

Mejoramiento del Frijol Negro Mesoamericano en el Trópico de México

Ernesto López Salinas
Investigador del Programa de Frijol
en el Campo Experimental Cotaxtla, Ver.

Jorge A. Acosta Gallegos
Líder Nacional del Programa de Frijol
CEVAMEX.INIFAP.Texcoco, México.

1. INTRODUCCION

Localización y características climáticas de la región.

La Región Cálida Húmeda de México, está localizada en el sureste del país y comprende los estados de Chiapas, Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y parte del Sur de Tamaulipas.

Los climas predominantes en la Región Cálida Húmeda son: cálidos, subhúmedos, con lluvias en verano, la precipitación del mes más seco menor de 60 mm, precipitación invernal menor del 5%, una temperatura media mayor de 18°C. También se tienen en la Costa del Golfo y Costa de Chiapas, áreas con climas de mayor precipitación y temperaturas. Los Campos Agrícolas Experimentales que se localizan en esta región ecológica se sitúan a una latitud norte de 16° 14' (Centro de Chiapas) y 22° 14' (Huastecas). Todos estos Campos se encuentran entre los 6 y 30 metros de altura sobre el nivel del mar, excepto San Andrés Tuxtla, Ver, que se encuentra a 323 metros, Rosario Izapa y Centro de Chiapas, que tienen alturas de 610 y 864 metros, respectivamente. Las temperaturas medias varían entre 23 a 26°C con medias máximas de 30° y medias mínimas de 20°, no se presentan heladas. Los vientos se presentan como problema en la parte central de Veracruz y el Istmo de Tehuantepec, en donde alcanzan velocidades hasta de 120 Km/hora (Cuadro 1).

La precipitación varía de 1,000 a 2,000 mm anuales, aunque existen áreas en donde ocurren

precipitaciones menores o mayores; por ejemplo: de 800 mm, en la subregión Cintalapa-Jiquipilas en el Centro de Chiapas. También existen zonas donde las precipitaciones son de más de 2,000 mm anuales, como en la Costa y Norte de Chiapas, así como en partes de Tabasco.

2. IMPORTANCIA DEL FRIJOL

Durante 1997 en la región del Trópico Húmedo de México se sembraron 182,060 hectáreas de frijol, con una producción de 103,999 toneladas (Cuadro 2).

La superficie dedicada a esta leguminosa en esta región representa el 8.0% del total del país, siendo los estados de Chiapas, Veracruz y Sur de Tamaulipas, los principales productores con más del 95% de la superficie cultivada con esta leguminosa en la región. La preferencia general en esta área es frijol arbustivo de grano negro, opaco y pequeño, raza mesoamericana. Sin embargo, es importante mencionar que de todos los estados de esta región, sólo Chiapas, Veracruz y Sur de Tamaulipas son autosuficientes, inclusive en Veracruz en algunos años se importa frijol producido en otros estados o del extranjero. El resto tienen que importar del centro del país para surtir la demanda interna. De acuerdo al estudio realizado por Castellanos et al. (1997), el frijol negro opaco es la clase comercial de mayor demanda en el país y en su mayor parte se consume en la región del trópico húmedo.

Cuadro 1. Localización Geográfica, Temperatura y Precipitación Media Anual de los Campos Experimentales del INIFAP en la Región del Trópico Húmedo de México. García, 1973

CAMPO	ESTADO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA (msmn)	TEMPERATURA A media anual (°C)	PRECIPITACION anual (mm)
HUASTECAS	TAMAULIPAS	24° 14'	97° 51'	12	24.3	1079
UXMAL	YUCATAN	20° 59'	89° 39'	9	26.0	940
TUXPAN	VERACRUZ	20° 57'	97° 24'	14	24.2	1351
CAYAL	CAMPECHE	19° 51'	90° 17'	30	26.0	1075
COTAXTLA	VERACRUZ	19° 12'	96° 81'	16	25.2	1668
CHETUMAL	QUINTANA ROO	18° 30'	88° 17'	6	26.0	1300
SAN A. TUXTLA	VERACRUZ	18° 27'	95° 13'	323	24.3	1996
PAPALOAPAN	VERACRUZ	18° 06'	95° 53'	25	25.0	1762
CENTRO CHIAPAS	CHIAPAS	16° 46'	93° 22'	846	23.6	898
VILLAFLORES	CHIAPAS	16° 14'	93° 16'	610	24.6	1198
ROSARIO IZAPA	CHIAPAS	14° 15'	92° 15'	137	26.0	2488
HUIMANGUILLO	TABASCO	17° 51'	91° 46'	16	26.2	2290

Cuadro 2. Superficie cosechada y producción de frijol en la región del trópico húmedo de México, 1997.

ENTIDAD	SUPERFICIE (ha)*	PRODUCCION (Ton)*
TAMAULIPAS	8,711	3,571
VERACRUZ	44,194	26,516
CHIAPAS	117,949	68,410
TABASCO	5,010	2,555
CAMPECHE	1,202	600
YUCATAN	2,240	1,521
QUINTANA ROO	2,754	826
SUBTOTAL	182,060	103,999
TOTAL NACIONAL**	2;259,944	1 ;045,228*

Fuente de Información Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos
PV-96-96 V OI-96-97.

** Pronósticos al 30 de septiembre de 1997.

3. PROBLEMAS PRINCIPALES DE PRODUCCION

En los últimos años uno de los problemas más mencionados en la producción de frijol, en la zona cálido húmedo de México ha sido el Virus del Mosaico dorado, el cual es transmitido por la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*). La incidencia de mosaico dorado se agudiza en siembras tardías o en años con lluvias escasas, cuando la incidencia de mosquita blanca es mayor y no se realiza su control.

Sin embargo, el combate químico del vector no necesariamente controla esta enfermedad, ya que pocos insectos pueden infestar un gran número de plantas; por lo cual el control más efectivo es mediante la resistencia genética. En la Costa de Chiapas, la superficie cultivada con frijol común y otras especies del género *Phaseolus* griseola, que ha disminuido notablemente debido a las

bajas de producción ocasionada por el virus del mosaico dorado.

La mancha angular es una enfermedad que ocasiona los mayores daños en las siembras de otoño, época en que se obtiene la mayor producción en Chiapas y Veracruz. Su mayor incidencia ocurre en la región de los Tuxtlas, Ver., en la Cuenca del Papaloapan y en el Centro de Chiapas; sobre todo en los lugares donde los suelos se mantienen con mucha humedad y la humedad relativa es alta. Al respecto, en el año de 1975 los daños ocasionados por esta enfermedad disminuyeron los rendimientos hasta en 80% (Nuñez et al. 1983).

Por otra parte, la variedad Jamapa es la más comúnmente sembrada en la región. Esta variedad era tolerante a roya a nivel de campo, sin embargo, actualmente se comporta como susceptible; esto hace suponer la generación de nuevas razas del

hongo causante de la enfermedad. En cuanto a las variedades mejoradas, se tiene un buen nivel de resistencia en Negro Huasteco-81, Negro Cotaxtla-91, Negro INIFAP y Negro Tacaná. La roya ocurre con mayor intensidad en las siembras de riego en enero y febrero, las cuales representan menos del 5% en el área; debido a lo anterior, se le considera una enfermedad de menor importancia que el virus del mosaico dorado y la mancha angular. Además, en el caso de la roya existe la posibilidad de utilizar otros métodos de control mediante la aplicación de productos químicos.

Otras enfermedades de menor importancia son: el tizón común *Xanthomonas campestris* pv. *phaseolique* es problema en siembras de temporal en Chiapas; la Rizoctonia del follaje, *Rhizoctonia solani* la cual se presenta en Yucatán y Tabasco; la antracnosis *Colletotrichum lindemuthianum* y pudriciones radiculares por *Macrophomina phaseoli na*, *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium* spp.

Dentro de las plagas del cultivo se consideran como más importantes las siguientes: mosquita blanca, chicharrita, doradilla y babosa. Las plagas de almacén son también importantes sobre todo para agricultores que almacenan el frijol que consumirán durante el año.

Debido a las características climáticas prevalentes en la región cálido húmeda, como son altas temperatura y humedad ambiental, se favorece un desarrollo rápido de las malas hierbas, sobre todo en siembras de verano, lo cual provoca una competencia al cultivo y disminución en los rendimientos. Entre las especies más importantes que se han encontrado en el cultivo de frijol se señala la siguientes: flor amarilla (*Melampodium divaricatum* Rich), coquillo (*Cyperus rotundus* L.), quelite (*Amaranthus* sp), hierba del pollo (*Commelina difusa* Burn), verdolaga (*Portulaca oleracea*), mozote (*cenchrus incertis*) [Nuñez, et al. 1983],

También son consideradas como problemas del frijol en el trópico húmedo, la baja fertilidad de los suelos y la erosión. Esto es debido fundamentalmente al sistema de cultivo que utilizan los

agricultores del trópico, quienes en la mayoría de los casos realizan las siembras en pendientes pronunciadas, no realizan labores de conservación de suelos, practican la quema de los esquilmos o la roza, tumba y quema, y no fertilizan. Aunado a esto se tienen fuertes precipitaciones y suelos con estructuras arenosas.

Aunque la precipitación en la mayor parte del área es superior de los 800 mm anuales, existen áreas en las cuales debido a la irregularidad de las lluvias hay sequía terminal y la producción del frijol de temporal se ve afectada. En este caso se tienen áreas del Centro de Chiapas, la Costa de Oaxaca, en la Península de Yucatán y el Centro de Veracruz.

Tomando en cuenta la opinión de los investigadores ubicados en la zona cálido húmedo la jerarquización de la problemática del frijol en los diferentes sistemas de producción es la siguiente:

1. - Plagas
2. - Enfermedades
3. - Baja fertilidad del suelo
4. - Malas hierbas
5. - Suelos erosionados
6. - Sequía
7. - Utilización de variedades criollas susceptibles a enfermedades

4. LOGROS DEL MEJORAMIENTO GENETICO DEL FRIJOL EN LA REGION TROPICAL

En la década de 1950 a 1960 se desarrollaron tres variedades "Jamapa", "Actopan" y "Antigua" de las cuales la variedad Jamapa sigue siendo de gran demanda entre los productores comerciales y consumidores, por su alta productividad y amplia adaptación. Esta ha mostrado estabilidad, característica que la ha mantenido durante más de 40 años. Fue desarrollada a partir de una selección de 15 líneas en la colección "Veracruz 86", en Paso de Ovejas, Veracruz, en 1955 (Cárdenas y Velo, 1965). En el Cuadro 3 se presentan las variedades liberadas por el programa de frijol, para el sureste de México.

Cuadro 3. Variedades Mejoradas de Frijol Desarrolladas para la Región Tropical de México.

EPOCA	VARIEDAD	GENEALOGIA
1950-1960	Jamapa Actopan Antigua	Mezcla de 15 líneas de la colección Veracruz 86 Selección hecha en Cotaxtla Veracruz Selección hecha en Cotaxtla Veracruz
1961-1981	Negro Veracruz Negro Chiapas Negro Huasteco-81 Negro Frailesca	Colecta de Cempoala, Veracruz Tepehua 4-1-1 lea Pijao X Porrillo 70 Medellín 2-2-M
1982-1997	Negro Cotaxtla-91 Negro INIFAP Negro Tacaná	D-149 X 1397 D-149 X 1397 (DOR-364XG 18521) (DOR-365 X LM 30630)

En 1980, el programa de frijol del Campo Experimental Cotaxtla liberó, a la variedad Negro Veracruz, la cual se originó de una colecta que se hizo, en Cempoala, Veracruz a fines del año 1970. La colecta fue mejorada genéticamente por medio de selecciones individuales y másales, hasta lograr su uniformidad y fijar sus características de rendimiento y amplia adaptación ecológica. Esta variedad ha tenido muy buena aceptación entre los agricultores de la parte central de Veracruz (López, et al. 1987).

En el Campo Experimental del Centro de Chiapas, se liberó en 1980 a las variedades Negro Chiapas y Negro Frailesca. Estas se derivan de colectas realizadas en Veracruz y mejoradas genéticamente a través de selecciones individuales y másales en el Campo Cotaxtla. Las líneas experimentales superaron en rendimiento a los criollos regionales del Centro de Chiapas.

La presencia del mosaico dorado en la región en los años 80's y la susceptibilidad de las

variedades a la enfermedad desestimuló la siembra comercial de esas variedades, ya que resultaron susceptibles (Carrizales y Nuñez, 1984).

A principios de los 80's en algunas zonas costeras tanto del Golfo de México como del Pacífico, y en el Valle Central de Chiapas el cultivo de frijol fue atacado en forma drástica por la enfermedad conocida como Virus del Mosaico Dorado. A partir de 1980 se inicio la evaluación de líneas tolerantes a mosaico dorado introducidas del proyecto cooperativo CIAT-ICTAde Guatemala. La línea D-145 mostró buena adaptación. En 1981, esta línea fue liberada con el nombre de Negro Huasteco-81 (NH-81). Esta línea se originó de la cruce ICA-Pijao x Porrillo 70 hecha en la sede del CIAT en Colombia y obtenida en Guatemala por selección individual en F2 y compuesto masal de **11 plantas en la siguiente generación, con la genealogía DR 3757-8g-CM (11)**. Gracias a su alto rendimiento, amplia adaptación y buena tolerancia al mosaico dorado, NH-81 logró la aceptación de los agricultores, siendo después de Jamapa la

variedad mejorada más sembrada, en el Trópico Húmedo de México (Yoshii et al; 1987).

Aprincipios de los 90's, el programa de frijol del Campo Cotaxtla, del INIFAP, puso a disposición de los agricultores de Veracruz y Chiapas dos nuevas variedades: Negro Cotaxtla-91 y Negro INIFAP, respectivamente. Las dos variedades se originaron de la cruce D-149 X 1397, realizada en el Campo Experimental Cotaxtla. Estas dos nuevas variedades fueron el resultado del haber retomado la metodología de hibridación a partir de 1982, para generar nuevas variedades de frijol negro para el trópico Húmedo de México. En poblaciones segregantes se hizo la selección individual en F3 y compuesto masal de dos plantas en la siguiente generación. Las líneas que dieron origen a estas variedades se evaluaron con la genealogía II-99 CM-15+CM (2) y II-99 CM-7t-CM(2).

La variedad Negro Cotaxtla-91 se ha caracterizado por su resistencia a la roya y tolerancia al virus del mosaico dorado, mientras que la variedad Negro INIFAP por su tolerancia a suelos de baja fertilidad, así como por ser tolerante a la roya y al virus del mosaico dorado.

Ambas variedades han tenido buena aceptación entre los agricultores de Veracruz y Chiapas y en otros estados del Trópico Húmedo (López et al, 1993, López, et al, 1994).

En esta misma década se liberó otra nueva variedad para el trópico mexicano, Negro Tacaná. Esta fue distribuida para su evaluación experimental con el código DOR-390, en los viveros del PROFRIJOL (ECAR y VIDAC).

Esta línea se originó de la cruce (DOR-364 X G-18521)X (DOR-365 X LM-30630) hecha en la sede del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia, y obtenida en Guatemala por selección individual en F2 y compuesto balanceado de 15 plantas en la siguiente generación. Esta variedad sobresale por su resistencia al virus del mosaico dorado, siendo mayor que la de las variedades antes mencionadas. Es tolerante a la

roya, mancha angular, antracnosis y al complejo viral que se presenta en Veracruz (mosaico amarillo, suave, común y sureño del frijol). La variedad Negro Tacaná fue liberada en 1994, por el Campo Experimental de Rosario Izapa, Chiapas (López et al, 1994).

5. AVANCES

Durante el período de 1993 a 1996, el programa de frijol de Cotaxtla, participó en el proyecto: Tolerancia del frijol a bajo Fósforo en suelos tropicales de México y América Central. Este proyecto fue financiado por el INIFAP y PROFRIJOL. El Objetivo fue generar líneas y variedades de frijol tolerantes a bajos niveles de fósforo. En los años del estudio se demostró la adaptación a los suelos ácidos y pobres de fósforo del área de los materiales: Chis 3-A-4, Chis 177A, y Chis 235, todos del germoplasma tropical del estado de Chiapas. También se identificaron líneas mejoradas introducidas de Costa Rica (TLP-19, TLP-20, TLP-22), que mostraron buena adaptación en suelos ácidos de baja fertilidad en Veracruz (López et al, 1995).

Los genotipos: G2489, BAT-1467, G-3555, G4642 y G2535, con adaptación a suelos de baja fertilidad se incluyeron en el programa de cruzamientos del trópico húmedo de México, para su recombinación con variedades comerciales y fuentes de resistencia a enfermedades: Negro Tacaná, Negro Cotaxtla 91 y Negro INIFAP. Con este grupo de progenitores se desarrollaron 500 familias recombinantes de cruces biparentales y quince poblaciones segregantes que incluyen tres o cuatro progenitores. El objetivo fue desarrollar líneas de grano negro para la región tropical de México y América Central (Acosta et al, 1996) (Figura 2).

A partir de 1996, el programa local y los programas nacionales de frijol de Guatemala, Costa Rica y Cuba, se responsabilizaron con el PROFRIJOL, para llevar a cabo el proyecto: Mejoramiento de frijol Mesoamericano y Subproyecto: Mejoramiento de frijol Grano Negro.

Dentro de las actividades del proyecto, se recibieron del CIAT trece poblaciones F2 de cruzamientos múltiples y en ellas se realizaron selecciones individuales y cosecha masal (Descendencia de Semilla Unica) en Isla Veracruz, bajo condiciones de baja Fertilidad.

Las familias seleccionadas se sembraron en Texcoco, bajo presión de bacteriosis, y picudo de la vaina. Las mejores familias fueron cosechadas y enviadas a Tapachula, Chis, para evaluarse bajo la presión del mosaico dorado. Por lo que respecta a las poblaciones cosechadas en masa se han sembrado por dos generaciones y se encuentra en F6. En esta generación se extraerán de nuevo familias en ambas localidades, Texcoco e Isla, Ver. La F4 se sembró en el verano en Cotaxtla y la F5, está actualmente sembrada en Isla, Ver.

Además, se evaluaron 102 familias F3 para resistencia múltiple a patógenos en el Campo Cotaxtla durante el ciclo de Invierno-Primavera 97, las cuales se cosecharon masalmente y se enviaron en F4 al CEVAMEX (Texcoco) para su siembra en PV-97-97. Estas se cosecharon en forma masal y se enviaron en F5 a Isla, Veracruz, para su evaluación en suelos de baja fertilidad. También se evaluaron familias F4, para resistencia múltiple a patógenos en el OI-97-98 en Isla, Ver.

El objetivo principal es generar líneas con resistencia a más de dos factores limitantes de la producción, además de evitar la aplicación de agroquímicos en el cultivo de frijol, para obtener en el futuro variedades de frijol con menores requerimientos de pesticidas.

En las primeras fases del proceso generacional del material segregante se ha avanzado, pero se han observado algunos problemas que son importantes señalarlos; primeramente es necesario realizar las inoculaciones artificiales de los agentes patógenos causantes de las principales enfermedades en estudio como: bacteriosis, antracnosis, mancha angular, roya y otras. Esto, debido a que actualmente se están realizando todas las pruebas de incidencia de enfermedades bajo condiciones

naturales en los sitios de prueba. Para mosaico dorado se debe identificar un sitio con mayor incidencia de la enfermedad.

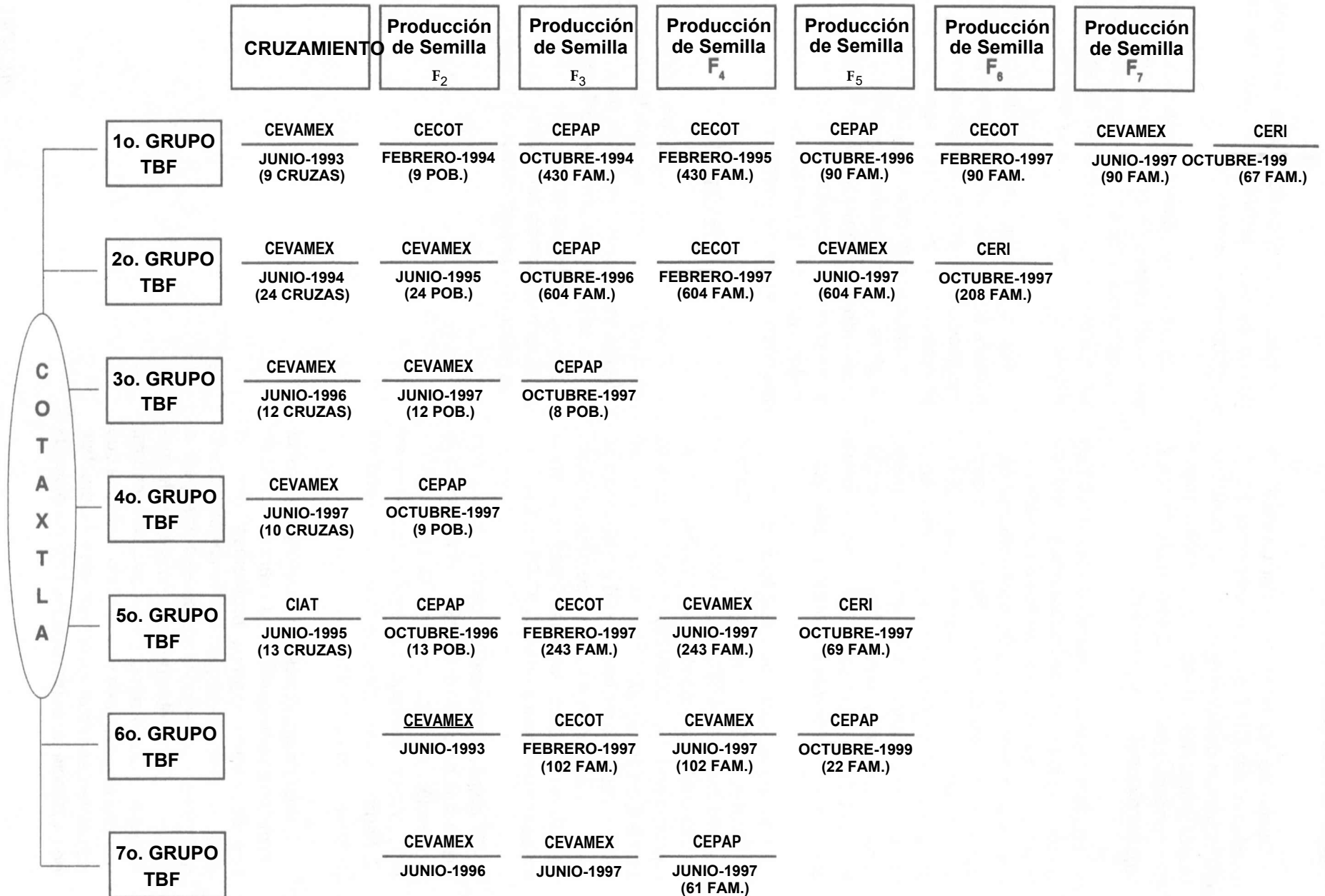
Lo anterior ha ocasionado pérdida de tiempo, recursos humanos y económicos al no presentarse los patógenos o hacerlo en incidencias bajas, de tal manera que el avance en la selección de resistencia y/o tolerancia no es seguro.

Por lo anterior, es necesario capacitar al personal que participa en el proyecto y proporcionar recursos económicos para el equipamiento de los laboratorios de los campos sede del presente proyecto, con el fin de llevar a cabo inoculaciones dirigidas y que el material a evaluar tenga una presión de selección hacia los patógenos uniforme y no presente escapes, para poder tener una mejor eficiencia y resultados del proyecto de mejoramiento de frijol negro mesoamericano.

PERSPECTIVAS

Producto del proceso de mejoramiento continuo, se está proponiendo la liberación de dos nuevas variedades mejoradas para 1999 cuyos nombres tentativos son: Negro Tropical y Negro Costeño. Estas variedades de grano mesoamericano poseen características de resistencia a las principales enfermedades de la región.

Figura 2. Movimiento del germoplasma y avance de mejoramiento genético del programa de frijol del C.E.COTAXTLA, Veracruz.



REFERENCIAS

1. Acosta, G.A.J., Cumpian, G. J., Durán.P.A., López,S.E., Acosta.D.E., Araya.V.R. y Enriquez, C. 1996. Tolerancia del frijol a bajo fosforo en suelos tropicales de México y America Central. (Informe final del Proyecto R-2, PROFRIJOL periodo 1993-1996). pp-32. (Documento Interno PROFRIJOL).
2. Carrizales, M.N. y Nuñez, G.S. 1984. Negro Chiapas, Nueva Variedad de frijol para el centro de Chiapas. folleto técnico no. 2.12 pp. SARH.INIA.CIAPAS.CEACCH. México.
3. Cárdenas, F. y Velo, G. 1965. Jamapa, una variedad mejorada para el trópico. En: Reunión del Programa Cooperativo Centroamericano del frijol, Antigua, Guatemala, 1964. Informe Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Publ. Mise. No. 22. Turrialba, Costa Rica, p-35-38.
4. García, E. 1995. Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Koppen: para adaptarlo a las condiciones de la República mexicana. 3a. UNAM, de México.
5. Lépiz, I.R. 1980. Programa Nacional de frijol plan de investigación. INIA-SARH-MEXICO. 88pp. Documento Interno. México.
6. López, S.E., Yoshii, O.K. y Cervantes, L.M. 1987. Negro Veracruz, nueva variedad de frijol para las zonas Central y Sur del estado de Veracruz. Rev. Fitotecnia Mexicana. No. 9:49-56.
7. López, S.E., Rodríguez, R.R., Becerra, L.E.N. y Cano, R.O. 1993. Negro Cotaxtla 91 Nueva variedad de frijol para las zonas tropicales de México. Rev. Agronomía Mesoamericana Vol. 4:81 - 85. Costa Rica.
8. López, S.E., Villar, S.B. y Cano, R.O. 1994. Rendimiento y adaptación de frijol negro E-44 en el trópico húmedo de México. Rev. Fitotecnia mexicana. Vol. XVII: 39-47. México.
9. López, S.E., Becerra, L.E.N., Cano, R.O. y Fraire, V.G. 1994. Reacción al Virus del mosaico dorado, adaptación y rendimiento de la línea de frijol DOR-390 en el sureste de México. Rev. Mex. Fitopatología. Vol. 12:139-145. México.
10. López, S.E., Cumpian, G.J., Durán, P.A. y Acosta, G.A.J. 1995. Tolerancia de frijol común a baja disponibilidad de fósforo en suelo de Veracruz, México. Taller Internacional sobre bajo fósforo en el cultivo de frijol. Ed.

11. SAGAR. 1997. Frijol: Estimación de cosechas de primavera-verano. 1997. (Documento para discusión interna). Subsecretaría de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Agricultura. 15 pp.
12. Nuñez, G.S., Vázquez, G.M.J., Yoshii, O.K. 1983. Proyecto: Formación de variedades de frijol con alto potencial de rendimiento tolerancia o resistencia al mosaico dorado, mancha angular y roya. 63 pp. Documento interno INIA.
13. Yoshii, O.K., Rodríguez, R.R.J., Nuñez, G.S., Carrizales, M.N., Ibarra, P.F.J. y Pérez, G.P. 1987. Rendimiento y adaptación de la línea D-145, tolerante al mosaico dorado del frijol en el sureste de México. Rev. Fitotecnia No. 9: 57-63. México.