield, components of yield, and economics in common bean: an on-farm research approach in Chiapas, México, Thesis master of science U.C.DAVIS 68 p.
- Hibon, A.; Piedra de la, R.; López, B.; Zamarripa, M.; Waddington, S. 1986. On farm research methodologies at work in México. Progress report from La Fraylesca, Chiapas. First draft. 37 p.
- Hibon, A. 1987 Investigación en Campos de Agricultores: Un método operacional de diagnóstico y planeación para la experimentación. Ponencia preparada para el XX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Zacatecas, Zac. 11-14 de noviembre. 38 p.
- Piedra de la, C.R.; Jiménez, V.J.L.; López, B.W.; Hibon, A. y Triomphe, B. 1988. Investigación Adaptativa en Campos de Agricultores. El caso de la Fraylesca, Chis. México. Información preparada para el taller: "Investigación en campos de agricultores". Organizado por el CIFAP-Chiapas, CIMMYT y CIRAD. Tuxtla Gtz., Chiapas, 19-23 de Septiembre.
- Pérez, Z.O. 1984. Transecto del estudio de suelos en el ejido San Pedro Buenavista, Chis. (no publicado) 22 p.
- Villar, S.B. 1988. La investigación en campos de agricultores (ICA) sobre frijol en la región de La Fraylesca, Chiapas, México. Avances. Información preparada para el taller: "Investigación en Campos de Agricultores" organizado por el CIFAP-Chiapas, CIMMYT y CIRAD. Tuxtla Gtz., Chis., 19-23 de Septiembre.

ASOCIACION DE CAFETALEROS  
DE MASATEPE  
"ACAM"



# CERO LABRANZA

HUMBERTO TAPIA B.

1987  
MASATEPE, NICARAGUA

## ¿QUE ES?

Es un método para preparar el suelo en donde se efectuará una siembra, en que se eliminan las malas hierbas pero sin remover el suelo.

## ¿DONDE PONER EN PRACTICA ESTE METODO?

La cero labranza es recomendable usarla en suelos situados en ladera, donde la erosión que provocan las lluvias es dañina para la fertilidad de ese suelo; además, en suelos arenosos y francos en que la retención de humedad es mínima.

## ¿COMO SE PRACTICA?

En un suelo cubierto con malas hierbas, estas pueden ser de consistencia suave o leñosa. En el primer caso, es más fácil usar un herbicida de contacto (Paraquat) para quemarlas, aunque también se puede usar machete para cortarlas. En el segundo caso se recurre a cortarlas con machete. Cualquiera que sean los medios que use para matar las malas hierbas, no use fuego para eliminar los residuos. Los beneficios del método se obtienen por la acción posterior de esos residuos.

## COMO SEMBRAR CON CERO LABRANZA

Existen dos procedimientos manuales y uno mecánico para hacerlo.

Los procedimientos manuales son ejecutados al voleo y con ayuda de espeque.

La siembra con cero labranza al voleo consiste en dispersar la semilla encima de las malas hierbas que se encuentran vivas en el suelo, al terminar la distribución de la semilla se procede a la aplicación del herbicida (preferiblemente paraquat) para matar el follaje si las malas hierbas tienen consistencia débil, si se trata de malas hierbas de consistencia leñosa, se deben cortar con machete.

Para sembrar con cero labranza a espeque, primero se da muerte a las malezas, ya sea usando herbicida o bien machete de acuerdo a las condiciones y aspecto que presenten las malas hierbas en cuanto a su consistencia; después se procede a sembrar utilizando una madera con punta afilada (espeque) con el que se perfora el suelo en el sitio en donde se ubicará la semilla. Es muy importante que el número de semillas a poner por hoyo no exceda de (3) en maíz, (1) en frijol, (5) en sorgo y (5) en arroz, estos números se recomiendan por el efecto de la competencia que se genera al aumentar el número de plantas por sitio produciendo plantas débiles que fácilmente son atacadas por hongos. Las malas hierbas que rebroten después de la siembra deben eliminarse con machete, cortando los tallos lo más cerca del suelo (pica) o bien mediante el empleo de herbicidas aplicados de post emergencia. El sombrero que produce el follaje de la planta productora de granos básicos contribuye a reducir el crecimiento y competencia de las malas hierbas.

La siembra mecanizada con cero labranza, sigue los mismos principios que la siembra con espeque en cuanto al orden de efectuar las operaciones. Para sembrar con máquina, se usan las sembradoras convencionales que conocemos, con la diferencia que se adicionan discos especiales para siembra con

cero labranza, las malas hierbas que rebrotan se controlan con herbicidas de post-emergencia.

### Herbicidas utilizados para el manejo de malezas con cero labranza

Especie	Momento de aplicación			
	Pre-siembra	Dosis/Mz	Post-emergencia	Dosis/Mz.
Maíz	Paraquat (1)	1.5 Lts	Atrazina (2)	4 Lbs.
Sorgo	Paraquat	1.5 Lts	Atrazina	4 Lbs.
Frijol	Paraquat	1.5 Lts	Basagran (3)	2 Lts.
			Fusilade (4)	2 Lts.
Arroz	Paraquat	1.5 Lts	Propanil (5)	2 Lts.
			2, 4 - D (6)	1 Lt.

(1) Nombre comercial (Gramoxone), (2) Nombre comercial (Gesaprim), (3) Si predominan malas hierbas, hojas ancha, (4) Si predominan malas hierbas, gramíneas, (5) Nombre comercial (Stam-F-34, Rogue, Surcopur), para gramíneas, (6) En caso predominen malas hierbas de hoja ancha.

### Especies importantes con las que se puede usar cero labranza

Cero labranza puede usarse en la producción de especies anuales extensivas (maíz, frijol, sorgo, arroz) y también con especies perennes (frutales y otras de uso industrial). Si usá fertilizante espársalo al voleo sobre el suelo con basura una vez que haya sembrado.

### Beneficios que se obtienen del uso de cero labranza

El empleo de cero labranza en la producción agrícola genera grandes beneficios, sobre todo en los órdenes siguientes:

- 1) Conservación de suelo y agua.
- 2) Reducción de la emergencia de malas hierbas
- 3) Disminución en los ataques de plagas y enfermedades.
- 4) Reducción en el uso de maquinaria agrícola.
- 5) Reducción del gasto de combustibles.
- 6) Mayor oportunidad para sembrar en las fechas indicadas, puesto que las labores de preparación del suelo para sembrar sólo se limitan a matar las malezas.
- 7) Reducción de los costos de producción hasta en 40 por ciento.
- 8) Incremento de la productividad hasta en 30 por ciento en concepto de beneficios complementarios del método.

### ¿Es justificable el empleo de cero labranza?

Comience a practicarla y pronto comprenderá el por qué de los beneficios que se señalan. El suelo es un recurso que debe conservarlo, la cero labranza contribuye a lograrlo, sin costos adicionales. Las lluvias escasas se aprovechan mejor con siembras hechas con cero labranza. Todas estas ventajas están a su alcance, empiece a ponerlas en uso y benefíciense de todo esto.

## MANEJO RACIONAL DE MALEZAS Y SIEMBRA CON LABRANZA CERO

Ing. Humberto Tapia Barquero.

### INTRODUCCION

El examen detenido de todas y cada una de las actividades para el establecimiento de plantaciones de frijol común, usando tecnología convencional nos lleva a conocer que el 71-74 por ciento de la fuerza laboral está destinada a "prevenir y/o minimizar el efecto dañino de las malezas" en siembras comerciales, Tapia et al (1989). Estos valores de utilización de mano de obra sugieren que el manejo de malezas es un factor crítico que y por tanto, es el de mayor importancia que influencia los costos de producción y la probabilidad de éxito para obtener mayor productividad de frijol común. Las consideraciones anteriores sugieren la modificación de las relaciones encontradas hasta la fecha.

El reto de producir rendimientos altos en frijol se ve limitado por el techo del mal manejo en la mayoría de los casos; imperceptible pero efectivo, que frena ese avance. Si esto es así, de que sirve un potencial ecológico óptimo y un alto potencial genético productivo, si ambos para su expresión total requieren de manejo agronómico racional, siendo que éste tiene su base en la racionalidad con que intervienen y hacen intervenir las malezas. La importancia que tiene este involucramiento debe tomarse muy en cuenta.

A la luz de la necesidad de producir más alimentos, las limitaciones de origen climático y el alto costo de los insumos para la producción, inducen a pensar en dos aspectos: una metodología segura para producir más frijol con prácticas menos insumistas. Tal es el caso de labranza cero que incorpora a la producción, prácticas para el sostenimiento del agroecosistema; otra es la agroecología, una rama nueva de la ciencia ecológica que contribuye a explicar en forma mejor las relaciones existentes entre los ecosistemas y la agricultura productiva. Los aportes actuales en este sentido evidencian la necesidad urgente de emplear metodología que permitan obtener producciones altas y que a la vez eviten la vulneración de los substratos que soportan la actividad productiva; en tal caso el manejo de malezas debe sujetarse a otro tipo de enfoque, menos destructivo y de mejor sostenimiento del agroecosistema.

## ESTADOS DE LA VEGETACION ESPONTANEA EN LOS AGROECOSISTEMAS DEL FRIJOL COMUN

La vegetación espontánea existente en los agroecosistemas del frijol común es variada, estando en función de la ideología que determina la presencia, abundancia y dominancia de las especies existentes. A esto debe agregarse el manejo que el agricultor ejerce a través del tiempo de explotación de su suelo pudiendo presentarse las alternativas siguientes:

En tiempo	Monoculturas Rotaciones
En espacio	Uniculturas Asocios
En Método	Manual Mecánico Químico

Si cada uno de estos factores esta influenciando el estado de la vegetación espontánea presente, podemos encontrar situaciones diversas; relativas a las malezas existentes sobre todo en lo que respecta a los hábitos de crecimiento. Las comunidades vegetales estarán determinadas en su composición florística por el efecto del tipo de manejo anterior.

El manejo mecánico de malezas inducirá la predominancia de especies bianuales y perennes, este comportamiento será diferente después del manejo químico, siempre en dependencias del espectro de los herbicidas perse o en mezclas, que conduzcan al control de malezas mono y dicotiledóneas en forma sostenida, aunque las aplicaciones dirigidas en forma pre y postemergente tendrán efectos determinantes en la resurgencia y características de la cenosis presente.

El resultado de este comportamiento de manejo hará posible la presencia de plantas de consistencia herbácea y/o leñosa. Las primeras al ser desecadas constituyen un material de mucha utilidad para ser usado como cobertura de suelo y las acciones posteriores que se ejecuten en el suelo seguirán en forma inmediata a la muerte de las malezas, esto no ocurre así con plantas leñosas cuya eliminación requerirá primero de procedimientos mecánicos con el consecuente periodo de descomposición sobre el suelo. Este proceso demanda tiempo adicional en procura de aprovechar el reciclaje de nutrimentos en ese suelo en que se cortaron e inactivaron las malezas, que además aportan materia orgánica.

La elección de especies cultivadas y el diseño usado en el tiempo y espacio constituyen otro factor que causa variación en la cenosis.

### OPCIONES PARA EL MANEJO DE UNA CENOSIS ESTABLECIDA.

Las características de la cenosis y los recursos disponibles para su manejo determinarán las opciones óptimas para su manejo, además que el sistema de producción usado a mediano y largo plazo, harán posible la elección correcta de la práctica a usar.

Tampoco significa que un método determinado al usarlo en un ciclo o en un año debe perpetuarse a largo plazo con expectativas de resultados exitosos; por esto, se darán casos del empleo de prácticas alternas por ciclos o bien el uso de modalidades complementarias en un mismo ciclo.

Para los propósitos y considerando las prácticas por aplicar se pueden elegir entre las siguientes:

- 1 Manual
  - 1.1 A mano
  - 1.2 Con herramientas menores
- 2 Cultural
  - 2.1 Rotación de Cultivos
  - 2.2 Labranza Cero
- 3 Químico
  - 3.1 En Presiembra
  - 3.2 En Preemergencia
  - 3.3 En Postemergencia
- 4 Combinadas
  - 4.1 Mecanizado/Químico

#### 1. MANUAL

##### 1.1 A Mano

Las malezas son eliminadas a mano una vez hayan emergido a la superficie, después de establecida la plantación. La Vegetación espontánea en especial plantas en estado de seis hojas son arrancadas de raíz, esta forma de manejo favorece la limpieza que se debe lograr en la hilera, entre plantas y en las proximidades de ellas. El procedimiento es aplicable a extensiones que son atendidas por mano de obra familiar, posteriormente.

##### 1.2 Con Herramientas Menores

Otra alternativa consiste en el corte de las malezas a ras del suelo, para esto se emplea machete y no se hace remoción de suelo con el objeto de no promover la afloración de más semillas a la superficie, ni tampoco favorecer la erosión hídrica del suelo.

## 2. CULTURAL

### 2.1 Rotación de Cultivos

Con esta se obtiene eliminar malezas semejantes a la especie cultivada, consiguiendo establecer especies cultivadas altamente competitivas con el objeto de reducir poblaciones de malezas determinadas, en estos ciclos se pueden incluir Gramíneas, Pedaliáceas, Suforbiáceas, Doll (1986).

### 2.2 Labranza Cero

Consiste en adecuar el suelo en donde se establecerá la plantación, eliminando la competencia de malezas mediante procedimientos mecánicos (chapeo) o por el uso de un herbicida desecante aplicado de cobertura total, previo a la siembra. En áreas de extensión pequeña la semilla se deposita en un agujero que se abre en el suelo con el uso de un espeque. Para extensiones mayores, se usan también medios mecánicos y químicos, efectuando las labores con tracción mecánica. Así mismo, la siembra se consigue con máquinas sembradas que poseen discos frontales para cortar los residuos de malezas o cosechas anteriores, lo que facilita la consecución de las densidades poblacionales correctas.

A Labranza Cero se agregan otros condicionantes que contribuyen a conseguir la eficacia del procedimiento; éstos consisten en siembras hechas en unicultivo (una sola especie) o siembra en asocio (policultivos), además, del incremento de la densidad poblacional, mediante el empleo de diseños de siembra en hileras angostas y mayor número de plantas por metro lineal de hilera; también debe adicionarse el empleo y aprovechamiento de coberturas muertas, provenientes de la vegetación existente, antes de sembrar o de los residuos de la cosecha anterior y que al chapearlos se dispersan sobre la superficie.

Estos efectos son evidentes en frijol sembrado en unicultivo, en donde el efecto de labranza cero redujo la producción de biomasa de Cenchrus echinatus (L) en 52 por ciento, en igual forma esta práctica indujo en malezas mono y dicotiledóneas reducciones en la biomasa hasta en 44%; labranza cero y la habilidad competitiva de la variedad, producen reducciones hasta del 37%, mientras que distancias en hileras a 20 (m) y densidades poblacionales efectivas de 400,000 Pl/Ha, indujeron reducciones en la producción de biomasa de Cynodon dactylon (L) Pers hasta el 24%, en tanto, sólo la densidad poblacional efectiva de 400 000 Pl/Ha, provocó reducciones de 20% en malezas mono y dicotiledóneas, Tapia et al (1989).

Siembras en asocio maíz-frijol en la misma fecha, usando 66400/500000 Pl/Ha de maíz/frijol respectivamente en suelo manejado con labranza cero y al que se dió tratamiento de Paraquat 1.42 Lt/Ha en presiembra y 1.42 Lt/Ha de pendimetalin de preemergencia se consiguió reducciones en la

biomasa de malezas mono y dicotiledóneas de la siembra en asocio con respecto al unicultivo de maíz estimados hasta de 85.23% al usar maíz variedad NB-100 y 48.54% con la variedad NB-6. Las diferencias que se observan son debidas a la interacción del método de manejo con la variedad de maíz; en las parcelas con NB-6 por poseer follaje más denso, tanto en unicultivo como en policultivo la biomasa de malezas fue que en las de NB-100; Perfecto et al (1988).

En los casos que se usan coberturas muertas, densidades poblacionales altas y siembras en asocio, se aprovecha el efecto beneficioso del sombreado sea de la cobertura sobre el suelo o bien de los follajes de las plantas de las diferentes cultivares empleandos.

### 3. QUIMICO

#### 3.1 En Presiembra

El empleo de herbicidas de contacto en presiembra para desecar la vegetación presente, dependiendo la eficacia de la aplicación, entendiéndose ésta por la dosis aplicada y la distribución de la solución sobre los follajes de las malezas sobre todo en campos con buena cobertura de vegetación adventicio, puede permitir la obtención de campos libres de malezas durante todo el ciclo del frijol, siempre y cuando la frecuencia de micrositios en la plantación sea reducida.

#### 3.2 En Preemergencia

En dependencia de la consistencia y porte de crecimiento de la vegetación indeseable se puede requerir en algunos casos un chapeo previo para eliminar plantas leñosas, previo a la siembra y a la aplicación de herbicidas de preemergencia. Sin embargo, pueden presentarse variantes en las que con presencia de malezas herbáceas y después de instaladas las lluvias, la germinación de las semillas presentes y la emergencia de la nueva generación de malezas bien puede ser manejada con la aplicación de cobertura total de un herbicida de contacto en presiembra que eliminaria la población actual de malezas, ofreciendo ventajas competitivas al cultivo, Tapia (1987).

#### 3.3 En Postemergencia

La desecación eficiente de las malezas presentes en presiembra, o las aplicaciones de mezclas en preemergencia para el manejo de mono y dicotiledóneas, bien pueden evitar las aplicaciones de post-emergencia. Sin embargo, la existencia de Gramíneas perennes, muy frecuentes en campos donde se practica Labranza Cero, bien pueden constituirse en limitantes serias una vez establecidas las plantaciones. Las consecuencias del resurgimiento de estas malezas en etapas avanzadas del ciclo preventivo del frijol no dejan de representar inconvenientes por inoportunar la recolecta y llegando en algunas ocasiones a causar reducciones en la cosecha.

#### 4. COMBINADAS

##### 4.1 Mecánico/Químico

La reducción inicial de la vegetación bien puede hacerse en forma mecánica, apoyada posteriormente por la aplicación preemergente de herbicidas que se localizan en la banda, la presencia de malezas en la calle, fuera del sitio de competencia con las plantas de frijol constituye un elemento de gran significancia en la reducción de los daños que pudieran causar las plagas al frijol, esto resulta evidente con la presencia de *Amarathus* y *Portulaca* en campos de frijol; lejos de generar competencia propician condiciones protectoras contra *Espodóptera* spp. en favor de la planta de frijol; Savoie (1988).

#### SISTEMAS DE MANEJO EN PRESIEMBRA Y SIEMBRA CON LABRANZA CERO

Para el mejor entendimiento de los sistemas a usar la implementación de Labranza Cero y con la que se hace a la vez un manejo racional de las malezas, se hace referencia a denominaciones que tipifican en forma mejor al sistema que da idea del diseño y su ejecución.

Se inicia con metodologías que insume menos maquinaria y mano de obra aplicándose en todos los casos conceptos que involucran los recursos necesarios para el manejo adecuado del agroecosistema del frijol común.

##### TAPADO

Es la forma más primitiva de sembrar y producir frijoles, se fundamenta en la distribución de la semilla sobre las malezas existentes, para esto se procede en franjas para un mejor control; luego se cortan las malezas, dejando que los follajes cubran la superficie y pospuesto las semillas de frijol. Suelos erosionados en ladera o suelos planos con capa arable muy frágil son adecuados para usar en ellos esta metodología. Se excluyen suelos pesados que manejados en estas condiciones hacen que las plantas de frijol perezcan por la humedad excesiva que se propicia.

##### LOCALIZADO

###### A. Mateado

Esta siembra se hace en un suelo sin remover; en el que las malezas fueron inactivadas por medios mecánicos (machete) o químicos (herbicida de contacto). Las semillas se depositan en agujeros, abiertos con un espeque, el número de semillas depositadas por hoyo es variable de 1 - 5 y no se sigue un ordenamiento definido de los sitios que constituyen la plantación. Es característica la presencia de cobertura muerta sobre el suelo.

## B. En Hileras

El procedimiento es esencialmente igual al anterior con la variante que las semillas se orientan en hileras, para hacer las rayas se usa un bidente rayador hecho que favorece en gran forma el mantenimiento de la Fitosanidad de la plantación, permitiendo que cualquier labor que se ejecute, resulte fácil de realizar.

La cubierta muerta que permanece encima del suelo protege contra la erosión hídrica, el resurgimiento de malezas provenientes de semilla, reduce la evaporación del agua, la incidencia de patógenos frondosos y bacteriales, pero incrementa en ciertos sitios las poblaciones de babosas.

## BUEYES

El suelo se acondiciona igual a los casos anteriores, se hace una raya superficial de siembra que señala la dirección en la superficie pero que no voltea el suelo por tener poco peso y la punta roturadora muy fina. El mayor grado de eficiencia se logra en suelos donde la cobertura está constituida por malezas de consistencia herbácea y después de su inactivación continúan pegadas por su raíz.

Su inconveniente en presencia de Mulch muy pesado, es que lo recoge y se atazca con facilidad; levantando el arado al ocurrir esto y separando la basura, trabaja de acuerdo a los objetivos.

## M E C A N I Z A D O

### A. Tapado

Este procedimiento se emplea para siembras en gran escala, se hace uso de maquinaria (tractor y voleadora), la semilla se deposita sobre la maleza, se procede a la distribución de la semilla en franjas a razón de tres y una libra por donde circula la máquina. Convenida la dispersión de las semillas se procede al chapeo de la vegetación que al depositarse sobre la superficie tapa la semilla, debajo de la que germina y posteriormente emerge en caso se decida fertilizar, se puede hacer con la misma máquina después de esparcir la semilla y antes del chapeo de la maleza.

### B. En Hilares

#### B.1 A Mano

La maleza existe, se chapea con un implemento mecánico (Chapeadora) y posteriormente se hacen las rayas con piocha-rayas, debe tenerse cuidado que no existan troncos ni raíces leñosas en el terreno rayando el campo, la siembra y la fertilización se hacen a mano.

#### B.2 Con Sembradora

Después de chapear o desecar la maleza se procederá a sembrar, para esto se puede hacer uso de sembradoras convencionales (bambrum) a la que se instalan en posición frontal discos generados para cortar el

material que se encuentra en la superficie, o bien se usarán máquinas diseñadas para el efecto, que se conducen como taladradoras de residuos; estas máquinas también fertilizan y distribuyen insecticidas granulares para el manejo de insectos de suelo.

Los métodos mencionados con anterioridad son conducentes a no remover el suelo, manejar adecuadamente las malezas mediante su inactivación, a la vez que se aprovecha el valor protector de los materiales para conservar el suelo y el agua, Tapia (1989).

### IMPLEMENTOS PARA EL MANEJO DE SUELO Y SIEMBRA CON LABRANZA CERO

Los implementos y equipos sugeridos para el establecimiento de plantaciones con labranza cero incluyen unos de uso conocido y otros de invención y/o modificación reciente.

#### MACHETE

Hoja de acero, de 5 (cinco) cms. de ancho, 61 de largo, filo en uno de sus bordes, empuñadura en un extremo, peso de 227 gramos se usa para cortar malezas en presiembra y en postemergencia para limpiar una hectárea se requieren 14 jornales y 4 para hacer una pica en la misma extensión.

El mantenimiento se reduce a afirmarlo después de cada jornada de trabajo, la vida útil es de seis (6) meses.

#### VOLEADORA MANUAL

Consta de una tolva cilíndrica con capacidad para tres (3) kilogramos de semilla, en su parte inferior frontal posee una abertura en media luna por donde se expulsa la semilla que la empuja un mecanismo accionado por una manivela que da vuelta a velocidades que controla la fuerza que le imprime la mano del sembrador. La voleadora se adosa al cuerpo del operador por medio de correas que la sujetan.

El uso correcto de este aparato requiere de ajustes en la velocidad de operación de la manivela y en igual forma con el paso del operador. El índice de evaluación del trabajo que realiza se consigue mediante la determinación del número de semillas que deposita por metro cuadrado.

El mantenimiento que debe darse a esta máquina consiste en engrasar las partes mecánicas de la manivela y los engranajes que impulsan las semillas.

#### ESPEQUE

Está constituido por un trozo de madera rolliza de cinco (5) centímetros de diámetro y 1.67 metros de largo; en uno de sus extremos posee una punta en bisel, protegido por un cono metálico

de 12.5 cm. de alto, que se fija en la madera y sirve de protector. El peso es de 2.5 kilogramos. Estas especificaciones hacen que el trabajo que se efectúa con su ayuda resulte eficiente. El mantenimiento de este implemento consiste en eliminar la tierra que se le adhiere durante el trabajo y aplicarle kerosine en la punta para evitar se herrumbre.

#### BIDENTE RAYADOR

Su elemento principal es una varilla de hierro acerado, con dos (2) centímetros de grueso, con ella se hace un arco de tal forma que las puntas quedan distando a 20 centímetros los extremos de esta varilla terminan en puntas afiladas. En la parte superior del arco tiene localizado un cilindro de ajuste, en donde se introduce un mango de madera rolliza con 1.52 metros de largo y que sirve de timón, este implemento pesa 2.5 kilogramos, es accionado por una sola persona, se arrastra sobre la superficie del suelo para señalar las rayas que guíen al sembrador. Se ha empleado en suelos después de desechadas o chapeadas las malezas. El mantenimiento del utensilio consiste en afilar las puntas y protegerlo con kerosine.

#### ARADO LIGERO

Consta de timón, mancera, tiro y reja; está elaborado con madera de laurel, pesa 15 kilogramos, el ángulo de ataque es de 85 grados con respecto a la horizontal, se usa sólo para rayar y no para que voltee el prisma del suelo. Se estima que rayas de (2) centímetros de profundidad son suficientes. El implemento es de tracción animal; el mantenimiento consiste en limpiar la reja y en caso necesario afinar la punta.

#### VOLEADORA MECANIZADA

Consta de una tolva con capacidad de 400 kilogramos, posee un mecanismo circular que hace posible el impulso de las semillas una vez que la barra toma fuerza del tractor que la acciona. La descarga se puede ajustar en tres posiciones que dispone, así mismo la velocidad de la máquina impulsora. Distribuye hasta 1,700 kilogramos por hectárea, expulsa los materiales en anchuras de 5 - 15 metros, dependiendo del peso de éstos. Su posición es trasera en el tractor y la cortina que impulsa es en un ángulo de 180 grados el peso total es de 125 kilogramos sin materiales a distribuir. Se emplea en campos enmalezados sin chapear. El mantenimiento consiste en eliminar los residuos de semilla en la tolva y mecanismo expendedor, engrase de partes móviles y se usa también para fertilizar.

## CHAPEADORA

Constituida por un chasis que soporta en la parte trasera una rueda de apoyo que gira libremente sin control. En la parte central se localiza un motor que encierra engranajes que se acciona con el toma fuerza del tractor, moviendo un par de cuchillas en forma circular. Se usa para cortar malezas cuyos tallos son de 1.5 centímetros de diámetro. La anchura de corte fluctúa de 1.2 a 3.0 metros de corte, con chapeadoras de mayor anchura se puede lograr una hectárea por hora. El mantenimiento debe dirigirse al engrase de las balineras de la barra de transmisión, y de la caja de engranajes, sujeción y afilado de las cuchillas cortadoras.

## PIOCHA-RAYA

Está construida en una barra porta herramientas de 2.66 metros de largo, en ella se sujetan trece piochas con su extremo puntiagudo hacia abajo y el plano hacia arriba que sirve de superficie de contacto con la barra para la sujeción respectiva. Las piochas se atornillan a distancias convencionales que coincidan al distanciamiento que se desea espaciar las hileras de tal forma que sea posible suprimir piochas o agregar otras de acuerdo al diseño de siembra. Este implemento se instala y funciona con suspensión de los tres puntos del hidráulico del tractor; la profundidad de las rayas dependen de la presión de la bomba del hidráulico. El peso del implemento es de 136.4 kilogramos, el mantenimiento consiste en que una vez terminado su uso se le aplica pintura anticorrosiva.

## MAQUINA PARA SIEMBRA DIRECTA

Es una sembradora con tolvas rectangulares que posee compartimentos para semilla, fertilizante e insecticidas granulares, las hay de tres puntos y también de arrastre, están equipadas con discos, encontrados en posición delantera para cortar los residuos que quedan sobre la superficie, los ajustes entre hileras son múltiplos de 17.5 centímetros, pudiendo suprimir descargas por taponamiento dejando aquellos que se ajustan al diseño de siembra elegido. El mantenimiento corresponde a eliminar los residuos de semilla y fertilizante que quedan en las tomas, engrase de balineras que soportan los ejes rotores que acciona la distribución de semilla y fertilizante, así mismo los puntos de apoyo en donde se ubican los discos cortadores, Tapia (1989).

## QUE DEBEMOS ESPERAR EN MANEJO DE MALEZAS EN EL FUTURO

Las malezas siempre han estado presentes y continuaran estando en toda actividad agrícola. Si este principio es cierto como en realidad lo es, a qué se debe nuestro empeño en pretender ejecutar acciones para su exterminio total.

Se ha señalado la importancia de este rubro en el contexto de la Producción Agrícola, pero todo el tiempo ha prevalecido la idea de emprender y aplicar medidas para que estas especies vegetales desaparezcan.

Tomando en cuenta el significado y la represión económica que tienen las malezas tanto en lo ambiental como en lo productivo, urge tomar acciones más efectivas que permitan lograr otros enfoques que resulten más prácticos al momento de su aplicación y de los resultados que se obtengan.

El manejo racional de malezas debe partir del conocimiento mismo de la importancia que tiene la forma correcta de abordar este problema, el punto de mayor relevancia radica en que quienes están involucrados en esta tarea han abordado en forma aislada y cortoplacista esta problemática.

La ciencia de las malezas es muy compleja y considerando su misma naturaleza así también debe abodarsele los fracasos, esfuerzos, inventarios, inversiones costosas, cuentan entre las muchas acciones que aplicadas al problema, mucho han generado los resultados que se esperan. Los procedimientos convencionales de manejo de malezas con todos sus defectos continúan contribuyendo a la propagación y traslado de especies a menos habitats constituyéndose en verdaderas amenazas para la agricultura regional.

Las condiciones económicas de nuestros países y en especial las de nuestros agricultores son precarias, no pudiendo enfrentarse la problemática en forma racional resulta contradictorio que les estemos enseñando tecnologías costosas e ineficaces, por lo tanto día a día se agudiza más la situación sin esperanzas de lograr soluciones aceptables y posibles de aplicación. Las tecnologías, alternativas en el campo agrícola, han demostrado ser eficientes; ante estas evidencias tienen que ser transferidas pero lograrlas en la forma deseada, requieren de un replanteamiento de los enfoques tanto del manejo de conocimiento de los técnicos, como también en el marco de la realidad de los mismos productores, en nuestro caso los frijoleros debemos aspirar a modificaciones efectivas en el contexto productivo, no sin antes demostrar que con los mismos recursos que poseen nuestros productores es posible superar lo que hasta la fecha no se ha logrado por el sólo hecho de estar utilizando procedimientos equivocados.

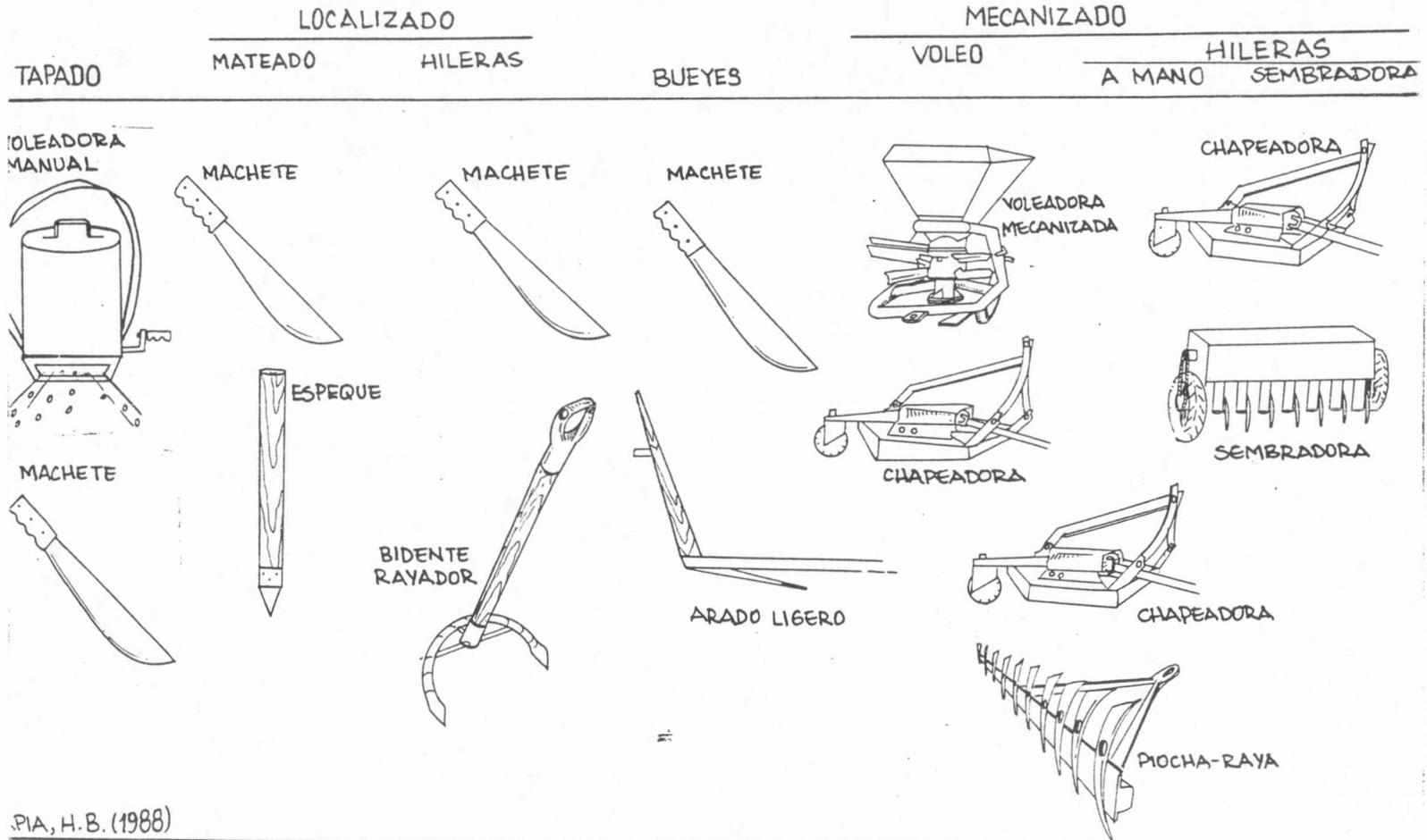
El enfoque del manejo de malezas en plantaciones con labranza cero señala la necesidad de entender que lo sencillo y de poco costo es capaz de resolver limitantes de lo que el abuso tecnológico ha generado en forma constante.

## REFERENCIAS

- Tapia, B. H. Implementos para el Manejo de Suelo y Siembra con Labranza Cero. XXXVa. Reunión Anual del PCCMCA. San Pedro Sula, Honduras. 1989. 12p.
- Tapia, B. H. Manejo de Malas Hierbas en Plantaciones de Frijol en Nicaragua. DIP/ISCA Managua, Nicaragua. 1987. 20p.
- Perfecto, I., K. Savoie., A. Camacho., H. Tapia B. Control de Malezas con Maíz y Frijol Intercalados, Usando dos Variedades de Maíz en Nicaragua. SNR-Michigan/LCB-Midinra/ISCA-Nicaragua. Managua, Nicaragua. 1988. 10p.
- Savoie, K. Alimentación Selectiva por Especies de Spodóptera (Lepidóptera: Noctuide) en un Campo de Frijol con Labranza Mínima ISCA/Managua, Nicaragua. 1988. 12p.
- Doll, J. Manejo y Control de Malezas en el Trópico. CIAT, Cali, Colombia. 133p.
- Tapia, B.H., A. Camacho H., I. Occon P., M. Jiménez G., Manejo Fitosanitario Integrado para la Producción de Frijol Común. XXXVa. Reunión Anual del PCCMCA. San Pedro Sula, Honduras, 1989. 27p.

# IMPLEMENTOS PARA SIEMBRA CON LABRANZA CERO

## SISTEMAS DE MANEJO DE SUELO EN PRESIEMBRA Y SIEMBRA



PIA, H.B. (1988)

NOTA: EN EL ORDEN VERTICAL EN QUE SE MUESTRAN LOS IMPLEMENTOS PARA CADA SISTEMA, ASÍ MISMO ES LA SECUENCIA DE USO.

EN LA EVALUACION DE FERTILIDAD DE UN SUELO SE TIENEN TRES PROCESOS BASICOS

---

1. Muestreo.
2. Metodologías de Análisis de laboratorio.
3. Resultados y recomendaciones.

## 1. MUESTREO

El muestreo se debe de considerar de la siguiente manera:

- a. Area a muestrear.
- b. Número de muestras representativas  
(1 muestras representativas de cada  
2 a 4 hectáreas).
- c. Tipo de cultivo:  
Anual  
Perenne
- d. Profundidad y distribución de raíces.
- e. Epoca de muestreo.

## 22. METODOLOGIAS DE ANALISIS DE LABORATORIO

Su objetivo es obtener índices de disponibilidad de nutrimentos para las plantas.

La disponibilidad de un nutrimento depende de tres factores:

- a. Intensidad (concentración)
- b. Capacidad (cantidad total)
- c. Renovación (sólido a solución)

Las metodologías de análisis deben estar correlacionadas y calibradas con la extracción de nutrimentos por parte de la planta.

### 3. RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

a) Fertilización: Basados en el estado de fertilidad del suelo,

b) Frijol: N = 50 - 75 Kg/ha

$P_2O_5$  = 150 - 200 kg/ha

$K_2O$  = 50 - 75 Kg/ha

Se debe conocer la absorción máxima de los elementos:

N - K - Ca            50 días

Azufre                60 días

Fósforo              Constante durante el ciclo

Relación óptima de nutrimentos:

N -  $P_2O_5$  -  $K_2O$  - S - Ca - Mg

37 - 8 - 26 - 1 - 11 - 2

### LIMITACIONES DEL ANALISIS DE SUELO

- 1.- Heterogeneidad del suelo,
- 2.- Las soluciones extractoras no pueden simular a la planta durante todo su ciclo.
3. La mayor limitación es que la muestra representativa sea realmente representativa del terreno.

VALORES GENERALES DE REFERENCIA PARA INTERPRETAR  
LOS RESULTADOS ANALITICOS DE TEJIDOS FOLIARES EN  
FRIJOL (Phaseolus vulgaris )

Nutriemento	Deficiencia	Normal
N	2.12 %	5.1 %
P		0.35%
K	1.04 %	2 %
Ca	1.44 %	2-5 %
Mg	0,22-0,3%	0,35-1.3%
S		0,20-0,25%
Cu		15-25 ppm
Zn	15-20 %	42-50 ppm
Mn	30 ppm	72-250 ppm
Fe		100-800 ppm
B		20-25 ppm

		nivel crítico		
		DEFICIENTE		OPTIMO
P (ppm)	2	12	20	30
Ca (meq/100)		4°		
Mg (meq/100)	0.12	0.8	2.0	18
K (meq/100)	0.03	0.2	0.4	3
Ca/Mg	0.2	1.2	1.9	6.2
Mg/K	0.2	1.6	3.6	11
Mn (ppm)	0.7	5	10	100
Zn (ppm)	0.4	13	6	36
Cu (ppm)	0.1	1	3	20
Fe (ppm)	1	10	20	80
B (ppm)	0.03	0.2	0.5	8
S (ppm)	2	12	20	80

Soluciones extractoras usadas:

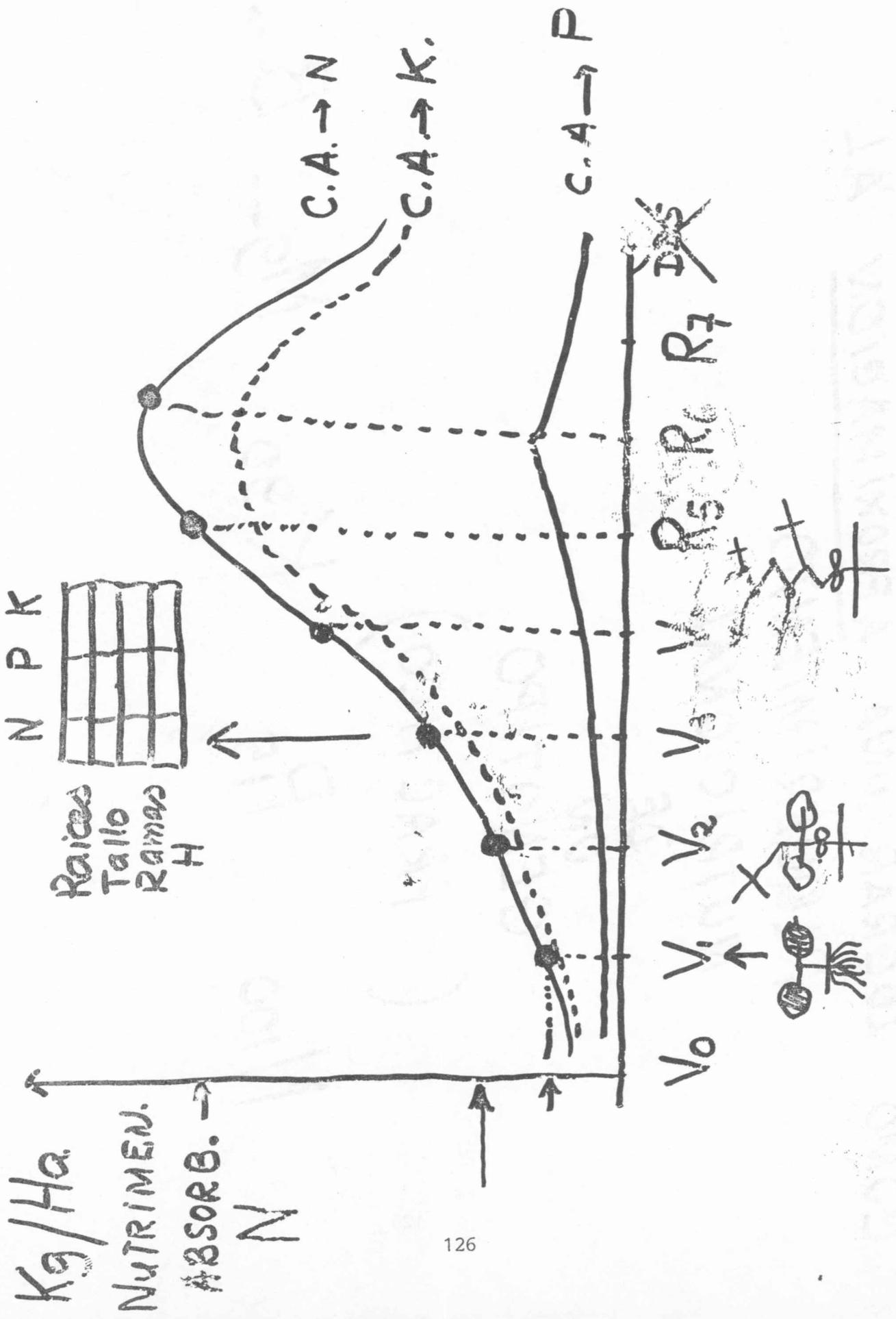
- Olsen Modificada ( $\text{NaHCO}_3$ )
  - KCl 1 N
  - $\text{CaH}_4 (\text{PO}_4)_2$
- P - K - Mn - Zn - Cu - Fe
  - Ca - Mg
  - B - S

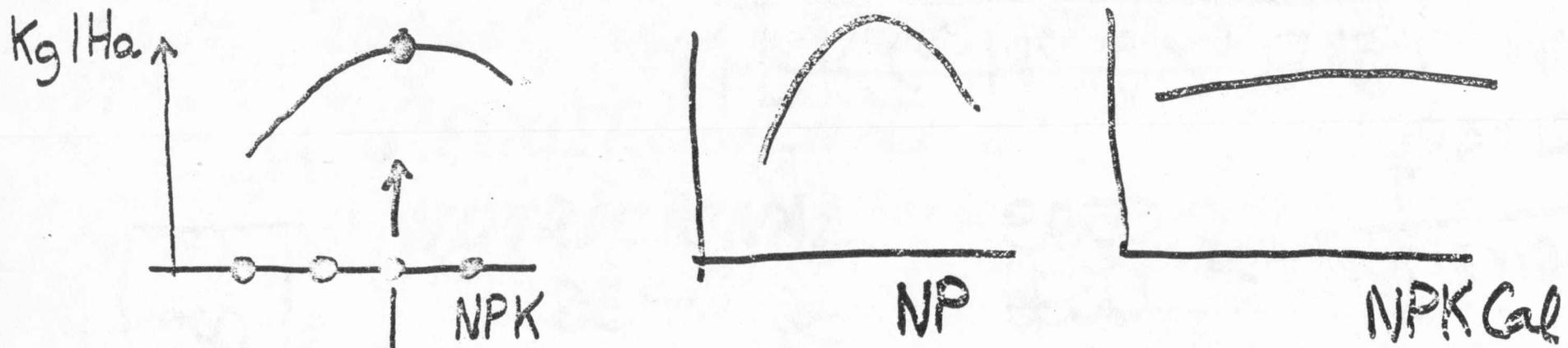
Nivel crítico sugerido para Ca por el MAG



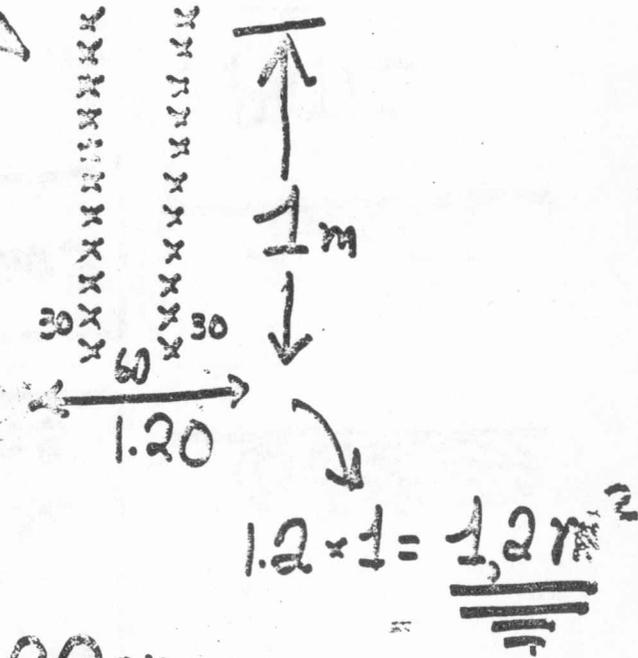
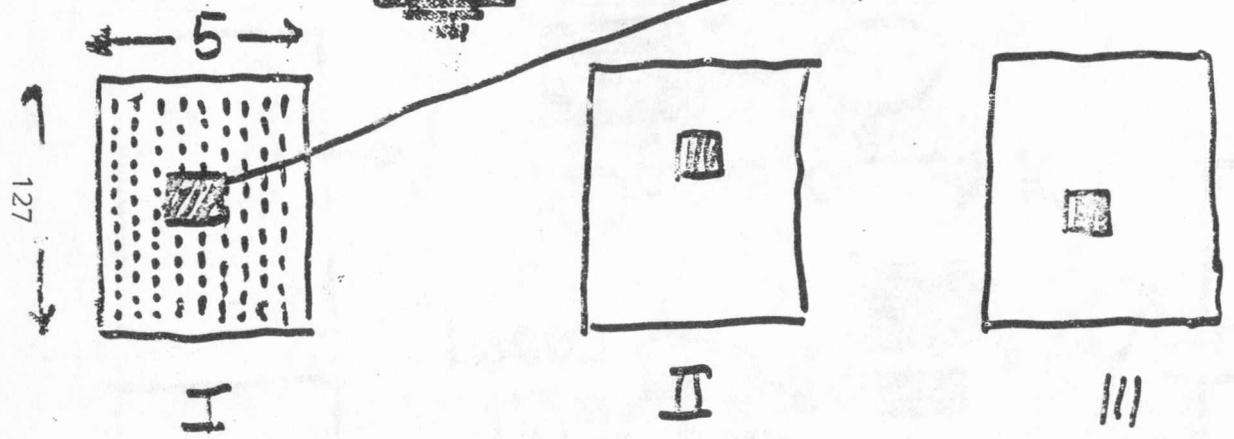
COMO LOGRAR UNA APROXIMACION AL  
REQUERIMIENTO  
NUTRICIONAL  
DE  
UN  
GENOTIPO  
( PRACTICO )

N<sub>100</sub>      P<sub>15</sub>      K<sub>90</sub>      Mg<sub>--</sub>      B<sub>...</sub>





400 Kg (NPK)



D. de S. = 60cm. entre surcos  
 10cm. " plantas  
 MUESTREO por cada repetición, 0-20cm

NO → P, Zn, Mn

Raices



Tallo  
Ramas  
Hojas



vainas



PATIO

+  
ESTUFA.

PESO  
SECO

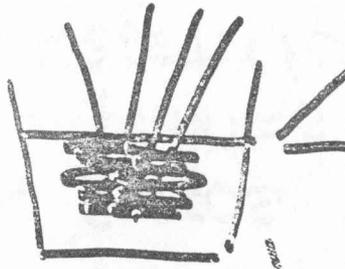
↓  
MOLIENDA

↓  
LABORATORIO

Mg S Zn B Fe C Mn

20

en R8 → Pala



1.2m<sup>2</sup> → PSeco  
10000 →



20



100 gr → a gr de K



128

20



%



NPKG

# IDEAS PARA UNA PRODUCCIÓN SOSTENIDA DEL FRIJOL EN RWANDA (Africa)

1. Introducción
2. Integración de la agroforestería en sistemas de producción de frijol
3. Integración de plantas tipo "abono verde"
4. Conclusiones / resumen

## 1. Introducción

- Ubicación de Rwanda:
  - Corazón de Africa
  - Alturas de 1'400 - 2'300 metros
  - Clima bimodal ( $\sim 20^{\circ}\text{C}$  promedio)



Temporada H: sept. - enero

" B: feb. - junio

800 - 1300 mm de lluvia/año

Condiciones favorables  $\Rightarrow$   
 densidad alta de población (350 - 700 hab./km<sup>2</sup>)  
 95% en agricultura; bajo nivel de educación

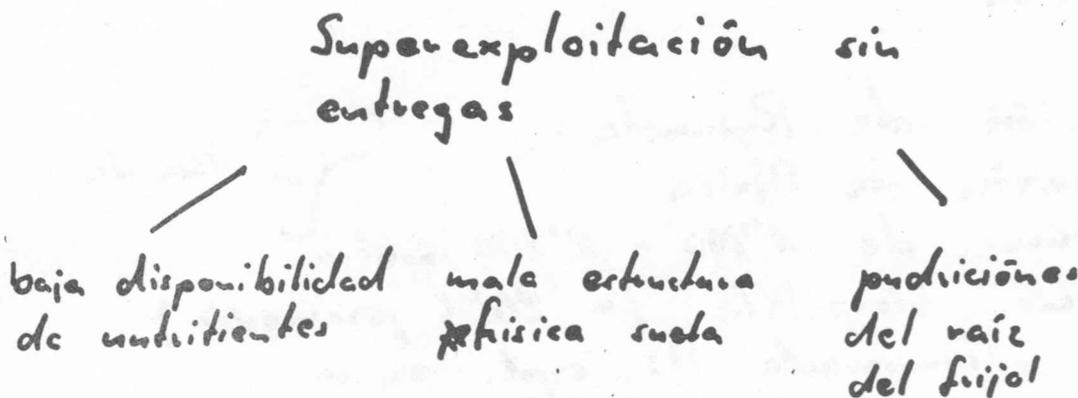
- Agricultura en Rwanda:
  - Superintensivo (0.8 ha por "finca")
  - cultivos:
    - frijol
    - platanos (caveza)
    - ipomea batata
    - maíz
    - sorgo
    - manioc
    - café (por obligación)

Primer Objetivo : Autosubsistencia

Factores los más limitantes para la producción agrícola :

- Tierra disponible
- Baja fertilidad
- Problemas fitosanitarios

Analysis :



Variación de problemas con sistema de manejo del campo

- Frijol / sorgo
- Platano / frijol

Diferencias entre sistema de manejo más grande que entre fincas !

Gobierno de Rwanda: (bueno)

! Tenemos que intensificar la agricultura!

(Pero: No hay dinero para abono, agroquímicos etc.)

Nuestro problema:

¿Cuál es la contribución del fijol como cultivo principal a la solución de los problemas más importantes de la agricultura?

## 2. Integración de la agroforestería

Intensificación

Reemplazar fijol arbustivo por voluble

Estabilizador (⇒ producción sostenida)

Integración de árboles leguminosos para la producción de estacas en primer lugar; (fijan N y producen biomasa como productores secundarios)

→ Fig. A

Que quiere la comparación

T  
Empieza la adopción  
de tecnologías para  
la producción de estacas

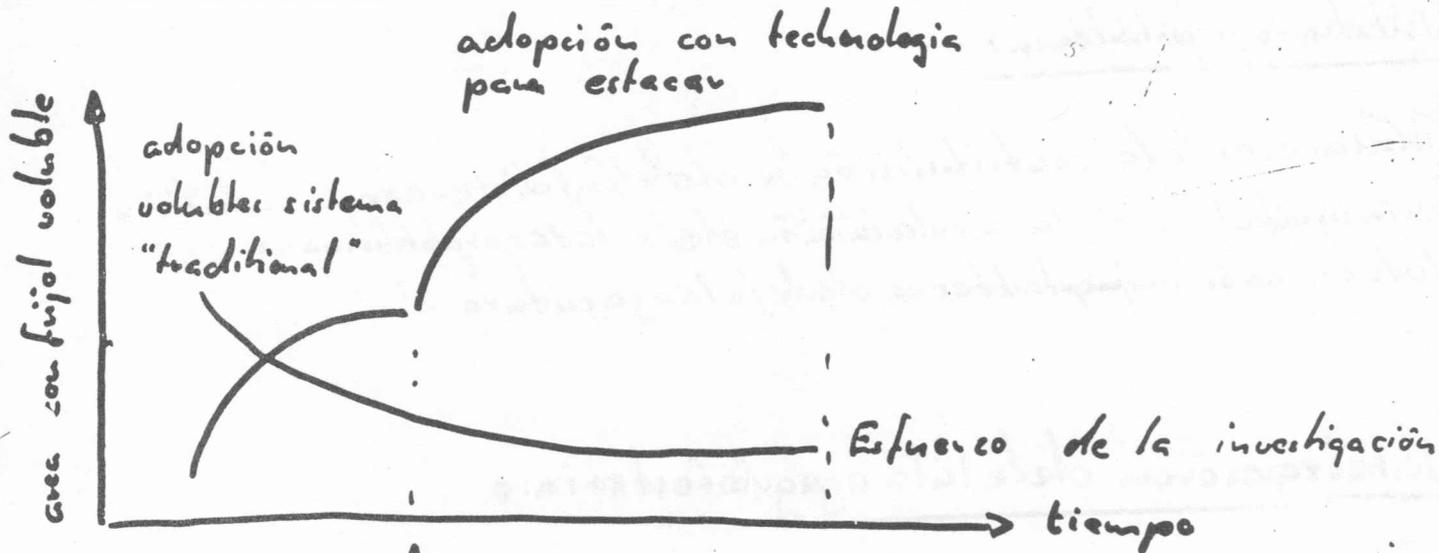
Opciones para estacas:

- Frijol / maíz
- Agroforestería en varias formas

Avances hasta ahora:

- Extensión rápida del voluble
- Agricultores ganan interés en arboles con la extensión del voluble (propagación?)

Proceso de adaptación en etapas:



### 3. Integración de plantas tipo "abono verde"

#### Importante:

En general no hay lugar para poner un "abono verde" como descauso mejorador (el siguiente tiene que producir)

⇒ Asociación frijol / abono verde

Asociación frijol tipo II / *Sesbania magrantha*

- siembra  $\neq$  simultánea, el arroz
- densidades variables

#### Efectos al rendimiento del frijol:

##### positivos:

- estacas (pequeñas) para el frijol
- menos enfermedades

17

~

##### negativos:

- competición por elementos incl.  $H_2O$
- competición por luz

13

#### Cultivo siguiente:

2.

#### Perfil de

1. Elementos disponibles después de la incorporación de *S. magrantha*
2. Estructura física mejorada por biomasa incorporada
3. Actividad alta micro biológica en

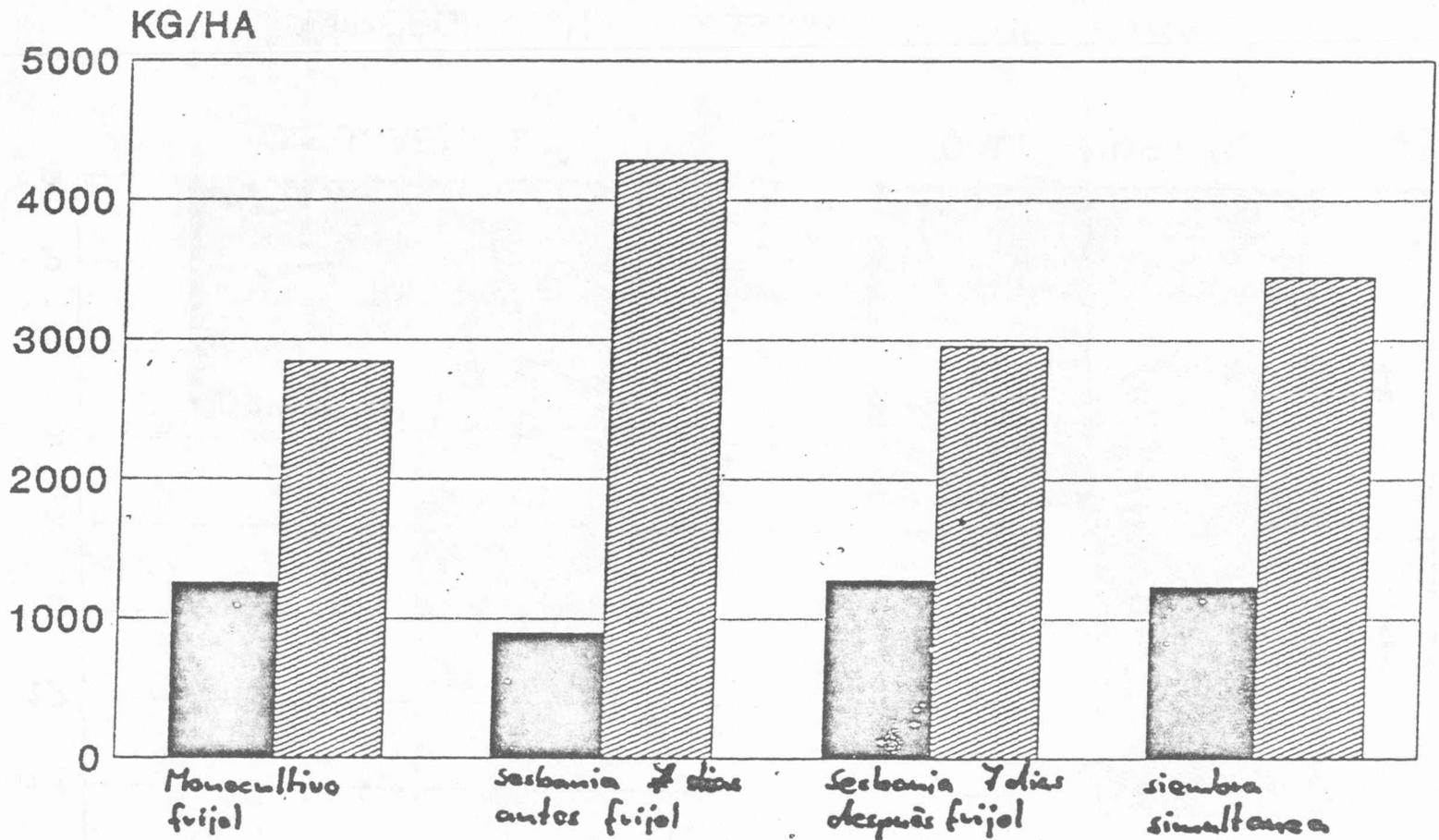
## Opciones para manejo del sistema

- datos relativos de siembra
- densidades siembra
- dispersión de Serbanio en el campo
  - bandas antierosivos
  - concentrados
  - etc.

## 4. Conclusiones / resumen

- Agricultura no puede resolver los problemas de Rwanda pero:
- hay lugar <sup>para</sup> intensificar la producción de frijol sin desdibujar la producción en el tiempo con tecnologías tipo agroforestería; "abono verde"
- pero:  
Se necesita más!
- trabajamos con mezclas de especies de árboles!
- desarrollamos sistemas para la propagación por los agricultores mismos
- pensamos en opciones por el agricultor más que en soluciones simples

INFLUENCIA DE LA ASOCIACION DE S.MAGRANTHA CON FRIJOL  
 SOBRE EL RENDIMIENTO DEL FRIJOL Y EL RENDIMIENTO DEL SORGHO  
 EN LA CAMPANA SIGUIENTE DESPUES DE LA INCORPORACION DEL  
 SESBANIA; RWANDA, 1988

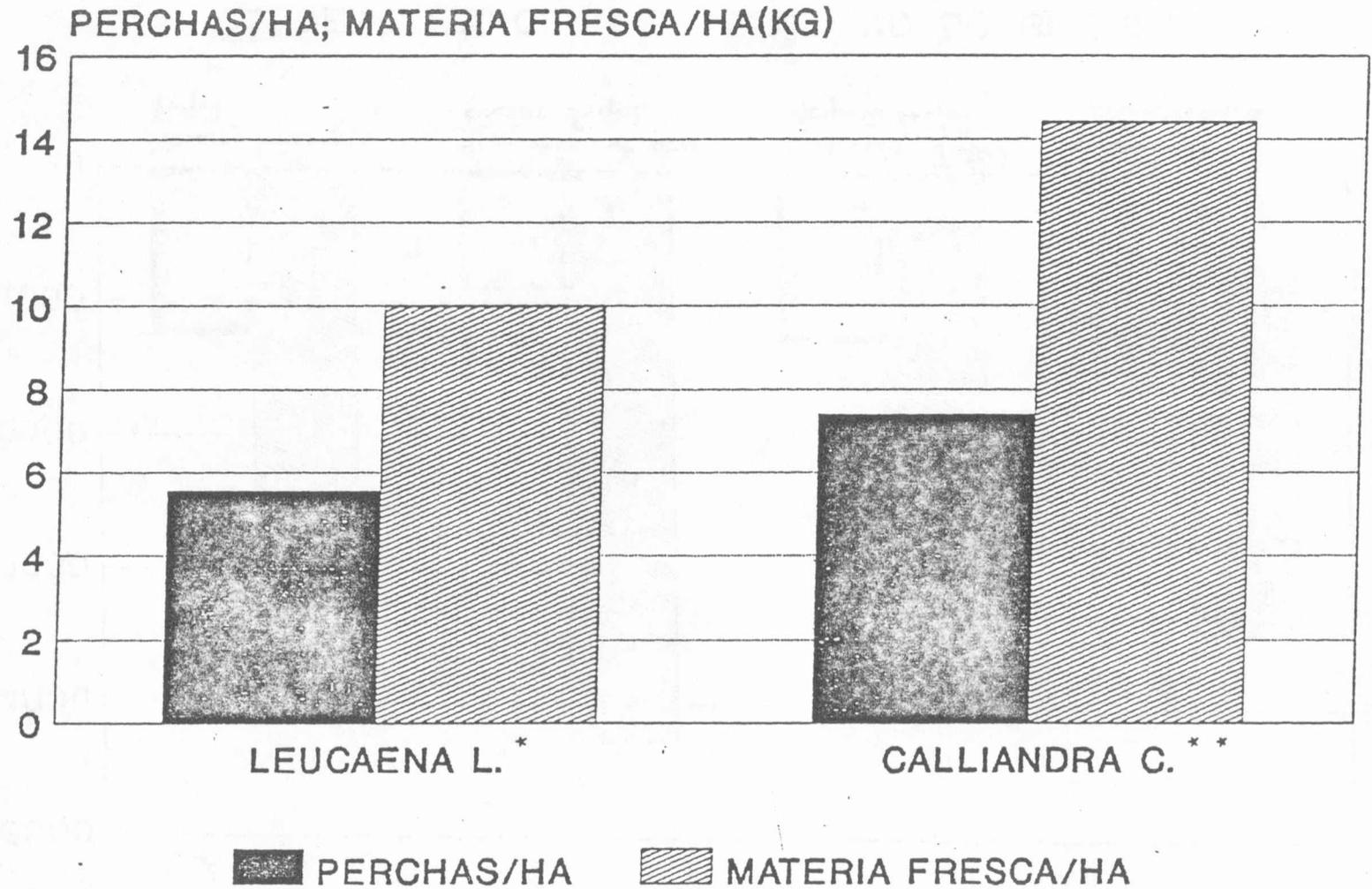


■ REND. FRIJOL 88A  
 LSD 0.05: 221; C.V.: 17.7%

▨ REND. SORGHO 88B  
 LSD 0.05: 917; C.V.: 22.45%

con. negativa producción Simagrantha / rend.  
 frijol  
 → Deficiencia en Mg

PRODUCCION DE PERCHAS Y MATERIA FRESCA DE LEUCAENA  
LEUCOCEPALA Y CALLIANDRA CALOTHYRSUS; RWANDA, 1988



\* 18 MESES DESPUES DE PLANTATION

\*\* 18 MESES DESPUES DE CORTAR AL NIVEL DEL SUELO

# Source of Inoculum and Development of Bean Web Blight in Costa Rica

J. J. GALINDO, Graduate Student, and G. S. ABAWI, Associate Professor, Department of Plant Pathology, Cornell University, Geneva, NY 14456, H. D. THURSTON, Professor, Department of Plant Pathology, Cornell University, Ithaca, NY 14853, and G. GÁLVEZ, Plant Pathologist, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), San José, Costa Rica

## ABSTRACT

Galindo, J. J., Abawi, G. S., Thurston, H. D., and Gálvez, G. 1983. Source of inoculum and development of bean web blight in Costa Rica. *Plant Disease* 67: 1016-1021.

Epidemiology of bean (*Phaseolus vulgaris*) web blight (BWB) caused by *Thanatephorus cucumeris* (teleomorph of *Rhizoctonia solani*) was studied in a field with a history of severe incidence of the disease. Sclerotia and mycelium of *T. cucumeris*, either free in soil or in the form of colonized debris, were found to be the main sources of inoculum. Inoculation of bean plants occurs mainly by splashing of raindrops containing *T. cucumeris*-infested soil caused typical BWB symptoms when sprayed onto greenhouse-grown plants. Greenhouse-grown plants incubated in the experimental field on elevated platforms where rain-splashed soil could not reach the plants did not develop BWB symptoms, whereas plants in the same field showed 100% infection. Initial BWB symptoms were observed on the primary leaves 14 days after planting. Trifoliolate leaves were similarly infected by rain-splashed inoculum but more often by advancing hyphae from infected tissues that were also observed causing infection of adjacent plants. A large number of small sclerotia (0.5-1 mm diam.) were produced within 3 days of contact with plants on intact and detached infected tissues. Hymenial layers of *T. cucumeris* were first observed on the lower stem tissues of 2% of the plants about 28 days after planting. Lesions on leaves that are typical of basidiospore infection remained restricted (2-5 mm) and were observed only in plantings made during the second growing season (September to December). Progress of BWB was very rapid because of the high inoculum level and conducive weather conditions. The infection rate varied between 0.42-0.78 and 0.51-0.94 per unit per week for the cultivars Porrillo 70 (BWB-tolerant) and Mexico 27 (BWB-susceptible), respectively. Regression analysis of the data on BWB development better fitted the "compound interest disease" model sensu Vanderplank.

*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk (teleomorph of *Rhizoctonia solani* Kühn) is a soil-inhabiting fungus known mainly as the incitant of damping-off and root rot diseases of many plants in the temperate regions of the world (2,19). In the humid tropics, however, this pathogen often causes severe aerial blight diseases on a variety of crops such as bean (*Phaseolus vulgaris* L.), tobacco (*Nicotiana tabacum* L.), wheat (*Triticum aestivum* L.), cotton (*Gossypium hirsutum* L.), fig (*Ficus carlca* L.), rubber (*Hevea brasiliensis* Muell.-Arg.), and many other crops and weeds (8,10,16,17,20,22,24,26). Hyphae, sclerotia, and/or basidiospores have been reported as the possible primary inoculum for these diseases (3). Nevertheless, only limited data are available on the relative importance among infective propagules of *T. cucumeris* and their effect on incidence and spread of aerial blight diseases under field conditions.

Aerial blight infections caused by *T. cucumeris* are most severe under high

temperature and high relative humidity (RH) conditions (1,3,7,10,24,26). The reported optimum temperature for initial infection and further disease development is 25-30°C (1,8,26). Free moisture on the foliage of affected plants was necessary for disease incidence and development. Progress of the disease was arrested when the foliage of infected plants became dry (1).

Dry beans are an important energy component and the major protein source of the human diet in Latin America and other parts of the world (6). Bean web blight (BWB) caused by *T. cucumeris* is considered an important limiting factor in bean production in the humid tropics (24,26). The disease has been reported from every country in tropical America and is of economic importance in El Salvador, Costa Rica, Nicaragua, and Panamá (10). Seed infection with *T. cucumeris* has been reported on bean from Costa Rica at a rate of 1.5% (5). The latter suggests that seeds might be an important source of primary inoculum. Ehandi (7) reported that basidiospores are the major form of inoculum causing BWB in the lowland regions of Costa Rica. He suggested that the rapid spread of BWB under the warm humid conditions might be explained by the efficient production and dissemination of basidiospores. In contrast, Weber (24) reported that sclerotia and infected debris

served as inoculum sources for BWB in Florida.

It has been proposed recently (10) that an effective control of BWB can be achieved only through development of integrated control measures. Detailed information on the epidemiology of BWB is generally lacking. Thus, the objectives of this study were to determine 1) the form and source of primary inoculum of *T. cucumeris*, 2) the time and site of initial infection of beans by *T. cucumeris*, and 3) the progress of BWB development under field conditions in Costa Rica.

## MATERIALS AND METHODS

Plots for this study were established throughout the 1980 growing season in a field near Esparza, Puntarenas, Costa Rica, at an altitude of about 208 m. The mean annual temperature at this location is 26.5°C, with temperatures oscillating between 20 and 30°C. This region has a mean annual precipitation of 2,320 mm and the annual mean RH is 79% (12). The rainy season extends from mid-May to late November (2,221 mm precipitation). The region has been characterized as a tropical wet forest (8).

Inoculum of *T. cucumeris* in this field was increased by planting it to beans for 2 yr before establishing the experimental plots. The uniform distribution of inoculum in the field was confirmed by the high incidence and even distribution of *T. cucumeris*-infected plants in the 1979 bean plantings.

The indeterminate dry bean cultivars, Porrillo 70 and Mexico 27, were planted in four-row plots 4 m long and 0.6 m apart. Within-row spacing among seeds was 7 cm. Both Porrillo 70 and Mexico 27 are small black-seeded cultivars previously characterized as tolerant and susceptible, respectively, to *T. cucumeris* (6). Data were collected at weekly intervals from the 80 central plants of the two central rows. At each planting date, the two cultivars were planted according to a completely randomized block design replicated four times. Five plantings were established on 20 May, 3 June, 17 June, 20 September, and 6 October. Generally, farmers in this region plant beans toward the end of the rainy season during September and October. Earlier plantings were avoided because of the frequent rainfall and high RH throughout the season that make harvesting difficult and favor incidence and spread of foliar diseases including BWB (11).

Accepted for publication 25 March 1983.

The publication costs of this article were defrayed in part by page charge payment. This article must therefore be hereby marked "advertisement" in accordance with 18 U.S.C. § 1734 solely to indicate this fact.

© 1983 American Phytopathological Society

Before planting, the field was plowed once and disked twice. Planting furrows were made by tractor-mounted implements. Fertilizers (275 kg/ha, 10-30-10) and the insecticide carbofuran (Furadan, 25 kg 10% anules per hectare) for rootworm control were applied to the bottom of the furrow and covered lightly with soil. Bean seeds were then manually placed in the furrow and covered with soil. The following day, plots were treated with a mixture of the herbicides dinoseb (Herbon, 3 kg a.i./ha), and alachlor (Lazo, 1 kg a.i./ha).

The times and sites of initial infections were determined by weekly observations made on aboveground parts (stems, petioles, and primary and trifoliolate leaves) of the marked plants. Progress of BWB was determined by recording the number of infected plants and severity of infection on the marked plants at weekly intervals. Severity ratings were made on a scale of 0-5. A rating of 0 refers to healthy plants, whereas a rating of 1, 2, 3, 4, and 5 refers to 20, 40, 60, 80, and 100% of bean tissues affected, respectively. Possible secondary disease cycles were determined by taking weekly notes on the spread of the fungus to adjacent plants within the plot area and also to other plants in and outside the plot area. Damping-off caused by *T. cucumeris* was also observed and recorded.

The form and sources of primary and secondary inocula were identified from soil samples collected in the plot areas by three different methods. The first method involved sample assay following a screening procedure described by Weinhold (25). Wash materials (mostly organic debris) retained on the screen were stained with trypan blue (13) and observed directly under the microscope for the determination of fungal structures. The second method consisted of plating the washed materials onto *R. solani*-selective medium (14). The plates were incubated at 25 C for 24-48 hr and examined under the microscope for *R. solani* hyphae and other structures. The third method dealt with determining the pathogenicity of portions of the washed materials retained on the screen to 20-day-old bean seedlings (cultivar Mexico 27) under greenhouse conditions (20-24 C and 60-80% RH). Five replicates, each consisting of three plants, were used per sample.

Similarly, the number of sclerotia and/or mycelial fragments of *T. cucumeris* in samples from rain-splashed soil onto bean tissues was also determined. Bean seedlings were collected randomly from the plot areas and transported in plastic bags to the laboratory. Rain-splashed soil on the hypocotyl and leaf tissues was washed off with distilled water.

Infection potential by biological trapping of *T. cucumeris* basidiospores produced under field conditions was

determined by exposing greenhouse-grown bean plants for 1 wk in a field where the teleomorph was observed. Pots were placed on an elevated bench 50 cm above the soil surface to avoid infection by rain splashing of infested soil. The plants were then returned to the greenhouse, enclosed in a plastic bag to provide high RH, and incubated for an additional 12 days. The number of BWB lesions developed that were characteristic of basidiospore infections were recorded. Also, basidiospore suspensions were obtained by cementing sections showing the hymenial layer to the underside of 9-cm petri dish covers to allow basidiospore discharge into distilled water. Plates were incubated overnight at 25 C, then examined for basidiospore discharge. Plates showing numerous basidiospores were consolidated and the concentration of the basidiospores in the resultant suspension was adjusted to about 5,000/ml. Trifoliolate leaves of 15-day-old seedlings were inoculated with the

basidiospore suspension, covered with a plastic bag for 1 wk, maintained in a greenhouse, and watered daily. Untreated check plants (24 plants) were treated similarly but sprayed only with distilled water. The number of BWB lesions was recorded 12 days after inoculations.

Soil populations of *T. cucumeris* were determined with the selective medium of Ko and Hora (14). Composite soil samples were collected monthly at depths of 0-5 and 5-10 cm, following a zigzag pattern on marked sites. Soil was transported to the laboratory in plastic bags, stored at 4 C, and assayed for *T. cucumeris* within 1 wk. Ten grams of soil was moistened with distilled water, compacted with a spatula, and distributed evenly in 15 plates with 10 clumps (about 0.7 g soil) per plate of selective medium. The perimeters of the soil clumps were examined under  $\times 100$  magnification after 24 and 48 hr of incubation at 25 C. *T. cucumeris* was identified by the distinctive morphological characteristics of its

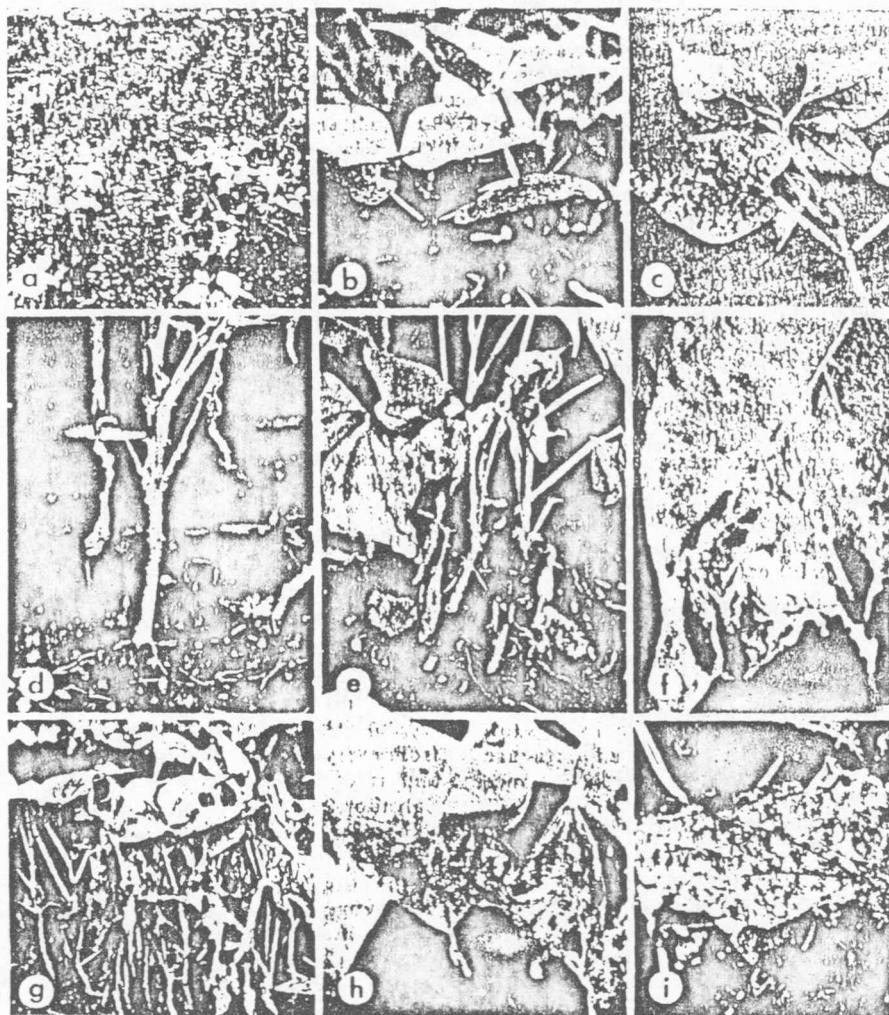


Fig. 1. Symptoms and signs of bean web blight (BWB) caused by *Thanatephorus cucumeris*. (A) Severe incidence of BWB in a bean field near Esparza, Costa Rica, 5 wk after planting. (B and C) Rain-splashed soil on the upper and lower surfaces, respectively, of bean seedlings 10 days after planting. (D) Close-up of a bean plant infected by *T. cucumeris* showing rain-splashed soil on the stem and also on the shriveled and necrotic primary leaves. (E) Advanced infection of the lower parts of bean plants affected by BWB. (F) Mycelium of *T. cucumeris* growing from infected to healthy bean leaf tissues. (G) Upward progress of BWB on severely infected bean plants. (H) Small sclerotia produced abundantly on infected bean tissue. (I) Sclerotia of *T. cucumeris* growing on fallen bean leaves and adjacent soil.

mycelium (4). The number of clumps with emerging *T. cucumeris* hyphae was then determined.

## RESULTS

**Form and source of primary inoculum.** Sclerotia and hyphae of *T. cucumeris* were recovered from rain-splashed soil (Fig. 1B-D) on bean tissues. The soil was collected by washing 7-day-old seedlings with distilled water. The seedlings were collected randomly from the plot area and did not show any apparent symptom or sign of BWB. A mean of seven sclerotia and four pieces of organic debris containing mycelium of *T. cucumeris* were found per seedling. Rain-splashed soil obtained from 14-day-old bean seedlings contained a mean of 33 propagules of *T. cucumeris* per seedling. Typical BWB symptoms developed under greenhouse conditions on 66 and 100% of 20-day-old bean seedlings inoculated with a rain-splashed soil suspension or only the sclerotia recovered from such a suspension, respectively. *T. cucumeris* was reisolated from the infected plants, and the isolates obtained were identical in hyphal morphology and cultural characteristics to the isolates originally recovered from BWB lesions in the field.

During the first growing season of

1980, the hymenial layers of *T. cucumeris* were initially observed on the lower stem tissues of 2% of the bean plants 35 days after planting (Fig. 2D,E). The hymenial layers were evident on 22% of the plants 28 days after planting during the second growing season. Only 0 and 9% of the plants, however, showed symptoms typical of basidiospore infections (Fig. 2A-C) during the first and second growing season, respectively. Lesions caused by basidiospores were also observed on three weed species (*Sida rhombifolia* L., *Rottboellia exaltata* L. f., and *Cynodon dactylon* L.) growing within and adjacent to the bean plots. Isolations made from infected bean and weed leaves that showed typical lesions caused by basidiospores revealed isolates with similar cultural characteristics and hyphal morphology to those of *T. cucumeris* (4). In comparison, 100% of the bean plants growing in other plots in the same field were infected as a result of rain-splashed inoculum (Fig. 1A).

Greenhouse-grown bean plants placed on elevated benches in the field for 1-wk periods throughout the first growing season failed to develop any lesions typical of basidiospore infection. In addition, plants incubated in the experimental field during the first 4 wk

after planting in the second growing season also failed to show any basidiospore infection; however, 26, 13, and 20% of greenhouse-grown plants developed typical lesions incited by basidiospores when incubated in the field on elevated benches 5, 6, and 7 wk after planting, respectively. Basidiospore lesions that developed on greenhouse-grown plants were circular brown necrotic spots (2-4 mm diam.) and remained restricted (Fig. 2A-C).

**Time and site of initial infection of beans by *T. cucumeris*.** Initial BWB symptoms were always observed first on the primary leaves of bean seedlings about 14 days after planting. Plants of the BWB-susceptible (Mexico 27) and BWB-tolerant (Porrillo 70) cultivars showed 25 and 15% infected primary leaves, respectively, 2 wk after planting. Three weeks after planting, 100% of the plants of both cultivars had infected primary leaves, whereas only 34 and 30% of the plants of the BWB-susceptible and BWB-tolerant cultivars, respectively, had infected trifoliolate leaves. All plants of both cultivars showed infected primary and trifoliolate leaves 28 days after planting. Lesions caused by *T. cucumeris* were also observed on stem and petiole tissues after rapid destruction of leaves by the fungus. Bean seedlings infected within the first 14 days after planting were generally completely destroyed by the third week after planting. Under favorable environmental conditions, 100% of the plants of BWB-susceptible and BWB-tolerant cultivars were destroyed by 6-7 and 7-9 wk after planting, respectively (Fig. 1A).

Several lesions of *T. cucumeris* were initially observed per primary leaf. Lesions first appeared as small necrotic spots (5-10 mm diam.) with brown centers and olive-green margins. The lesions advanced rapidly under conditions conducive to disease development, but lesions appeared somewhat zonate and their development was greatly decreased during dry weather periods. Often, lesions on the same leaf blade coalesced and usually the entire primary leaf was destroyed within 2-3 days of infection (Fig. 1D).

Mycelium of *T. cucumeris* was observed growing on soil splashed onto bean leaves before the first appearance of lesions. These observations were made in the field 9-11 days after planting, using a hand lens (×10), and later were confirmed in the laboratory by microscopic examination and isolation on the selective medium. The mycelium growing on the rain-splashed soil advanced to adjacent healthy bean tissues of the primary leaves and thus caused the initial infections. Small round sclerotia (1 mm or less in diameter) were produced on the soil that had been splashed onto plant parts and also on leaf, stem, and petiole tissues about 12 days after planting (Fig.

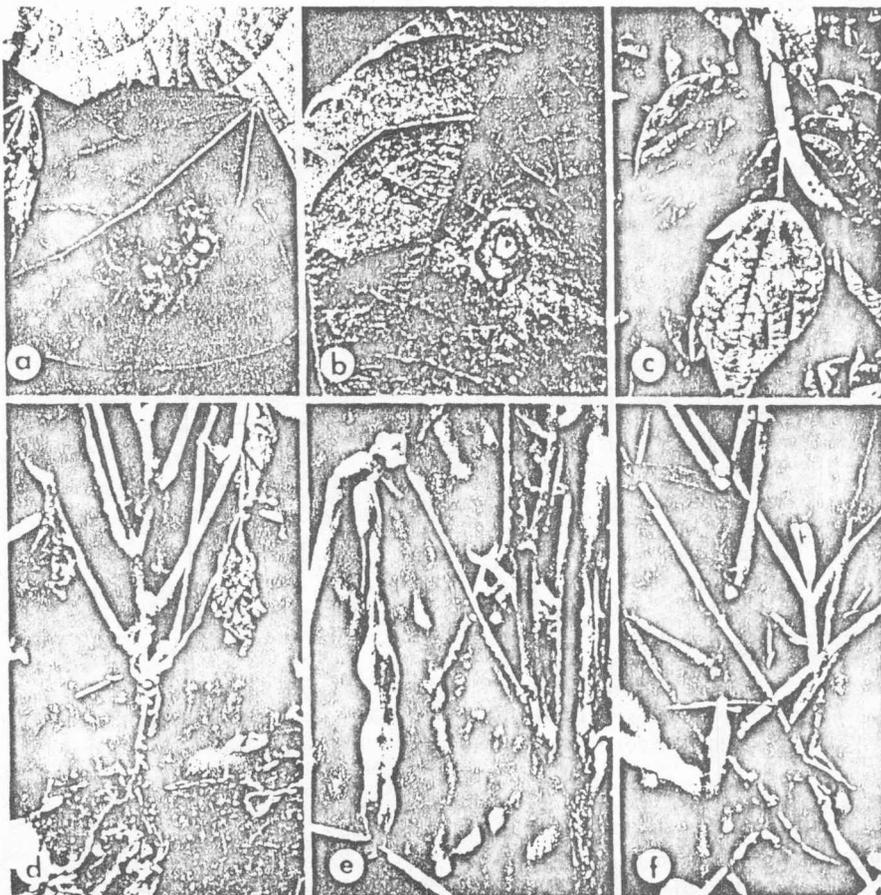


Fig. 2. Hymenial layers and lesions incited by basidiospores of *Thanatephorus cucumeris* on bean and grass tissues. (A and B) Irregular and circular lesions, respectively, caused by basidiospore infection on bean leaf tissues. (C) Lesions caused by basidiospores on bean leaf and pod tissues. (D and E) Hymenial layers of *T. cucumeris* on bean stem and petioles (arrow) and pod tissues, respectively. (F) Infection by *T. cucumeris* of leaf and stem tissues (arrows) of a common weed, *Cynodon dactylon*, in bean fields.

1D). Initially, these sclerotia were white but later turned dark brown.

Four to five days after lesions first appeared on the primary leaves, the lower leaves of bean seedlings in almost the entire plot were either completely necrotic or had fallen, especially the primary leaves (Fig. 1D,E,G). In contrast, the upper leaves of the plants were almost completely free of *T. cucumeris* lesions at that time. The necrotic tissues that remained attached to the plant were held together by the mycelium of the fungus (Fig. 1H). Hyphal strands growing in a fan-shaped fashion (Fig. 1F) were often observed advancing from infected to healthy tissues under conditions conducive to disease development. Newly infected trifoliolate leaves were usually destroyed within 4–5 days. Although trifoliolate leaves were generally infected by hyphal strands growing from infected primary leaves, they were also infected directly by inoculum in rain-splashed soil.

Infected leaves were rapidly covered by small sclerotia of the fungus (Fig. 1H). In addition, new small sclerotia were produced on the fallen leaves and on the soil surface under and around the leaves within 24 hr (Fig. 1I). Direct infection of stem tissues, especially near the soil line, was not observed. In addition, no hyphal strands were observed growing from the soil to the stem or advancing from the stem tissues to adjacent healthy tissues.

Lesions incited by basidiospores were 2–4 mm in diameter, circular, and appeared as brown necrotic spots with light brown centers (Fig. 2A–C). Usually, the lesions remained restricted or advanced only a few millimeters. The tissues surrounding these lesions appeared olive-green. Occasionally, the necrotic tissues in the centers of the lesions fell out, leaving a shothole appearance. In this field and throughout the study, lesions caused by basidiospores did not generally enlarge appreciably or coalesce to form larger lesions. Lesions incited by basidiospores did not cause defoliation, and infected plants reached maturity about 70 days after planting.

**Progress of infection.** After the initial infection of the primary leaves, disease development progressed rapidly through the infection of new tissues either by the growth of hyphae of *T. cucumeris* from infected tissues or by additional inoculation with rain-splashed infested soil. After the trifoliolate leaves were infected, plant-to-plant infection occurred through direct hyphal growth from previously infected leaves (Fig. 1E–H). Because this type of infection was happening at the same time as the infections originating from rain-splashed soil, complete defoliation of plants of the BWB-susceptible cultivar occurred at about blossom time, whereas plants of the BWB-tolerant cultivar were defoliated about 1–2 wk later.

Lesions of *T. cucumeris* on stem and petiole tissues generally appeared after infected plants had lost many of their leaves or after they had been completely defoliated. Lesions on stem and petiole tissues were linear to oval and reddish brown. Sclerotia were produced abundantly on infected stem and petiole tissues (Fig. 2F). Occasionally, these lesions caused complete girdling of stem and petiole tissues, which often fell prematurely to the ground.

The infection rate ( $r$ ), the rate disease increase per unit time (21), varied between 0.42 and 0.78 in Porrillo 70 and between 0.51 and 0.94 in Mexico 27 per unit per week (Fig. 3A–E). The  $r$  value was always higher for the BWB-susceptible cultivar (Mexico 27) and there were significant ( $P = 0.05$ ) differences in  $r$  values in three of the five plantings made in 1980 during the early part of the growing season (Fig. 3A,B,D). By the end of the growing season, however, BWB development became so severe that it caused complete defoliation in both cultivars. Nevertheless, plants of the cultivar Mexico 27 were defoliated 1–2 wk earlier than those of Porrillo 70.

The higher  $r$  values for both cultivars were associated with periods of heavy rainfall. In the first (20 May), fourth (22 September), and fifth (6 October) bean plantings, the  $r$  values were 0.94, 0.94, and 0.71, respectively, for Mexico 27 and 0.78, 0.65, and 0.62, respectively, for Porrillo 70. These plantings corresponded with periods of high rainfall because these plots received a total of 690, 695, and 621 mm precipitation, respectively, during the first month after planting.

**Inoculum density.** The soil population of *T. cucumeris* was determined throughout 1980 in the experimental field. Inoculum densities in the fractions 0–5 and 5–10 cm deep varied between four to 82 and two to six propagules per 10 g of soil, respectively. Soil population density was lowest during March and April, reached a maximum population in October, and then steadily declined. Highest populations were detected during the months with the highest rainfall, when the incidence and severity of BWB was also high. Isolates of *T. cucumeris* recovered from the soil samples were similar in cultural characteristics and hyphal morphology to the isolates recovered from BWB lesions and were pathogenic to bean seedlings inoculated under greenhouse conditions.

## DISCUSSION

In this study, sclerotia and mycelium of *T. cucumeris* in rain-splashed soil were found to be the most important structures of the fungus serving as the primary source of inoculum for BWB in Costa Rica. These results are in agreement with those of Weber (24), who also reported that sclerotia were produced abundantly

in bean fields in Florida and served as an inoculum source for infection of bean. He also suggested that the lightweight sclerotia were airborne and disseminated mainly by wind and rain. Soilborne sclerotia and mycelium of *T. cucumeris* have also been reported as an important

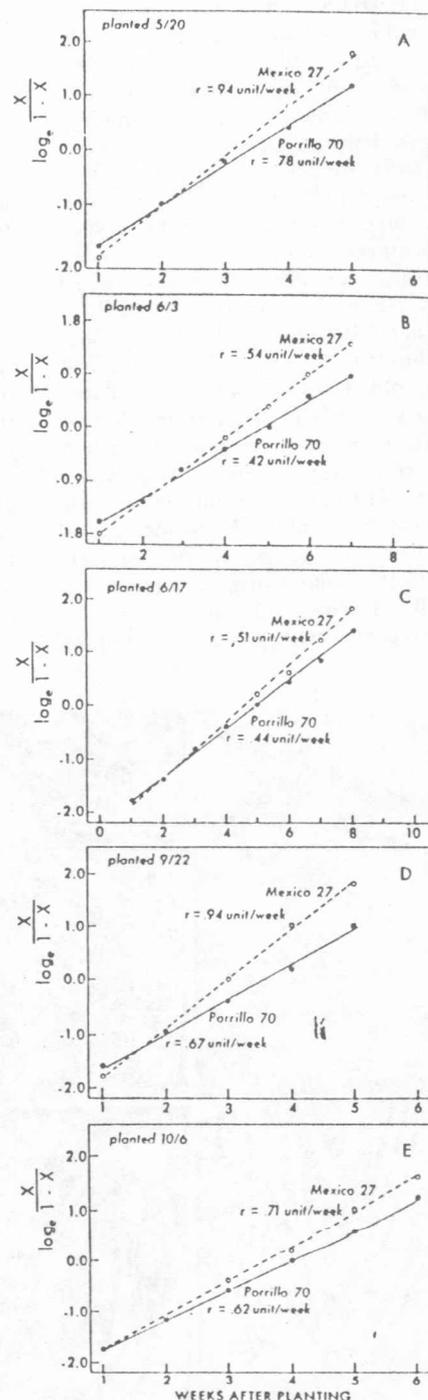


Fig. 3. Progress of disease by weeks and infection rate ( $r$ ) sensu Vanderplank (21) of bean web blight (BWB) caused by *Thanatephorus cucumeris* on the bean cultivars Mexico 27 (BWB-susceptible) and Porrillo 70 (BWB-tolerant) in five plantings (A–E) made in 1980. Each data point represents the mean of four replicates and the infection rate  $r$  values were calculated by the following formula:  $r = [1/(t_2 - t_1)] \times [\log_2(x_2/1 - x_2) - \log_2(x_1/1 - x_1)]$ , where  $t_1$  and  $t_2$  = dates in which proportions of disease were estimated,  $x_1$  = proportion of disease in date  $t_1$ , and  $x_2$  = proportion of disease in date  $t_2$ .

**Table 1.** Regression analysis of progress of bean web blight (BWB) epidemics on the cultivars Porrillo 70 (BWB-tolerant) and Mexico 27 (BWB-susceptible) using both simple- and compound-interest disease equations

Planting dates	Porrillo 70		Mexico 27	
	SID*	CID*	SID	CID
20 May	0.693 <sup>b</sup>	0.945	0.750	0.969
3 June	0.516	0.833	0.617	0.883
17 June	0.663	0.918	0.715	0.940
22 September	0.842	0.895	0.778	0.960
6 October	0.589	0.907	0.707	0.943

\*SID and CID refer to the simple- and compound-interest disease, respectively, sensu Vanderplank (21). Infection rates of SID and CID were calculated by using  $\log \frac{1}{1-x}$  and  $\log_e \frac{x}{1-x}$  respectively, where  $x$  = amount of disease expressed as a proportion.

<sup>b</sup>Refers to the correlation coefficients, which were all significant at  $P = 0.05$  (19–35 degrees of freedom).

source of inoculum on cowpeas (*Vigna sinensis* (Torner) Savi) (17,18), soybeans (*Glycine max* L.) (16), tobacco, yam (*Dioscorea alata* L.), and sweet alyssum (*Labularia maritima* (L.) Desv.) (3).

It was found recently (9) that mulching was very effective in controlling BWB of beans in Costa Rica. Mulching with rice (*Oryza sativa* L.) husks or through the local production practice "frijol tapado" (seeds were broadcast in vegetation that was later cut and left as a mulch) were equally effective. Mulching greatly reduced rain splashing of infested soil onto bean tissues. The latter is further evidence substantiating the major role of sclerotia and infected debris in soil in the epidemic development of BWB. Furthermore, BWB symptoms on pole beans are generally observed on the lower parts of the plant and rarely on the upper parts (26). Similar observations were reported concerning infection of China aster (*Callistephus chinensis* L.) (3) by *T. cucumeris*. These observations also add to the evidence pertaining to the soilborne nature of *T. cucumeris* inoculum.

Echandi (7) reported on the production of basidiospores of *T. cucumeris* in Costa Rica and described the BWB symptoms produced by basidiospore infections. He reported that the lesions were small and numerous and eventually coalesced to cover the entire leaf blade. Lesions caused by basidiospores of *T. cucumeris* were also observed on beans during this investigation, but these lesions were not numerous and remained restricted, thus causing minor damage. In addition, the hymenial layers and, subsequently, the lesions resulting from basidiospore infections appeared rather late (4–5 wk after planting) in order to contribute significantly to the epidemic development of BWB.

Basidiospores of *T. cucumeris* have been considered important sources of inoculum for inciting aerial blight diseases on other crop species such as tobacco (22), cotton (15), jute (*Corchorus olitorius* L.) (20), rubber trees (2,3), and sugar beets (*Beta vulgaris* L.) (3). The relative importance of basidiospores as sources of inoculum for foliar blights

caused by *T. cucumeris* may be influenced by the host crop, the prevailing environmental conditions, or both. Production of basidiospores is also important in the long-distance dissemination of the fungus and in increasing the probability for exchange of genetical information such as through recombination among wild-type isolates. The latter may result in production of new types with considerable variation in their virulence (3).

BWB development on the BWB-susceptible cultivar Mexico 27 during the first few weeks after planting was somewhat faster than on the BWB-tolerant cultivar Porrillo 70. As the season advanced, however, the differences in disease severity on the two cultivars appeared less pronounced, and finally, plants of both cultivars became severely and completely affected. These same bean cultivars were previously shown (6) to differ considerably in their tolerance to BWB under field conditions. Symptom expression and severity of diseases caused by *T. cucumeris* has been reported to be influenced by inoculum concentration (3). Thus, the effect of inoculum density on incidence and severity of BWB on tolerant and susceptible bean cultivars needs to be undertaken and is specially warranted before the initiation of breeding programs. Warren (23) concluded that it was not possible to differentiate grades of resistance to *T. cucumeris* in lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) cultivars at high soil population of the pathogen.

Root rot diseases caused by *T. cucumeris* are generally considered as a "simple interest disease" (SID) sensu Vanderplank (21). The latter is based on the assumption that the "inoculum present in the soil at the beginning of the season remains the main source of inoculum during a single season." BWB observed in Costa Rica on several plantings during the 1980 growing season appeared to have the characteristics of a "compound interest disease" (CID) (21). The pathogen multiplied through successive generations of sclerotia in the course of BWB epidemics. These new sclerotia along with old sclerotia were

again splashed onto bean tissues by rain, providing inoculum for further disease development. Also, the mycelium of the fungus was observed spreading from infected to healthy tissues within the plant and to adjacent plants. Furthermore, the basidial state was produced on infected tissues later in the season and provided further inoculum for new infection under favorable conditions. Regression analysis comparing the disease development under the two models of CID and SID showed that the data better fit the CID model (Table 1). These data on the development of BWB epidemics have implications in planning measures to control the disease (21).

Several foliar applications of selected fungicides during the growing season have been generally recommended for control of BWB (10,11). Results of this study demonstrated that the main source of primary inoculum is sclerotia and mycelium in the organic debris in the soil. Consequently, control measures involving chemicals or other means may have to be directed to the soil to reduce the number of infective propagules of *T. cucumeris* and also to avoid the splashing of such inoculum onto bean tissues. Investigations aimed at reducing soilborne inoculum by cultural practices (cropping sequence, time of planting, mulching, etc.), chemical treatments, and development of BWB-tolerant cultivars are urgently needed. These studies are essential for development of an effective and practical integrated control program for BWB in the tropics.

#### LITERATURE CITED

- Allison, J. L. 1951. Rhizoctonia blight of forage legumes and grasses. Plant Dis. Rep. 35:372-373.
- Baker, K. F. 1970. Types of *Rhizoctonia* diseases and their occurrence. Pages 125-133 in: *Rhizoctonia solani*, Biology and Pathology. J. R. Parmeter, Jr., ed. University of California Press, Berkeley. 255 pp.
- Baker, R., and Martinson, C. A. 1970. Epidemiology of diseases caused by *Rhizoctonia solani*. Pages 172-178 in: *Rhizoctonia solani*, Biology and Pathology. J. R. Parmeter, Jr., ed. University of California Press, Berkeley. 255 pp.
- Butler, E. E., and Bracker, C. 1970. Morphology and cytology of *Rhizoctonia solani*. Pages 32-44 in: *Rhizoctonia solani*, Biology and Pathology. J. R. Parmeter, Jr., ed. University of California Press, Berkeley. 255 pp.
- Castro, M. J. 1970. Estudios sobre la transmisión de *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk. y *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib. en la semilla del frijol. Tesis Ing. Agric., Univ. Costa Rica, San José.
- CIAT. 1973-1979. Bean Production Program. Annual Reports. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
- Echandi, E. 1965. Basidiospore infection by *Pellicularia filamentosa* (= *Corticium microsclerotia*), the incitant of web blight of common bean. Phytopathology 55:698-699.
- Echandi, E. 1966. Principales enfermedades del frijol observadas en diferentes zonas ecológicas de Costa Rica. Turrialba 16:359-363.
- Galindo, J. J., Abawi, G. S., Thurston, H. D., and Gálvez, G. 1983. Effect of mulching on web blight of beans in Costa Rica. Phytopathology 73:610-615.
- Gálvez, G. E., Guzman, P., and Castaño, M. 1979. Web blight. Pages 101-110 in: Bean Production Problems: Disease, Insect, Soil and Climatic Constraints of *Phaseolus vulgaris*. H. F.

- Schwartz and G. E. Gálvez, eds. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 424 pp.
11. Gonzalez, L. C., Gutierrez, R., Cascante, F., and Portilla, E. 1977. Combate de enfermedades foliares en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) mediante el uso limitado de fungicidas. Agron. Costarr. 1:107-118.
  12. Hancock, J. K., and Hargreaves, G. H. 1977. Precipitación, clima y potencial para la producción agrícola en Costa Rica. Univ. Utah, Logan. 42 pp.
  13. Herr, L. J. 1979. Practical nuclear staining procedures for *Rhizoctonia*-like fungi. Phytopathology 69:958-961.
  14. Ko, W., and Hora, F. K. 1971. A selective medium for the quantitative determination of *Rhizoctonia solani* in soil. Phytopathology 61:707-710.
  15. Luke, W. J., Pinckard, J. A., and Wang, S. C. 1974. Basidiospore infection of cotton bolls by *Thanatephorus cucumeris*. Phytopathology 64:107-111.
  16. O'Neill, N. R., Rush, M. C., Horn, N. L., and Carver, R. B. 1977. Aerial blight of soybeans caused by *Rhizoctonia solani*. Plant Dis. Rep. 61:713-717.
  17. Onesirosan, P. T. 1975. Seedborne and weedborne inoculum of web blight of cowpea. Plant Dis. Rep. 59:338-339.
  18. Onesirosan, P. T., and Sagay, S. O. 1975. Survival of two pathogens of cowpea over the dry season. Plant Dis. Rep. 59:1018-1020.
  19. Papavizas, G. C., Adams, P. B., Lumsden, R. D., Lewis, J. A., Dow, R. L., Ayers, W. A., and Kantzes, J. G. 1975. Ecology and epidemiology of *Rhizoctonia solani* in field soil. Phytopathology 65:871-872.
  20. Tu, C. C., Cheng, Y. H., and Schench, N. C. 1977. Leaf spot caused by basidiospores of *Thanatephorus cucumeris* on jute, and survival of single basidiospore isolates in soil. Plant Dis. Rep. 61:80-84.
  21. Vanderplank, J. E. 1963. Plant Diseases. Epidemics and Control. Academic Press, New York. 349 pp.
  22. Vargas, E. 1973. Infección por basidiospores de *Thanatephorus cucumeris*, causante de una enfermedad foliar en tabaco. Turrialba 23:357-359.
  23. Warren, H. L. 1975. Effect of inoculum concentration on resistance of lima bean to *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 65:341-345.
  24. Weber, G. F. 1939. Web-blight, a disease of beans caused by *Corticium microsclerotia*. Phytopathology 29:559-575.
  25. Weinhold, A. R. 1977. Population of *Rhizoctonia solani* in agricultural soils determined by a screening procedure. Phytopathology 67:566-569.
  26. Zaumeyer, W. J., and Thomas, H. R. 1957. A monographic study of bean diseases and methods for their control. U.S. Dep. Agric. Agric. Tech. Bull. 868:63-65.

ALGUNAS EXPERIENCIAS SOBRE EL CONTROL INTEGRADO DE LA  
MUSTIA HILACHOSA DEL FRIJOL EN GUATEMALA

San Isidro del General, Costa Rica 1989.

Silvio Hugo Orozco S.  
Andrés Mendoza  
Sebastián Marcucci  
Jonathan Estrada

1. INTRODUCCION

La mustia hilachosa (Thanatephorus cucumeris) es una de las enfermedades de mayor importancia económica del frijol en las zonas bajas y húmedas, que constituye la más amplia área potencial para producción en Centro América y también como área de recuperación, ya que antes era utilizada buena parte con este cultivo; debido a la prevalencia y severidad de esta enfermedad ha sido reemplazado por otras especies. En Guatemala, en donde el frijol, es un grano muy importante en la dieta alimenticia de la población, es aún un cultivo deficitario en años malos, que cuesta un significativo nivel de divisas y en muchas áreas de fincas de explotación extensiva podría representar una buena alternativa de rotación (son muy pocas las leguminosas que se siembran en la costa) y también un buen renglon de producción si se reduce el riesgo de la mustia hilachosa (Thanatephorus cucumeris).

En Nicaragua, Costa Rica, El Salvador, Honduras y República Dominicana, se ha considerado como uno de los problemas más limitantes de la producción.

En los informes de actividades el Dr. Porfirio Masaya y Silvio Hugo Orozco, Fitomejorador y Agrónomo del Programa de frijol ICTA-CIAT 1982, señala que las pérdidas por mustia hilachosa en varias zonas de Guatemala son de importancia económica, principalmente en las zonas bajas y húmedas como la Costa Sur, Petén, Franja Transversal del Norte, Jalpatagua alcanzando daños hasta del 100 por ciento.

Las entrevistas con agricultores de la zona, muestran que sus experiencias han sido negativas en la producción del frijol por daños de mustia hilachosa, considerando otras enfermedades como de menor importancia y de más fácil control, la cual ha hecho que estas zonas potenciales en producción de frijol, aún no son aprovechables.

Podemos decir entonces que la mustia es importante en la Costa Sur y la de mayor limitación, ya que otras enfermedades como la Roya del frijol (Uromyces phaseoli), mancha angular foliar (Isariopsis griseola) y otras, son de menor incidencia. Aunque se reconoce el Mosaico Dorado como otra enfermedad importante en la región, el programa de frijol ICTA-CIAT ha logrado avances importantes como el uso de variedades tolerantes y Carbo-sulfan y/o Carbofurano al momento de la siembra (el primero como

las divididas, en donde se estudiaron como parcelas principales cuatro variedades de frijol y las subparcelas los tratamientos.

Se tomaron datos de severidad del hongo utilizando una escala de 1 a 9, considerándose que el total de tejido vegetal en la parcela o unidad experimental de cinco pares de surcos (6 metros de largo) forman el 100 por ciento, la mayoría compuesta por hojas y ramas. Además de la severidad se tomaron datos de rendimiento en gramos al 14% de humedad, cosechándose plantas de dos surcos centrales de 5 metros de largo.

Estadísticamente se observaron tratamientos con diferencias significativas en cada localidad (Bulbuxya y Nueva Concepción). Los tratamientos que mejor respondieron en cuanto a menor incidencia de mustia y un mayor rendimiento fueron: a) Cobertura y b) Cobertura más Benomil, cuatro aplicaciones.

Las variedades de frijol utilizadas fueron Culma, Turrialba 1, ICTA Quetzal e ICTA D145, consideradas tolerantes previamente a mustia hilachosa. Estas no tuvieron entre sí diferencias significativas en severidad o rendimiento en las dos localidades (Nueva Concepción y Bulbuxya).

Además de los análisis de varianza por localidad, se hizo un análisis de varianza combinado, resultando con diferencias significativas los tratamientos y las localidades; mientras que en las variedades no hubo diferencias significativas.

En la Nueva Concepción hubo mayor ataque de mustia y menor rendimiento que en la localidad de Bulbuxya.

Se calcularon componentes económicos (rendimiento, costo total, ingreso bruto, ingreso neto), para el análisis económico; en ellos la cobertura y cobertura más cuatro aplicaciones de Benomil mostraron rentabilidad superior a los otros tratamientos; en la localidad de Bulbuxya la rentabilidad fue de 157 por ciento y 298.3 por ciento, respectivamente. En la Nueva Concepción sólo la cobertura fue rentable en un 13.49 por ciento (en la Nueva Concepción, Septiembre 1982 fue inundada con más de 1330 miligramos de precipitación).

En el análisis combinado del análisis económico sobresale la cobertura más Benlate cuatro aplicaciones con 136.00 por ciento y la cobertura con 85.42 por ciento de rentabilidad.

Además de la rentabilidad se estimó el daño económico por la mustia hilachosa sobre el rendimiento en cada localidad expresado en por ciento, en la localidad de Nueva Concepción 72.23 por ciento y en Bulbuxya 26.06 por ciento. De los mismos componentes económicos se calculó el efecto y costo de control químico con dos y cuatro aplicaciones de Benomil y Maneb, y así con los otros objetivos como: comprobación del efecto de Benomil y Maneb en el control de la mustia, comprobación de la reducción de incidencia de la enfermedad por el uso de cobertura.

tratamiento a la semilla y el segundo aplicado al suelo) como un buen control del vector y tratamientos de mantenimiento con insecticidas sistémicos.

La zona Suroriental de Guatemala se ha constituido en un área altamente productora de frijol. Sin embargo, en las áreas más húmedas y de menor altitud, dicho cultivo se ha visto seriamente afectado por la enfermedad llamada mustia hilachosa cuyo agente causal es el hongo Thanatephorus cucumeris (Frank) Donk. Este patógeno es responsable de reducciones considerables en la producción del frijol.

Las zonas del altiplano Occidental y Central de Guatemala son también aptas para la producción del frijol, pero si se considera la tendencia actual de dichas zonas de constituirse en hortícolas, es necesario tomar en consideración la posibilidad de nuevas áreas destinadas a la producción frijolera.

La Costa Sur de Guatemala es una zona con amplio potencial para el desarrollo del cultivo del frijol, cuya producción podría destinarse tanto a satisfacer la demanda interna como para fines de exportación. Sin embargo, las condiciones climáticas en la época lluviosa presentan un ambiente apropiado para el desarrollo de la mustia hilachosa.

Como una contribución a la búsqueda de recomendaciones, se realizaron varios estudios a fin de comprobar prácticas agronómicas que permitan reducir la incidencia y severidad de la mustia hilachosa y que proporcionen al agricultor alternativas rentables en dicho cultivo.

## 2. RESUMEN DE RESULTADOS

### 2.1 El primer estudio (A. Mendoza 1983-1984)

Evaluó el efecto de seis tratamientos de control de mustia hilachosa (Thanatephorus cucumeris) en cuatro cultivares de frijol (Phaseolus vulgaris), basados en el uso de cobertura o mulch y dos fungicidas (Benomil y Maneb), éstos últimos con diferentes números o frecuencias de aplicación.

La investigación se llevó a cabo en dos localidades bajas y húmedas de Guatemala, éstas son:

- Parcelamiento "La Nueva Concepción" Escuintla.
- Finca Bulbuxya (USAC), San Miguel Panán, Suchitepequez.

El fin de esta investigación fue reducir el riesgo de la Mustia, que es la enfermedad de mayor importancia económica del frijol en la Costa, para que éstas puedan convertirse en áreas potenciales para la producción de frijol en Guatemala.

Estos seis tratamientos para el control de la incidencia del hongo sobre el rendimiento se evaluaron bajo un diseño de parce-

## CONCLUSIONES

1. El grado de tolerancia a la mustia hilachosa de los cultivares mejorados propuestos en el presente estudio como tolerantes, fue comprobado por su comportamiento semejante, bajo los diferentes tratamientos, no mostrando diferencias significativas en los análisis verificados de incidencia de la enfermedad y/o rendimientos. La comparación visual de la incidencia en las variedades susceptibles utilizadas como marcos esparcidores, indicaron en todos los casos menor severidad en los cultivares mejorados.

2. El daño económico atribuible a la mustia hilachosa se puede aproximar por las diferencias en rendimiento entre los tratamientos extremos y se aprecia una reducción del 23 por ciento en la localidad del Bulbuxya y 72 por ciento en el caso de la Nueva Concepción.

3. La utilidad de la cobertura como una práctica que contribuye a reducir el daño de la mustia hilachosa, pudo comprobarse en este estudio; en el cual mostró diferencias hasta de 295 kilogramos por hectárea en la localidad de la Nueva Concepción y de 519 kilogramos por hectárea en la localidad de Bulbuxya.

4. El uso de fungicidas mostró un control moderado de la mustia en la localidad de Bulbuxya, siendo el mejor de ellos el Benomil cuatro aplicaciones. En Nueva Concepción en donde la severidad de la enfermedad fue muy alta, no se observó un efecto importante de los fungicidas. En las condiciones de Bulbuxya, el mejor tratamiento fue la cobertura más las 4 aplicaciones de Benomil con rendimientos de 2,500 kilogramos por hectárea.

5. Tanto Maneb como Benomil en 2 aplicaciones tuvieron efectos similares sobre el hongo, siendo estos dos tratamientos en la localidad de Bulbuxya los más bajos en rendimientos, 785.00 kg/ha y 791.00 kg/ha, respectivamente. El efecto varió entre estos mismos productos, donde fueron aplicados 4 veces, resultando el de Benomil con menor severidad y mayor rendimiento, que el Maneb.

En Nueva Concepción, los dos fungicidas con 2 y 4 aplicaciones, tuvieron efectos negativos y sin diferencias significativas; sobresaliendo el tratamiento de solo cobertura.

2.2 El segundo (S. Marcucci) establecido en 2 localidades del Sureste y Costa Sur de Guatemala, durante el año 1984. El propósito de este trabajo fue evaluar las prácticas agronómicas para el control integrado de la mustia hilachosa. Las variables medidas fueron: incidencia, severidad y rendimiento.

La hipótesis planteada para ser probada a nivel de campo fue la siguiente: "La labranza mínima y el uso del fungicida Benomil constituyen prácticas eficientes para reducir el ataque de mustia hilachosa en las variedades ICTA Tamazulapa y Criolla Media Guía Oratorio".

Para el efecto se estableció un experimento mediante un diseño experimental de parcelas subdivididas, arregladas en bloques al azar con dos repeticiones.

La prueba de la hipótesis se realizó mediante análisis de varianza para las variables de severidad y rendimiento, y aunque las diferencias observadas no fueron significativas al combinar los datos, se estableció una comparación de medias y los tratamientos que mejor respondieron en cuanto a menor severidad de mustia hilachosa y mayor rendimiento fueron, para la localidad de la Costa Sur: Labranza Mínima, usando la Variedad Criolla 1 y 3 aplicaciones de Benomil con rendimientos de 2662 y 2336 kg/ha respectivamente, al compararlos con el Testigo (Labranza con Camellones, Variedad Criolla y 0 aplicaciones de Benomil) que solo alcanzó un rendimiento promedio de 1,083 kg/ha. Para la localidad del Suroriente fueron: Labranza con Camellones, usando la variedad ICTA Tamazulapa, 1, 2 y 3 aplicaciones de Benomil con rendimientos de 3227, 3200 y 3076 kg/ha respectivamente, comparados con el testigo que solo alcanzó un rendimiento promedio de 1836 kg/ha.

Basado en la comparación de medias, el análisis económico indica que los tratamientos mencionados son menos costosos (de 9.3 a 17.8%) y provee al agricultor ingresos adicionales mayores al 145.8% en relación al testigo.

Se efectuó un análisis de sensibilidad para observar el efecto de la variación del precio del frijol en los ingresos netos por hectárea. El resultado de éste, sugiere que el agricultor podría mejorar sus ingresos netos utilizando la labranza mínima bajo distintos precios del producto.

#### CONCLUSIONES

Tomando en consideración los objetivos e hipótesis planteados y los resultados obtenidos y discutidos en el presente estudio, puede concluirse lo siguiente:

1. La Labranza Mínima es una práctica que contribuye a reducir el daño causado por la mustia hilachosa.
2. El uso del fungicida Benomil contribuyó en el control de la mustia hilachosa en ambas localidades, siendo 1 y 2 el mejor número de aplicaciones para la finca El Jocotillo y el Centro de Producción del ICTA en Cuyuta respectivamente.
3. La variedad Media Guía Oratorio (testigo) ha sobrevivido a través de los años en las áreas muy afectadas por la mustia hilachosa, lo que implica que debe tener tolerancia en algún grado a esta enfermedad.
4. La Labranza Mínima, variedad tolerante y el uso del fungicida Benomil en el cultivo del frijol ayuda a:

- 4.1 Reducir la severidad de la enfermedad en un 73%.
- 4.2 Incrementar la productividad en un 245.8%.
- 4.3 Proveer ingresos adicionales mayores al 145.8%.
- 4.4 Mejorar los ingresos netos bajo distintos precios del producto.

2.3 Resultados a Nivel de Finca en Escuintla, Guatemala. (J. Estrada 1985-1986).

2.3.1 Para el pequeño agricultor de 1 a 2 Ha. en 6 localidades de la Nueva Concepción, Escuintla se condujeron ensayos a nivel de finca para comprobar en el sistema de Cero Labranza y con el uso de 2 variedades mejoradas, 3 métodos de control de maleza: Cobertura con cascarilla de arroz, Paraquat dirigido y el del agricultor (azadón, machete y/o manual).

Los resultados mostraron que cualquiera de los métodos utilizados, no afectó los rendimientos en ninguno de los tratamientos comparados, para el control de las malezas. En general el uso del Paraquat dirigido ha sido el más favorecido por los agricultores pequeños porque la labor manual es más costosa y si hay exceso de lluvia sólo se ha transplantado la maleza y multiplicado en menor plazo.

2.3.2 Para agricultores medianos y grandes, se establecieron ensayos en dos localidades de la Costa: para comprobar Quemantes para la "Cero Labranza".

1. Paracol (mezcla de ICI de Paraquat + Diuron).
2. Round-up.
3. Paraquat + Prowl.

El Paracol mostró más persistencia en el control en ambos sitios y fue ligeramente superior en rendimiento. Sobre comentar que es también el más económico y si en lugar de pagar la mezcla de fabrica, logramos que el Diuron sea compatible con el Paraquat distribuido localmente es aún más económico; la proporción de la mezcla es un litro de Paraquat + 200 grs. de Diurón.

Como post-emergentes se usaron:

1. Fusilade (graminicida) + Flex (hoja ancha).
2. Fusilade (graminicida) + Basagran (hoja ancha).
3. Paraquat dirigido (ya validado).

El control de maleza en los tres fue semejante, pero el uso de los dos primeros, solo se justifica en grandes áreas en aplicación mecánica y/o aérea, en cambio el último no requiere ni estudios económicos y su uso ya esta extendido como control de malezas en muchas áreas de producción del Sur-oriente y más recientemente en la Costa, con pequeños y medianos agricultores.

SELECCION DE VARIEDADES POR RESISTENCIA A LA  
MUSTIA HILACHOSA (Thanatophorus cucumeris)

San Isidro del General, Costa Rica 1989

Silvio Hugo Orozco S.

INTRODUCCION

El trabajo de selección de Variedades de frijol a la Mustia Hilachosa se ha basado principalmente en los resultados obtenidos en el vivero Internacional de Mustia Hilachosa originado y mantenido por el Programa Regional de Frijol de CIAT en Centroamérica y El Caribe y conducido por los programas Nacionales con el propósito de evaluar los niveles de resistencia o tolerancia de las variedades, y líneas avanzadas del Programa al Thanatophorus cucumeris Frank (Donk), en diferentes localidades de la región en donde la enfermedad es favorecida en forma natural por las condiciones ambientales en países de la región en donde la enfermedad es un factor limitante de la producción.

Las localidades que han aportado información mas consistente han sido Esparza en Costa Rica, que reporta las primeras fuentes de tolerancia en el período 1974 a 1976, pero luego Carazo en Nicaragua, Cuyuta en Guatemala, Caisán en Panamá, y más recientemente la República Dominicana y México. En anexo No. 1, se incluyen los nombres de los técnicos que han participado con VIM.

METODOS PARA LA SIEMBRA DEL VIVERO INTENACIONAL  
DE MUSTIA HILACHOSA

La metodología seguida para la siembra del Vivero Internacional de Mustia ha variado a través de los años. Del año 1974-1982 los materiales fueron sembrados en las épocas de mayor infección con tres repeticiones randomizadas, usando treinta semillas en surcos de 3 m. Después de cada cinco surcos de prueba se sembró un testigo susceptible y después de 20 surcos se colocó un testigo tolerante, entre dos testigos susceptibles; alternado con otro testigo tolerante, y así sucesivamente. En cada repetición se sembró un marco con dos surcos espaciadores del inóculo usando una variedad susceptible. En la siembra de 1982 B se aumentó el tamaño del surco a cuatro metros y cada cinco surcos de prueba se sembró un testigo susceptible.

En 1983 se trabajó de nuevo con surcos de tres metros con una distancia entre ellos de 50 cm. El vivero se inició con un material tolerante (Porrillo 70, Turrialba 1, Talamanca) seguido de un testigo susceptible (Rojo de seda, México 80 e ICA L. 24) y luego otro tolerante.

Después de cada veinte surcos se repitió la siembra de un surco tolerante seguido de un susceptible y un tolerante. Se colocaron tres repeticiones completamente randomizadas.

En el año 1984 se sembró, al igual que en el año anterior, en surcos de tres metros de largo con treinta semillas cada uno, separados 50 ó 60 cm., con tres repeticiones por material sin aleatorizar, pero con un testigo susceptible y uno tolerante cada cuatro materiales en estudio. El vivero se inició con un tolerante (Talamanca, Porrillo 70).

A partir de 1985 el testigo susceptible y el tolerante se sembraron cada seis surcos y se utilizaron cuatro repeticiones aleatorizadas, siendo este en la práctica el más eficiente.

### EVALUACIONES

Se realizaron de tres a cuatro evaluaciones, a los 15, 25, 35 y 45 días después de la siembra tomando notas de severidad de tejido afectado por la enfermedad en las plantas de todo el surco. El total de tejido vegetal se considera 100% la mayoría compuesta por hojas y vainas.

La evaluación de las líneas en prueba se hicieron comparándolas con los testigos más cercanos, debido a que la distribución de la enfermedad en el campo es muy variable tanto por la desuniformidad del terreno como de la distribución del inóculo.

Además de estas pruebas se determinaron los componentes de rendimiento, adaptación vegetativa y reproductiva; sin embargo, estos datos no se incluyen debido a que no fue reportado uniformemente en todos los viveros.

A continuación se presentan las escalas utilizadas para la evaluación de la mustia hilachosa bajo condiciones de campo.

1974 - 1981

T: Material Tolerante.  
S: Material Susceptible.

### RESUMEN DE RESULTADOS

#### 1. Viveros: 1974 - 1976

La mayoría de las introducciones que se evaluaron durante este período fueron enviadas por el Banco de Germoplasma del CIAT; algunas de ellas también fueron evaluadas por la Mustia Hilachosa (CIAT-ICTA), en Montería Colombia con resultados semejantes en número aproximado 2,000 entradas, de estas primeras fueron identificadas como tolerantes 10 entradas que podemos considerar la primera base del proyecto de Mustia y la mayoría han mantenido su reacción y fueron propuestas como progenitores en planes de cruzamientos. En el cuadro No. 1 se presentan las mejores, y algunas que por su importancia en el Programa en esa época, interesó conocer como fue su reacción. Entre tolerantes más resistentes destacamos México 12-1, PI 207.582, Alabama 1, Porrillo 70, S 630 B, Vaina Blanca, 27 R, PI, 313.343, Turrialba 1, Porrillo 1 (los subrayados se mantienen como fuentes de tolerancia en programa de mejoramiento).

Cuadro No. 1. Resumen de las evaluaciones Mustia Hilachosa en VIM Costa Rica 1974-1976 (tomado de Resultados 1973-1985 Taller de Mustia Hilachosa G. Galvez, B. More, M. Rojas).

2. Viveros: de Mustia Hilachosa 1977-1985

El resumen de la información se recopiló en el Taller de Mustia, celebrado en San José, Costa Rica en abril de 1987 de información presentada por los participantes, pero no fue analizado en el documento: pero de su observación podemos mencionar que se destacaron al considerar resultados de una observación. Los materiales agrupados por color en los cuadros 2 y 3.

Casi todos estos materiales han sido utilizados como progenitores en los cruzamientos del Programa de Mejoramiento 1 del CIAT y selecciones de estos son los materiales que se han incorporado por su tolerancia a la Mustia en los VIDAC's 1987/1988 (25 líneas) y en VIDAC 1989: 21 líneas de grano negro y 5 de grano Rojo. En los VICAR hasta 1988 han sido considerados tolerantes III 7719, III 7716, Talamanca, ICTA CU 85-12, ICTA CU 85-15, ICTA 883-2 en variedades de grano Negro y RAB 204 (Centa Jiboa), RAB 310, RAB 311, RAB 383 y aunque en menor grado pero si tolerantes DOR 364 en ambientes como Cuyuta.

1982

Grado de reacción al patógeno	% Severidad
1	Menos 1
2	1 - 5
3	6 - 10
4	11 - 15
5	16 - 20
6	21 - 30
7	31 - 50
8	51 - 75
9	76 - 100

1983 - 1986

Grado de reacción al patógeno	% Severidad
1	1 - 3
2	4 - 6
3	7 - 12
4	13 - 25
5	26 - 50
6	51 - 75
7	76 - 87
8	88 - 94
9	95 - 100

CUADRO No. 1

AÑOS 1974 - 1976

DESCRIPCION	1974		1975		1976	
	A	B	A	B	A	B
ARGENTINA 2	S	S	T	T	S	S
MEXICO 12-1	T	T	T	T	T	T
P.I. 203.929	S	S	S	S	S	S
P.I. 207.582	T	T	T	T	T	T
ALABAMA 1	T	T	T	T	T	T
ARAGUA 3	S	T	S	S	T	
JAMAPA	T	S	S	T	T	T
PORRILLO 70	T	T	T	T	T	T
PUEBLA 152	S	S	S			
S- 630 -B	T	T	T	T	T	T
VAINA BLANCA	T	T	T	T	T	T
27-R	T	T	T	T	T	
P.I. 313.343	T	T	T	T		
TURRIALBA 1	T	T	T	T	T	
PORRILLO 1	T	T	T	T	T	

Cuadro No. 2

Variedades y Líneas de grano negro con calificaciones menores en promedio a 6.5 en escala de VIM 1977-1985

BAT	76	ICTA Quetzal
BAT	450	ICTA Tamazulapa
BAT	1636	ICTA 81-31
HT	7716	ICTA 883-2
HT	7719	Porrillo 70
XAN	93	Negro Huasteco
XAN	112	Talamanca
IVAG	135	Turrialba 1
S 630 B		MUS 3
MUS	7	MUS 10

Cuadro No. 3

Variedades y Líneas de grano no negro con calificaciones iguales o menores que Talamanca

A	384	BAT	1230
A	296	BAT	1235
A	237	BAT	1297
Acacias	4	MUS	8
BAT	789	RAB	264
BAT	1449	REV	81
BAT	1579	RAB	312
Huetar		XAN	90

LISTADO DE MEJORES LINEAS Y/O VARIEDADES DE FRIJOL  
A TRAVES DE LOS AÑOS 1977/86

IDENTIFICACION	PADRES
A 237	(Rosinha x Nep Bayo 22)
Acacias 4	(Jamapa x PI 310814)
BAT 76	(G 1741 x G 2045)x(51052 x Cornell 49-242)
BAT 460	(Sal 2294 x A 2045) x (51052 x Cornell 49292)
BAT 1230	(G 6616 x G 4485)
BAT 1235	(Pompadour Checa x Turrialba 1)
BAT 1297	(Pompadour Checa x Turrialba 1)
BAT 1449	(BAT 93 x Clinea 17 x (PI 310 814 x PI 310 725)
BAT 1636	(BAT 450 x (Porrillo Sint. x Cacahuate 72) x (Jamapa x Cacahuate 72)
HT 7719-5-2-M	(G 4495 x BAT 76)
Huetar	(México 80 x BAT 202)
ICTA Quetzal	(Porrillo Sint. x Turrialba 1)
ICTA Tamazulapa	(Turrialba 1 x ICA Pijao)
ICTA 81-31	(ICTA D 30 x ICTA L 78-12)
ICTA 883-2-M	(ICTA 80-8 x ICTA D 83)
Porrillo 1	(Selec. Criolla El Salvador)
Porrillo 70	(Selec. Criolla El Salvador)
Porrillo Sint.	(Compuesto de Material Criollo Porrillo 3)
MUS 5	(BAT 861 x BAT 76)
MUS 6	(BAT 93 x BAT 1230)
MUS 7	(XAN 58 x BAT 1230)
MUS 10	(BAT 821 x BAT 859) x BAT 76
Negro Huasteco 81	(ICA Pijao x Porrillo 70)
PAI 113	(BAT 1225 x BAT 1136)
RAB 70	(BAT 1230 x A 40)
Talamanca	(Aranca 1 y Line 29)
Turrialba 1	(Comp. Masal Criolla C. A.)
Revolución 81	(Porrillo Sint. x G 7131)
XAN 90	(BAT 930 x BAT 93)
XAN 93	(BAT 552 x XAN 41)
XAN 112	(XAN 18 x (Porr. Sint. x Jules) xPorr. Sint.)

ANEXO # 1

TECNICOS QUE HAN PARTICIPADO EN LA  
EVALUACION DE VIVERO INTERNACIONAL DE  
MUSTIA HILACHOSA "VIM"

PROFRIJOL 1976/88

COSTA RICA:

DR GUILLERMO GALVEZ E.  
ING BERNARDO MORA  
ING. ADRIAN MORALES  
ING MARIA ROJAS  
DR GUSTAVO FRIAS  
ING RODOLFO ARAYA  
ING ALICE ZAMORA

GUATEMALA:

ING SILVIO HUGO OROZCO S  
ING MARCIAL GUZMAN  
ING RAFAEL RODRIGUEZ  
ING ARMANDO MONTERROSO

PANAMA:

DR GASPAR SILVERA  
ING MIGUEL ANGEL ACOSTA  
ING RUBEN DEGRACIA  
ING EMIGDIO RODRIGUEZ

EL SALVADOR:

ING DAYSI MADRID  
ING VICTOR RODRIGUEZ

NICARAGUA:

ING HUMBERTO TAPIA  
ING AURELIO LLANO  
AGRMO FILEMON DIAZ

REPUBLICA DOMINICANA:

ING FREDDY SALADIN  
ING MARITZA ROSARIO  
ING JULIO CESAR NIN

## DENSIDADES DE SIEMBRA DEL FRIJOL

San Isidro del General, Costa Rica 1989.

Silvio Hugo Orozco S.

### INTRODUCCION

Las variedades de frijol que se usan en la actualidad en el Sur-oriente de Guatemala, tienen en su mayoría hábito de crecimiento indeterminado IIB Guía corta y/o larga muy ramificadas que ofrecen un crecimiento frondoso y en la mayoría se han caracterizado por ser tardías. Estas variedades se han recomendado con una densidad entre 200,000 y 300,000 plantas por hectárea para la siembra de monocultivo según la variedad y el sitio. En general estas variedades son insensibles al incremento de la densidad y tienen un límite de eficiencia.

Recientemente el Programa Nacional del ICTA con el apoyo del Programa Regional de Frijol del CIAT en los Proyectos de tolerancia al BGMV y de Precocidad han seleccionado líneas de hábito determinado I e indeterminado erecto sin guía 2N, indeterminado erecto guía larga 2B. La variedad mejorada ya adoptada corresponde a los hábitos 2A; las nativas son indeterminadas postradas 3N (sin guía) y 3A (con guía corta o mediana), las cuales tampoco responden a los incrementos de población.

Variedades precoces de hábito 1, 2N, 2A y 2B son frecuentes en las descendencias de los proyectos arriba mencionados, por lo cual se planteó este ensayo preliminar, que incluye una variedad y/o selección que presenta cada uno de estos hábitos de crecimiento, con el propósito de observar cual es la tendencia de rendimiento de grano al incrementar la población dentro del surco, teniendo 0.4 metros como distancia constante entre los surcos, que es la adoptada en la región por la mayoría de los productores de frijol en monocultivo.

### REVISION DE LITERATURA

El hábito de crecimiento y su relación con los componentes del rendimiento fueron estudiados por Camacho et al (1968) y encontraron que de las progenies F4 y F5 de 3 cruzamientos de frijol con variedades de hábito determinado I x indeterminados II, las indeterminadas fueron más rendidoras en grano seco que las determinadas. Sin embargo, Agudelo (1972) encontró que una variedad determinada I, Diacol Calima, aumentó sus rendimientos en 39% cuando se aumentó la población de plantas al doble, mientras que la variedad Huasano indeterminada fue insensible a los incrementos de la densidad de siembra. Edge (1972) también reportó incrementos de 52% con variedades determinadas al utilizar 0.3 mts. entre los surcos, al compararlo con las distancias de 0.6 m. y en el mismo año Carvalho y Viera reportaron diferen-

Posteriormente Aldana, F. (1986) realizó un estudio con 15 diferentes variedades de frijol en 3 densidades de siembra 250, 500 y 1,200 miles de plantas/Ha. para medir el efecto sobre el rendimiento. Dos de ellas A 260 e ICTA Precoz 2 no solo fueron las dos variedades de mayor rendimiento promedio en el ensayo, sino que su mayor incremento por peso fue a la densidad más alta: 4528 y 3545 Kg/Ha. respectivamente.

En revisión reciente (Drozco, 1988) resumió en Documento del Curso en Sololá Guatemala:

En frijol se ha investigado para encontrar las densidades de población adecuadas de siembra. Sin embargo, las diferencias de desarrollo atribuibles a variedad (tipo de planta, altura, etc.) y a los factores de ambiente (suelos, pluviosidad, etc.) hacen que los márgenes de variación puedan ser amplios, como también la decisión puede estar limitada por la maquinaria disponible o límite en disponibilidad de semilla, como también a los objetivos de la siembra (obtención de semilla exige mayores espaciamientos).

En el Cuadro 1, se muestran las densidades de población por metro cuadrado que se pueden obtener con seis distanciamientos entre surcos y cinco espaciamientos entre plantas. Para calcular cuantas plantas se tienen aproximadamente por manzana se multiplican por 7,000 y para hectárea por 10,000. Las poblaciones aconsejadas están entre 10 y 22 plantas por metro lineal, considerando factores mencionados.

Cuadro 1. Densidades de Población.

Distancias entre plan- tas - cms.	Semilla/ M.lineal	Plantas/m <sup>2</sup>		Dist. entre surco cm			
		40	50	60	70	80	100
2.5	40	100	80	66	57	50	40
5.0	20	50	40	33	28	25	20
7.5	13	32	26	22	19	16	13
10.0	10	25	20	17	14	12	10
20.0	5	12	10	8	7	6	5

$$\text{No. de plantas/m. lineal} \times \frac{100}{\text{dist. entre surcos}} = \text{plantas} \times \text{m}^2$$

En los resultados de investigación, se ha encontrado que las variedades de hábito I pueden incrementar sus rendimientos hasta en 40% cuando se reduce hasta 0.4 mts.; la distancia de hábitos II se ha encontrado que sus mejores rendimientos están entre los 0.5 y 0.6 mts. de distancia entre surcos, mientras que las pos-tradas de hábito III pueden dar rendimientos semejantes si se hacen siembras más espaciadas.

cias entre 18 y el 50% al comparar 0.4 y 0.7 m. para surcos aunque no se sabe a que tipo corresponden los frijoles utilizados en el estudio. Miranda, H. (1965) utilizando 3 variedades con diferencias en hábitos de crecimiento, encontró que hay un aumento consistente al disminuir el espaciamiento entre hileras hasta el mínimo de 0.40 cms.

Kueneman (1978) hizo un estudio del potencial del rendimiento del frijol seco en los diferentes hábitos de crecimiento de frijol para determinar el tipo o tipos de planta que responden a siembras de alta densidad y también encontró que los hábitos II y III alcanzaron los más altos rendimientos sin considerar espaciamientos de siembra; cuando comparó siembras a 0.5 m. de distancia entre surcos con 0.75 metros, todas las variedades no trepadoras (I, II y III) dieron los mayores rendimientos de grano pero en ninguno de los hábitos encontró diferencias cuando comparó 5 vs. 10 cm. dentro del surco.

También surgió dos tipos de plantas que aumentan el rendimiento por unidad de área al incrementar la densidad: uno determinado muy compacto y el otro indeterminado II con poca ramificación.

Nienhis y Sing (1985) estudiaron 12 variedades de diferentes hábitos de crecimiento (I, II y III) con 4 diferentes densidades de siembra y confirmó el mayor rendimiento de las variedades indeterminadas III y II en este orden sin considerar ambientes ni densidad de siembra, siendo las variedades de estos tipos las de más amplia adaptación y mayor rendimiento en monocultivo. La localización, el semestre y las densidades de siembra afectaron el rendimiento y las características arquitectónicas. Con respecto a la densidad de siembra la forma de las curvas de respuesta para el rendimiento fue parabólica excepto para el frijol determinado I que fue asintótica.

Masaya (1968) y Molina (1972) en estudios realizados en el Sur-oriente de Guatemala han encontrado los mayores rendimientos en distanciamientos de surcos entre 0.3 y 0.5 dependiendo de la localidad en el sistema de monocultivo y Orozco et al (1978) confirma la bondad y preferencia del agricultor de la siembra a espeque o chuzo, con 3 semillas por sitio usado, 250,000 plantas/Ha al compararla con siembra en hilera, en el sistema de relevo del maíz, en 8 fincas del Sur-oriente de Guatemala.

Ajquejay S. S. (1980) estudió el efecto de la densidad y la fertilización sobre el rendimiento en seis genotipos de hábitos I, II y III en el Sur-oriente de Guatemala: el número de semillas y vainas y el peso de las semillas no fue afectado por las densidades pero sí el número de vainas por planta. La única línea que mostró tendencia al incremento de sus rendimientos al aumentar la densidad es la 78-64 que fue seleccionada por precocidad y muestra el mayor número de vainas alrededor del tallo principal. Anotó reducciones drásticas de población para su mayor densidad 1'250,200 plantas/Ha.

Las variedades arbustivas determinadas de hábito I también responden a acercamiento entre plantas siendo recomendable las siembras entre 0.05 mts. o menos cuando los surcos están a 0.5 mts. o más sin excederse de 30 semillas por metro lineal. En las variedades erectas de hábito II los mejores rendimientos se han obtenido con 25 plantas por metro cuadrado y en las postradas y/o de hábito III, los mejores rendimientos están entre 15 y 20 plantas por metro cuadrado.

Cuando se hacen sobrepoblaciones en hábitos III y II y dependiendo del hábito, la supervivencia que se ha observado en experimentos de campo puede ser:

1,250.000 semillas/ha sobreviven 30 al 40%  
 416.000 semillas/ha sobreviven 60 al 80%  
 250.000 semillas/ha sobreviven 70 al 88%  
 180.000 semillas/ha sobreviven 80 al 90%

El componente de rendimiento vainas/planta es el más afectado al incrementar la población. Sin embargo cuando la competencia es muy alta, también se afectan granos/vainas y el peso de la semilla, aunque éste último es el que menos se afecta.

Para calcular la cantidad de semilla necesaria se incluyen los cuadros 2 y 3 en donde se tiene la cantidad de semilla por hectárea y/o manzana, considerando dos poblaciones para establecer 20 ó 30 plantas por metro cuadrado, basándose en el peso de la unidad semilla, tomando como parámetro el peso de 100 semillas.

La mayor parte de las semillas de las variedades comerciales que se usan en Centro América, pertenecen al grupo de semillas de tamaño pequeño, pero incluimos el Cuadro 3 de semillas medianas dentro de las cuales puede haber tipo rojo de seda.

Cuadro 2. Cantidad de Semilla Necesaria, Tamaño Pequeño.

Peso de 100 Semillas grs.	Plantas por Metro Cuadrado	Cantidad Necesaria	
		Kg/Ha	Lb/Mz
14	20	28	43.0
	30	42	64.8
16	20	32	49.2
	30	48	74.0
18	20	36	55.4
	30	54	83.2
20	20	40	61.6
	30	60	92.4
22	20	44	67.8
	30	66	101.6
24	20	48	74.0
	30	72	110.8
26	20	52	80.0
	30	78	120.0

$$\text{Cantidad semilla necesaria} = \frac{\text{Población/ha}}{1,000} \times \frac{\text{Peso de 100 sem.}}{100}$$

Pequeño = 14-26 gr. Mediano = 28-38 gr. Grande = 43 gr./ó más

Cuadro 3. Cantidad de Semilla Necesaria, Tamaño Mediano.

Peso de 100 Semillas grs.	Plantas por Metro Cuadrado	Cantidad Necesaria Kg/Ha	Lb/Mz
28	20	56	86.2
	30	84	129.4
30	20	60	92.4
	30	90	130.6
32	20	64	98.6
	30	96	147.8
34	20	68	104.8
	30	102	157.0
35	20	72	111.0
	30	108	166.3
38	20	76	177.0
	30	120	184.8

#### MATERIALES Y METODOS

##### Variedades Usadas:

Se utilizaron 4 variedades y/o líneas de frijol seleccionadas por el Programa de Frijol en Monjas Jalapa, en el Proyecto de Mosaico Dorado y que en este ambiente se diferencia por su hábito de crecimiento así:

1. Dark Red Kidney: 1A = determinado cerrado.
2. A 429: 2N = Indeterminado erecto-sin guía.
3. ICTA Ostúa: 2A = Indeterminado erecto guía corta.
4. ICTA Precoz 2: 2B=Indeterminado erecto-guía larga.

##### DENSIDADES DE SIEMBRA

1. 200.000 plantas por hectárea.
2. 400.000 plantas por hectárea.
3. 600.000 plantas por hectárea.
4. 800.000 plantas por hectárea.

Las distancias entre surcos se mantuvo constante de 40 cm., que es la recomendación para el frijol en monocultivo en la región, aparentemente ya adoptada.

El diseño fue un factorial de 4 x 4, con 4 repeticiones y la parcela útil de 4 metros cuadrados.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Se hicieron conteos de plantas por parcela durante dos etapas del cultivo: la primera quince días después de la germinación (V3) y una segunda en el momento de la cosecha con el propósito de establecer supervivencia por competencia en las diferentes poblaciones. El mayor grado de supervivencia lo muestra la menor densidad de siembra en la cual solo hay una reducción del 16% de la población mientras que para de 400 a 800 mil plantas/Ha. están alrededor de un 20%, siendo muy semejantes entre sí. En el Anexo 1 se presentan los conteos (V2) y al momento de cosecha expresados en miles de plantas por Ha. y el % de reducción, promedio de las 4 repeticiones. Debe anotarse que la mayor proporción de la reducción ocurre en los primeros 15 días del desarrollo, lo cual nos hace suponer que las reducciones en este ensayo ocurrieron por las limitantes de germinación y no por el grado de competencia atribuible a los tratamientos de densidad.

Se tomó días de madurez a partir de la fecha de siembra, de las variedades que alcanzaron los siguientes promedios: Dark Red Kidney-60 días; A 429-70.2 días; ICTA Precoz 2-66.1; las variedades mejoradas anteriores alcanzan su madurez entre 70 y 74 días. La arquitectura o tipo de planta se mantuvo constante en las 4 variedades.

Los componentes del rendimiento observados en el ensayo se presentan en el Anexo 2, en el cual es consistente que el peso de grano se mantiene constante para la variedad en las diferentes densidades de siembra, mientras que el número de semillas por vaina (# semillas/# vainas) tiende a afectarse ligeramente con las densidades mayores.

El número de vainas y de semillas por planta si se afecta significativamente con el incremento de la densidad: En todas las variedades se reducen en más de un 100 % y son por consiguiente los componentes de rendimiento más variables en este estudio.

En el Anexo 3 se resumen los promedios de los rendimientos en Kg/Ha al 14 % de humedad en el cual podemos observar el diferente comportamiento que han mostrado, aunque el análisis estadístico no está indicando significancia para variedades porque tienen el mismo potencial de rendimiento y para densidades la tendencia a una respuesta diferente: la selección más precoz en el estudio Dark Red Kidney alcanzó su mayor rendimiento 2,664 Kg/Ha el promedio más alto de este ensayo, en la densidad de

600,000 plantas por hectárea, que es semejante al óptimo encontrado para Diacol Calima en Palmira (Agudelo et. al 1972): el potencial de las variedades arbustivas determinadas está supeditada a siembras con alta densidad que al ser medido por día será muy superiores a variedades más tardías: 44.4 Kg/Ha días vrs. 35.1 Kg/Ha alcanzado por A 429 en su mejor promedio. La hemos comparado con esta selección por que es la de madurez más tardía (70 días) en este estudio.

La línea ICTA Precoz 2 alcanzó su mayor rendimiento en la mayor densidad probada, también con 2,600 Kg/Ha en el promedio de sus 4 repeticiones que es 46 % más que su rendimiento con 200,000 plantas por hectárea que es la densidad más frecuente en la región; esta selección ya había mostrado en un estudio anterior (Aldana, F. 1986) respuesta a alta densidad y nos alerta a que en los esquemas evaluación que se realicen para evaluar selecciones precoces van a estar realmente midiendo el potencial de rendimiento e incorporando el criterio de kilogramos/Ha/día para hacerlo más justo.

Las variedades A 429 2N e ICTA Ostúa por el contrario son afectadas en su rendimiento a 400,000 o más plantas por hectárea

y el óptimo rendimiento para A 429 podría estar entre 200 y 400 mil plantas por hectárea.

#### CONCLUSIONES

1. El peso de 100 semillas se mantuvo constante en cada variedad.
2. El número de granos por vaina fue disminuido ligeramente por efecto de la densidad.
3. Los componentes del rendimiento, número de vainas y semillas por planta son drásticamente afectados por la mayor densidad de siembra.
4. Como era de esperarse la variedad 1A arbustiva determinada (Dark Red Kidney) respondió al incremento de la densidad alcanzada 2,664 Kg/Ha/día a 600,000 plantas/ha: 50% más que a 200,000 plantas por hectárea.
5. Confirmando su comportamiento en un estudio anterior ICTA Precoz 2, alcanzó su mayor rendimiento a la mayor densidad de siembra 800,000 plantas/ha con 2,591 Kg/Ha (39/ha/día): 45% más que a 200,000.
6. A 429 ICTA Ostúa mostraron su mayor rendimiento en la menor densidad (2,429 y 2,415 Kg/Ha respectivamente) y menos variación en las diferentes densidades probadas.

## RECOMENDACIONES

1. En los Proyectos de Mejoramiento por Precocidad, se debe considerar la selección de granos de mayor tamaño y mayor número de granos por vaina (componentes más estables).

2. Hacer la evaluación de las variedades precoces y/o de arquitectura cerrada, en densidades que pueden expresar su potencial de rendimiento.

3. En cada ensayo de evaluación para estudiar respuesta a densidades de siembra, preferentemente incluir sólo variedades de tipo y madurez semejante.

## ANEXOS

### Anexo 1.

Población del Ensayo en miles/ha. A la Siembra, 15 días de Germinada, al momento de Cosecha y % de Reducción al momento de Cosecha.

No. Variedad	Población Teórica	Plantas en m <sup>2</sup>	Plantas a cosecha	Reducción %
Dark Red Kidney	200	177	172	14
	400	338	329	18
	600	492	485	19
	800	583	569	29
A 429	200	177	176	13
	400	338	334	16
	600	488	475	21
	800	663	647	19
ICTA OSTUA	200	165	164	18
	400	344	329	18
	600	491	476	21
	800	696	681	14
ICTA PRECOZ 2	200	164	161	19
	400	324	315	21
	600	468	467	22
	800	670	656	18

Anexo 2.

Componentes del Rendimiento de un Ensayo de 4 Variedades en 4 Densidades, Jutiapa 87.

Variedad Nombre	Densidad miles/ha.	Peso gs. 100 grs.	# vainas $\bar{x}$ 10 plan.	# Semillas $\bar{x}$ 10 plan.
Dark Red Kidney	200	45.50	77.25	257.00
	400	44.50	50.25	158.25
	600	45.70	51.25	156.50
	800	45.00	41.25	119.25
A 429	200	21.75	107.00	482.25
	400	21.50	82.00	357.50
	600	20.75	71.00	309.75
	800	22.75	51.00	209.00
ICTA OSTUA	200	18.75	112.75	611.75
	400	17.75	68.75	354.50
	600	18.25	55.25	286.00
	800	17.75	45.25	230.00
ICTA PRECOZ 2	200	21.75	86.25	422.50
	400	22.00	73.25	360.00
	600	20.75	52.25	243.50
	800	22.00	37.25	183.25

Anexo 3.

Rendimientos Promedios de 4 Repeticiones en Kg/Ha. al 14% de Humedad en 4 Densidades de Siembra.

Nombre de Variedad	Hab.	Densidad	Rendimiento $\bar{x}$ Kg/Ha
Dark Red Kidney	1A	200,000	1775
		400,000	2152
		600,000	2664
		800,000	2085
A 429	2N	200,000	2459
		400,000	2349
		600,000	1916
		800,000	2244
ICTA OSTUA	2A	200,000	2415
		400,000	2104
		600,000	2267
		800,000	2145
ICTA PRECOZ 2	2B	200,000	1782
		400,000	2082
		600,000	1929
		800,000	2591

## BIBLIOGRAFIA

- Ajquejay, S. 1980. Efecto de la Densidad y la Fertilización en 6 genotipos de Frijol en el Sur-Oriente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, 72p.
- Aldana, L.F. 1986. Estudios sobre el Rendimiento del Frijol (Phaseolus vulgaris L.). XXXII Reunión Anual del PCCMCA.
- Agudelo, D., Hernández y G. Bastidas, 1972. Efecto de la Densidad de Población, rendimiento y otras características Agronómicas del Frijol. Acta Agron. 22:39-50.
- Carvalho, B.C. y C. Viera. 1972. Ensaio sobre espacamento de plantio de Feijao (Ph vulgaris L.) nas regiones de Irecé e Tucano, Estado de Bahía. Rev. Ceres 19 (105): 358-366.
- Edge, O.T., L.K. Mughogho and U.I Ayonoadu 1972 Agronomy Experiments on Beans, Res. Bull of Banda, Coll of Agr. Univ. of Malawi 3:20-43.
- Camacho, L.H., R.A. Duarte y S.H. Orozco, 1976. Relación entre el hábito de Crecimiento y los Componentes del rendimiento en Frijol (P. vulgaris L.), Revista ICA 3 (1):123-129.
- Kueneman, E.A. 1978. Evaluation of the Yield Potential of Growth habits of Dry Beans (Phaseolus vulgaris L.) and Determination of Plant Types for High Density Plantings. Ph. D. Thesis. Cornell Univ. Ithaca N.Y.
- Nienhuis, J. Sinf, S.P. 1985. Effects of Location and Plant Density and Yield and Architectural Traits in Dry Beans. Crop Science 15:579-584. Incl, 15 Ref. Ilus.
- Masaya, P. 1968. Estudio sobre el Abonamiento y Densidad de Siembra del Cultivo del Frijol. Tesis I.A. Guatemala, Univ. de San Carlos, Facultad de Agronomía 75p.
- Miranda, H. 1965. Efecto de la Distancia entre surcos sobre el Rendimiento del Frijol, XI Reunión Anual del PCCMCA, Panamá.
- Molina, C.A. 1972. Efecto de Cuatro distancias de Siembra sobre el Rendimiento de 10 variedades en 4 Regiones de Guatemala, XVIII Reunión Anual del PCCMCA, Managua Nicaragua.
- Orozco, S.H., F. Hernández, L.F. Ordóñez. 1980. Comparación de 4 variedades de Frijol en Milpa, sembrada en hileras o por sitio (con chuzo), en el Oriente de Guatemala. XXVI Reunión Anual del PCCMCA Guatemala, Guatemala.
- Orozco, S.H. y P. Masaya. 1987. Densidades de Siembra del Frijol en Jutiapa Guatemala.
- Orozco, S.H. 1989. Manejo Agronómico del Cultivo del Frijol. Curso Internacional, Sololá Guatemala.

MANEJO FITOSANITARIO INTEGRADO PARA LA PRODUCCION DE FRIJOL COMUN +  
Humberto Tapia B. ++ Alberto Camacho H. +++ Ismelda Occón P. ++++  
Mario Jiménez G. +++++

### SUMMARY

With aid eight experimental assays and six increase and observation seeds plots at the production constraints framework to common bean at IV Region of Nicaragua, was studied and generated solutions to this constraints than reduced the grain yield, between it indentify: weeds presence, pest insects, fungus, bacterial and viruses pathogens. Begining in the goodness effects from zero-tillage, its make in iterative way a cultural practices group nominated "Fitosanitary integrated management for common bean production" build with zero-tillage, crops rotation, multiple cropping systems, pathogens free seed, resistant pathogen varities, narrow row with distance from (20 cms.), increase and high stand establishment -- (400,000 pl/ha.), with these elements was possible solve the annoted constraints; moreover, reduce the spent energy, machinery use, enviroment pollution, costs, safety increase to crop obtain, more massive production and high profit.

### RESUMEN

Con apoyo de ocho ensayos experimentales y seis lotes para -  
incremento de semilla y observación, en el marco de la problemática productiva del frijol común en la Región IV de Nicaragua;

- + Trabajo presentado en la XXXVa Reunión anual del PCCMCA, San Pedro de Sula, Honduras; 1989.
- ++ Director del Proyecto Post-Grado ISCA/CROCEVIA; Managua, Nicaragua, 1989
- +++ Ex-asesor, Proyecto de Protección de Plantas, DGA/MIDINRA-GTZ.
- ++++ Ex-responsable Proyecto de Patología de Semillas, DGB/DGA/MIDINRA, Managua, Nicaragua.
- +++++ Responsable de Producción, Zonal MIDINRA; Rivas, Nicaragua.

se procedió a estudiar y generar soluciones a limitantes que reducen la producción de grano, entre las que se identifican: incidencia de malas hierbas, insectos plaga, patógenos fungosos, bacteriales y virales. Basados en los efectos beneficiosos de labranza cero, se procedió en forma iterativa a estudiar un conjunto de prácticas culturales que conformaron el "Manejo fitosanitario integrado para la producción de frijol común", constituido por labranza cero, rotación de especies, asocio cultural, semilla libre de patógenos, variedades resistentes a patógenos, reducción de la distancia entre hileras (20 cms.), aumento y establecimiento de las densidades poblacionales de plantas (400,000 pl/ha.), así fue posible superar las limitaciones anotadas, reducir el gasto de energía, uso de maquinaria, contaminación ambiental, costos, aumentar la seguridad de obtener cosecha, mayores volúmenes de ésta y obtener rentabilidad económica superior.

## INTRODUCCION

Las modificaciones continuas en los ecosistemas lleva irremediablemente a la ruptura del equilibrio natural que poseen para funcionar en armonía los sistemas vegetales. El reto de producir más alimentos y fibras para suplir la demanda de la humanidad, hace que con conocimiento o desconocimiento se abuse de nuestros recursos naturales.

Sí el objetivo final es la obtención de una producción agrícola, ésta debe lograrse a partir del empleo bien estructurado de los factores de producción de tal modo que se logre el beneficio de éstos por un período mayor, que supere la caducidad actual.

Aplicando estos conceptos a la producción de frijol común, ésta tampoco escapada a los perjuicios a que está sometida toda la actividad agrícola productiva en que su deterioro por manejo inadecuado se detecta en grados cada vez más avanzados.

La producción y el aumento de ésta para cualquiera de las especies de importancia económica se ha hecho depender de una tecnología que lejos de producir beneficios, en cambio es perjudicial.

No se trata de negar las ventajas de nueva tecnología, sino más bien, señalar que el desconocimiento de su empleo en la mejor forma posible y acorde a las situaciones de uso, incrementa los costos de producción, disminuye los rendimientos y además, deteriora gravemente el agroecosistema.

Los agroecosistemas empleados para la producción del frijol común en Nicaragua muestran características bien definidas y cubren una gama amplia de condiciones ; parten de la siembra sencilla al voleo - hasta el empleo de máquinas; en todos los casos el manejo del suelo y la plantación de presiembra hasta la etapa final de vegetación evolucionan en el empleo de prácticas que complican el comportamiento del agroecosistema, terminando por deteriorarlo. Esta acción es progresiva e incidente en los avances para conseguir el aumento de productividad, a tal punto que los mantiene estáticos forzándoles al deterioro.

Por tanto, el agroecosistema del frijol común en Nicaragua se -- transforma desde la existencia y aplicación de prácticas no destructivas en las que no incluyen el empleo de maquinarias y agroquímicos en su totalidad, a casos en donde el abuso es la característica más destacada.

La producción de frijol común está sometida a limitantes de naturaleza diversa, pero las que cobran más relevancia son aquellas que se conjuntan en aspectos fitosanitarios. Las malezas representan la primera fase de esta problemática, incitando su emergencia y prevalencia a partir de manejos defectuosos con la labranza que pretende establecer condiciones óptimas o muy cerca de lo óptimo, antes de poner la semilla en contacto con el suelo; consecuencia inmediata de esta causa constituye la incidencia de insectos plaga cuya presencia se agudiza mediante el manejo químico irracional que se practica; - complementando esta figura se suma la incidencia de patógenos en su mayoría dependiente de la acción inicial.

Cada uno de los elementos anteriores, básicos a considerar su manejo adecuado desde antes del establecimiento de la plantación constituyen una garantía que conduce a la conservación adecuada del agroecosistema del frijol común; reducción de la contaminación ambiental, aseguramiento de la plantación contra azares ecológicos y sus posibles consecuencias, incremento considerable en la productividad y finalmente reducción de costos de producción.

Las soluciones actuales a las limitantes señaladas se han enfocado desde el punto de vista mecánico y químico. Los resultados logrados hasta la fecha no son muy halagadores, sin embargo, son procedimientos que se fomentan en gran escala para su uso masivo.

Las dificultades anteriores tienen soluciones viables en términos de su aceptación por no emplear equipos complicados, insumos peligrosos y de alto costo. Así también el tiempo suficiente para su ejecución. Debe notarse que este manejo obliga a ejecutar prácticas en forma secuencial e integrada para que puedan lograrse los resultados previstos.

Los campos sembrados con frijol común en Nicaragua, frecuentemente están invadidos por malas hierbas que en número de 34 son las más sobresalientes, comprendidas en catorce familias, Eslaquit et al. (1983). En total 19 insectos entre masticadores y chupadores, además de un molusco que ataca la planta de frijol en todas sus fases fenológicas, Someijer y Mairena (1975), Hernández (1977); siendo los más importantes: *Elasmopalpus* sp., *Diabrotica* sp., *Nodonata* sp., *Empoasca kraemeri* Moore & Ross., *Bemisia tabaci* Genn., *Trichoplusia ni* (Hubn), *Apion* sp., *Zabrotes* y el molusco *Vaginulus*. Los patógenos de mayor incidencia lo constituyen: *Fusarium semitectum* Berk & Rav., *Pythium* sp., *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk., *Isariospsis griseola* Sacc., *Uromyces phaseoli* (Pers) Wint., *Collectotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magn) Scrib., *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*; y virus del mosaico común del frijol, Tapia y Camacho (1988). En la Región IV se identificaron de suma importancia: *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk., *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*; y virus del mosaico común del frijol, los daños que inducen estos patógenos por separado se cuantifican en reducciones en el rendimiento de grano estimados en el rango de 10-100 por ciento, Occón y Tapia (1986).

Los patógenos transportados y transmitidos por semilla son de ocurrencia frecuente debido al uso de semilla portadora de patógenos y a la siembra de frijol en el mismo suelo que hace se incrementen los inóculos de estos patógenos, Occón (1985).

Todas estas limitantes y otras adicionales de naturaleza ecológica, se manejan con sistema de labranza convencional, que en la mayoría de los casos constituyen medidas eficaces para magnificar el problema. Conociendo estos factores adversos y necesitando incrementen

tar la productividad del frijol común debe optarse por la identificación de prácticas de manejo efectivas en términos ecológicos, biológicos y económicos.

Con el objeto de identificar soluciones para resolver estas limitantes se iniciaron estudios que involucraron tratamientos cuyo componente principal fue prácticas de manejo cultural, estas se modificaron en la medida que se obtuvo resultados; los cambios se hicieron continuamente en la misma línea de trabajo inicial aunque los enfoques fueron direccionados hacia aspectos variados y comprenden un período de 1985-1987.

#### MATERIALES Y METODOS

Los ensayos y lotes de observación sembrados con frijol se establecieron en épocas de primera y postrera (Junio y Septiembre) a partir de 1985 en diversas localidades que incluyen La Compañía (Sn. Marcos), Diriomo, La Paz y Veracruz, todos pertenecientes a la Región IV.

La altitud de las localidades varió de 30 a 480 msnm, con precipitaciones pluviales promedio de 1000-1200 mm, estación lluviosa de Junio a Octubre, temperatura promedio de 22-26 °C, humedad relativa de 65-85 %. Los ensayos y lotes de observación se situaron en suelos de relieve ligeramente inclinado, con texturas franco a franco arcilloso, poco profundos y con buen drenaje superficial e interno. El pH es ácido, contenido de fósforo bajo, medio a altos en potasio.

Los tratamientos involucraron labranza convencional y labranza cero, rotación cultural con maíz, frecuencia de aplicación y dosis de bactericidas solo en dos casos, distanciamientos entre hileras fluctuando de 20 a 40 cms, poblaciones comprendidas de 150-400 mil plantas por hectárea. Con estos factores y sus variantes se estructuraron ocho ensayos con sus respectivos diseños factoriales, los que fueron sembrados en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, parcelas de cuatro hileras de diez metros de longitud para usar las dos hileras centrales de parcela útil. Se usó una y dos variedades en ciertos ensayos.

Los seis lotes de observación tuvieron una extensión variable de 1000 a 2500 metros cuadrados según la disponibilidad de semilla; incluyendo de una a cuatro variedades con manejo constante de los factores en estudio a excepción de la distancia entre hileras y --

fertilización edáfica que se hizo en algunos casos.

El manejo de los ensayos y lotes consistió en chapeo de las malezas de acuerdo a su estado de crecimiento, aplicación de herbicidas en presiembra (Glifosato, Paraquat) y preemergencia (Pendimetalin) en dosis no mayores de 1.42 lts/ha; en un caso se aplicó de post-emergencia (Bentazon). Insecticidas solo se aplicaron al suelo previo muestreo de la población de larvas existentes, preferiblemente (Carbofuran) a razón de 26 kg/ha, las babosas se controlan con Metafito\* previa comprobación de su existencia, haciendo aplicaciones antes de la siembra a razón de 26 kg/ha del producto comercial. La fertilización fue opcional y en los casos en que se usó ésta fue a razón de 64.5 kg/ha. de las fórmulas 15-37-10 y 10-30-10.

La siembra se hizo usando espeque en todos los casos con labranza cero y con máquina, para asegurar la distancia entre plantas, la germinación y emergencia logrando las densidades poblacionales previstas para labranza convencional.

Para evaluar los efectos de tratamientos aplicados se procedió a registrar:

- a) Índice de infección por *Mustia hilachosa*, Carbón, Bacteriosis y Patógenos en semillas.
- b) Incidencia de *Empoasca kraemeri* Ross & Moore: y *Bemisia tabaci* Genn.
- c) Biomasa de malezas ,
- d) Índice de sobrevivencia de plantas,
- e) Rendimientos de grano,

La información relativa a la sobrevivencia de plantas, insectos y patógenos solo fue tabulada; en tanto, la de malezas y rendimientos de grano se analizó conforme a los diseños empleados, y en una ocasión por medio de  $X^2$ .

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES

El agrupamiento de labores para cada uno de los agroecosistemas del frijol común partiendo de la forma más elemental de adecuación de suelo para siembra y mantenimiento de la plantación una vez establecida ésta, es indicativo del incremento en la demanda de jornales. Se observa que con manejo de labranza convencional el requerimiento de mano de obra se aumentó de 47 para espeque a 53 con bueyes que se

\* Conteniendo Metaldehido al 5%.

traduce en 13 por ciento más de mano de obra; y requerimiento 10 incursiones de tractor en el terreno si se usó maquinaria.

La cuantificación de mano de obra con manejo de labranza cero - insume 10 jornales para siembra al voleo, 16 con espeque, 18 con bueyes y 3 incursiones de tractor al terreno si se usa maquinaria; esto representa 38 y 45 por ciento de incremento en la demanda de jornales a partir del manejo al voleo con relación a espeques y bueyes.

Contrastando labranza convencional con cero y las alternativas de cada sistema, encontramos demanda reducida de jornales en siembra al voleo, 34 por ciento de mano de obra en siembra de espeque en la labranza cero con respecto a convencional, igual relación ocurre para la modalidad de bueyes, en tanto para maquinaria en siembra con la labranza cero solo requiere del 30 por ciento incursiones del total - empleado con labranza convencional, Cuadro 1.

Suelos con inóculos de Thanatephorus cucumeris (Frank) Donk. patógeno que incita el síndrome Mustia hilachosa se reduce en 57 por ciento con relación al monocultivo con labranza convencional, esta reducción obedece al efecto de la rotación con maíz, previa a la siembra de frijol común, esta reducción es más notoria al rotar el frijol común con maíz en labranza cero, la reducción de daños al follaje es hasta de 93 por ciento; además, es posible producir hasta 12 por ciento más de grano de frijol común al complementar rotación de maíz y labranza cero en siembra de frijol comparado con la misma rotación en labranza convencional, mayor potencialidad se logra con la rotación maíz/frijol común complementada con labranza cero, comparada con monocultivo de frijol común con labranza convencional; en este caso - los rendimientos alcanzan hasta 42 por ciento de superioridad, esta diferencia es estadísticamente significativa para  $\alpha=0.05$ .

Situación semejante se observa con suelos que poseen inóculos de Xanthomonas campestris pv. phaseoli, agente que incita al síndrome - Tizón común bacterial, el efecto de labranza cero causa reducciones hasta de 58 por ciento en lesiones producidas al follaje de la planta de frijol común, a pesar de la práctica de monocultivo el solo hecho de sembrar con labranza cero, proporciona incrementos en grano de frijol común que se traduce hasta en 26 por ciento, diferencia que es estadísticamente significativa para  $\alpha = 0.05$ , Cuadro 2.

CUADRO 1.-

REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA COMPARATIVOS A INVERSIONES DE MAQUINARIA PARA DIFERENTES AGROECOSISTEMAS DE FRIJOL COMUN USANDO LABRANZA CONVENCIONAL Y CERO.

S I S T E M A S									
VOLEO		ESPEQUE		BUEYES		MAQUINA			
Labor (f) *	Jornales	Labor (f) *	Jornales	Labor (f) *	Jornales	Labor	Incursiones		
LABRANZA CONVENCIONAL									
		Roza	1	10	Roza	1	10	Chapeo	1
		Barrido y quema	1	6	Barrida y quema	1	6	Arado	1
		Deshierbas	3	24	Arado	3	6	Rastra	2
		Aporque	1	7	Deshierbas	3	18	Escardas	2
		Total		47	Despendeja	1	6	Aplic. Insectic.	2
					Aporque	1	7	Aplic. Fungic.	2
					Total		53	Total	10
				21.28			23.99		
LABRANZA CERO									
		Roza	1	10	Roza	1	10	Chapeo	1
		Herb. Pree	1	3	Arado	1	2	Herb. Pres. y Pree.	1
		Herb. Post	1	3	Herb. Pree	1	3	Herb. Post.	1
				16	Herb. Post	1	3		3
				7.24			18		
							7.24		
US\$ **									
Chapeo	1	10							
Total		10							
		4.52							

173

\* (f) = Frecuencia de ejecución de la labor. \*\* Valor total de jornales a tasa de cambio US\$ 1 = C\$80.00

CUADRO 2.- EFECTOS DE LA SECUENCIA MAIZ/FRIJOL Y LABRANZA CERO EN LOS RENDIMIENTOS DE GRANO DE FRIJOL COMUN EN DOS SUELOS CON ALTA PRESION DE INOCULOS CON Thanatephorus cucumeris y Xanthomonas campestris pr. phaseoli. LA COMPANIA, CARAZO; EL TAMBO, RIVAS. NICARAGUA. 1985-B.

MANEJO			Daño en Follaje %	Rendimiento grano 14% H Kg/ha	EFECTO DE LABRANZA CERO SOBRE	
Siembra en Primera	Siembra en Postrera	Labranza			Lab. Convenc.	Lab. Convenc. y monocultivo
SUELO CON INOCULO DE <u>Thanatephorus cucumeris</u> * LA COMPANIA, CARAZO						
Maíz	Frijol común	Convencional	30	550 b	100	-
Maíz	Frijol común	Cero	5	619 a	112	142
Frijol común	Frijol común	Convencional	70	435 c	-	100
SUELO CON INOCULOS DE <u>Xanthomonas campestris</u> pr phaseoli * * EL TAMBO, RIVAS.						
Frijol común	Frijol común	Convencional	60	308 b	100	-
Frijol común	Frijol común	Cero	25	390 a	126	-

\* La Compañía, Carazo; \*\* El Tambo, Rivas; cifras apareadas a letras diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas para  $\alpha = 0.05$ .

En la Compañía se sembró maíz cultivar X-107A, frijol común cultivar Rojo matocho.  
En el Tambo se sembró frijol común cultivar Arbolito.

Cenchrus echinatus L. y Cynodon dactylon (L) Pers. son las malezas más abundantes en campos productores de frijol común, además de ocurrir un número considerable de especies mono y dicotiledóneas. Labranza cero resultó altamente efectiva contra Cenchrus echinatus L. reduciendo la biomasa en 52 por ciento. Cynodon dactylon (L) Pers. resultó más afectado por la interacción de hileras separadas a 20 cms. y densidad poblacional de 400,000 plantas por hectárea, su efecto causa reducción en su biomasa hasta en 24 por ciento. Labranza cero y densidad poblacional de 400,000 plantas por hectárea, en acción separada reduce la biomasa de malezas mono y dicotiledóneas en 44 y 20 por ciento, respectivamente. La interacción de labranza cero y el efecto comparativo de la variedad de frijol común, ocasionan reducciones del 37 por ciento, la arquitectura de la planta de frijol variedad Revolución-83 produce efectos de reducción en la biomasa de especies monocotiledóneas en 16 por ciento, Cuadro 3.

Los patógenos encontrados en la semilla son indicios de la contaminación producida en siembra con labranza convencional; semilla de cuatro variedades fue incrementada en un lote de observación encontrándose valores de 14.5 por ciento con Fusarium semitectum<sup>Berk & Rav</sup>, 4.5 por ciento con Macrophomina phaseoli (Maubl) Ashby, y 1.0 con Fusarium solani (Mart) App & Wollenw, involucrando cuatro variedades RCZN-10028-6, Revolución-79A, Revolución-83 y Revolución-84 y semilla sin tratar; en semilla procedente de las mismas variedades y con tratamiento de Benomyl por vía seca, muestra porcentajes de semillas infectadas por Fusarium sp. en 2.5 por ciento. Xanthomonas campestris pv. phaseoli en 1.5 por ciento y Rhizoctonia solani Kuhn con 0.5 por ciento, Cuadro 4. Otros patógenos que afectan el follaje de la planta de frijol en la fase V4 (tercera hoja trifoliada) Entyloma petuniae Speg. causante del carbón foliar, fue eliminado en su totalidad por efectos de la cobertura del suelo al practicar labranza cero, Cuadro 5.

La chicharrita verde del frijol común Empoasca kraemeri R.S.M fue eliminada en su totalidad con la práctica de labranza cero a pesar de las condiciones ecológicas prevalecientes en la fase de vegetación del frijol, no se observó presencia ni tampoco daños ocasionados por este insecto, Cuadro 5.

En siembra de primera de 1986 el establecimiento de lotes de incremento de semilla en tres localidades de la Región IV solo requirió del uso de herbicidas de contacto para desecar la maleza, en este caso Paraquat y la aplicación del insecticida granular Carbofuran 5% al

CUADRO 3.- REDUCCION DE BIOMASA EN VEGETACION ESPONTANEA EMERGIDA EN PLANTACIONES DE FRIJOL COMUN MANEJADAS CON LABRANZA CERO. LA COMPAÑIA, CARAZO. NICARAGUA. 1985 A y B

ESPECIES DE MALEZAS	M A N E J O	REDUCCION EN BIOMASA %	SIGNIFICANCIA ESTADISTICA
Cenchrus echinatus L.-	Labranza Cero	52	*
	Población de frijol con 400,000 pl/ha.	10	
Cynodon dactylon (L.) Pers.	Distancia de 20 cms. entre hileras y densidad de frijol a 400,000 pl/ha.	24	*
Mono y dicotiledóneas	Labranza cero	44	*
	Población de frijol con 400,000 pl/ha.	20	*
	Labranza Cero y competitividad de la variedad de frijol.	37	*
Monocotiledóneas	Arquitectura de la planta de frijol (Revolución-83)	16	

\* Estadísticamente significativa para  $\alpha = 0.05$ .

Cuadro 4. Resultados de análisis patológicos en semillas de frijol común producidos con labranza <sup>cero</sup> en el ciclo de primera de 1987. La compañía. Carazo. Incidencia de patógenos en porciento.

Patógenos encontrados	V A R I E D A D E S				TOTAL
	Rczn 10028-	Rev. 79A	Rev. 83	Rev. 84	
Sin tratamiento					
Macrophomina phaseoli (Moubl) Ashby	3.0	1.5	0	0	4.5
Fusarium solani (Mart) App & Wollenw	0	1.0	0	0	1.0
Fusarium semitectum Berk & Rav	0	0	6.0	8.5	14.5
Con tratamiento de Benomyl *					
Rhizoctonia solani Kuhn	0	0.5	0	0	0.5
Fusarium sp.	0	0	2.5	0	2.5
Xanthomonas campestris pv. phaseoli	0	0	0	1.5	1.5

\* Aplicación de 2 gr. de producto comercial por kilogramo de semilla, usado en polvo sobre semilla con testa húmeda. Después de trillada y antes del análisis.

Cuadro 5. Efecto de labranza cero en la incidencia de Empoasca kraemeri R.S.M. y Entyloma petuniae Speg. en frijol común cultivares Revolución 81 y 83. La Compañía, Carazo, Nicaragua, 1987-B.

Agente causal	% de incidencia en:	
	Labranza convencional	Labranza cero
Empoasca kraemeri R.S.M.	100	0
Entyloma petuniae Speg.	100	0

suelo para el control de larvas que dañan el sistema radicular de las plantas de frijol común. El costo de los agroquímicos y su aplicación fue U.S.\$ 148.00. Los rendimientos de grano obtenido en la Paz y Veracruz sobrepasan el nivel de una tonelada de grano por hectárea, solo en Diriomo se observó depresión del rendimiento a causa de un período seco ocurrido en la fase de llenado de vaina, muy a pesar de ésto el rendimiento aunque bajo supera el promedio nacional. Las inversiones en agroquímicos y su aplicación representaron retornos de 9,8 y 4 dólares por cada dólar invertido en la Paz, Veracruz y Diriomo, respectivamente; Cuadro 6.

El efecto de labranza cero en la sobrevivencia de las plantas de frijol de la variedad RCZN - 10028-6 sembrada en tres localidades no resultó favorable con excepción de la Paz en que los conteos favorecieron a este tratamiento. En cuanto a los resultados de grano solo en Diriomo, el tratamiento de labranza cero resultó superior al de labranza convencional. En La Paz se detectó diferencias estadísticas significativas para  $\alpha = 0.05$  de labranza convencional sobre labranza cero, situación muy semejante se observó en Veracruz, con la diferencia que los rendimientos de grano en ambos tratamientos resultaron estadísticamente iguales, Cuadro 7. Labranza convencional incluyendo el uso excesivo de maquinaria en el laboreo del suelo, así también de agroquímicos en gran escala significó costos de U.S.\$ 432.1, en comparación de los agroquímicos empleados para labranza cero con costos de U.S.\$ 87.6, estos gastos se incurrieron en época de primera de 1987; la evaluación de labranza convencional corresponde a un lote de un campo de seis hectáreas de extensión, en tanto, labranza cero fue ubicada en 2500 metros cuadrados. Otro lote sembrado con labranza cero en postrera de 1987, fue manejado en forma diferente, requiriendo de prácticas mecánicas y químicas adicionales para reprimir la emergencia subsecuente de malezas, ello requirió gasto de insumos en el orden de U.S.\$ 139.9, Cuadro 8.

Los rendimientos de grano de frijol obtenidos en época de primera con labranza convencional fueron inferiores a los producidos con labranza cero, ésta diferencia se tradujo en productividades que en promedio resultaron superiores en 77 por ciento. Un análisis a través de la relación valor/costo indica valores del cociente entre 2.2 - 2.6 para rendimientos con labranza convencional y de 18.2 - 24.3 para productividad lograda con labranza cero, Cuadro 9.

CUADRO 6. Manejo de suelo, plantación y rendimientos de grano obtenidos con la línea RCZN - 10028-6 sometida a labranza cero en tres localidades de la Región IV. Nicaragua, 1986-A.

M A N E J O

Práctica	Dosis y/o frecuencias
PRESIEMBRA	
Herbicidas	1.42 lts/ha. Paraquat (1)*
SIEMBRA	
Insecticida al suelo	26 Kg/ha. Carbofuran 5 % (1)
A mano	Espeque. 40 x 20 cms.
Fertilizante edáfico	Ninguno
VEGETACION	
Deshierbe manual y/o mecánico	Ninguno
Herbicidas postemergentes	Ninguno
Insecticidas al follaje	Ninguno
Fungicidas	Ninguno
COSTO DE TRATAMIENTO CON AGROQUIMICOS	U.S. \$ 148.00 **

Productividad en lotes de incremento

Localidad	Departamento	Rendimiento grano 14 % H. Kg/ha.	Efecto de Lab. cero relativo a promedio nacional.	U.S.\$ **	
				Valor de cosecha	v/c
La Paz	Carazo	1240	240	1536.3	10.4
Veracruz	Rivas	1114	216	1380.2	9.3
Diriomo	Granada	598	116	740.9	5.0
Promedio nacional		516	100	---	---

\* Números en paréntesis corresponden a la frecuencia de la práctica o del insumo aplicado.

\*\* Cálculos económicos efectuados con tasa de cambio a razón de US \$ 1 = ₡ 80 ; Precio de 45.4 Kg. de grano a U.S. \$ 56.25. Julio 1988.

CUADRO 7. Efecto de labranza cero en la sobrevivencia de plantas de la variedad RCZN-10028-6 y rendimiento de grano en tres localidades de la región IV. Nicaragua, 1986-A.

MANEJO CULTURAL	L O C A L I D A D E S					
	LA PAZ (CARAZO)		DIRIOMO (GRANADA)		VERACRUZ (RIVAS)	
	SOBREVIVENCIA DE PLANTAS %					
	Conteo	Efecto de labranza cero.	Conteo	Efecto de labranza cero.	Conteo	Efecto de labranza cero.
Convencional	81	100	49	100	88	100
Labranza cero	83	102	40	80	85	96
	RENDIMIENTO DE GRANO CON 14 % H.					
	Kg/ha		Kg/ha		Kg/ha	
Convencional	895 *	100	290	100	767	100
Labranza cero	748	83	320	110	680	88

\* Estadísticamente diferente para  $\alpha = 0.05$ .

Cuadro 8. Manejo de suelo y plantación para la producción de frijol común con labranza convencional y cero. La Compañía, Carazo, Nicaragua, 1987 y B.

	1987-A*		1987-B*	
	L.Convencional	Frecuencia y/o dosis.	L.Cero	L.Cero Frecuencia y/o dosis.
<b>PRESIEMBRA</b>				
Chapeo	(1)**	Tractor		Machete 21 D.A.S.(1)
Arado	(1)	Discos		
Gradeo	(1)	Discos		
Herbicida			0.7 lts/ha(1)	1.42 lts/ha Glifosato (1)
Molusquicida			Glifosato	26 kg/ha Metafito (1)
<b>SIEMBRA</b>				
Máquina	(1)	60 x 10 cms	Espeque 20x9 cms.	Espeque 20 x 10 cms.
A mano				
Herbicida preemergente		2.84 pts/ha. Pendimetalin (1)		
Insecticida a suelo		26 kg/ha Carbofuran 5 % (1)		64.5 kg/ha 15-37-(1) voleo
Fertilizante edáfico		129 kg/ha 12-30-10 (1) F.S.***		
Molusquicida			26 Kg/ha Metafito (1)	
<b>VEGETACION</b>				
Manejo de insectos		0.35 lts/ha. Decametrina (1)		
		1.42 lts/ha. Lorzban (1)		
Manejo de patógenos		1.42 kg/ha. Ox. de cobre (3)		
		0.24 kg/ha. Benomyl (5)		
Herbicida post-emergente		1.42 kg/ha. Dithane M-45 (1)		
		2.13 lts/ha. Paraquat (1)		1.42 lts/ha. Glifosato (1) 20 DDS
				Pica 35 DDS. (1)
COSTO DE TRATAMIENTOS CON AGROQUIMICOS ****		U.S.\$ 432.1	U.S.\$ 87.6	U.S.\$ 139.9

\*A y B = Epoca de siembra en primera y postrera, respectivamente. \*\*Número en paréntesis corresponden a la frecuencia de la práctica o del insumo aplicado. \*\*\* Fondo de surco. Los espacios vacíos de los subrubros en cada columna indican que no fue necesario recurrir a esa práctica y/o aplicación de agroquímicos. \*\*\*\* Cálculos económicos efectuados con tasa de cambio a azón de U.S.\$ 1= \$ 80; Precio de 45.4 kg. de grano a U.S.\$ 56.25, julio 1988.

Cuadro 9. Efectos comparativos en el rendimiento de grano y sobrevivencia de frijol común manejado con labranza convencional y cero. La Compañía, Carazo. Nicaragua, 1987-A

Variedad	Días a recolecta	Sobrevivencia		Rendimiento grano 14 % H. Kg/Ha.	Efecto de labranza cero	U.S.\$ v/c
		%	*/			
		Labranza	Convencional			
Revolución - 79	66	--		774		2.2
Revolución - 81	71	--		903		2.6
Revolución - 83	71	--		774		2.2
Promedio				817	100	
		Labranza	cero			
RCZN - 10028 - 6	60	76		1350		19.1
Revolución - 79 A	66	87		1420		20.1
Revolución - 83	71	84		1290		18.2
Revolución - 84	70	84		1720		24.3
Promedio				1445	177	

\*/ Calculada de emergencia a madurez fisiológica. \*\* Cálculos económicos con tasa de cambio U.S.\$ 1=\$ 80. Precio de 45.4 Kg. de frijol a razón de N.S. \$ 56.25. Julio 1988.

Otro lote de incremento de semilla y observación sembrado con labranza cero e introduciendo la variante de aplicar fertilizante y sin fertilizar, se observó ligeras diferencias en los porcentajes de sobrevivencia de plantas que no fueron estadísticamente -- significativas, comportamiento similar resultó con el peso de -- 1000 semillas, pero sí resultó diferente para los rendimientos de grano con el tratamiento fertilizado y sin fertilizar, detectándose se alta significancia estadística en el cálculo de  $X^2$ . Los incrementos de rendimiento por efecto de fertilización fluctuaron 40-77 por ciento, alcanzándose en algunos casos productividades de 1,9 toneladas de grano por hectárea. Las relaciones de valor/costo resultaron altas en todos los casos encontrándose asociadas a la aplicación del fertilizante, Cuadro 10.

En todos los lotes de incremento de semilla y observación, -- sembrados en 1986-A, 1987 A y B, la incidencia de Mustia hilachosa, Bacteriosis y virus del mosaico común del frijol, al igual -- que la presencia de plagas insectiles afectando el follaje de las plantas de frijol común, fueron negligibles, a excepción de babosa cuya presencia estuvo asociada con la existencia de cobertura muerta sobre el suelo que favorece la conservación de humedad, -- condicionando un medio adecuado para su incremento poblacional.

#### DISCUSION

El éxito que se logra en un agroecosistema está en función -- del manejo integral de todos los factores que interactúan para la expresión de los resultados que se esperan. Las prácticas agrícolas que no violentan el equilibrio natural y que si lo hacen, no repercute intensamente, son medios adecuados para la conservación y uso racional de los recursos productivos.

Las limitantes fitosanitarias son incitadas mayormente por -- prácticas agronómicas mal utilizadas y que en todo sentido resultan perjudiciales. El dilema con que se encuentra la agricultura actual radica en la observancia y mantenimiento de una asepsia absoluta en las plantaciones productivas, esta idea induce al incremento de los costos de producción, a contaminar el ambiente y a la agudización de la presencia de insectos plagas, patógenos y malas hierbas cuya persistencia en las áreas agrícolas se agrava de estación a estación de siembra y de año a año. Las medidas perti

CUADRO 10.-

EFFECTOS DE LABRANZA CERO Y FERTILIZACION EDAFICA AL VOLEO EN LA SOBREVIVENCIA, PESO DE 1000 SEMILLAS Y RENDIMIENTO DE GRANO EN CINCO VARIETADES DE FRIJOL COMUN Y UNA DE FRIJOL DE COSTA. LA COMPAÑIA, CARAZO. NICARAGUA. 1987-B.

Variedad	Tratamiento fertilizante **	Sobrevivencia % ***	Peso 1000 semillas gr. ****	Rendimiento de grano H. Kg/ha	Efecto de Fertilización. Kg/ha %	U.S \$ v/c *****
RCZN - 10028-6	SF	68	146.7	757	100	6.7
	CF	70	167.7	1342	585 177	11.9
REVOLUCION-79A	SF	85	132.8	1266	100	11.2
	CF	91	134.6	1770	504 140	15.7
REVOLUCION - 83	SF	80	140.5	1150	100	10.2
	CF	79	170.2	1896	746 165	16.8
REVOLUCION - 84	SF	81	124.9	753	100	6.7
	CF	86	134.5	1061	308 141	9.4
PIJAO	CF	88	146.7	1590	-- --	14.1
CARITA *	CF	73	182.9	1913	-- --	--

\* Variedad comercial de Vigna unguiculata Wal p.

\*\* Fertilizante 15-37-10 aplicado al voleo a razón de 64.8 Kg/ha.

\*\*\* Calculada de emergencia a madurez fisiológica.

\*\*\*\* Peso determinado con 14 por ciento de humedad del grano

\*\*\*\*\* Cálculo económico hecho con tasa de cambio de U.S.\$1 = \$ 80. Precio de 45.5 Kg. de grano de frijol a razón de U.S. \$ 56.25.

mentes a ejecutar para reducir los daños al incidir estos factores consiste en el manejo adecuado de los mismos, sin duda que tratándose de un proceso continuado cuyos resultados son a mediano plazo puede ser un serio inconveniente para su aceptación plena y puesta en práctica.

El principio del manejo fitosanitario integrado parte de la no remoción del suelo, el efecto de esta observancia se proyecta durante todo el ciclo vegetativo de la planta que sembramos con propósitos comerciales. El procedimiento que resume todos los elementos para este manejo se denomina labranza cero y consiste en la combinación oportuna de prácticas agrícolas antiguas y modernas, - Phillips et. al. (1980).

Es evidente que un menor laboreo del suelo, reduce el tiempo para su adecuación que antecede a la siembra, reduce los riesgos de daño al suelo por todas las formas de erosión, disminuye los requerimientos de mano de obra, combustible y costos. Los porcentajes de reducción en costos de laboreo de presembrado y mantenimiento de la plantación establecida al comparar las distintas modalidades de manejo; espeque, maquinaria en labranza convencional y las mismas variantes de labranza cero, son cuantificadas en 66.70 y 74 por ciento, respectivamente. Ello no solo involucra la reducción de costos, sino que conlleva a la obtención de otros beneficios relativos al tiempo disponible, reducción de contaminación por agroquímicos, menos uso de equipo agrícola y por supuesto, garantía de la fitosanidad en la medida que se avanza en el ciclo vegetativo de la planta de frijol común.

El manejo fitosanitario integrado aplicado a los patógenos que afectan a la planta de frijol común, se logra mediante la utilización de prácticas mejoradas de labranza y cobertura de suelo, estos procedimientos reducen al mínimo los daños causados por Thanatephorus cucumeris (Frank) Donk, agente causal de mustia hilachosa; y Xanthomonas campestris pv. phaseoli, agente causal del tizón común bacterial; así mismo es aplicable a otros patógenos que se hospedan en el suelo y se dispersan por salpique al momento de la lluvia; la eficacia se demostró en el caso de La Compañía para Thanatephorus cucumeris (Frank) Donk y Xanthomonas campestris pv. phaseoli en El Tambo. En ambos casos, la reducción de los efectos de los inóculos y su repercusión en los rendimientos de grano son fácilmente observables.

Otras medidas que se integran al manejo y que fueron aplicadas, consistieron en rotación de especies, el uso de siembras densas, empleando espaciamientos angostos entre hileras y densidades poblacionales altas que permiten con el aumento del follaje de las plantas de frijol común, cubrir los microsítios cuyos resultados son efectivos tanto en la anulación del daño por patógenos fungosos y bacteriales, así también en la disminución de la competencia por malezas. A estos conceptos, se debe adicionar los efectos de rotación cultural con especies no afines; todos estos elementos fueron integrados para su evaluación, Tapia(1986), Tapia(1987b). Labranza cero resultó efectiva para eliminar la incidencia de Entyloma petuniae Speg. en hojas primarias de plantas de frijol.

Semilla limpia es otro elemento del manejo fitosanitario integrado, ello permite reducir la posibilidad de incrementar los inóculos presentes en el suelo, la no remoción del suelo y cobertura muerta permitió obtener semilla libre de patógenos transportados y transmitidos por semilla, en casos de Macrophomina phaseoli(Maubl)-Ashby en rangos de 0-3 por ciento, y con Fusarium semitectum Berk & Rav. de 0-8.5 por ciento; considerando que los valores de contaminación encontrados para estos patógenos en semilla de frijol común - producidos con labranza convencional alcanzan porcentajes de 24 y 37.5, respectivamente, Occón (1985). Los porcentajes de otros patógenos encontrados en semillas de variedades de frijol común objeto de este estudio son reducidos, a excepción de Xanthomonas campestris pv. phaseoli que aunque el valor de la contaminación detectada es de 1.5 por ciento en semillas de Revolución-84, debe observarse con atención por la facilidad y rapidez de transmisibilidad del patógeno de plantas enfermas a sanas, además del desconocimiento general de este patógeno una vez presente en una plantación.

El virus del mosaico común del frijol es otra limitante seria de la producción, todas las variedades criollas son susceptibles, pero un medio de manejo efectivo lo constituye la resistencia varietal. La transferencia de genes para expresar el carácter de resistencia se ha puesto en juego, empleando un progenitor criollo susceptible, Orgullos, al que se transfirió resistencia, con resultados positivos al disponer una variedad liberada Revolución-86 resistente al virus del mosaico común del frijol y cinco líneas para uso inmediato, en las que

el efecto de resistencia al virus del mosaico común confiere incrementos de rendimientos de grano que superan al progenitor susceptible en 39 por ciento, Díaz et.al. (1987).

La disponibilidad de las variedades Revolución 79, 79A, 81, 82, 83, 83A, 84, 84A, 85 y 86, todas con resistencia al virus del mosaico común del frijol y Revolución-84 con resistencia múltiple a roya y mancha angular, representan opciones importantes en el manejo fitosanitario integrado, Tapia(1987a).-

El efecto de labranza cero y cobertura muerta del suelo en frijol común establecido en monocultivo fue determinante en la eliminación de la incidencia y colonización de chicharrita verde Empoasca kraemeri Ross & Moore, reduciendo a cero su presencia. Este comportamiento observado bien puede deberse a que algunos homópteros responden fuertemente a cambios en la cobertura del suelo, que modifican el color de la superficie, Smith (1969),(1976), estos resultados bien pueden reforzarse con el empleo de la práctica de asocio a maíz, Altieri et al (1978), quienes cuantificaron 26 por ciento menos de incidencia de Empoasca kraemeri Ross & Moore en frijol asociado a maíz en relación a frijol en unicultivo. En este sentido, García y Blanco (1986), lograron proteger frijol asociado en franjas con maíz causando reducciones en las poblaciones de Empoasca kraemeri Ross & Moore que se cuantificaron en un ámbito de 28 a 54 por ciento. En igual forma la reducción en Bemisia tabaci Genn. fue hasta de 15.5 por ciento.

Es evidente que labranza cero, distanciamiento entre hileras a (20 cms), densidades poblacionales altas (400,000 pl/ha), y arquitectura de la planta son elementos determinantes en la competencia del frijol con las malezas. Su eficacia es considerable si tomamos en cuenta valores de reducción en biomasa de malezas en el orden de 20 a 52 por ciento; esta acción se localiza contra las especies de malas hierbas asociados a las siembras de frijol común. Se considera importante el hecho de no remover la superficie del suelo para no estimular la germinación de semillas al romperse el letargo de éstas por la luz, además del reforzamiento de la sombra sobre la superficie del suelo con la cobertura muerta; en caso de que existan rebrotes de algunas malezas en espacios no protegidos, el uso herbicidas de contacto completan esa acción y la ventaja competitiva que se da al frijol es suficiente para superar los períodos críticos de competencia,

en este caso entre 21 y 28 días después de la siembra, Alemán (1988). La distribución espacial de las plantas de frijol común asociada con distancias cortas entre hileras y entre plantas, evidencia mejor comportamiento competitivo en relación a la maleza y aprovechamiento efectivo de la radiación solar; distancias de 17.5 x 17.5 cms. resultó ser la más eficiente para aumentar la productividad de grano en variedades con rendimientos superiores a 1.7 toneladas por hectárea, Vanegas y Corea (1986). Labranza cero, distanciamientos cortos entre hileras y plantas, asocio con maíz, también fueron efectivos en la reducción del crecimiento de malezas y la competitividad de éstas con frijol y maíz al reducir la biomasa de éstas en 69 por ciento, Perfecto et. al. (1988).

En siembras con labranza cero la eliminación de las malezas no es total como lo muestran los resultados obtenidos, este hecho significa ventajas si se trata de la presencia de dos especies gramíneas, Eleusine indica (L) Gaerther y Leptochloa filiformis que tienen efectos repelentes contra Empoasca kraemeri Ross & Moore, Altieri et. al. (1977), de igual forma la presencia de Amaranthus spinosus L. y Portulaca oleracea L. en campos sembrados con frijol atraen a las especies Spodoptera sunia (Guen), Spodoptera exigua (Nub) y Spodoptera eridania (Cram), reduciendo los daños en frijol común, Savoie (1988). Otras malezas, Nicandra physalodes, Tithonia rotundifolia, Melampodium divaricatum (L.C. Richard) DC, representan fuentes de alimento alternativo en campos de frijol, contribuyendo a reducir el daño por Vaginulus plebeius (Fisher), Ramírez et al. (1985). En este mismo sentido, Zamora (1988) comprobó la preferencia de Bemisia tabaci Genn. por Abutilon crispus y Chamaesyce hyssopifolia más que en frijol común; hecho que debe aprovecharse mediante mejor manejo de estas malezas en beneficio de la protección de la planta de frijol.

El manejo de la vegetación en los campos en donde se siembra frijol común es variable dependiendo de la consistencia y el porte de crecimiento de las malezas presentes, Tapia (1987b). Chapeo previo a la siembra y la aplicación de herbicidas tales como Paraquat, Glifosato, Pendimetalin, Fluazifop-butyl y Bentazon determinan el grado de reducción que durante el ciclo de la plantación en el campo tendrán las malezas presentes. Debe señalarse que un buen manejo desde el

principio hace que las plantas de frijol crezcan vigorosas, sanas y puedan soportar los ataques de insectos y patógenos. La reducción en el uso de agroquímicos y la consecución de eficiencia por parte de los aplicados solo puede lograrse en condiciones óptimas, propiciadas por un buen acondicionamiento del suelo para siembra. La economía de insumos no es una decisión antojada ni a priori, es producto del efecto de aplicación del método de manejo fitosanitario integrado.

Los rendimientos de grano obtenidos con manejos de labranza cero resultan superiores al testigo convencional y en otros casos al promedio nacional; este hecho se evidencia también en los costos de los insumos aplicados que muestran reducción considerable en el sistema de labranza cero y en los índices altos de valor/costo. Los resultados obtenidos coinciden con los de Shenk et al. (1979), Galvão et al. (1981), Icaza (1982), y Vanegas (1986a). La aplicación del fertilizante fosforado al voleo resultó efectivo estando asociado al rendimiento de grano, esto no modifica la sobrevivencia de las plantas ni el peso específico del grano, Phillips et al (1980).

El incremento de los rendimientos por efecto de la fertilización es indicativo que los pocos insumos aplicados a la plantación en aquellos casos que existe la necesidad: usarlos, éstos se aprovechan al máximo, potenciando en alto grado la productividad; incremento mínimo de 40 por ciento y máximo de 77, obtenidos con tratamientos fertilizados comparados con los no fertilizados, muestran que es positivo usar fertilización en esas condiciones. Los altos rendimientos de grano obtenidos son posibles, gracias al mantenimiento de las propiedades físicas y químicas del suelo producto de la protección que el sistema da al suelo y a la estabilización acumulativa que se opera en el agroecosistema, en este caso del frijol común. La practicidad para la aplicación del procedimiento se plantea para agricultura en pequeña, mediana y gran escala. Tapia (1987c), Reganold et al (1987).

#### CONCLUSIONES

1. Los efectos al usar labranza cero y otras prácticas complementarias evidencian su eficacia en base a la obtención de plantaciones más sanas y productivas que con labranza convencional.

2. Los beneficios de labranza cero se logran al adecuar el suelo para siembra sin remoción alguna, eliminando malezas y rebrotes con chapeo o mediante la aplicación de herbicidas con acción de contacto, rotando y asociando especies, empleando diseños para siembra con hileras contiguas a 20 cms., estableciendo poblaciones altas (400,000 pl/ha), sembrando semilla libre de patógenos y resistente a los que predominan.
3. Se redujo las poblaciones de malezas e insectos, así también la incidencia de patógenos fue baja y de ocurrencia mínima.
4. En consecuencia, se logró reducir el gasto de energía y la contaminación ambiental; se hizo menos uso de equipo agrícola, manteniendo adecuadamente los recursos productivos, disminuyeron los costos de producción, hubo mayor seguridad en la producción de cosecha y alta rentabilidad económica.
5. Lo anterior verifica la adecuación, operatividad y eficiencia del manejo fitosanitario integrado.

#### REFERENCIAS

- Alemán, F.Z. Períodos críticos de competencia de malezas en frijol común Phaseolus vulgaris L. momento óptimo de control. Trabajo de Diploma. No publicado. Escuela de Producción Vegetal. ISCA. Managua, Nicaragua. 1988. 35 p.
- Altieri, M.A., A. van Shoonhoven., J. Doll. The ecological role of weeds in insect pest management systems; A review illustrated by bean Phaseolus vulgaris L. Cropping systems. PANS 23(2): 195-205. 1977.
- Altieri, M.A., C.A. Francis., A van Shoonhoven,, J. Doll. A review of insect prevalence in maize Zea mays L. and bean Phaseolus vulgaris L. polycultural systems. Field Crop Res: 1:22-49. 1978.
- Díaz, F.R., L. Narváez., D. Peláez R. Estabilidad del rendimiento de grano de seis compuestos masales provenientes de la variedad criolla Orgullosa. XXXIII Reunión anual PCCMCA. Guatemala, Guatemala. 1987. 7 p.
- Eslaquit, C.X., R. Daxal, D.E. Manzanares., D. Gómez. Guía fitosanitaria del frijol común. Midinra. Managua, Nicaragua. 1983. 99 p.

- Galvão, J.D., J.J.V. Rodríguez., C. Puríssimo. Sistema de plantío, direto convencional, na cultural do feijão "da seca", em Viçosa, Minas Geraes. Revista Ceres 28(158): 412-416. 1981.
- García, E.A., M. Blanco P. Efectos de las estructuras de siembra - frijol/maíz en la protección y competencia en frijol común. DGB/DGA/MIDINRA. Managua, Nicaragua. 1986. 10 p.
- Hernández, J. Efectividad de insecticidas en una y dos aplicaciones post-florales para el control de Apion godmani Wagner, en la zona de Jalapa, Madriz, Nicaragua. Informe anual. Cultivo de frijol. CT/INTA/MAG. Managua, Nicaragua. 1977. p. 160-186.
- Icaza, J.G. Influencia del cero labranza en el cultivo del frijol, Proyecto CATIE-GTZ. Dep. Producción Vegetal. CATIE. Turrialba, Costa Rica, 1982. 11 p.
- Occón, I.P. Catastro de patógenos fungosos en semillas de Nicaragua. XXXI Reunión anual PCCMCA. Sn. Pedro de Sula, Honduras. 1985. 14 p.
- Occón, I.P., H. Tapia B. Sanidad en semillas y plantaciones de frijol común Phaseolus vulgaris L. de cultivares criollos usados por pequeños agricultores en Nicaragua, DGB/DGA/MIDINRA. Managua, Nicaragua. 1986. 12 p.
- Perfecto, I., K. Savoie., A. Camacho., H. Tapia B. Control de malezas con maíz y frijol intercalados, usando dos variedades de maíz en Nicaragua. SNR- MICHIGAN/LCB - MIDINRA/ISCA-Nicaragua. Managua, Nicaragua. 1988. 10 p.
- Phillips, R.E., R.L. Blevins, G.W. Thomas, W.W. Frye., S.H. Phillips. No-tillage Agriculture. Science 208: 1108-1113. 1980.
- Ramírez.O., V.H. Valverde., K;L. Andrews. Preferencia alimenticia de la babosa, Vaginulis plebeius (Fisher). XXXI Reunión anual - PCCMCA. Sn. Pedro de Sula, Honduras. 1985. 6 p.
- Reganold, J.P., L.F. Elliot., Y.L. Unger. Long-term effects of organic and conventional farming on soil erosion. Nature 330: 370-372. 1987.
- Savoie, K.L. Alimentación selectiva por especies de Spodoptera (Lepidoptera: Noctuide) en un campo de frijol con labranza mínima. ISCA/Managua, Nicaragua. 1988. 12 p.
- Shenk M., E, Locatelli., H. Burity., E. Zaffaroni, Respuesta de frijol Phaseolus vulgaris L. a diferentes manejos de la vegetación XXV Reunión anual PCCMCA. Tegucigalpa, Honduras. 1979. 8 p.

- Smith, J.G. 1969. In Power, A. Plant community diversity, herbivore movement, and an insect-transmitted diseases of maize. *Ecology* 68(6): 1658-1669. 1987.
- Smith, J.G. 1976. In Power, A. Plant community diversity, herbivore movement, and an insect-transmitted diseases of maize. *Ecology* 68(6): 1658-1669. 1987.
- Sommeijer, M.J., R. Mairena. Observaciones preliminares sobre ecología de insectos asociados al cultivo del frijol en Masatepe, Nicaragua. XXI Reunión anual PCCMCA, Sn. Salvador, El Salvador. 1975. p. 295-314.
- Tapia, H.B. Control integrado para la producción agrícola. ISCA. Managua, Nicaragua. 1986. 26 p.
- Tapia H.B. Variedades mejoradas de frijol con grano rojo para Nicaragua, ISCA. Managua, Nicaragua. 1987a. 27 p.
- Tapia, H.B. Manejo de malas hierbas en plantaciones de frijol en Nicaragua, ISCA. Managua, Nicaragua. 1987b. 20 p.
- Tapia, H.B. Cero Labranza. ACAM. Masatepe, Nicaragua. 1987c. 2 p.
- Tapia, H.B., A. Camacho H. Sistemas integrados para la producción de frijol común. Protección de plantas. GTZ-MIDINRA. Managua, Nicaragua. 1988. 200 p. En prensa.
- Vanegas, J.CH. Common bean Phaseolus vulgaris L. production under minimum tillage with pre-emergence and post-emergence herbicides. ISCA/SLV. Plant science program. Managua, Nicaragua. 1986a. 4 p.
- Vanegas, J.CH. A. Corea P. Determination of optimal spatial distribution on three common bean Phaseolus vulgaris L. varieties. DGA/MIDINRA. Managua, Nicaragua. 1986b. 6 p.
- Zamora, M. Estudio preliminar de la relación mosca blanca-virus-malezas en el agrosistema frijol común Phaseolus vulgaris L. ISCA. Managua, Nicaragua. 1988. 33 p.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
- CATIE -

PROYECTO MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

PRINCIPIOS, FUNDAMENTOS Y TACTICAS DEL MANEJO INTEGRADO DE  
PLAGAS\*

José Rutilio Quezada  
Entomólogo, Proyecto MIP/CATIE

INTRODUCCION

Desde que el hombre comenzó a cultivar las plantas para su alimentación u obtención de fibras tuvo que afrontar sin duda la competencia de organismos que de alguna manera u otra afectaban sus incipientes cultivos. Estos problemas se irían agudizando a medida que la agricultura se organizaba y ampliaba más. Esos organismos competidores que designamos genéricamente como PLAGAS pueden ser fitopatógenos (hongos, virus, bacterias), insectos, ácaros, malezas, roedores, pájaros, nemátodos o moluscos, como las babosas y los caracoles. Las pérdidas directas por destrucción de los cultivos, granos almacenados, o por la transmisión de enfermedades, son cuantiosas y constituyen una perenne preocupación de los Ministerios de Agricultura, los empresarios agrícolas y los organismos internacionales.

El control de las plagas ha pasado por etapas históricas definidas. Brevemente, antes de los avances tecnológicos de los años 40's y 50's el control de enfermedades e insectos se hacía a base de prácticas culturales, aplicaciones de productos minerales como los arseniatos o el caldo bordelés, y el uso de extractos vegetales como la nicotina, sabadilla y otros. Las producciones eran bajas y muchos de los agricultores casi

---

\*Conferencia presentada en Primer Congreso sobre el Cultivo del Café, ISIC, El Salvador, Oct. 1987.

sólo confiaban en sus prácticas culturales o incluso en lo mágico y sobrenatural.

El advenimiento del DDT abrió las puertas a la tecnología de los plaguicidas de tipo orgánico sintético. Barato, seguro y eficaz, el DDT no sólo ayudó a erradicar los vectores de la malaria y el tifus en muchos puntos del mundo, sino que ayudó a incrementar la productividad agrícola. Parecía un insecticida milagroso, pero como la tecnología, el incremento de su uso -y abuso- abrió una caja de Pandora al producirse fenómenos como la resistencia de las plagas y la aparición de nuevas. Todo esto obligó al aumento en las dosis, así como a la producción de otros organoclorados como el BHC, aldrín, dieldrín y heptacloro. Los fenómenos de resistencia, resurgencia y selección de plagas nuevas se magnificaron, pero la industria comenzó a producir nuevos plaguicidas como los organofosforados (paratión, malatión, etc) y los carbamatos (sevin, por ejemplo). Para los años 60's se habían producido tremendos desastres en cultivos como el algodón, que es el que ha mostrado en forma clara fases históricas definitivamente aleccionadoras, sobre todo en el sentido de que los problemas de plagas no puedan resolverse con tácticas unilaterales como el uso indiscriminado de los plaguicidas a que se ha sometido el cultivo del algodón. Esas fases históricas se han repetido con ligeras variantes en todos los países del mundo en donde se cultiva algodón y son por supuesto aplicables a Centro América como caso particular.

## 2. EL CULTIVO DEL ALGODONERO

En Centro América, el cultivo del algodón se ha hecho mayormente en la Costa del Pacífico y ha tenido un impacto positivo innegable al proveer fuentes de empleo permanente o estacional para miles de personas, al desarrollar una red de servicios de apoyo, estimular la agroindustria y ayudar al equilibrio de la balanza de pagos

de los países. Sus efectos negativos pueden analizarse a la luz de la evolución histórica del cultivo, que ha sido similar como antes se ha dicho, a la ocurrida en otros países y discutida a distintos niveles por varios autores (Andrews, no publicado; 1978; Quezada, 1974; Smith, 1971).

### **2.1. Fase de subsistencia**

Los cultivos son sembrados por agricultores en pequeño, quienes no usan insumos modernos. Sus rendimientos son bajos, el producto es consumido localmente. La fitoprotección se realiza por el uso de variedades criollas resistentes y prácticas culturales tradicionales. Las plagas se combaten manualmente (recolecciones de picudo, por ejemplo) y el control biológico natural hace el resto. Las extensiones del cultivo son limitadas, encontrándose dispersos en los valles interiores y los agricultores tienen creencias en causas y soluciones de tipo sobrenatural.

### **2.2. Fase de cambio e incremento**

Aquí se mantiene todavía la mayor parte de procedimientos asociados con la fase anterior, introduciéndose algunos cambios. Ocasionalmente se aplican pesticidas (de tipo inorgánico sobre todo) o las variedades criollas son sustituidas por otras mejoradas. Estos cambios son aislados y no corresponden a un "paquete de modernización" completo. Una porción del producto puede ser vendida, con lo que el agricultor comienza a jugar un papel en la economía nacional. Los rendimientos se incrementan gradualmente y comienza algún entusiasmo por extender el cultivo.

### **2.3. Fase de explotación**

Se inicia esta fase aproximadamente en los años 50, cuando son introducidos, en gran escala, insumos y tecnologías modernas. Algunas variedades que rinden más que

las criollas se usan para extender ampliamente el cultivo. Con frecuencia estas nuevas variedades son también menos resistentes a las plagas y enfermedades. Los agricultores invierten mucho en fertilizantes y pesticidas para que las nuevas variedades puedan expresar su potencial genético. La expansión del cultivo se ha dirigido y concentrado en el litoral del país, en las ricas planicies aluviales del Pacífico, cuyas selvas y otras comunidades vegetales son taladas sin misericordia para ese propósito. Los buenos precios de la fibra, unidos a las altas producciones, hacen que todos vean el futuro con optimismo. Los pesticidas se convierten en el instrumento clave para el control de las plagas. Son relativamente baratos, fáciles de usar y conseguir. La presión de vendedores y extensionistas animan al agricultor a hacer el uso unilateral de pesticidas, los que se aplican en forma fija, o por calendario, sin miramiento o entendimiento ecológico alguno, abandonándose prácticas culturales valiosas, como la rotación de cultivos, por considerarlas como innecesarias o pasadas de moda.

#### **2.4. Fase de crisis**

Los efectos secundarios del uso unilateral de los pesticidas no se hacen esperar. La resistencia a los insecticidas de parte del picudo y el gusano bellotero obliga a aplicaciones más fuertes y frecuentes, al uso de combinaciones o "cocteles", al empleo desesperado del ultra bajo volumen, etc. Se desarrollan plagas "inesperadas" como los medidores y las prodenias, que antes eran controladas por sus enemigos naturales, ahora exterminados por el efecto de los plaguicidas. La mosca blanca aparece cíclicamente trayendo verdaderos desastres. Los costos de la fitoprotección suben dramáticamente y los agricultores ven peligrar su economía.

Otros problemas aparecen afectando no sólo a los agricultores sino también a sus vecinos al ocurrir brotes de

plagas en cultivos no tratados o en áreas del ecosistema costero como los manglares. La producción de camarón disminuye y después ocurren rechazos considerables del mismo o de la carne exportada a mercados extranjeros, sobre todo los Estados Unidos, debido a los niveles inaceptables de residuos químicos en esos productos. Se reduce la pesca en los ríos y esteros. Los casos de intoxicación humana, algunos fatales, se dan a menudo. El envenenamiento agudo, más visible, es acompañado por un problema crónico, no fácilmente detectable, en la población campesina de las áreas aldoneras. Aparecen plagas de rata de campo destruyendo cultivos de arroz, maíz, caña y a veces hasta el mismo algodón, en evidente relación con la desaparición de especies de depredadores. Las poblaciones del mosquito transmisor de la malaria se vuelven resistentes a todos los compuestos y la enfermedad, que se consideraba hasta entonces erradicada, se vuelve el problema número uno para la salud pública. En esta fase prevalece un clima general de impotencia e incertidumbre.

### **2.5. Fase de desastre**

Los agricultores enfrentan problemas económicos con el alto costo de los insumos, que se ha agravado con la crisis petrolera. Los problemas sociales se agudizan con toda esta situación y se vuelve imposible continuar la producción aldonera con las técnicas usadas hasta ese entonces. Este es el punto crucial en que si no se desarrollan e implementan programas con tácticas alternativas muchos agricultores tienen que abandonar el cultivo.

### **2.6. Fase de control supervisado**

A esta fase se llegó como una reacción de naturaleza técnica y socioeconómica a los excesos de las fases anteriores, que se basaron en el uso unilateral, intenso e indiscriminado de los insecticidas sintéticos. Se da así

una reestructuración de los sistemas de manejo de plagas, adaptándose gradualmente tácticas modernas o incluso algunas que se abandonaron antes. Los controles culturales, biológicos y otros se comienzan a usar en combinación con el control químico más cuidadoso, basado en sistemas de plaguero que le den más justificación económica. Los agricultores contratan agrónomos para supervisar el control de las plagas y el sector público y privado se combinan para contratar asesores extranjeros o buscar otro tipo de ayuda internacional.

Estas fases históricas que se tipifican en el cultivo del algodón se han presentado de manera diversa en distintas situaciones del cultivo. Algunos agricultores se salvaron de la fase de desastre, de manera que la secuencia e intensidad de cada fase ha variado, pero el cultivo, tomado como conjunto, en el contexto socioeconómico del país ha pasado por tales etapas y se aboca en el presente a la necesaria etapa del manejo integrado de plagas como alternativa de promisoría eficacia para su recuperación.

Es relevante hacer notar que debido a la situación conflictiva del país, en los últimos seis años la superficie sembrada del algodón se ha reducido dramáticamente y, con ello, la descarga de plaguicidas en el ecosistema. Este hecho trágico para la economía, habrá irónicamente mejorado la ecología. Cuando se renueve la expansión algodonera es necesario no volver a cometer los mismos errores de antaño.

## **2.7 Lecciones históricas**

Si aplicamos el proceso histórico del cultivo del algodonero en El Salvador, podemos sacar algunas lecciones históricas e inferencias relacionadas a otros cultivos. Ejemplos concretos de la fase 1 (subsistencia) hasta las 6 (control supervisado) se pueden encontrar en nuestra agricultura. La mayoría de los cultivos practicados por

pequeños agricultores y algunos cooperativistas encajan en las fases 1 ó 2. La mayor parte de cultivos de granos básicos y plantaciones grandes de los mismos se pueden colocar en las fases 3 ó 4. El cultivo del algodón puede encontrarse en prácticamente todos los casos en formas variantes de las fases 4 (crisis), 5 (desastre) y 6 (control supervisado).

Es muy probable que si los agricultores y fitoproteccionistas no implementan pronto programas de manejo integrado de plagas, echando a caminar estrategias más apropiadas, los diversos cultivos del país pueden pasar por las fases de crisis y desastre, entre ellos los cítricos, el cafeto, la caña de azúcar y las hortalizas.

En lo que respecta al cultivo del café, es preciso adoptar esquemas de manejo integrado de plagas para no caer en innecesarios errores y problemas. Con la presencia de la broca del café, Hypothenemus hampei y de la roya Hemileya vastatrix, se hacen necesarios los tratamientos químicos. El cultivo ha cambiado de su forma original bajo la sombra a las actuales plantaciones de altas densidades, con sombra limitada o al sol. En estas condiciones, si los insumos químicos se usan sin cuidado, se pueden dar sorpresivos brotes de plagas como escamas, cochinillas, mosca prieta de los cítricos y aún de larvas de lepidópteros, como ilustra un caso ocurrido recientemente en Costa Rica (Quezada y Rodríguez, 1987).

El desafío de los fitoproteccionistas salvadoreños, al igual que sus colegas del resto de los países del Istmo, es el de tratar de ayudar a los agricultores a seguir una trayectoria tal que eviten pasar por las fases 4 y 5. No hay razón técnica alguna que indique que los procedimientos de protección de cultivos tengan que pasar obligatoriamente por las fases de explotación, crisis y desastre. Se debe intentar el avance directo de la fase 2 (cambio e

incremento) a la fase 6 (control supervisado), que conducirá después a los procedimientos científicos del Manejo Integrado de Plagas (Figura 1).

Una definición adecuada del manejo integrado de plagas sería el considerarlo como la selección, integración e implementación del control de plagas basadas en consecuencias económicas, ecológicas y sociológicas predecibles (Bottrell, 1979).

El Manejo Integrado de Plagas es una combinación cuidadosa de técnicas nuevas con las técnicas tradicionales eficaces que en gran parte habían sido abandonadas. Reconoce a los plaguicidas como un arma de dos filos a la que hay que usar cuidadosamente para aprovecharla bien, estando conciente del papel benéfico que los insecticidas han jugado en el incremento de la producción agrícola, en la salud humana y en la producción pecuaria. Pero también reconoce las limitaciones de los productos químicos, los que usados unilateralmente llevan invariablemente a los agricultores a pasar a través de las fases de crisis y desastre. La filosofía y práctica que defiende el uso limitado, integrado y complementario de insecticidas es el Manejo Integrado de Plagas.

### 3. LOS FUNDAMENTOS DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

La teoría del MIP tiene sus fundamentos teóricos o ideas centrales que constituyen las bases sobre las que cualquier programa debe apoyarse.

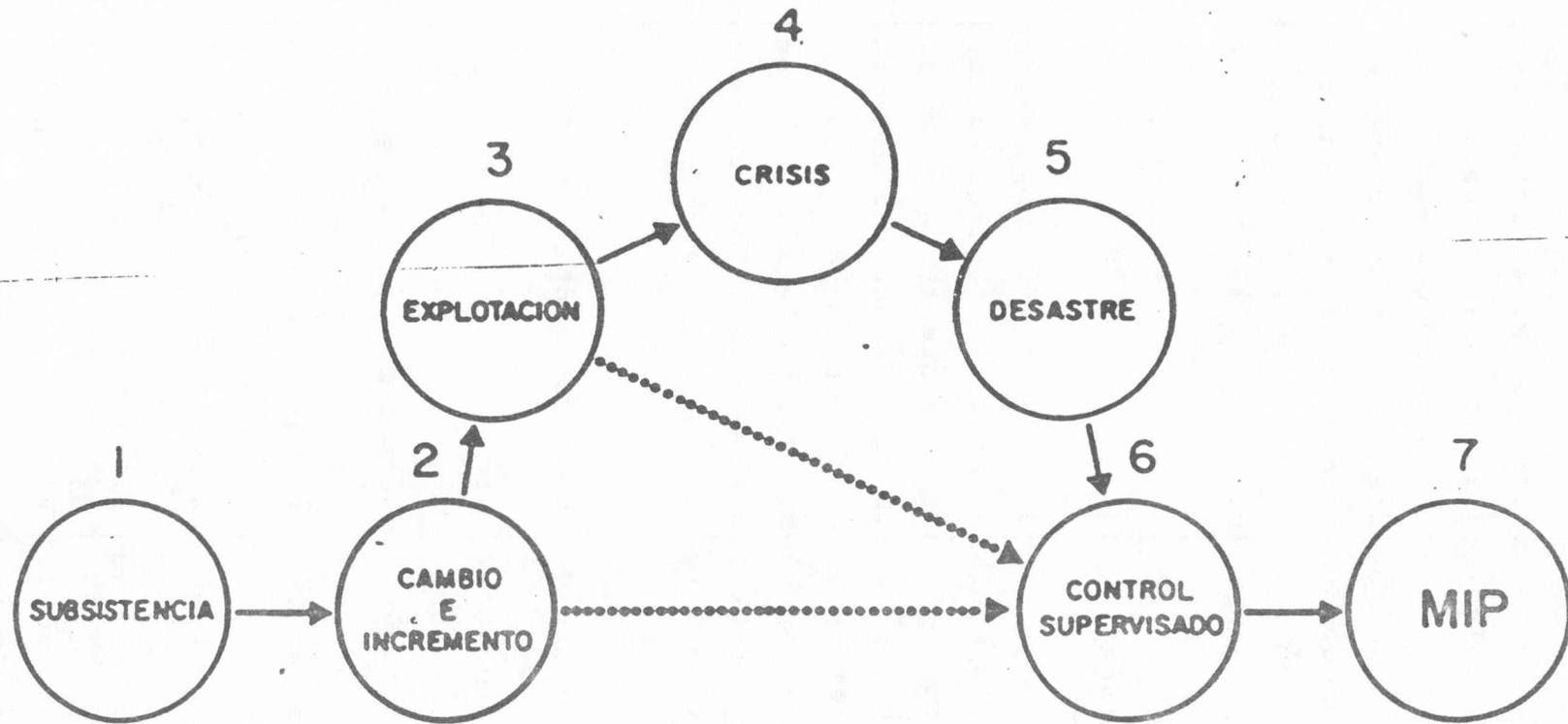


Fig. 1. Fases históricas del cultivo del algodón, con las perspectivas de aplicarlas a otros cultivos, buscando pasar de las fases 2 ó 3 directamente a la 6 y luego al MIP (Modificado de Smith, 1971)

### **3.1. El Agroecosistema**

Consiste en una serie de componentes en íntima relación y que incluyen al cultivo, el suelo, las hierbas, la fauna, etc. Dichos componentes se consideran como subunidades de un solo sistema, interconectado a otros elementos del sistema. Si el componente entomológico es perturbado, se modifican otros elementos. Y de manera inversa, si otras subunidades son perturbadas, se afecta también a los insectos.

### **3.2. El control natural**

Resulta de la acción conjunta de factores físicos y biológicos y es indispensable para el control racional y rentable de organismos dañinos, ya que ayuda a reducir las poblaciones de plagas potenciales. Componente esencial son los organismos benéficos, cuya acción es clave en la prevención de brotes de plagas potenciales. Todos los procedimientos de control a usarse deben armonizarse con el control natural. Si se interfiere con él, las consecuencias pueden ser desastrosas.

### **3.3. Biología y ecología de los organismos**

Para poder manipular y dirigir el agroecosistema es necesario un conocimiento detallado de la biología y ecología de los organismos presentes en él. Entre otros, el conocimiento de las plagas, sus enemigos naturales y sus interacciones con el ambiente, hace más fácil diseñar y aplicar procedimientos de manejo para explotar cualquier eslabón débil que exista en las defensas de la plaga.

### **3.4. El cultivo como enfoque central**

El cultivo debe constituir el punto central de enfoque para el fitoproteccionista. Los insectos no tienen importancia económica sino en el sentido en que ellos

afectan la productividad de un cultivo. Es necesario un entendimiento completo de la fisiología y fenología de la planta, de las relaciones dinámicas entre sus etapas de crecimiento y el ataque de las plagas, así como sus reacciones positivas o negativas ante la aplicación de insumos y el uso de prácticas culturales. Toda esa comprensión de parte del fitoproteccionista le provee de la lógica necesaria para hacer decisiones inteligentes sobre el control de las plagas.

### **3.5. El muestreo y uso de niveles críticos**

Los muestreos periódicos de los campos usando la metodología apropiada revelan información con respecto a las especies de plagas presentes, su densidad poblacional, las condiciones de cultivo, las variables ambientales y el nivel de actividad de los enemigos naturales. El fitoproteccionista, al comparar los resultados de las muestras con niveles críticos derivados experimentalmente, puede decidir con un alto grado de certeza si se requiere alguna acción correctiva, considerando el daño potencial que la densidad de la plaga presente en ese momento puede causar al cultivo, así como los costos del control.

### **3.6. El uso de tácticas compatibles**

Con frecuencia, una combinación integrada de varias tácticas provee un control mejor y más rentable, menos perjudicial y más completo, en contraposición con lo que puede ocurrir al usarse un solo procedimiento para combatir a las plagas en forma aislada.

### **3.7. La integración de disciplinas**

Tradicionalmente, las disciplinas como la fitopatología, agronomía, entomología, control de malezas, mejoramiento genético, etc., han estado aisladas unas de otras. En la actualidad se reconoce la necesidad de

integrar esas disciplinas para un enfoque más efectivo y la solución más eficaz del problema de las plagas.

### **3.8. Efectos secundarios de la Fitoprotección**

Sabido es que los efectos secundarios de procedimientos impropios de control de plagas pueden ser altamente negativos para algunos sectores de la sociedad o para el ambiente. Las prácticas del MIP tienen que variar de acuerdo con el contexto social, económico, político y ambiental. Se debe tratar de optimizar todas las metas de la fitoprotección, tanto micro como macroeconómicas, individuales y sociales, socio-económicas y ambientales.

## **4. ESTRATEGIAS USADAS EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS**

Una estrategia es la meta fitosanitaria que se pretende lograr ante la amenaza de una plaga o complejo de plagas.

### **4.1. Convivencia**

Es cuando se deja el control enteramente a las fuerzas naturales, tolerando cualquier daño causado por las plagas. Esta estrategia es típica de los agricultores de recursos limitados.

### **4.2. Prevención o profilaxis**

Esta estrategia ha predominado en la entomología y la fitopatología, así como en el control de malezas. Obedece a la incertidumbre de los agricultores o los fitoproteccionistas al carecerse de información exacta, por lo que prefieren "asegurarse" aplicando medidas correctivas, mayormente plaguicidas, para proteger el cultivo.

### **4.3. Erradicación**

Implica el aniquilamiento de las plagas que emprenden generalmente los gobiernos, ya sea para destruir poblaciones

que recién han llegado a un país o región, o en campañas para extinguir especies nativas. Se ha usado a veces liberaciones de machos estériles o productos químicos combinados con prácticas culturales severas. Al lograrse una erradicación se obvia la necesidad de manejar la especie.

#### **4.4. Supresión**

Aquí no se pretende eliminar la especie del ambiente como en el caso anterior. También difiere de la prevención, ya que la supresión se hace cuando una especie ha alcanzado niveles poblacionales intolerables.

#### **4.5. Manejo**

En el manejo integrado se busca eliminar la nocividad de las poblaciones de plagas y no erradicarlas, procurando mantenerlas a niveles específicos por medio de la preservación, restauración y aumento de los factores físicos y biológicos que moderan sus poblaciones.

### **5. TACTICAS USADAS EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS**

Las estrategias discutidas brevemente en la sección anterior se implementan usando una serie de tácticas de tipo natural o artificial y que se detallan a continuación.

#### **5.1. Manipulación de enemigos naturales**

La efectividad de ciertos enemigos naturales de las plagas puede ser aumentada por medio de manipulaciones de tales organismos benéficos o del ambiente mismo, tal como la provisión artificial o suplementaria de alimentos o sitios de protección o refugio. Quezada y Rodríguez (1987) aprovecharon la existencia de parásitos de Rothschildia orizaba para regular sus poblaciones con la práctica de coleccionar capullos de la plaga y confinarlas en jaulas con

malla de alambre que permitía escapar a los parásitos y no a las mariposas.

## **5.2. Aumento de enemigos naturales**

La cría masiva de enemigos naturales en insectarios y su subsecuente liberación en los cultivos es una práctica conocida del control biológico que puede tener efectos muy positivos en el manejo de las plagas. Es necesario conocer más sobre la entomograma del cafetal para poder manejar las poblaciones de plagas, sobre todo cuando a veces se hacen necesarias las aspersiones contra aquellas que con claves (minahoja, broca).

## **5.3. Importación y establecimiento de enemigos naturales**

Se conoce también como control biológico clásico e involucra la transferencia y establecimiento de enemigos naturales exóticos, por lo general usada para suprimir poblaciones de plagas introducidas. El caso exitoso del control biológico de la mosca prieta de los cítricos en El Salvador es un ejemplo de esta táctica que tiene mucho potencial para determinadas plagas (Quezada, *et al*, 1974). La broca del café tiene enemigos naturales en su región de origen. Quezada y Urbina (1987) han sugerido la introducción de tales enemigos al área centroamericana.

## **5.4. Utilización de agentes microbiológicos**

Los organismos entomopatógenos (bacterias, virus, nemátodos y hongos) se están convirtiendo rápidamente en instrumentos muy importantes para la supresión de plagas insectiles, existiendo formulaciones comerciales disponibles en el mercado. El hongo Beauveria bassiana, por ejemplo, tiene potencial para usarse en el combate de la broca (Monterroso, 1984; Quezada y Urbina, 1987).

### **5.5. El control fitogenético**

El uso de cultivares que sean resistentes o tolerantes a las plagas es otra táctica útil que ha tenido y tendrá gran importancia en el manejo integrado de plagas.

### **5.6. Las prácticas culturales**

Existe una amplia gama de manipulaciones agronómicas útiles que se pueden aprovechar para reducir las poblaciones de plaga, tales como preparación del suelo, control del agua, cultivos intercalados, cultivos trampa, control de época de siembra y coecha, etc.

### **5.7. Uso de controles mecánicos y físicos**

Son altamente diversos y algunos son tan antiguos como la agricultura misma. Tal es el caso de la recolección y destrucción manual de insectos o la construcción de barreras físicas. Algunos métodos modernos incluyen el ultrasonido y la modificación de gases atmosféricos.

### **5.8. Uso de medidas legales**

Consisten en mandatos gubernamentales o supragubernamentales que requieren que los agricultores usen ciertas técnicas o que eviten usar otras. Los gobiernos pueden también llevar a cabo procedimientos como los esfuerzos de erradicación o de cuarentena que los agricultores no podrían implementar en forma individual. Estos esfuerzos gubernamentales, en forma racional o regional, pueden ser valiosos concomitantes a los programas MIP.

### **5.9. El control autocida**

Esencialment se ejemplifica con el uso de las liberaciones masivas de machos estériles o de poblaciones genéticamente degradadas para influir en la reproducción y

sobrevivencia de las poblaciones normales de una plaga. El caso del gusano del tórsalo es un ejemplo, así como el de los esfuerzos por combatir a la mosca del mediterráneo en Centro América, mediante esta técnica.

#### **5.10. El control etológico**

Consiste en el uso de distintos dispositivos químicos o físicos que afectan el comportamiento de los insectos, tales como las trampas de feromonas y el uso de atrayentes y repelentes.

#### **5.11. El uso de insecticidas**

Los insecticidas son y continuarán siendo un elemento indispensable en los programas de fitoprotección, ya que son versátiles, fáciles de usar, eficaces y comercialmente atractivos. Son sus serias inconveniencias las que limitan su utilidad y demandan su manejo juicioso. A medida que avanzan los conocimientos en la toxicología, la química, la ingeniería agrícola y la genética, aumenta la promesa de aliviar algunas de las limitaciones de los insecticidas.

### **6. CONCLUSIONES**

Un programa de manejo integrado de plagas puede ser concebido en su desarrollo y ejecución como la construcción de un edificio (González, 1976) en el que los basamentos los constituyen lo que hemos llamado FUNDAMENTOS; cuyas paredes están formadas por las diversas TACTICAS usadas para el combate de los organismos nocivos (insectos, patógenos, malezas, nemátodos, que constituyen DISCIPLINAS). Según sean las categorías de organismos que afectan a un cultivo, las paredes pueden ser tres, cuatro o más. En el interior del edificio, en ciertos puntos, se pueden dar interacciones entre algunos de los organismos, tal como ocurre en los vectores de patógenos o con las malezas y algunas plagas e insectos benéficos. Sobre los "basamentos" (fundamentos) y

las "paredes" (Tácticas y disciplinas), se termina de construir el "edificio" al agregar el "techo" (MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS), que será necesariamente piramidal para encajar en la armazón complete (Figura 2).

En El Salvador se está implementando ya un Programa de Manejo Integrado de Plagas del Algodonero, que trae la esperanza de rescatar al cultivo de sus fases históricas de crisis y desastre, con los efectos prometedores a corto y largo plazo, en la economía y la calidad ambiental de país. Programas similares deben ser estimulados en otros cultivos como el café y existen ya programas MIP dirigidos a los granos básicos y hortalizas, para evitar que algunos de ellos se aboquen a las fases históricas ya mencionadas y más bien pasen directamente a la fase del manejo integrado.

En Centro América se están impulsando esfuerzos para el manejo integrado de plagas del algodón, que trae la esperanza de rescatar al cultivo de sus fases históricas de crisis y desastre, con los efectos prometedores a corto y largo plazo, en la economía y la calidad ambiental de país.

La honorable audiencia a la que me tocado dirigirme está constituida mayormente por personas con suficiente visión y poder de decisión para estimular a los técnicos a emprender trabajos en las líneas brevemente expuestas proveyéndoles de los mejores incentivos y de la estabilidad y continuidad indispensables para su importante labor. No sólo con el algodón, ya que programas similares deben ser estimulados en otros cultivos como el café, la caña, granos básicos y hortalizas, para evitar que algunos de ellos se aboquen a las fases históricas ya mencionadas y más bien pasen directamente a la fase del manejo integrado.

El Proyecto Manejo Integrado de Plagas del CATIE, con alcance regional, podrá contribuir grandemente al desarrollo de programas MIP en los diversos cultivos del área

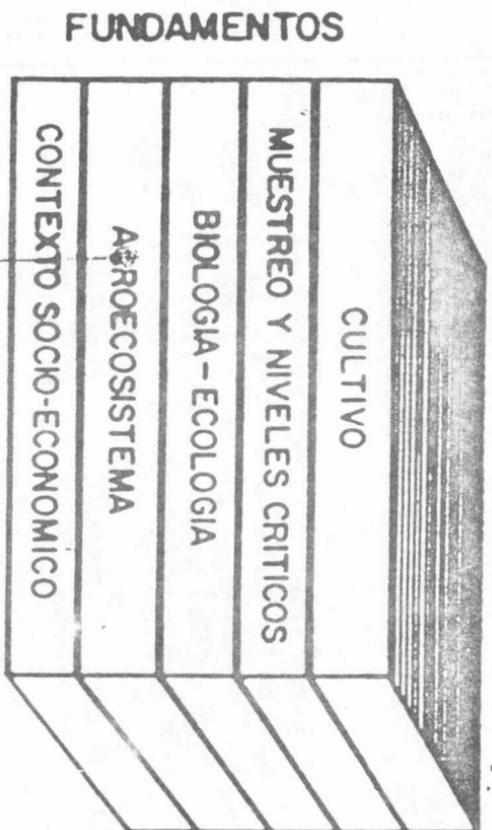
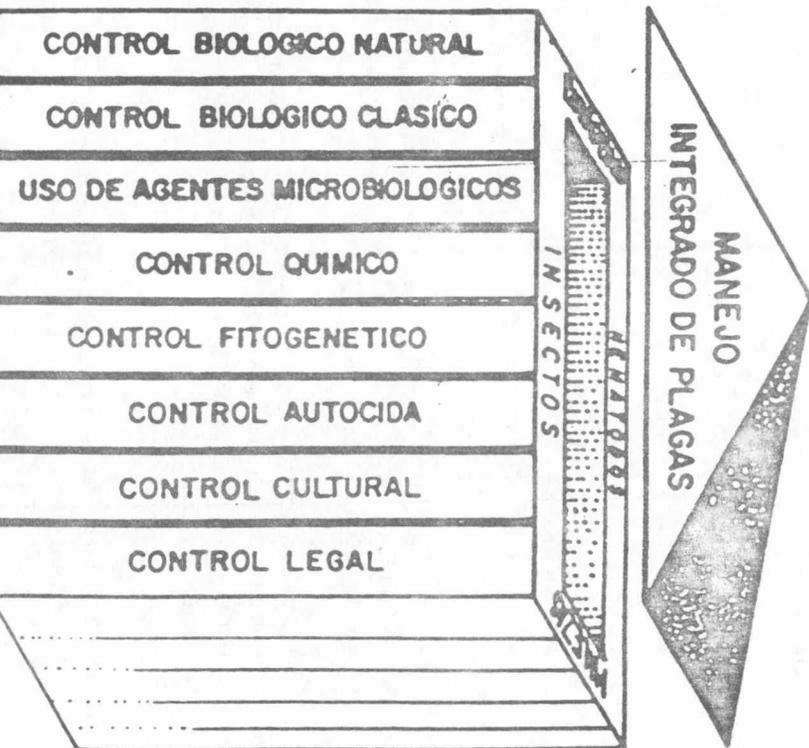


Fig. 2. El "edificio" del Manejo Integrado de Plagas, con sus fundamentos en estrecho relacion con una armadillo Integracion de disciplinas y técnicas. (Modificado de González, 1976).

# DISCIPLINAS Y TACTICAS



centroamericana con beneficios extraordinarios para la economía y el bienestar de sus habitantes.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ANDREWS, K. L. Introducción a los conceptos del manejo integrado de plagas. Del libro por publicarse "Manejo Integrado de Plagas Insectiles en Centro América. Estado actual y potencial futuro". K. L. Andrews y J. R. Quezada, editores.
- BOTTRELL, D. G. 1979. Integrated pest management. Council on Environmental Quality. U.S. Government Printing Office. Washington. 120 págs.
- ESTRADA, H., R. E. 1978. Avances sobre control integrado de plagas del algodón en Guatemala. Memoria del Seminario Regional sobre Uso y Manejo de Plaguicidas en Centro América. Guatemala.
- GONZALEZ, D. 1976. Crop protection in Latin America, with special reference to integrated pest control. FAO Plant Protection Bulletin. 24: 65-77.
- MONTERROSO, J. L. 1984. Incidencia de Beauveria bassiana sobre la broca del café y su reproducción en coco en Guatemala. ANACAFE. Revista Cafetalera. No. 210: 10-12.
- QUEZADA, J. R. 1974. Universidad y realidad ecológica del país: un ensayo sobre investigación científica. En: "Cuatro conferencias sobre aspectos ecológicos y control biológico en El Salvador". Boletín No. 6. Dept. Biología. Universidad de El Salvador. 69 págs.
- . 1979. Conflicto entre desarrollo y ecología en El Salvador. Revista Tecnología y Ciencia. UCA. Año 1, No. 1, p. 17-30.
- ; Cornejo, C., de Mira, A. e Hidalgo, F. 1974. Control biológico e integrado de la mosca prieta de los cítricos, Aleurocanthus woglumi, en El Salvador. Boletín Especial, Dept. Biología, Universidad de El Salvador. 46 págs.
- QUEZADA, J. R. y A. Rodríguez. 1987. Brote de larvas de Rothschildia orizaba (Lepidoptera: Saturniidae) en café, una experiencia en manejo integrado de plagas. V Congreso AGMIP. Guatemala. Agosto, 87. 14 p.

QUEZADA, J. R. y N. E. Urbina. 1987. La broca del fruto del café, Hypothenemus hampei, y su control. En: Plagas y enfermedades de carácter epidémico en cultivos frutales de la región centroamericana. Proyecto MIP/CATIE. Inf. Téc. No. 110. 59 p.

SMITH, R. F. 1971. Fases en el desarrollo del control integrado. Boletín Sociedad Entomológica de Perú. 6:54-56.

MANEJO Y TECNOLOGIA DE LA ASOCIACION  
SIMBIOTICA Rhizobium-Leguminosa

Ing. Oscar Acuña Navarro

INTRODUCCION

Existe una reserva limitada del nitrógeno en el suelo debido a las pocas fuentes existentes y a la utilización por las plantas, lo que hace necesario la aplicación de fertilizantes naturales y sintéticos, pero estos solo cubren una fracción del total necesario para la agricultura, por lo que la porción sobrante se debe satisfacer a partir de las reservas del suelo y a través de la Fijación Biológica de Nitrógeno atmosférico. Esta fijación ocurre mediante una simbiosis, en donde el efecto más importante de la asociación es la adquisición del nitrógeno de la atmósfera. En esta simbiosis participan dos miembros: la leguminosa y la bacteria del género Rhizobium.

Ecología del Rhizobium

El Rhizobium, se encuentra en el suelo no solamente en la rizosfera o zona de raíces de las leguminosas sino alrededor de otras plantas, y principalmente agregados a los coloides del suelo. Generalmente el Rhizobium vive saprofiticamente en el suelo, utilizando fuentes de energía y sustancias nitrogenadas del medio.

En el suelo la bacteria además de sobrevivir necesita multiplicarse, competir con la microflora nativa, colonizar la rizosfera, poseer habilidad de formar nódulos y principalmente ser eficiente en la fijación de nitrógeno. Teniendo en cuenta los

procesos dinámicos que ocurren en el suelo a cada instante, es posible imaginarse los numerosos factores que influyen en la población nativa de Rhizobium y la población inoculada de esta bacteria en el medio.

#### Factores que afectan la ecología de Rhizobium en el suelo.

##### 1. Temperatura

La infección de la raíz por Rhizobium e iniciación del nódulo exigen temperaturas óptimas en su desarrollo, las cuales se encuentran entre 20 y 30°C.

La temperatura baja de noche reduce el número de nódulos, lo que provoca un aumento en el tamaño de los mismos y disminuyen la eficiencia de fijación en frijol (Phaseolus vulgaris).

##### 2. Humedad y desecación.

A pesar de que Rhizobium, necesita de humedad para su multiplicación éste logra sobrevivir bajo condiciones de sequía. Sin embargo, condiciones alternas de humedad y sequía promueven una disminución en la multiplicación de la bacteria.

##### 3. Concentración de H<sup>+</sup> en el suelo.

Especies de Rhizobium difieren entre sí en la tolerancia al pH del suelo sabiendo que el pH bajo no favorece la persistencia y el crecimiento del Rhizobium en el suelo. Esta bacteria se desarrolla normalmente a pH de 5.7 a 6.5

El encalado, que permite la modificación del pH, favorece más el establecimiento de la simbiosis que a la propia bacteria.

#### 4. Antagonistas biológicos.

La población microbiana puede afectar directamente al Rhizobium mediante la inhibición de su desarrollo, e indirectamente al afectar el desarrollo de la raíz ya sea por la limitación de nutrientes, modificaciones en el microclima y la producción de antibióticos.

El antagonismo al rizobio por otros microorganismos en la rizosfera es el responsable de la disminución en la colonización de la raíz, en este caso los protozoos, principalmente depredadores, juegan un papel muy importante.

#### 5. Raíz de la planta y rizosfera.

Las leguminosas parecen estimular la vida microbiana en el suelo, especialmente a Rhizobium con la finalidad de desarrollar una población capaz de infestar las raíces. La planta produce una proteína o glicoproteína llamada lectina, la cual se une a la bacteria para iniciar la infección y posterior formación del nódulo.

También es importante hacer notar que existen grupos de inoculación cruzada (cuadro 1) en donde un Rhizobium específico entra en simbiosis con una determinada leguminosa. En la actualidad existen únicamente dos grandes grupos que son el R. leguminosarum (para cepas de crecimiento rápido) y Bradyrhizobium japonicum (para cepas de crecimiento lento).

### 1. EL PROCESO DE INFECCION DE LAS LEGUMINOSAS POR Rhizobium

#### 1.1 Fijación de nódulos (Penetración del Rhizobium)

Una vez, estando en el suelo (naturalmente o por inoculación) el Rhizobium específico de una leguminosa, ocurren los siguientes eventos:

catalizada por la nitrogenasa. El amonio es incorporado en los aminoácidos y transportado inicialmente al tallo; éstos son destinados a ser, finalmente, un componente de la proteína de las semillas.

Ciertos oligoelementos como el hierro, cobalto y molibdeno, parecen ser esenciales. La necesidad de hierro queda justificada por su presencia en la leghemoglobina, que es esencial para la fijación del nitrógeno. El cobalto es una parte de la vitamina B<sub>12</sub>, un compuesto que posiblemente esté implicado en la formación de leghemoglobina y el molibdeno forma parte de la enzima nitrogenasa.

### 3. BENEFICIOS DE LA FIJACION BIOLOGICA DEL NITROGENO.

Los beneficios que se obtienen de la fijación biológica del nitrógeno estarán entonces ligados a una buena nodulación y a la eficiencia de ésta en el proceso de fijación.

Se sabe que las leguminosas son (siempre que sean eficientemente noduladas) nutricionalmente 2 a 3 veces más ricas en proteína que los cereales, además de poseer algunas de ellas grandes cantidades de aceite, los cuales se utilizan como oleaginosas (soya, maní).

Además, siendo el consumo de alimentos superior a la producción; así como la gran deficiencia proteica en los países subdesarrollados; la obtención de alimentos por éste medio es de suma importancia.

Ciertas leguminosas como por ejemplo la soya (Glycine max) es capaz de suplir sus necesidades de nitrógeno en un 100% a través de esta asociación simbiótica, por lo que el ahorro de fertilizantes

catalizada por la nitrogenasa. El amonio es incorporado en los aminoácidos y transportado inicialmente al tallo; éstos son destinados a ser, finalmente, un componente de la proteína de las semillas.

Ciertos oligoelementos como el hierro, cobalto y molibdeno, parecen ser esenciales. La necesidad de hierro queda justificada por su presencia en la leghemoglobina, que es esencial para la fijación del nitrógeno. El cobalto es una parte de la vitamina B<sub>12</sub>, un compuesto que posiblemente esté implicado en la formación de leghemoglobina y el molibdeno forma parte de la enzima nitrogenasa.

### 3. BENEFICIOS DE LA FIJACION BIOLOGICA DEL NITROGENO.

Los beneficios que se obtienen de la fijación biológica del nitrógeno estarán entonces ligados a una buena nodulación y a la eficiencia de ésta en el proceso de fijación.

Se sabe que las leguminosas son (siempre que sean eficientemente noduladas) nutricionalmente 2 a 3 veces más ricas en proteína que los cereales, además de poseer algunas de ellas grandes cantidades de aceite, los cuales se utilizan como oleaginosas (soya, maní).

Además, siendo el consumo de alimentos superior a la producción; así como la gran deficiencia proteica en los países subdesarrollados; la obtención de alimentos por éste medio es de suma importancia.

Ciertas leguminosas como por ejemplo la soya (Glycine max) es capaz de suplir sus necesidades de nitrógeno en un 100% a través de esta asociación simbiótica, por lo que el ahorro de fertilizantes

nitrogenados pasa a un segundo plano; obiéndose así la utilización de estos.

En ensayos realizados en Costa Rica como maní (Archis hypogea var. Argentina) para evaluar el efecto de inoculación, se obtuvo resultados estadísticamente significativos entre los tratamientos inoculados y los no inoculados. Siendo los resultados de producción los siguientes: tratamiento sin nitrógeno y sin inocular con fertilidad de campo 2.868,2 kg/ha y 6.577,0 kg/ha el tratamiento inoculado más la fertilidad nativa.

La utilización de leguminosas forrajeras es una posible solución de bajo costo para el incremento en la producción de leche y carne; ya que actualmente la ausencia general de leguminosas nativas de alto rendimiento, la baja productividad y escaso valor nutritivo de las gramíneas (nativas) imponen severas limitaciones a la producción animal.

También se debe considerar la contribución de las leguminosas en la mejoría de ciertas características físicas, químicas y biológicas de los horizontes superficiales del suelo.

Las leguminosas arbóreas contribuyen con producción de biomasa, fuente energética como carbón, madera, etc.

#### 4. FACTORES QUE AFECTAN LA FIJACION.

Una buena nodulación y una eficiente fijación de N<sub>2</sub> antes que todo dependen de la carga genética de la planta y del Rhizobium, de una adecuada combinación entre la variedad de la planta y la cepa de la bacteria, además de otros factores como una buena capacidad de sobrevivencia del Rhizobium en el suelo, habilidad competitiva del

Rhizobium en relación a cepas nativas, si éstas existen en el suelo, y alta capacidad invasora del Rhizobium, alto número de bacterias en la rizosfera, etc.

Sin embargo, aunque las condiciones expuestas fueran satisfactorias, una buena inoculación puede resultar en un fracaso debido a la interferencia de factores ambientales en la formación de los nódulos.

#### 4.1 Factores físicos y químicos.

- a. Luz
- b. Temperatura
- c. Atmósfera del suelo
- d. Humedad del suelo
- e. pH del suelo
- f. Nutrientes minerales: nitrógeno

La presencia de nitrógeno mineral en el suelo inhibe el desarrollo de nódulos y también la fijación de  $N_2$ , siempre y cuando estuviera en dosis elevadas (mayores de 50 kg/ha). Esto ha sido correlacionado directamente con la relación C:N en el tejido de la planta, donde relaciones altas favorecen y relaciones bajas inhiben la nodulación.

A pesar de esto, a veces es favorable aplicar una pequeña cantidad de fertilizantes nitrogenado (25 kg/ha) a la hora de la siembra, para suplir la necesidad de la planta por este elemento durante los estados iniciales de la infección y crecimiento nodular, cuando no está el proceso de fijación.

Otros nutrientes minerales: P, K, Ca, B, Mg, S, Mo, Cu, Zn, Co, donde tiene especial atención el fósforo, de allí que se estén seleccionando cepas que puedan desarrollarse a bajos niveles de este elemento.

#### 4.2 Factores biológicos.

### 5. PRESENCIA DEL RHIZOBIUM EN EL SUELO.

5.1 Nodulación: Color: la disección de un nódulo radical pone de manifiesto la presencia de un pigmento rojo denominado "Leghemoglobina" y es un producto del complejo Rhizobium - Leguminosa.

Existen una correlación entre las concentraciones de Leghemoglobina y la intensidad de fijación  $N_2$ .

Aunque no se ha aclarado a ciencia cierta la función de este pigmento, se ha propuesto de que debe funcionar manteniendo la tensión de oxígeno baja que se requiere para la fijación de  $N_2$ .

La leghemoglobina permite que el oxígeno llegue rápidamente a los nódulos de la raíz, incluso en condiciones de niveles muy bajos de oxígeno libre.

5.2 Distribución: La distribución de nódulos en el sistema radical es importante. Ciertas leguminosas como la soya, poseen nódulos en la raíz principal, algunos en las secundarias (en este caso generalmente la infección es posterior a la inicial).

5.3 Apariencias de las plantas: reverdecimiento de los cotiledones y de las hojas primarias. Aparición de nitrógeno de amida en la savia del xilema.

## 6. SELECCION DE CEPAS.

Mediante algunas técnicas se puede aislar y reproducir la bacteria que está dentro del nódulo . Esto permite realizar estudios de la capacidad de fijación y de la ecología de Rhizobium. Dos de los aspectos más importantes en los estudios de fijación son la infectividad o capacidad de una cepa de nodular un hospedero dado y la efectividad o capacidad relativa de la asociación planta-bacteria, una vez establecida, para asimilar el nitrógeno molecular. Estos estudios permiten obtener cepas de Rhizobium muy eficiente que pueden ser usadas en la fabricación de inoculantes.

## 7. METODOS DE INOCULACION.

Si se quiere asegurar la obtención de los beneficios de fijación del nitrógeno, se debe asegurar la presencia del Rhizobium específico en las inmediaciones de las plantas hospederas ya sea por la adición artificial del Rhizobium a través de un inoculante, o por la presencia de cepas nativas específicas.

### 7.1 Inoculación simple:

- a- Preparar agua azucarada, añadiendo 300 g. de azúcar por cada litro de agua.
- b- Agregar el inoculante y mezclar bien hasta deshacer todos los grumos.

- c- Agregar el agua azucarada con el inoculante a la semilla y mezclar bien hasta que toda la semilla quede uniformemente recubierta por una capa negra de inoculante.
- d- Extender la semilla inoculada fuera de la luz directa del sol y permitir que se seque antes de su utilización.

## 7.2 Peletización.

- a- Preparar una solución adherente, mezclando 40 g. de goma arábica en un litro de agua con 24 horas de anticipación.
- b. Agregar la solución adherente con el inoculante a las semillas, mezclar bien hasta que toda la semilla quede uniformemente recubierta por una capa negra de inoculante.
- c- Agregar el polvo de recubrimiento mezclando suavemente hasta que todas las semillas queden uniformemente recubiertas y separadas entre sí.

### Beneficios del peletizado:

- a- Protege al rizobio, el cual permanece en altas concentraciones en las inmediaciones de la semilla.
- b- Protege la semilla contra desecamiento, permaneciendo la misma inerte en el suelo por algunos días, hasta en períodos lluviosos.
- c- Lleva nutrientes necesarios al desarrollo de los primeros estados de la simbiosis.

## 8. RECOMENDACIONES PARA UNA INOCULACION EXITOSA.

- a- El inóculo no debe exponerse a altas temperaturas ni a la luz directa del sol.
- b- La semilla se debe sembrar inmediatamente después de inocular o a más tardar dentro de las próximas 24 horas.
- c- Evite el contacto del inóculo con fungicidas y herbicidas.
- d- Si la semilla está tratada con fungicidas se recomienda agregar el inóculo en el suelo a un lado de la misma.
- e- Humedezca las semillas pero no demasiado.
- f- El uso de una goma aumentará la nodulación.
- g- Asegúrese de la buena mezcla del inóculo y las semillas; no maltrate las semillas.
- h- Use la cantidad apropiada del inóculo (por ejemplo 4,4 gr/kg de frijol de soya). Si existen dudas de la cantidad del inóculo, use más cantidad. Las recomendaciones para la inoculación de semillas de leguminosas, varía según tamaño de la misma principalmente. Para soya se recomienda 250 ml de solución adherente y 250 g. de inoculante para 25 kg de semilla.

## 9. RAZONES PARA LA AUSENCIA DE RESPUESTA A LA INOCULACION.

- 9.1 Suelo contiene bacterias fijadoras poco eficientes.
- 9.2 Inoculante no viable o ineficiente.
- 9.3 Condiciones ambientales no favorables
- 9.4 Muerte de bacterias por contacto directo con fertilizantes o sustancias químicas tóxicas.

9.5 Existencia de otros factores nutricionales limitantes en el suelo para el huésped y/o la bacteria.

9.6 Antagonismo microbiano.

## 10. PRODUCCION DE INOCULANTES.

La explotación agrícola de cepas de Rhizobium seleccionadas que son altamente efectivas en la fijación de nitrógeno depende de la disponibilidad de una tecnología de inoculación en la cual la cepa se cultiva en forma masiva, se incorpora en un material que sirve como soporte en el que sobrevivirá durante su distribución y estación en el mercado, lo que permitirá introducir las al suelo en cantidades adecuadas para que nodulen a las leguminosas sembradas.

### 10.1 Volumen del cultivo de rizobia.

Para el crecimiento óptimo se requiere aireación y aunque la adecuada aireación en fermentadores de volumen pequeño (hasta 2 litros) puede llevarse a cabo simplemente por agitación, la aireación obligatoria (5 litros de aire/litros de cultivo/hora) se utiliza comúnmente en la producción de inoculantes en escala industrial.

La temperatura es controlada a 26°C, aunque la mayoría de los rizobios crecen bien entre 25 - 30°C.

Antes de la incorporación a la turba, se comprueba la pureza del cultivo.

## 10.2 Incorporación al soporte.

No son conocidas completamente aquellas propiedades que hacen que un material sea un buen soporte para inoculante de leguminosas, pero la capacidad de absorción de humedad parece que es una característica indispensable.

La extracción, secado y molido de la turba son los principales aspectos de producción de inoculantes.

La turba secada es molida hasta 100-200 mesh y neutralizada a pH 6,5-7,0 con carbonato de calcio. Luego esta se esteriliza en autoclave durante 3 horas a 100°C. Los cultivos de calidad probada son incorporados, 0,5 litro por kg de turba y empaquetados en bolsas de polietileno.

Los inoculantes son madurados durante dos semanas aproximadamente a 26°C para obtener un número máximo de alrededor de  $10^9$  -  $10^{10}$  células/g de inoculante, tiempo después del cual se mantienen en refrigeración (4°C.).

El contenido final de humedad de la turba deberá ser 50 - 60% en base de peso húmedo.

## 11. TECNICAS EXPERIMENTALES ADAPTADAS EN LA TECNOLOGIA Y MANEJO DE Rhizobium: INVERNADERO Y CAMPO.

Las prioridades de investigación en la simbiosis Rhizobium - Leguminosa en una región donde la investigación está en el inicio es bastante subjetiva; pero se puede encausar hacia los siguientes puntos:

a- Evaluación de la necesidad de inoculación.

La selección de cepas para la eficiencia en la fijación del  $N_2$  puede ser inútil si las especies de leguminosas forman nodulación eficiente con las cepas nativas.

Esta situación es encontrada a menudo entre leguminosas tropicales como una consecuencia de su alta promiscuidad, o sea, forman nódulos eficientes con rizobios adaptados a otras especies de leguminosas.

b. Eficiencia de los inoculantes disponibles.

c. Colección y selección de cepas.

d. Competencia y sobrevivencia de cepas.

e. Factores limitantes.

f. Técnicas de inoculación.

g. Efecto de plaguicidas.

h. Tecnología de la producción de inoculantes.

Para estos estudios es importante la realización de investigación a nivel de laboratorio, invernadero y campo. Para éste último caso, se emplean tratamientos testigo, inoculados y con nitrógeno y pueden ofrecer los resultados que se detallan en el cuadro 2.

CUADRO # 1. Características de las especies de Rhizobium (Grupos de inoculación cruzada).

Especie	Tasa de crecimiento	Nombre común del grupo
R. <u>trifolii</u>	RAPIDA	TREBOL
R. <u>leguminosa</u>	RAPIDA	ARVEJA
R. <u>phaseoli</u>	RAPIDA	FRIJOL
R. <u>meliloti</u>	RAPIDA	ALFALFA
R. <u>japonicum</u>	LENTA	SOYA
R. <u>lupini</u>	LENTA	LUPINO
<u>Rhizobium</u> sp.	VARIABLE	Misceláneo del Cuaupí

edlo  
1989

CUADRO #2. Interpretación de los resultados sobre la necesidad de inoculación

Parcela testigo	Parcelas inoculadas	Parcela inoculada + N	CONCLUSION
1. Sin nódulos. Plantas mal desarrolladas, hojas amarillas.	Nodulación eficiente. Plantas bastante desarrolladas como en las parcelas con nitrógeno. Hojas verde oscuro. Rendimiento como en la inoculada +N.	Nodulación reducida. Plantas bien desarrolladas. Hojas verde oscuro.	Sin rhizobia nativa. Inoculante eficiente. Inoculación es necesaria para alto rendimiento y ahorro de abono nitrogenado.
2. Sin nódulos. Plantas mal desarrolladas hojas amarillas.	Nodulación ineficiente. Plantas poco desarrolladas o con rendimiento más bajo que en parcelas con nitrógeno. Hojas entre el amarillo y verde claro.	Nodulación reducida. Plantas bien desarrolladas. Hojas verde oscuro.	Sin rhizobia nativa. Cepas usadas son de poca o alguna eficiencia, factor(es) no controlados han dificultado a la nodulación y/o fijación. El necesita mejores cepas o investigar los factores limitantes.
3. Sin nódulos pero las plantas mejor es desarrolladas que están en parcelas inoculadas y inoc. + N. Hojas verde oscuro.	Nodulación reducida. Plantas tan desarrolladas como en inoc. + N hojas verde oscuro.	Nodulación reducida. Plantas bien desarrolladas. Hojas verde oscuro.	Suelo rico en materia orgánica y nitrógeno mineral supliendo a las necesidades de las plantas. Nitratos reducen la nodulación de suceso dudoso mientras suelo esté agotado de N. Más investigación es necesario.
4. Nodulación eficiente. Plantas bien desarrolladas como aquellas inoculadas e inoc. +N. Hojas verde oscuro.	Nodulación eficiente. Plantas tan desarrolladas como en el testigo y inoc.+N. Hojas verde oscuro.	Nodulación reducida. Plantas bien desarrolladas. Hojas verde oscuro.	Rhizobia nativa produce eficiente nodulación, supliendo las necesidades junto con el del suelo. No necesita de inoculación.
5. Nodulación ineficiente. Plantas menos desarrolladas que aquellas en parcelas inoculadas. Hojas entre amarillo y verde.	Nodulación eficiente. Plantas bastante desarrolladas como en las parcelas con nitrógeno. Hojas verde oscuro. Rendimiento como en la inocu. + N.	Nodulación reducida. Plantas bien desarrolladas, hojas verde oscuro.	Rhizobia nativa ineficiente, pero dominada por un tipo de inoculante que producía eficientes nódulos. Inoc. inútil.
6. Nodulación ineficiente. Plantas tan desarrolladas como aquellas en parcelas inoculadas. Hojas entre el amarillo y verde oscuro.	Nodulación ineficiente. Plantas poco desarrolladas o con rendimiento más bajos que en parcelas con nitrógeno. Hojas entre el amarillo y verde oscuro.	Nodulación reducida. Plantas bien desarrolladas. Hojas verde oscuro.	Rhizobia nativa ineficiente. Cepa del inoculante incapaz de dominar. Necesidad de investigación para cepas competitivas más eficientes.

DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS  
FRIJOLEROS DE "GUATEMALA"

Actualmente se encuentran dedicadas al cultivo del frijol 3 zonas importantes:

Cada una de las zonas presentan características diferentes de ambiente, manejo y suelo.

Estas zonas se describen a continuación:

1. ZONA SUR-ORIENTAL:

Comprendida por los departamentos de Jutiapa - Santa Rosa - Jalapa y Chiquimula.

Altura : 900 msnm.

Precipitación : 1000 mm.

Temperatura : 25 C

Suelos de origen volcánico.

Para esta zona, el frijol se cultiva en dos formas:

- a. AREAS PLANAS: los suelos son más profundos, con textura franco-arenosa buen drenaje, bajo % de materia orgánica, alto contenido de K (hasta 318 vg/ml) PH ligeramente ácido (5.6 - 6.9), P muy variable (3.5 - 72.5 Vg/ml)

Rendimientos X 20 99/Mz.

- b. AREAS DE LADERA: Suelos menos profundos, alta pedregocidad, suelos muy erosionables, alta escorrentia, suelos arcillosos, bajo % de materia orgánica, bajo contenido de K, PH ligeramente ácido, P más bajo que las áreas bajas.

Rendimientos 10 99/Mz.

## 2. ZONA DEL ALTIPLANO CENTRAL

Comprendidas por los Departamentos de Chimaltenango y Sacatepeques.

Altura : 1800 msnm  
Precipitación : 1500 mm  
Temperatura : 17 C

Suelos de origen volcánica

Suelos muy profundos, con textura franco-arenoso, buen drenaje, buen % de materia orgánica, aceptable contenido de K y P, PH ligeramente ácido, suelos erosionables, alta retención de humedad.

Han sido clasificados como suelos haplostaf.

Rendimientos:

Frijol de enredo : 5 99/Mz.

Frijol arbustivo : 2099/Mz.

### 3. ZONA NORTE DEL PAIS

Comprendida por el Departamento de Petén

Altura : 300 - 400 msnm.

Precipitación : 2000 mm.

Temperatura : 29 C

Suelos desarrollados en Caliza, suelos sedimentarios.

Suelos poco profundos, con textura arcillosa, mal drenados, alto % de materia orgánica, bajo contenido de K y P, PH ligeramente ácido suelos erosionables.

El frijol se siembra en terrenos recién habilitados con pendiente moderada.

CARACTERISTICAS DE SUELOS FRIJOLEROS DE NICARAGUA

=====				
R E G I O N				
	I	VI	V	IV
-----				
Fisiografía	Q	Q	Q	PI
Profundidad	Pr	Pr	S	S
Textura	AR	FAR	AR	F
Altitud (msnm)	600	550	150	400
Temperatura	21	22	29	27
Precipitación (mm)	1600	1800	2500	1400
Drenaje	R	MOD	R	B
Almacenaje de agua	OP	B	OP	DEF
pH	ALC	NEU	ACI	LACI
Fertilidad	M	A	B	MB
Categoría productiva	1	2	3	4
Aporte a la producción	25%	60%	10%	5%
Contenido "P"	A	M	B	MB
"K"	B	B	B	A
"N"	B	A	MB	MB
=====				

## SIMBOLOGIA UTILIZADA

Q	=	quebrado
O	=	ondulado
P1	=	plano
Pr	=	profundo
AR	=	arenoso
FAR	=	franco arenoso
F	=	franco
R	=	regular
MOD	=	moderado
B	=	(bueno) baja
OP	=	óptimo
DEF	=	deficiente
LACI	=	ligeramente (alcalino) ácido
ALC	=	alcalino
MED	=	medio
A	=	alto
MB	=	muy bajo
S	=	superficial
ACI	=	ácido.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SUELOS PRODUCTORES DE FRIJOL  
EN EL ESTADO DE CHIAPAS, MEXICO

Bernardo Villar Sánchez

INTRODUCCION

El Estado de Chiapas en México, es productor importante de frijol a nivel nacional. En 1988 se sembraron en la entidad aproximadamente 68.000 ha en las que se obtuvo un rendimiento promedio de 500 kg/ha.

Dos son las regiones productoras más importantes: La Región Centro y el Altiplano Comiteco (600 y 2.000 msnm, respectivamente). En conjunto en estas se concentra el 75% de la superficie total.

SISTEMA DE PRODUCCION

A) REGION CENTRO: En esta Región, el frijol se siembra en tres condiciones diferentes de acuerdo al régimen de humedad:

Riego: Cuya siembra es en el mes de febrero (sequía)

Temporal: Normalmente se siembra en junio (inicio temporada de lluvias)

H. Residual: Cuya siembra se realiza en setiembre (al final de la temporada de lluvias).

Los sistemas de producción existentes en cada ciclo de siembra son:

CICLO	SISTEMA
Riego Temporal	Unicultivo Unicultivo Intercalado con maíz
H. Residual	En relevo de maíz Unicultivo

B) REGION ALTIPLANO COMITECO: En esta Región sólo se siembra frijol de temporal en junio al iniciar la temporada de lluvias. El sistema de siembra predominante es el intercalado con maíz, aunque también existe el unicultivo.

#### SUELOS

A) REGION CENTRO: De manera general se dice que los suelos son originados de rocas metamórficas (gabro, esquisto, gneiss) y de rocas ígneas intrusivas (principalmente granito). También existe al norte una pequeña extensión de suelos originados de calizas.

En esta región existen 4 condiciones fisiográficas: vegas, terrazas altas, terrazas bajas, laderas. Los suelos existentes en cada condición y sus características son:

CARACTERISTICA	VEGA	T.BAJA	T.ALTA	LADERA
Tipo de suelo*	fluvisol	luvisa	luvisol/ o crisol	litosol/ faeosem
M.O (%)	1.04	2.5	2.34	5.18
PH (1.2)	4.8	4.6	4.6	6.0
Al (ppm)	171	205	273	1.4
P (ppm)	47	18	8.7	6.6
Mg (ppm)	66	110	17.4	154
CIC (meg/100g)	9.6	20	12.2	19
% sat. Bases	31	32	9.6	65
Textura	franco	arenoso	arenoso	franco/ arenoso

\* Clasificación FAO.

Se puede observar que para Vega y ambas terrazas existen problemas de acidez (PH bajo y alto aluminio) y un bajo contenido de saturación de bases y de materia orgánica, características que limitan severamente la producción de cultivos como frijol.

B) REGION ALTIPLANO COMITECO: Los suelos de esta región son suelos de origen coluvial o in-situ y son originados de calizas. La topografía predominante son lomeríos de pendiente leve y suelos del tipo vertisoles muy arcillosos.

Las características generales son: Alcalinos (PH alto y altos contenidos de Ca) buen contenido de materia

orgánica.

Los problemas observados son: excesos de humedad (mal manejo), casos aislados de clorosis férrica.

CARACTERIZACION DE LOS SUELOS FRIJOLEROS  
DE LA REPUBLICA DOMINICANA

Ing. Orlando Bidó

GENERALIDADES

La República Dominicana tiene un total de 48.442.23 km<sup>2</sup>, con una población de 6.666.111 habitantes con una densidad estimada en 1988 de 138 habitantes por kilómetro cuadrado, la capital tiene una población estimada en 1988 de 1.830.282 habitantes y el resto del país una población de 4.835.829; la raza predominante es la mulata; con una temperatura promedio de 27.5°C, un total de 29 provincias y un distrito nacional ubicado en la parte sur del país; los renglones económicos de mayor importancia en la República Dominicana son el agropecuario y el turismo. Nuestra música el merengue.

La República Dominicana está dividida en 3 regiones que son: Norte o Cibao, el Sur y la parte Este.

La parte más importante en la producción de frijol es la región suroeste y particularmente la Provincia de San Juan de la Maguana. En el Valle del Cibao y en la Llanura Oriental se cultivan grandes cantidades de frijol, pero en esta oportunidad nos vamos a referir a los terrenos de la parte sur que son los que conozco.

Descripción del Valle de San Juan de la Maguana.

- Altura sobre el nivel del mar 400-700 (msnm)

-Latitud 52. 48"

-Longitud 17. 71"

- Pluviometría X anual 930 mm
- Extensión territorial aproximadamente 2500 km2.
- Produce el 52% de los frijoles comerciales y el 80% de la semilla.
- En la provincia se cultivan aproximadamente unas 10.000 hectàreas de las cuales el 70% es bajo riego y el 30% aproximadamente en condiciones de secano.

#### CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS DE RIEGO Y DE SECANO

RIEGO	SECANO
Arcillosos	Franco arcilloso y franco arenoso
Buena retención de humedad	Poca retención de humedad
Profundos	Profundidad variable
Buen contenido de M.O.	Buen contenido de M.O.
Mal drenados	Bien drenados
Color variable	Color variable
Pendiente 1 - 8%	Pendiente 1 - 35%
Fertilidad buena a mediana	Fertilidad buena a mediana
PH Alcalino por encima de 8.0	PH 6.5 - 7.5. Bueno Algunos son pedregosos.

Los suelos de riego son cultivados en un 75% en rotación arroz-Frijol, lo que nos indica que el intenso laboreo a que se ve sometido el suelo con el arroz de encharque y el largo periodo de inundación a que se ve sometido el suelo ha creado una zuela de labor y ha contribuido al mal drenaje y

salinización de los mismos. Además de que existe una gran parte de estos suelos que son regados con agua que tienen un alto contenido de sales.

En los suelos de secano algunos son de ladera los cuales por un manejo inadecuado se ven afectados por el fenómeno de la erosión, ya que los agricultores dejan el mismo sin cubierta vegetal.

En esta zona existen tres épocas de siembra bien definidas que son:

- a.) Invierno 60%
- b.) Primavera 15%
- c.) Otoño 25%.

DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS  
FRIJOLEROS DE HONDURAS

Característica de los suelos de las Regiones de:  
Occidente, Nor-Occidente, Central.

I TOPOGRAFIA

En un 70% irregular quebrado

20% semi-irregular

5% planicie irregular

5% valles

La siembra de frijol se realiza en la topografía irregular generalmente.

II ALTITUDES

Oscila entre 350 a 1500 msnm.

Las zonas bajas 700 m

Solamente se siembra 1 vez al año de postrera (setiembre - enero).

Altitudes mayores a 700 m. se siembran 2 épocas generalmente (junio y setiembre) y a veces 3 en zonas mayores de 1.200 m.

III TIPOS DE SUELO

La mayoría de los suelos cultivables de frijol son de textura franco - arenosa y franco arcilloso.

3.a. Profundidad

Suelos pocos profundos 20 - cm., pedregosos

3.b. Nutrición

Los análisis químicos han demostrado que son suelos altos en potasio y deficientes en N y P y elementos menores en términos medios.

3.c. P.H.

Suelos desde moderadamente ácidos (6.7) a medianamente ácidos (5.0)

IV MANEJO DE SUELOS

Las labores normales para el cultivo de frijol son en su orden:

- Chapia o roza
- Quema
- Siembra con chuzo
- Limpia con azadón
- Cosecha manual

V SISTEMA DE CULTIVO

Generalmente en monocultivo, relevo en seguida, muy escaso el asocio.

DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS

FRIJOLEROS DE EL SALVADOR

Suelos dedicados al cultivo de frijol

SUELOS PREDOMINANTES

=====

Región	I	II	III	IV
Fco. Ar.%	70	75	70	100
Fco. Aren%	25	10	5	-
Franco %	5	15	25	-
% Pendiente	10 a 60	5 a 60	10 a 50	20 a 65
msnm	400 750	400 900	400 800	400 600

=====

Los terrenos se cultivan en base a la necesidad del agricultor de asegurarse la subsistencia y no en base a la vocación de la tierra, lo que conlleva en deterioro de los suelos, debido a la falta de implementación de prácticas culturales, para protegerlos de la erosión. Es importante hacer notar que la RIV está considerada como una área de mayor sequía- debido a la deforestación. Las otras 3 regiones también han experimentado canículas pero en menor intensidad.

=====

EPOCAS DE SIEMBRA

SISTEMAS DE CULTIVO

REGION	MAYO %	AGOSTO %	APTE. %	SOLO %	ASOCIADO %	RELEVO %
R I	5	90	5	10	5	85
R II	5	80	15	10	10	80
R III	15	80	5	20	40	40
R IV	20	80	-	20	20	60

=====

DEFICIENCIAS NUTRICIONALES

REGION	ELEMENTOS
R I	P N Ca Mg. B
R II	P N Ca Mg. B
R III	P N Ca Mg. B
R IV	P N Ca Mg. B

=====

X PRODUCCION POR REGION 99/mz

R I	14 - 17
R II	8 - 20
R III	10 - 20
R IV	8 - 15

=====

Generalmente el agricultor no realiza análisis de suelo, para determinar las necesidades nutricionales y las fertilizaciones se hacen en base a las recomendaciones de las casas comerciales en donde muchas veces no se llenan los requerimientos del cultivo.

- PROFUNDIDAD DE SUELOS
- DRENAJE DE LOS SUELOS.

APLICACION DE FERTILIZANTES Y MANEJO RACIONAL DE  
MALEZAS EN LABRANZA CERO EN LA REGION CHOROTEGA COSTA RICA

OBJETIVO GENERAL

Transferir la tecnología agronómica mediante el sistema de labranza cero.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Llevar a cabo prácticas agronómicas, mediante fincas modelo y parcelas demostrativas con grupos organizados.
- El manejo de aplicar herbicidas selectivos
- Hacer ver a los productores de frijol la importancia de la cobertura en el control de malezas, erosión del suelo, baja la presión de la mustia hilachosa.

INTRODUCCION

En este tema voy a referirme al cantón de Nicoya, Hojancha y Nandayure, ya que estas son las zonas productoras de frijol.

Las características de estas zonas, son de topografía quebrada, suelos pobres en nutrientes, causados por la erosión. Se cultiva de 0 hasta los 1000 m.s.n.m. y están en poder de pequeños agricultores, motivo por el cual producen

para autoconsumo y en baja escala la comercialización.

El sistema de siembra es de un 85% tapado, sin ninguna tecnología, ni semilla mejorada, razón por el cual se obtienen rendimientos muy bajos.

#### METODOLOGIA A EMPLEAR

Bajo el proyecto de fincas modelo, y parcelas demostrativas en coordinación C.N.P. - M.A.G., con grupos organizados de agricultores, con interés de mejorar sus conocimientos sobre el cultivo y a la vez elevar los rendimientos, se harán participar en todas las actividades agronómicas de campo a ejecutar y así llevar a cabo el objetivo de la transferencia de tecnología.

#### UBICACION

Se ubicará en los núcleos de mayor importancia en la producción del frijol.

#### LABORES A EJECUTAR

Sistema tapado y espeque.

#### TAPADO:

Preparación y siembra.

La semilla se sembrará al voleo, luego se procederá a cortar la maleza para formar una buena cobertura, en algunos casos se aplicará fertilizante de siembra al voleo.

Se usará semilla mejorada que se adopte al sistema y a la zona.

#### SISTEMA ESPEQUE:

Se dará una chapea 25 a 30 días antes de la siembra, después 3 o 4 días antes de la siembra se aplicará un preemergente Paraquat + Pendimentalina.

Se usará el chuzo o espeque usando de 1 a 2 semillas por golpe a una distancia de 60 x 20 cm.

En caso de ataque de babosas y crisomelidos, se usarán cebos envenenados y piretrinas.

#### RECOLECCION

Se realizará en forma manual.

#### APLICACION DE FERTILIZANTES

Se aplicará según análisis químico del suelo.

#### EVOLUCION ECONOMICA

Se llevarán todos los gastos incurridos mediante una vitàcora de visitas. Al final se harán comparaciones de fertilidad y rendimientos de producción entre tapado y espeque.

PROYECTO ELABORADO POR:  
EDUARDO MATARRITA CASCANTE

USO DEL MULCH DE ERYTHRINA EN EL CULTIVO DE FRIJOL

INTEGRANTES

1. FRED CHANGO
2. RONALD MENESES
3. JOSE NOGUERA
4. JUAN CARLOS HERNANDEZ

COSTA RICA

## OBJETIVOS

1. Evaluar los efectos del Mulch de Erythrina en los Rendimientos de frijol en 4 localidades del Pacífico sur.
2. Demostrar al agricultor de estas localidades las bondades del uso de cobertura en frijol.

## LIMITACIONES

1. Consecución del material
2. Adopción por parte del agricultor
3. Hospedero de plagas
4. Requerimiento de mano de obra.

## VENTAJAS

1. Conservación del suelo
2. Control de mustia
3. Incorporación de M.O.
4. Mejora la estructura del suelo
5. Aumento del rendimiento

## TRATAMIENTOS

1. Con fertilización y sin Mulch
2. Sin fertilización y sin Mulch
3. Con Mulch y Fertilización
4. Solamente con Mulch.

## INVESTIGACION EN FINCA PARA TRANSFERENCIA - HONDURAS

### INTRODUCCION

Tomando en consideración que los objetivos planteados en el curso y los resultados de las charlas presentadas nos da un panorama que coincide con la problemática del cultivo del frijol en Honduras y viendo la necesidad de implantar nuevas alternativas, tomamos en consideración implementar a nivel de investigación en finca para posibles transferencias. Los trabajos que se detallaron posteriormente.

### I TEMAS A CONSIDERAR

1. Manejo racional de malezas con labranza cero.

#### POR QUE?

1. Por qué no existen trabajos orientados en este campo.
2. Por la necesidad de implementar prácticas sencillas, aplicables y de fácil adopción.

#### PARA QUE?

1. Reducir los problemas de erosión en el suelo
2. Reducir incidencia de mustia
3. Manejo integral de plagas.
4. Reducir o maximizar el uso de mano de obra, etc.

COMO?

1. Implementarlos en los POA de los programas de investigación (Investigación en finca)

CUANDO?

1. Ciclo de postrera 1989 (setiembre)

## II MANEJO INTEGRADO DE MUSTIA

POR QUE?

1. Por la fuente de inóculo presente en la zona.
2. Por implementar las prácticas adecuadas de control.
3. Porque hay que implementar medidas preventivas de control.

PARA QUE?

1. Reducir danos
2. Sostener los rendimientos

COMO?

1. Evaluando variedades tolerantes al patógeno.
2. Dando a conocer prácticas agronómicas preventivas y
3. Tratando con productos químicos en zonas donde haya dano.

CUANDO?

1. Ciclo postrera 89

## RECURSOS

Capacitación inmediata a técnicos que se relacionan con el cultivo de frijol.

### III ANALISIS DE REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LAS VARIETADES USADAS EN LA ZONA.

MANEJO INTEGRADO DE LAS MALEZAS EN EL CULTIVO DE FRIJOL

EN EL VALLE DE SAN JUAN DE LA MAGUANA

REPUBLICA DOMINICANA

INTRODUCCION

El valle de San Juan de la Maguana es el principal productor de frijol en la República Dominicana, produciendo esta región un 52% de los granos comerciales y un 80% de la semilla que se siembra en todo el país, no obstante, ser esta zona la mayor productora de frijol, los rendimientos se han visto mermados en los últimos años, debido al ataque de plagas y enfermedades presentes en el cultivo, además de la gran agresividad de las malezas existentes en esta región.

Las malezas causan mermas en la producción hasta de un 90% cuando estas atacan en las primeras etapas de desarrollo del cultivo.

Los agricultores controlan las malas hierbas en su mayoría con azadas, y un solo repaso no es suficiente para sacar la cosecha, de manera que generalmente se hace necesario un saque de yerba a mano para poder encontrar el frijol en el momento de la cosecha porque de lo contrario las malezas le cubren el cultivo.

Esto significa que el agricultor tiene que invertir gran cantidad de mano de obra para combatir las malezas y una parte considerable del presupuesto del cultivo tiene que

dedicarlo al control de este problema, con la dificultad o escases de mano de obra y lo costoso que resulta el control, algunos agricultores han optado por no sembrar frijol y buscar otras alternativas.

#### PROPUESTA DE SOLUCION

Siendo el frijol una de las mayores fuentes de proteínas de las familias de más bajos ingresos y el alto consumo nacional de esta leguminosa, nos hace pensar que debemos buscar alternativas para incentivar al agricultor para que siga produciendo este grano básico en la alimentación del dominicano.

En tal sentido, consideramos que la implementación de un sistema de manejo integrado de las malezas, puede ayudar en gran parte a soluciones al problema. Así que debemos conjugar los diferentes metodos de control para evaluar el más apropiado y económico para el agricultor. La propuesta se basa en usar combinado el control químico y el manual, además del uso de prácticas culturales adecuadas como son el uso de mulch y algunas coberturas vegetales, que además de controlar malezas también evita enfermedades como es el caso de la mustia, consideramos también que se debe trabajar más con reducción de distancia de siembra y a que a veces el agricultor favorece las malezas con el espaciamiento amplio que usa.

La transferencia de esta tecnología, se hace mediante parcelas de validación, con seguimiento de los programas en la mismas parcelas por tres años.

USO DE MATERIA ORGANICA COMO UNA ALTERNATIVA DE  
MEJORAMIENTO DE CARACTERISTICAS QUIMICAS  
Y FISICAS DEL SUELO - GUATEMALA

1. ANTECEDENTES

Los contenidos de materia orgánica en el suelo del sur-oriente de Guatemala han sido reportados como bajos, que consecuentemente conllevan a la baja retención de humedad, disponibilidad de los nutrimentos, erosión permanente, etc.

Dentro de los factores que influyen en el bajo contenido de materia orgánica en los suelos frijoleros, es la quema de residuos de cosecha práctica tradicionalista tanto en nuestro país, como en la región Centro Americana, además, la falta de aplicaciones de abonos orgánicos como por ejemplo abonos verdes, etc.

2. OBJETIVOS

- Mejorar las características fisico-química, de los suelos por medio de prácticas agronómicas al alcance del agricultor.
- Aumentar el contenido de materia orgánica a un nivel adecuado para la producción del cultivo de frijol.

3. PROBLEMAS DE ADOPCION

- El agricultor tradicionalmente quema los residuos de cosecha como una respuesta inmediata.

- Los residuos de cosecha presentan un problema físico "basura" en su proceso productivo.
- El agricultor cree que los residuos de cosecha son hospederos de plagas y enfermedades.
- Desconocimiento de prácticas de manejo de materia orgánica: abonos verdes- aboneras- biodigestores.

#### 4. PLANES CONCRETOS DE APLICACION

- Generar, validar y transferir metodos y prácticas para conservar e incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo.
- Que el agricultor participe desde el momento de selección de tratamiento y la generación de opciones tecnológicas.

#### 5. EJEMPLO DE TRATAMIENTOS QUE PODRIAN EVALUARSE

- Residuos de cosecha de maíz en hileras.
- Residuos de cosecha de frijol.
- Utilizar residuos de plantas o arbustos que crecen en cercos.
- Manejo de malezas.
- Uso de compost.
- Uso de espacios con alto contenido de nutrientes.
- Evaluación de especies como abonos verdes.

- Aplicación de estiércol.

#### 6. COMENTARIOS Y SUGERENCIAS

- Promover una educación ambiental.
- En el manejo de malezas, demostrar los beneficios.
- Priorizar esquemas de metodología de trabajo.

PROYECTO

METODOS CORRELATIVOS PARA EL DIAGNOSTICO DE LA EFICIENCIA

DEL USO DEL P Y LA CORRECCION DEL USO DE B y Zn

NICARAGUA

REALIZADO POR:

Humberto Tapia

Erwin Gutierrez

Zildghean Chau

METODOS CORRELATIVOS PARA EL DIAGNOSTICO DE LA EFICIENCIA  
DEL USO DEL P Y LA CORRECCION DEL USO DE B y Zn

OBJETIVOS

1. Simplificar la metodología que permita estimar la eficiencia del uso de P por métodos indirectos.
2. Cuantificar el estado del Zn y B en la nutrición del frijol.

SUBPROYECTO A

Estudio correlativo de la influencia de la estabilidad fenotípica en la determinación del uso y eficiencia del P en frijol.

INTRODUCCION

La fertilización de la producción comercial de frijol se hace en base a resultados de ensayos que cuantifican las respuestas de variedades conocidas que luego se extrapolan los resultados a cualquier variedad.

En Nicaragua el programa nacional de frijol ha desarrollado estudios independientes determinando el índice de estabilidad fenotípica de las principales variedades de frijol común, también en forma independiente se han cuantificado el índice de respuestas a las aplicaciones de P.

Los resultados de estos estudios analizados en forma independiente y comparados los valores para cada una de las variedades involucradas sugieren la existencia de altos

grados de asociación entre los que se indican antes mencionados.

Para corroborar esta sospecha los resultados correspondientes a índice varietal de estabilidad fenotípica e índice de eficiencia a P serán analizados en conjunto para poder determinar el grado de concordancia a fin de que una vez calculado el nivel probabilístico, pueda aplicarse en terminos prácticos en cada uno de los valores del índice de estabilidad fenotípica en cada variedad sometida a medición.

#### OBJETIVOS

Determinar los coeficientes de estabilidad fenotípica de las variedades.

Determinar los índices de uso y eficiencia a la aplicación del P.

Determinar el grado de asociación entre el índice de estabilidad fenotípica de una variedad con su respectivo índice de eficiencia a P.

#### LOCALIZACION Y DURACION

Los ensayos de estabilidad se llevarán dos en la IV región y dos en la I región. En el detamizado de P se llevará sólo en la IV región y en 4 localidades. Ambos en tres épocas de siembra setiembre 1989, diciembre 1990.

## METODOLOGIA

### 1. Estabilidad fenotípica.

Se estructura un ensayo uniforme con 16 variedades de frijol de grano rojo, el diseño es el de bloque al azar con 3 repeticiones.

Las parcelas serán de 4 hileras de 5 m. de largo, distanciadas a 20 cms. con una densidad poblacional de 400.000 pl/ha.

La fertilización se hará al momento de la siembra, utilizando 299=/mz. de 17-46-0.

La siembra a utilizar es el de labranza mínima.

### 2. Tamizado de P

Para determinar el índice de uso y eficiencia al P, se utilizarán las mismas medidas de parcelas, distancia/hilera, distancia/planta y densidad poblacional.

Los niveles de P serán 0, 50, 100, 150, Kg. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, con una base de N de 40 KG./h.

El diseño es un BCA en arreglo factorial, distribuido en parcelas divididas.

El manejo se hará igual al del ensayo de estabilidad fenotípica.