

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESQUERÍA
ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA
CALLE 10 N.º 1000, SAN JOSÉ, COSTA RICA
TELÉFONO 222-1111

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA

COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE FUENTES DE
RESISTENCIA AL VIRUS DEL MOSAICO
DORADO EN FRIJOL COMUN

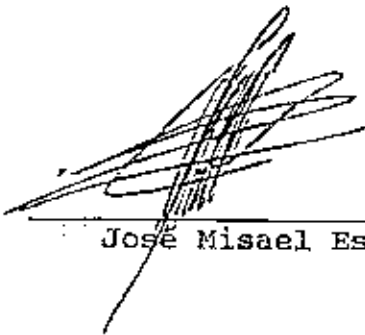
Tesis presentada como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
grado académico de Licenciatura

por

José Misael Espinoza Portillo

Honduras, 27 de abril de 1996

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reserva los derechos de autor.



José Misael Espinoza Portillo

Honduras, 27 de abril de 1996

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María.

A mis padres, Virgilo y Nila, a quienes especialmente dedico este esfuerzo. Gracias por apoyarme hoy y siempre.

A mis hermanos: Maribel, Hilda, Virgilio, Antonia, Nila, Abel, Iván, Santos María y Marlon.

A mi novia, Cynthia E. Sandoval Villa.

A mi amigo Jano A. Posadas (QDDG).

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Agr. Oswaldo Varela M.S., por sus sabios consejos que fueron apoyo fundamental en la realización de este trabajo, un mil gracias.

A los Drs. Juan Carlos Rosas y Juan José Alán, por todos esos consejos y amistad desinteresada en el momento justo. Gracias.

A los Ings. Agrs. Rafael Varela y David Rodríguez, por su amistad desinteresada en todo momento.

Al personal del PIF, por su apoyo en la realización del trabajo de campo.

A Wendy Rodríguez, Isbela de Alvarez, Deysi Ferrera, Juan Carlos Villacorta y a todo el personal del Departamento de Agronomía por su amistad.

A mis amigos (Javier Romero, Luis Castillo, Miguel Zárate, José Mejía, José Lito, Diana Osorto, Alejandro Rivera, José German S., etc) un hasta luego.

A la familia Torres-Ruiz por su amistad desinteresada.

A la familia Posadas-Ubierna por su amistad y cariño.

El presente trabajo de tesis fue parcialmente financiado con fondos proporcionados por el Bean/Cowpea CRSP (Donación USAID, No. DAN 1316-G-SS-6008-00).

RESUMEN

El virus del mosaico dorado del frijol (VMDF), es una de las principales limitantes en la producción de este grano básico. El VMDF, es transmitido por la mosca blanca (Bemisia tabaci Genn.).

Los objetivos del estudio fueron: evaluar el efecto del VMDF y el potencial de adaptación y rendimiento en los genotipos que constituyen las principales fuentes de resistencia a esta enfermedad, y desarrollar poblaciones provenientes de cruzas de algunas de estas fuentes de resistencia. Este estudio comprendió ensayos en las épocas de primera y postrera en dos estaciones experimentales del Departamento de Comayagua. Se evaluaron 19 genotipos resistentes y uno susceptible. Para desarrollar poblaciones resistentes se utilizaron cuatro genotipos resistentes al VMDF, dos poblaciones F_2 derivadas de cruzas simples y una población F_2 derivada de una crusa doble. Los genotipos MD 30-75, Pompadour J y K_2 presentaron únicamente mosaicos en trifolios a partir de los 50 dds; el resto de los genotipos presentaron síntomas típicos tempranamente. El genotipo MD 30-75 presentó el grado de severidad más bajo (2.75), seguido por los genotipos K_2 , MD 23-24, Pompadour J, DOR 482 y DOR 364 (3.75, 4.0, 4.25, 4.25 y 4.75, respectivamente). El genotipo MD 23-24 presentó la menor incidencia (porcentaje de plantas con VMDF) seguido por los materiales K_2 , DOR 364, DOR 482 y MD 30-75. El genotipo Desarrural 1R presentó el mayor rendimiento en la época de postrera debido a una baja incidencia y daños causados por el VMDF, seguido por los genotipos Porrillo Sintético, Gordo, Pompadour J, MD 23-24, DOR 364, MD 30-75 y Pompadour G. Los genotipos Jatu Rong y GN 31 fueron los materiales con floración más temprana.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Derechos de autor.....	ii
Aprobación.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Indice de cuadros.....	ix
Indice de anexos.....	x
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Importancia económica.....	3
2.2 Distribución geográfica del VMDF.....	3
2.3 Biología de la mosca blanca (<u>Bemisia tabaci</u> Gennadius).....	3
2.3.1 Taxonomía.....	3
2.3.2 Ciclo de vida.....	4
2.4 Daños ocasionados por <u>Bemisia tabaci</u>	4
2.5 Sintomatología.....	4
2.6 Propiedades físicas del VMDF.....	5
2.7 Transmisión y epidemiología.....	5
2.8 Ecología poblacional.....	6
2.9 Formas de combate para regular las poblaciones de la mosca blanca.....	7
2.9.1 Combate biológico.....	7
2.9.2 Combate mediante prácticas culturales.....	8
2.9.3 Combate mediante el uso de insecticidas.....	8
2.9.4 Combate mediante resistencia genética.....	9
III. MATERIALES Y METODOS.....	11
3.1 Localización y características de las zonas de estudio.....	11
3.2 Establecimiento de los ensayos.....	11
3.2.1 Suelos.....	11
3.2.2 Ensayos y épocas de siembra que comprende este estudio.....	12
3.2.2.1 Ensayo fuentes de resistencia.....	12
3.2.2.2 Ensayo desarrollo de poblaciones.....	14
3.3 Manejo experimental.....	14
3.4 Manejo agronómico.....	15
3.5 Evaluación.....	15
3.5.1 Variables que se evaluaron.....	16
3.6 Análisis estadístico.....	16
IV. RESULTADOS.....	17
4.1 Ensayo fuentes de resistencia (época de primera).....	17
4.2 Ensayo fuentes de resistencia (época de postrera).....	20
4.3 Ensayo desarrollo de poblaciones.....	21
V. DISCUSION.....	22
VI. CONCLUSIONES.....	25
VII. RECOMENDACIONES.....	26
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	27

IX.	ANEXOS.....	31
	Datos Biográficos.....	36

INDICE DE CUADROS

1.	Precipitación y temperaturas máximas y mínimas durante los meses de junio a diciembre de 1995. Comayagua, Honduras....	11
2.	Resultado de los análisis de suelo de dos localidades en Comayagua, Honduras, 1995.....	12
3.	Genotipos evaluados por su resistencia al virus del mosaico dorado del frijol en Comayagua, Honduras, 1995.....	13
4.	Escala general de evaluación para enfermedades virales.....	16
5.	Valores promedios del grado de severidad y del porcentaje de incidencia del VMDF en Fuentes de Resistencia durante la época de primera. Comayagua, Honduras, 1995.....	18
6.	Hábito de crecimiento, tamaño de semilla y días a floración de las fuentes de resistencia al VMDF en Comayagua, Honduras, 1995.....	19
7.	Separación de medias para los promedios de rendimiento y peso seco de 100 semillas (al 14% de humedad) de los genotipos incluidos en el estudio de fuentes de resistencia al VMDF en Comayagua, Honduras, 1995.....	21

INDICE DE ANEXOS

1. Síntomas típicos observados en las evaluaciones de las fuentes de resistencia al VMDF durante la época de primera en Comayagua, Honduras, 1995.... 31
2. Dinámica poblacional de la mosca blanca durante el período de Junio a Diciembre en Comayagua, Honduras, 1995..... 34
3. Resultados del ANDEVA para las variables determinadas bajo condiciones de campo en Comayagua, Honduras, 1995..... 35

I. INTRODUCCION

El virus del mosaico dorado del frijol (VMDF) se ha convertido en los últimos años en una importante amenaza para la producción de frijol (Phaseolus vulgaris L.), uno de los cultivos básicos más importantes en América Latina. Desde principios de la década de los años 70 se encontraron en El Salvador y Guatemala ataques del VMDF de hasta un 100%; su diseminación tuvo lugar por la vertiente del Pacífico de Nicaragua, Costa Rica y Panamá (Gámez, 1971). En Honduras, la presencia del VMDF ha sido observada desde 1985. En 1989 se estimaron pérdidas entre el 10 y el 100 % en las principales zonas frijoleras del país. Antes de 1989 no se había presentado ninguna epifitía de VMDF en Honduras. Las principales zonas con altas pérdidas en ese año se encontraron en los departamentos de Comayagua, Copán, Francisco Morazán, El Paraíso y Olancho (Bohórquez, 1992).

El VMDF es transmitido por la mosca blanca (Bemisia tabaci), vector de varios tipos de virus: geminivirus, carlavirus, closterovirus, potivirus, luteovirus y nepovirus. Sólo los geminivirus son persistentes y transmitidos de manera circulante (Cohen, 1990).

El frijol común es atacado por cinco geminivirus, de los cuales cuatro son transmitidos por la mosca blanca; el de mayor importancia es el VMDF. Los síntomas visibles de la enfermedad generalmente se expresan con mosaicos de color amarillo brillante o dorado en las hojas.

En su mayoría, los programas de mejoramiento genético para encontrar resistencia al VMDF se han llevado a cabo en las regiones de trópico caliente, debido a que tanto el vector como el patógeno se encuentran limitados a estas áreas (Gálvez y Cárdenas, 1980).

La resistencia genética ha sido el objetivo más perseguido en la lucha contra el VMDF, a pesar de que hasta la fecha no se ha identificado ningún genotipo de Phaseolus vulgaris que sea inmune. Las variedades ICA-Pijao de Colombia, Turrialba 1 y Porrillo Sintético, de Mesoamérica, fueron seleccionadas como fuentes de resistencia al VMDF en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) de Guatemala en 1974, por científicos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). El trabajo consistió en la selección de material con algún grado de resistencia al VMDF de entre más de 6000 accesiones del Banco de Germoplasma de frijol del CIAT (CIAT, 1984). Estas fuentes parentales o las

líneas derivadas de ellas, pueden ser parcial o completamente susceptibles a altas poblaciones de Bemisia tabaci y a la presión del VMDF en etapas tempranas de crecimiento de la planta. Debido a ésto, no existe la seguridad de que el material evaluado como resistente o tolerante al virus lo sea en realidad al vector (Morales, 1987). A través de cruzas (de los materiales antes mencionados) realizadas por el CIAT entre 1975 y 1976, se obtuvieron las primeras líneas identificadas con el código DOR, conocidas en Guatemala como ICTA (CIAT, 1984). En general, en las líneas DOR, las pérdidas en rendimiento son proporcionales a la severidad de los síntomas foliares; sin embargo, algunas líneas expresan síntomas de amarillamientos fuertes pero mantienen una buena carga. En Honduras, se han liberado hasta la fecha dos líneas DOR, la DOR 364 con el nombre varietal "Dorado" en 1990 y la DOR 482 con el nombre "Don Silvio" en 1993. Ambas poseen genes de resistencia al VMDF provenientes de las mismas fuentes; Don Silvio es una línea derivada de cruzas con Dorado. Estas dos variedades fueron liberadas por la Secretaría de Recursos Naturales (SRN) de Honduras, en colaboración con el Programa de Investigaciones en Frijol de Zamorano. La línea DOR 364 ha tenido buena aceptación debido a su resistencia al VMDF. (Bohórquez, 1992).

Los objetivos que se plantearon para el establecimiento de este estudio fueron:

- 1.- Evaluar el efecto del virus del mosaico dorado del frijol (VMDF), y el potencial de adaptación y rendimiento, de las principales fuentes de resistencia.
- 2.- Desarrollar poblaciones resistentes provenientes de cruzas de fuentes de resistencia al VMDF para su posterior evaluación.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 IMPORTANCIA ECONOMICA

El virus del mosaico dorado del frijol (VMDF) es el responsable de una de las enfermedades de mayor relevancia económica en el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en Latinoamérica, especialmente en Centroamérica, El Caribe y Brasil (Gálvez y Cárdenas, 1980). El VMDF tiene un efecto negativo sobre los componentes de rendimiento, reduciendo el número de vainas, el peso de las semillas y el número de semillas por vaina. Hay muchos estudios en los que se informa de pérdidas alarmantes en muchas variedades susceptibles que varían entre el 40 y el 100%, principalmente en Guatemala y El Salvador (Gálvez y Morales, 1989).

Las pérdidas en rendimiento dependen, básicamente, del momento de la infección, de la raza del virus y de la respuesta genética de la planta, que tienen efectos directos sobre los componentes de rendimiento (Costa, 1975).

2.2 DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL VMDF

A inicio de la década de los 60, Costa (1965) identificó el virus del mosaico dorado del frijol en Brasil. Sin embargo, la enfermedad no alcanzaba niveles que merecieran mayor atención, ni se sabía que esta enfermedad tenía un alto poder de diseminación. Décadas más tarde, se convirtió en una de las enfermedades que limitan la producción de frijol en los principales estados productores de Brasil. También, en esa época, se encontraron regiones productoras de Centroamérica, El Caribe y el Norte de México afectadas por el VMDF, pero el daño no era significativo (CIAT, 1994).

Desde la década de los ochenta el mosaico dorado ha continuado expandiendo su ámbito en América del Sur (Noroeste de Argentina, estados del Norte y Sur de Brasil), en El Caribe (República Dominicana, Haití, Jamaica y Cuba) y en América Central. En México se ha encontrado en la región Sur, principalmente en el estado de Chiapas y en el Noroeste de México hasta la frontera con los Estados Unidos (CIAT, 1994).

2.3 BIOLOGIA DE LA MOSCA BLANCA (Bemisia tabaci Gennadius)

2.3.1 Taxonomía

La mosca blanca (Bemisia tabaci Gennadius) tiene muchos hospederos y variaciones morfológicas, por lo que en la

literatura encontramos un gran número de sinónimos locales (Mound y Halsey, 1978). La mosca blanca pertenece a la subfamilia Aleyrodinae de la familia Aleyrididae, superfamilia Aleyrodoidea, del suborden Sternorrhyncha del orden Homoptera (Borrór et al., 1976).

2.3.2 Ciclo de vida

El ciclo de vida puede durar de 20 a 30 días dependiendo de las condiciones climáticas. La mosca blanca tiene cuatro etapas de desarrollo durante su ciclo de vida: huevo, ninfa, pupa y adulto (Carvajal y Rivera, 1992). Russell (1975) estableció que el ciclo de vida de B. tabaci está correlacionado con las condiciones climáticas del ambiente.

2.4 DAÑOS OCASIONADOS POR Bemisia tabaci

La mosca blanca puede causar daños directos e indirectos a la planta. Los daños directos son: compete con la planta por productos de su síntesis, destruye muchas células en la zona donde se alimenta y aumenta la temperatura en la superficie de la planta afectada, lo que reduce la eficiencia de las plantas y puede causar su muerte prematura. Los daños indirectos producidos son: transmite el VMDF, en ciertos casos es vector de bacterias y hongos fitopatógenos y, permite el desarrollo de la fumagina debido a las secreciones azucaradas de las ninfas (Van Lenteren y Noldus, 1990, citados por Vélez, 1993).

2.5 SINTOMATOLOGIA

Los síntomas del VMDF son claramente visibles en las plantas de frijol infectadas, cuyas hojas se tornan de color amarillo brillante o dorado. Pueden aparecer en las hojas primarias a los 14 días siguientes a la siembra, cuando las poblaciones de mosca blanca son altas en el cultivo o en sus hospederos alternos. Bird et al. (1972) observaron, pequeñas manchas amarillas en forma de estrellas, tres o cuatro días después de que las plantas estuvieron expuestas a moscas blancas virulíferas.

Los síntomas sistémicos primarios de infección predominan cerca de las nervaduras y en el tejido parenquimatoso de las hojas, que adquieren un color amarillo intenso y a menudo brillante. En las variedades susceptibles se observa una rugosidad bien marcada y enrollamiento de las hojas, y muchas se vuelven completamente amarillas y ocasionalmente pueden tornarse blancas o casi descoloridas. Los síntomas de mosaico en las variedades tolerantes son menos marcados y las plantas pueden

recuperarse, hasta cierto punto, en las etapas posteriores de desarrollo.

El tamaño de la hoja permanece igual en la mayoría de las variedades (Costa, 1975). En las vainas de las plantas infectadas se pueden observar manchas de mosaico o deformaciones. Las semillas se pueden decolorar y deformar,

y su tamaño y peso disminuyen. Cuando la infección se presenta durante el estado de plántula, las susceptibles pueden presentar raquitismo (Gámez, 1970).

2.6 PROPIEDADES FISICAS DEL VMDF

El virus del mosaico dorado del frijol fue clasificado como una enfermedad viral en razón de su característica transmisión por medio de insectos, su sintomatología y su modo de diseminación en el campo (Costa, 1965). Sin embargo, su etiología viral no se confirmó hasta que Gálvez y Castaño (1976) lograron aislarlo en 1975. Ellos observaron que el VMDF fijado tiene una forma específica que consiste en partículas icosaédricas unidas en pares (partículas dímeras idénticas o geminadas). Las partículas unidas son aplanadas en su punto de unión y miden 19 a 32 nm, en tanto que las partículas individuales tienen un diámetro de 15-20 nm.

Goodman *et al.* (1977) no pudieron determinar si estas partículas geminadas eran en realidad las entidades infecciosas o simplemente artefactos producidos por la fijación. Sin embargo Gálvez y sus colaboradores (Cárdenas, 1977; Gálvez y Castaño, 1976) observaron que dichas partículas, en preparaciones sin fijar, también eran altamente infectivas. Cuando estas partículas del VMDF se disociaron con EDTA a alta molaridad (0.1 M), la infectividad prácticamente se perdió por completo.

2.7 TRASMISION Y EPIDEMIOLOGIA

EL VMDF se transmite en la naturaleza por medio de la mosca blanca y artificialmente por inoculación. La mosca blanca también transmite otros virus: el mosaico de las euforbiáceas, el mosaico del abutilón (*Abutilon* sp) y el virus B de la batata, que también se pueden transmitir mecánicamente (Costa, 1976). Sin embargo, Meiners *et al.* (1975) fueron los primeros que informaron de la transmisión del VMDF al frijol. Para que la inoculación sea eficaz se necesita una temperatura de 30 °C; entre 24 y 28 °C se obtiene una tasa de 30 % de transmisión y a menos de 21 °C no hay transmisión.

Gálvez y Castaño (1976) obtuvieron aproximadamente un 100 % de transmisión en condiciones de invernadero a 25 °C con inóculo de VMDF extraído de plantas infectadas 21 días antes. La transmisión disminuyó significativamente o no hubo transmisión si el inóculo se extrajo de plantas que tenían más de 21 días de infectadas.

Aún no se ha encontrado si el VMDF se transmite por medio de semillas de plantas de frijol infectadas. Pierre (1975) hizo pruebas en semillas de 300 plantas de frijol infectadas, y Costa (1976) en semillas de 350 plantas de frijol lima (Phaseolus lunatus) infectadas, y en ninguna de las semillas encontraron el organismo patógeno. Bajo condiciones de campo, la mosca blanca es el principal vector en la transmisión del VMDF.

Costa (1969) indicó que la mosca blanca puede transmitir virus a más de 16 especies de plantas cultivadas o silvestres. Los adultos de B. tabaci transmiten el VMDF de manera circulante. No existen evidencias de transmisión a través de los ovarios o de la multiplicación del virus dentro de la mosca blanca (Costa, 1969). Los adultos de B. tabaci pueden adquirir y transmitir el VMDF en cinco minutos (Gámez, 1971); y la eficiencia de la inoculación aumenta con el incremento en el número de insectos por planta infectada (Bird y Maramorosch, 1978).

Gámez (1971) encontró un período medio de adquisición e incubación del virus de tres horas cada uno. El período de retención varía de acuerdo con el período de adquisición, pero puede ser de 21 días o abarcar todo el ciclo de vida de la mosca blanca (Bird y Maramorosch, 1978).

Costa (1976) encontró que las hembras de la mosca blanca son más eficientes para transmitir el VMDF en comparación con los machos en el caso de Phaseolus vulgaris, P. acutifolius y P. polystachios; sin embargo, los machos fueron más eficientes en P. lunatus y P. longipedunculatus.

2.8 ECOLOGIA POBLACIONAL

Las dinámicas poblacionales de B. tabaci se ven influenciadas directamente por ciertas condiciones climáticas que las regulan en gran medida, además del número de hospederos y el balance ecológico con sus enemigos naturales (Cohen, 1990). Las moscas blancas tienen poca capacidad de dispersión, las poblaciones se pueden extender en un radio de 7 Km (Cohen y Ben-Joseph, 1986). En muchas regiones el número de hospederos

facilita a las poblaciones a mantenerse durante el transcurso del año. También, el hombre juega un papel muy importante en la diseminación al transportar plantas infectadas en áreas donde no se encontraba anteriormente (Byrne et al., 1990, citado por Gómez, 1995).

2.9 FORMAS DE COMBATE PARA REGULAR LAS POBLACIONES DE LA MOSCA BLANCA.

Para unificar las estrategias de un manejo integrado de plagas (MIP), es importante conocer y analizar algunas de las características biológicas de la mosca blanca. En todas las etapas de su desarrollo. B. tabaci se refugia en el envés de las hojas (López-Avila, 1986); tiene gran facilidad para desarrollar resistencia a los insecticidas, principalmente piretroides y organofosforados (Dittrich et al., 1990, citado por Gómez, 1995), coloniza constantemente nuevos cultivos (Dubón et al., 1993), y el vector y el virus tienen un amplio rango de hospederos (especies cultivadas y malezas).

Al seleccionar una estrategia de combate se debe tomar en cuenta en primer lugar, que la producción de frijol en Latinoamérica está en manos de pequeños agricultores de escasos recursos económicos, con escasas posibilidades de crédito y con tecnología de subsistencia; además, la estrategia de control que se adopte debe ser de fácil manejo y bajo nivel de inversión (Bohórquez, 1992).

En Honduras, la mayor parte del frijol se produce en fincas pequeñas (< 5 ha) (Adams et al., 1985). Los sistemas de producción de subsistencia son muy heterogéneos por lo que aplicar un paquete tecnológico desarrollado en áreas experimentales es muy difícil (Martínez, 1987, citado por Bohórquez, 1992). La causa principal de la mayoría de las pérdidas en rendimiento de frijol en los países latinoamericanos, son las variedades muy susceptibles al VMDF.

2.9.1 Combate biológico

Se ha utilizado para combatir plagas por más de 100 años (Gerling, 1992). Biológicamente, la mosca blanca es controlada por un gran número de enemigos naturales. La mayoría pertenecen a tres grupos principales: patógenos, depredadores y parasitoides.

Vélez (1993) realizó en Honduras un estudio de los parasitoides nativos. Las especies Encarsia pergandiella Howard y Encarsia nigricephala Dozier fueron las más abundantes en el cultivo del frijol y en sus hospederos.

Se pueden importar enemigos naturales para combatir plagas nativas o exóticas. Hay que tomar en cuenta medidas cuarentenarias para evitar la introducción de enemigos mal identificados o que vengan acompañados de insectos y enfermedades que ocasionan graves problemas en muchas áreas productivas (Cave, 1995).

2.9.2 Combate mediante prácticas culturales

EL ataque del VMDF en las regiones productoras de frijol se puede reducir eliminando las fuentes alternas del inóculo (plantas hospederas como Phaseolus spp, Sida spp, etc). La rotación de cultivos y la distribución en la región de producción son factores muy importantes. La soya no es susceptible al VMDF, sin embargo, es un buen hospedero y

favorece a las poblaciones de mosca blanca, que pueden encontrar y transmitir el VMDF al cultivo de frijol recién plantado (Pierre, 1975).

Las fechas de siembra se deben programar durante los períodos en los que las temperaturas son más bajas y la humedad alta ya que estas condiciones no favorecen a las poblaciones de mosca blanca y su capacidad para transmitir el VMDF (Costa, 1969).

2.9.3 Combate mediante el uso de insecticidas

La mosca blanca se puede combatir por medio de aplicaciones de insecticidas como: metamidofos (Tamarón 600 E), prosenofos (Nuvacron 60) y endosulfan (Tiodan)).

Cuando las poblaciones de la mosca blanca son moderadas o bajas el combate químico es eficaz y económico; sin embargo, su eficacia puede disminuir si los vectores virulíferos emigran continuamente desde otros hospederos alternos (Cave, comunicación personal; citado por Gómez, 1995).

La mosca blanca ha adquirido resistencia a algunos insecticidas ampliamente utilizados para su combate (Dittrich y Ernst, 1990, citado por Gómez, 1995). El primer grupo de plaguicidas al que B. tabaci adquirió resistencia fue a los organofosforados. La falta de rotación de los diferentes grupos de plaguicidas y mezclas al momento de la aplicación para obtener mejores resultados son factores que ayudan a la mosca blanca a desarrollar resistencia (Cave, 1995; citado por Gómez, 1995). Aplicaciones continuas de plaguicidas aceleran el crecimiento poblacional de la mosca blanca; debido al

estrés que le causan, se reduce el ciclo de vida y ésta da como resultado grandes explosiones de mosca blanca (Dittrich y Ernst, 1990; citado por Gómez 1995).

Oviedo (1996), concluye que es necesario hacer evaluaciones periódicas para detectar los productos químicos que ya no son útiles y que sólo causan contaminación, mayor inversión y resistencia en la plaga. Un insecticida se debe utilizar como el último recurso de combate en un programa de manejo integral.

2.9.4 Combate mediante resistencia genética

La resistencia de la planta constituye un método de control eficaz, duradero, estable y económico para combatir al VMDF (Zamir et al., 1991). No se han encontrado fuentes de alta resistencia o inmunidad al VMDF a pesar que se han evaluado, en el campo y el laboratorio más de 10,000 introducciones de Phaseolus vulgaris y algunas de P. lunatus, P. acutifolius y P. coccineus (Pierre, 1975).

La mayoría de los programas de mejoramiento genético se han desarrollado en los trópicos calientes debido a que el vector y el patógeno se encuentran limitados principalmente a estas regiones (Gálvez y Cárdenas, 1980).

En América Central se han desarrollado exitosamente trabajos de investigación genética por el ICTA de Guatemala y el CIAT. La primera generación de fuentes tolerantes al VMDF fueron los cultivares ICA Pijao, Porrillo Sintético y Turrialba 1, todas de grano negro, y algunas otras originadas en mesoamérica. Estas variedades se cruzaron para desarrollar líneas liberadas en 1979 como ICTA Quetzal, ICTA Tamazalupa e ICTA Jutiapán (CIAT 1994).

La segunda generación de fuentes tolerantes al VMDF está constituida por variedades de color rojo oscuro como el DOR 364 que ha sido liberada en Centroamérica, principalmente en Honduras, EL Salvador y Guatemala. La tercera generación de fuentes tolerantes, han sido identificadas en el campo y en el laboratorio, y poseen mecanismos de resistencia diferentes a los de las variedades anteriores, y se están combinando para incrementar el nivel de resistencia al VMDF (CIAT, 1994).

En Honduras, la Secretaría de Recursos Naturales en colaboración con la Escuela Agrícola Panamericana, a través del Programa de Investigaciones en Frijol (PIF), liberó en 1990 la línea DOR 364 con el nombre de Dorado.

Esta línea presenta buena resistencia al VMDF y es bien aceptada, principalmente en Honduras, El Salvador y Nicaragua.

Entre las líneas DOR, hay varias con resistencia al VMDF igual o mayor que DOR 364. Algunas son de grano negro como DOR 390, 446 Y 448 o grano rojo como DOR 391, 482 y 483 (CIAT, 1991). La línea DOR 482, conocida como variedad Don Silvio, fue producida por el programa de frijol del CIAT y desarrollada por el programa CIAT-PROFRIJOL. Sus progenitores fueron DOR 367 y (DOR 364 x LM 30649) y en generaciones avanzadas se codificó como DOR 482. Esta variedad se evaluó en Honduras, en los ensayos VAN (Vivero de Adaptación Nacional), VINAR (Vivero Nacional de Adaptación y Rendimiento) y el COVA (Comprobación de Variedades) en pruebas de agricultores. Fue liberada oficialmente con el nombre de Don Silvio en agosto de 1993. Tiene buen rendimiento y tolerancia al VMDF y a otras enfermedades en las diferentes regiones productoras del país (Rodríguez *et al.*, 1994).

Las líneas DOR y del tipo Pompadour se han utilizado como fuentes de resistencia genética en Zamorano, buscando incorporar esta característica al germoplasma comercial hondureño (Bohorquez, 1992).

Actualmente la línea MD 30-75 está en proceso de liberación. Es altamente resistente al VMDF, superando a DOR 364 y a Don Silvio. Su alta resistencia al VMDF se ha confirmado sometiéndola a altas poblaciones de moscas blancas virulíferas en el Valle de Comayagua (Varela, 1996)¹.

¹ Varela, O. 1996. Investigador del PIF. Departamento de Agronomía, Zamorano. Comunicación personal oral.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el período comprendido de junio a diciembre de 1995. Los ensayos se realizaron en dos épocas de siembra en dos localidades del Departamento de Comayagua, Honduras. En la época de primera en la Estación Experimental (E.E.) de Playitas y en postrera en la E.E. La Tabacalera, ambas perteneciente al DICTA/SRH.

Las E.E. Playitas y La Tabacalera, se encuentran en el valle de Comayagua, el cual se encuentra a una altitud de 577 m, 14° 27' de latitud Norte y 87° 41' de longitud Oeste. Las precipitaciones y las temperaturas máximas y mínimas para los meses de Junio a Diciembre de 1995 son detalladas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Precipitación y temperaturas máximas y mínimas durante los meses de junio a diciembre de 1995. Comayagua, Honduras.

Meses	Precipitación (mm)	Temperaturas	
		Máxima	Mínima
Junio	164	33	19
Julio	112	32	18
Agosto	206	32	17
Septiembre	131	31	18
Octubre	101	32	17
Noviembre	32	32	18
Diciembre	0	32	18

3.2 ESTABLECIMIENTO DE LOS ENSAYOS

3.2.1 Suelos:

Los resultados de los análisis de suelos de las dos estaciones donde se condujeron los ensayos, se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Resultado de los análisis de suelo de dos localidades en Comayagua, Honduras, 1995².

	<u>E.E. Playitas</u>	<u>E.E. La Tabacalera</u>
M.O (%)	2.08	2.36
pH (H ₂ O)	6.65	6.65
N (%)	0.09	0.13
P (ppm)	22.00	47.00
K (ppm)	272.00	502.00
Ca (ppm)	2456.00	2530.00
Mg (ppm)	200.00	242.00

² Los análisis de suelos se realizaron en el Laboratorio de Suelos del Departamento de Agronomía de la E.A.P.

3.2.2 Ensayos y épocas de siembra que comprende este estudio

Se establecieron dos ensayos: ensayo de fuentes de resistencia y ensayo de desarrollo de poblaciones.

3.2.2.1 Ensayo fuentes de resistencia

Este ensayo se hizo con el objetivo de evaluar el efecto del VMDF y el potencial de adaptación y rendimiento de las fuentes de resistencia.

Se sembró en la E.E. Playitas en la época de primera el 16 de Junio y se extendió hasta Septiembre de 1995. En la E.E. La Tabacalera se sembró en la época de postrera el 16 de Octubre y se prolongó hasta Diciembre de 1995.

El ensayo fuentes resistencia incluyó un grupo de genotipos resistentes al VMDF (Cuadro 3); además, se utilizó el genotipo Desarrural 1R (susceptible al VMDF), como testigo.

Cuadro 3. Genotipos evaluados por su resistencia al virus del mosaico dorado del frijol en Comayagua, Honduras, 1995.

Genotipo	Color de grano ²	Reservorio	Raza
A 429	Crema pintado	Mesoamericano	Mesoamérica
DOR 364	Rojo brillante	Mesoamericano	Mesoamérica
DOR 482	Rojo brillante	Mesoamericano	Mesoamérica
Jatu Rong	Crema moteado	Mesoamericano	Mesoamérica
Garrapato	Crema pintado	Mesoamericano	Durango
Pinto UI 114	Crema pintado	Mesoamericano	Durango
AFR 180	Rojo	Andino	Nueva Granada
Porrillo Sintético	Negro opaco	Mesoamericano	Mesoamérica
Sacavem 597	Crema moteado	Andino	Nueva Granada
Cacahuate 72	Crema moteado	Andino	Nueva Granada
Great Northern 31	Blanco	Mesoamericano	Mesoamérica
Redland Greenleaf	Café brillante	Andino	Nueva Granada
Red Mexican 36	Rojo moteado	Mesoamericano	Jalisco
Gordo	Crema moteado	Andino	Nueva Granada
K 2	Marrón moteado	Andino	Nueva Granada
Pompadour G	Rojo moteado	Andino	Nueva Granada
Pompadour J	Rojo moteado	Andino	Nueva Granada
MD 30-75	Rojo brillante	Mesoamericano	Mesoamérica
MD 23-24	Rojo brillante	Mesoamericano	Mesoamérica

² Según Voysest (1983).

3.2.2.2 Ensayo de desarrollo de poblaciones

Este estudio se inició con el objetivo de identificar genotipos superiores a los padres involucrados en su desarrollo, para ser utilizados como posibles variedades o como fuentes de resistencia múltiple al VMDF en programas posteriores de mejoramiento.

Este ensayo se sembró en la E.E. La Tabacalera en postrera de 1995 (octubre a diciembre de 1995). Además, se hizo una siembra de este ensayo en el verano de 1996 (enero hasta abril de 1996) en la comunidad de Flores en el Depto de Comayagua, Honduras.

En el desarrollo de poblaciones en la época de postrera se utilizaron cuatro genotipos parentales resistentes al VMDF (A 429, Pinto UI 114, GN 31 y Red Mexican 36), y se desarrollaron dos poblaciones F_2 derivadas de cruza simples de A 429 X Pinto UI 114 (Población BG_1) y GN 31 X Red Mexican 36 (Población BG_2) y una población F_2 (BG_{12}) derivada de la cruz doble ($BG_1 \times BG_2$). Las cruza fueron realizadas en la E.A.P. Como testigos en las evaluaciones de las poblaciones F_2 se utilizaron las variedades Dorado (resistente) y Desarrural 1R (susceptible). En verano, se sembraron 300 plantas F_3 (familias) provenientes de autofecundaciones de cada población F_2 (100 plantas de cada población BG_1 , BG_2 y BG_{12}). Además, se incluyeron los cuatro genotipos parentales resistentes al VMDF y como testigos las variedades Don Silvio (resistente) y Desarrural 1R.

3.3 MANEJO EXPERIMENTAL

En las evaluaciones de las fuentes de resistencia se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA), con cuatro repeticiones. Las parcelas constaron de dos surcos con una longitud de 5 m; la distancia entre surcos fue de 0.70 m y la distancias entre plantas de 0.10 m.

Para el desarrollo de poblaciones en la época de postrera de 1995, no se utilizó ningún diseño experimental. Las parcelas constaron de 10 surcos de 5 m de longitud. La distancia entre surcos fue de 0.70 m y la distancia entre plantas de 0.1 m, para obtener un total de 500 plantas por parcela. En el ensayo sembrado en verano la siembra se estableció en tres bloques, cada bloque consistió de 100 plantas F_3 (familias) de cada población (BG_1 , BG_2 y BG_{12}) más los cuatro padres y los dos testigos. Cada familia (de planta individuales F_2) se sembró en surcos de 3 m distanciados a 0.70 m entre surcos, con distancias de 0.10 m entre plantas.

3.4 MANEJO AGRONOMICO

La preparación del terreno para todos los ensayos fue uniforme. Se realizaron una arada y dos rastreadas. La fertilización se hizo tomando en cuenta el análisis de suelo de cada localidad (Cuadro 2) y los requerimientos nutricionales del cultivo. En primera, en el ensayo fuentes de resistencia se utilizaron 200 kg de 18-46-0 por ha al momento de la siembra, 25 días después de la siembra (DDS) se complementó con 50 kg de urea /ha. En la época de postrera, en el ensayo de desarrollo de poblaciones, se utilizaron 120 kg de Urea/ha antes de la floración. Las semillas se trataron con una mezcla de carbosulfan (Marschal) a una dosis de 3 kg de producto comercial por 100 kg de semilla y estreptomycin (Agrimicin 500) a una dosis de 500 g de producto comercial por 200 L de agua, para combatir insectos y bacterias durante la germinación. En todas las épocas de siembra se realizaron aplicaciones de metamidofos (MTD 600) a una dosis de 1 L/ha en 200 L de agua, para combatir al lorito verde. En las etapas posteriores del cultivo las aplicaciones fueron suspendidas para mantener una buena densidad poblacional de mosca blanca.

El combate de malezas se hizo manualmente. En la E.E. de Playitas, hubo altas poblaciones de coyolillo (Cyperus sp), que es difícil combatirlo químicamente.

3.5 EVALUACION

Se realizaron lecturas de incidencia y severidad desde etapas tempranas del cultivo; solamente se consigna los datos de la lectura más alta obtenida en la etapas R₈ (llenado de grano). El daño del VMDF (severidad) se evaluó utilizando la escala general de evaluación para enfermedades virales del CIAT (Cuadro 4).

Cuadro 4. Escala general de evaluación para enfermedades virales.

Calificación	Síntomas	Incidencias (%)
1	Ausentes	0
2	Dudosos	1-10
3	Débiles	11-25
4	Moderados	26-40
5	Intermedios	41-60
6	Generales	61-75
7	Intensos	76-90
8	Severos	91-99
9	Muerte	100

Fuente: CIAT (1987).

3.5.1 Variables que se evaluaron

Se evaluaron las siguientes variables:

1. Ataque y severidad del VMDF (etapa R8).
2. Caracterización visual de síntomas (a partir de 20 dds, cada 7 días).
3. Días a floración (50 % floración, etapa R6)
4. Peso seco de 100 semillas.
5. Rendimiento en kg/ha.

3.6 ANALISIS ESTADISTICO

Para el análisis del estudio se utilizó el paquete estadístico MSTATC, se hicieron los análisis de varianza (ANDEVA) y la separación de medias (DMS) al 1% de probabilidad.

IV. RESULTADOS

4.1 ENSAYO FUENTES DE RESISTENCIA (EPOCA DE PRIMERA)

En el anexo 1, se resumen los síntomas típicos del VMDF observados en las fuentes de resistencia desde los 21 hasta los 63 DDS.

A los 21 DDS, el 90 % de los genotipos no presentaban síntomas típicos (mosaicos, entrenudos cortos, vainas deformes y achaparramiento). Solamente los genotipos Desarrural 1R (testigo susceptible) y Redland Greenleaf presentaban entrenudos cortos y trifolios con mosaicos. A los 28 DDS, el 55% de los genotipos todavía no mostraban síntomas típicos. El resto tenía entrenudos cortos y trifolios con mosaicos. A los 35 DDS, los genotipos K2, Pompadour J y MD 30-75 (15 % de los genotipos evaluados) fueron los únicos que no presentaban síntomas típicos. El resto mostraba dos o más síntomas, predominando los mosaicos en los trifolios y los entrenudos cortos.

A partir de los 50 DDS (inicio llenado de vainas), los genotipos Pompadour J, K2 y MD 30-75 empezaban a mostrar algunos síntomas. MD 30-75 y K2 presentaban mosaicos en los trifolios, y Pompadour J vainas deformes y mosaicos en los trifolios.

Sólo los genotipos MD 23-24, K2, DOR 482, MD 30-75 y DOR 364 no presentaron vainas deformes en ninguna etapa de su ciclo vegetativo (Anexo 1). Los genotipos Pompadour J, MD 23-24, GN 31, DOR 482, MD 30-75, Pinto UI 114, Gordo, DOR 364, Red Mexican 36, Pompadour G y Porrillo Sintético, no mostraron síntomas de achaparramiento. Los genotipos A 429, AFR 180, Garrapato, Cacahuatate 72, Jatu Rong, Redland Greenleaf, Sacavem 597 y Desarrural 1R (testigo susceptible) presentaron, en mayor o menor escala, todos los síntomas típicos entre los 35 y 50 DDS.

En el Cuadro 5, se muestra la separación de medias del grado de severidad y porcentaje de incidencia en la etapa R₈. Las diferencias entre genotipos fueron altamente significativas ($P \leq 0.01$) en las dos variables. La línea MD 30-75 mostró el menor grado de severidad (2.75). Otros genotipos que presentaron un grado de severidad aceptable (entre 3.75 y 4.75), fueron K2, MD 23-24, Pompadour J y DOR 482.

MD 23-24 presentó el menor porcentaje de plantas afectadas (9.48 %); seguido por K2 (11.18 %), DOR 364 (12.37 %), DOR 482 (15.29 %) y MD 30-75 (15.30 %). En el

testigo susceptible Desarrural 1R se registraron alta severidad (8.25) y alta incidencia (76.63 %). Los genotipos Cacahuate 72, Redland Greenleaf y Gordo presentaron los mayores grados de severidad (6.25, 6.5 y 7.0, respectivamente) e incidencia (78.57, 60.32 y 60.83 %, respectivamente), aunque fueron superiores al testigo susceptible (Desarrural 1R).

Cuadro 5. Valores promedio del grado de severidad y del porcentaje de incidencia del VMDF en las fuentes de resistencia durante la época de primera. Comayagua, Honduras, 1995.

Genotipos	Severidad (1-9) ^z	Incidencia (% plantas afectadas)	
HD 30-75	2.75 AY	15.30	D
K2	3.75 AB	11.18	D
MD 23-24	4.00 ABC	9.48	D
Pompadour J	4.25 ABCD	16.50	D
DOR 482	4.25 ABCD	15.29	D
DOR 364	4.75 BCDE	12.37	D
Red Mexican 36	5.00 BCDEF	70.02	A
Garrapato	5.25 BCDEF	62.29	AB
Sacaven 597	5.25 BCDEF	62.87	AB
Pompadour G	5.50 CDEFG	16.25	D
Pinto UI 114	5.50 CDEFG	52.53	ABC
Jatu Rong	5.75 DEFG	21.19	D
A 429	5.75 DEFG	30.36	CD
AFR 180	5.75 DEFG	16.88	D
Porriño Sintético	6.00 EFG	40.10	BCD
Great Northern 31	6.00 EFG	16.30	D
Cacahuate 72	6.25 EFG	78.57	A
Redland Greenleaf	6.50 FG	60.32	ABC
Gordo	7.00 FG	60.83	ABC
Desarrural 1R	8.25 H	76.63	A
ANDEVA	**	**	
DMS (0.01)	1.54	31.14	
CV (%)	15.18	44.34	

** Significativo al nivel $P \leq 0.01$.

Y Medias seguidas de la misma letra son significativamente iguales.

^z Escala general de evaluación para enfermedades virales CIAT (1987).

En el Cuadro 6, se presentan datos del hábito de crecimiento, tamaño de la semilla y el promedio de días a floración de los materiales evaluados. El 70% de los genotipos evaluados son de crecimiento indeterminado, el resto son determinados. El 15% de los genotipos evaluados son de semilla grande (> 40 g/100 semillas), el 55% son de semilla de tamaño medio (25-40 g/100 semillas), y el 30% restante producen semilla pequeña (< 25 g/ 100 semillas). Jatu Rong y Great Northern 31 (GN 31) presentaron la floración más precoz (30 y 34.5 DDS, respectivamente). Siete genotipos (35 %) florecieron entre los 36 y 38 DDS. El resto lo hicieron después de los 39 DDS.

Cuadro 6. Hábito de crecimiento, tamaño de semilla y días a floración de las fuentes de resistencia al VMDF en Comayagua, Honduras, 1995.

Genotipo	Hábito de crecimiento	Días a floración	Tamaño de semilla ^z
A 429	I	44.5 AY	P
DOR 364	I	39.2 ABC	P
DOR 482	I	40.0 ABC	P
Jatu Rong	D	30.0 D	M
Garrapato	I	40.2 ABC	M
Pinto UI 114	I	36.7 BC	M
AFR 180	D	36.2 BCD	G
Porrillo Sintético	I	40.5 ABC	P
Sacaven 597	D	36.2 BCD	G
Cacahuate 72	D	37.2 BC	G
Great Northern 31	I	34.5 CD	M
Redland Greenleaf	D	37.0 BC	M
Red Mexican 36	I	39.7 ABC	M
Gordo	I	39.5 ABC	M
K2	D	38.7 ABC	M
Pompadour G	I	41.2 AB	M
Pompadour J	I	41.2 AB	M
Desarrural IR	I	37.0 BC	M
MD 30-75	I	37.2 BC	P
MD 23-24	I	39.0 ABC	P
Andeva		**	
DMS (0.01)		6.48	
CV (%)		8.33	

I= indeterminado; D= determinado; P= pequeño; M= mediano y G=grande

^z Determinado por peso seco de 100 semillas (CIAT, 1987).
 y Medias seguidas con la misma letra son

estadísticamente iguales.

4.2 ENSAYO DE FUENTES DE RESISTENCIA (EPOCA DE POSTRERA)

En el cuadro 7 se presentan las separaciones de medias para los promedios de rendimiento y el peso seco de 100 semillas (PSCS), al 14% de humedad, de los genotipos evaluados. En las dos variables se observan diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$). Los rendimientos variaron de 562 hasta 1208 Kg/ha. El genotipo con mayor rendimiento fue Desarrural 1R (1208 Kg/ha). Otros genotipos con rendimientos aceptables (superiores a 1000 Kg/ha) fueron Porrillo Sintético, Gordo, Pompadour J, MD 23-24, DOR 364, MD 30-75 y Pompadour G.

Los genotipos AFR 180, Sacavem 597 y Cacahuate 72 tuvieron un PSCS mayor.

Cuadro 7. Separación de medias de los promedios de rendimiento y peso seco de 100 semillas (al 14% de humedad) de los genotipos incluidos en el estudio de fuentes de resistencia al VMDF en Comayagua, Honduras, 1995.

Genotipo	Rendimiento (kg/ha) (g)	Peso seco de 100 semillas	
Desarrural 1R	1208 AZ	30.85	E
Porrillo Sintético	1130 AB	20.15	G
Gordo	1130 AB	38.88	C
Pompadour J	1086 AB	37.09	CD
MD 23-24	1073 ABC	23.22	F
Dor 364	1069 ABC	23.19	FC
MD 30-75	1068 ABC	23.41	F
Pompadour G	1022 ABCD	35.57	D
A 429	958 ABCDE	23.73	F
Sacavem 597	893 ABCDEF	55.93	A
Dor 482	855 ABCDEF	24.31	F
Garrapato	807 BCDEF	35.28	D
Afr 180	791 BCDEF	56.16	A
Cacahuate 72	785 BCDEF	43.15	B
K 2	699 CDEF	28.55	E
Pinto UI 114	674 DEF	35.21	D
Red Mexican 36	668 DEF	28.40	E
Redland Green L.	612 EF	30.38	E
Great North. 31	563 F	35.34	D
Jatu Rong	562 F	37.22	CD
ANDEVA	**	**	
DMS (0.01 %)	383.80	3.04	
CV (%)	23.06	4.84	

** Significativo al nivel $P \leq 0.01$.

z Medias seguidas con la isma letra son estadísticamente iguales.

4.3 ENSAYO DE DESARROLLO DE POBLACIONES

En el ensayo de desarrollo de poblaciones no se obtuvieron resultados en las épocas de postrera y verano, por ausencia del vector y por ende del VMDF. En postrera, se produjeron poblaciones F3 y en verano poblaciones F4 para posteriores evaluaciones.

V. DISCUSION

La mayoría de los genotipos evaluados permitieron observar diferentes reacciones al VMDF incluyendo la expresión tardía de síntomas, la tolerancia (capacidad para producir una cosecha a pesar de mostrar síntomas apreciables) y el escape a la infección, durante la época de primera de 1995, en la que se presentó una buena incidencia de VMDF.

El hecho de que la mayoría de los genotipos no presentaron síntomas típicos a los 21 DDS, nos indica que las infestaciones iniciales de la mosca blanca fueron bajas, debido, posiblemente, a que las bajas temperaturas y precipitaciones altas (Cuadro 1) son un factor limitante en el establecimiento de las poblaciones del vector CIAT (1994). Para lograr un buen establecimiento de la mosca blanca las condiciones deben ser secas y cálidas. Durante esta época, las poblaciones de mosca blanca y la incidencia del VMDF aumentaron conforme el cultivo se desarrollaba y las condiciones ambientales se estabilizaron.

A los 28 DDS, cerca de la mitad de los genotipos evaluados no manifestaban síntomas típicos, posiblemente, porque las poblaciones del vector en ese momento eran moderadas. Las poblaciones de la mosca blanca fueron disminuidas por aplicaciones de insecticidas en los lotes vecinos, por precipitaciones altas y la eliminación de hospederos alternos. Los genotipos que presentaron algunos síntomas típicos probablemente tienen baja resistencia y ésta fue fácilmente superada por el VMDF.

A los 35 DDS, los genotipos Pompadour J, MD 30-75 y K₂ no presentaron ningún síntoma típico. La resistencia alta es controlada por genes mayores que son capaces de evadir el daño causado por el VMDF. Pompadour J, ha sido utilizado en los últimos años como fuente de resistencia al VMDF en Zamorano (Bohórquez, 1992). MD 30-75 confirma su alta resistencia al VMDF. Bajo la presión de poblaciones altas de moscas blancas virulíferas, esta línea mostró alta resistencia en Comayagua (Varela y Rosas, comunicación personal 1996)². El genotipo K₂ es un genotipo andino que mostró buenas características de resistencia en las época de primera pero baja adaptación agronómica a las condiciones del Valle de Comayagua donde predominan temperaturas relativamente altas que

²Varela, O.; Rosas, J.C. 1996. Investigadores del PIF. Departamento de Agronomía, Zamorano. Comunicación personal oral.

influyeron en el poco crecimiento de este genotipo andino. Sin embargo, otros genotipos andinos se adaptan mejor a las condiciones que les son desfavorables al K2. La línea A 429, ha presentado, en estudios anteriores, reacción de resistencia al amarillamiento foliar (CIAT, 1994); sin embargo, en este estudio, a partir de los 35 DDS, presentó la mayoría de los síntomas típicos, al igual que su progenitor Garrapato, lo que sugiere un caso de resistencia conferida por genes específicos, susceptibles de ser superados bajo altas presiones del vector y VMDF.

A los 50 DDS, los genotipos MD 30-75, Pompadour J y K₂ presentaron síntomas en los trifolios y las vainas, pero fueron síntomas débiles, lo que muestra capacidad genética de resistencia de estos genotipos aún cuando las poblaciones de la mosca blanca son altas en etapas avanzadas del cultivo. Cuando los síntomas se presentan en etapas avanzadas tienen poco efecto en el rendimiento del cultivo.

Algunos de los genotipos (Porriño sintético, DOR 364, DOR 482, GN 31, Pinto UI 114, Gordo, Red Mexican 36 y Pompadour G) no manifestaron síntomas de achaparramiento, causados frecuentemente en genotipos susceptibles al VMDF.

El material MD 30-75 presentó el grado de severidad más bajo (2.75), que está relacionado con síntomas débiles. Es producto de la cruce de fuentes de resistencia mesoamericanas, DOR 483 y DOR 391 (ambas derivadas de A 429), con una fuente de resistencia andina (Pompadour J). Se ha comprobado que la línea MD 30-75 posee mayor resistencia al VMDF que DOR 364 cuando las poblaciones de mosca blanca y la incidencia del VMDF son altas, condiciones en las cuales la resistencia del Dorado se ve superada. Algunos genotipos alcanzaron niveles de resistencia moderados como K₂, DOR 482, MD 23-24 y Pompadour J, y podrían ser utilizados en programas de mejoramiento para desarrollar variedades resistentes. Hay que tener presente que el VMDF se puede recombinar y puede llegar a superar esta resistencia moderada, porque ésta depende de una base genética estrecha. Por esta razón, se deben combinar fuentes de diversa procedencia (reservorios y razas) para ampliar la resistencia.

El testigo susceptible Desarrural 1R presentó síntomas y daños de severidad altos en la época de primera porque es un material criollo muy susceptible al VMDF. Este genotipo es utilizado como testigo susceptible para caracterizar las reacciones específicas de las diferentes fuentes de resistencia.

El número de plantas atacadas (incidencia) por genotipo está condicionado por el grado de susceptibilidad, la dinámica poblacional de la mosca blanca, el número de hospederos alternos y otros factores. En general, los materiales con mayor grado de resistencia presentan menor número de plantas atacadas en comparación con los de mayor susceptibilidad.

Durante las épocas de postrera y verano, la manifestación del VMDF no fue significativa. Sólo se alcanzó el 3 % de incidencia en el campo, porcentaje que no es adecuado para evaluar resistencia. Sin embargo, esta situación nos permitió evaluar el potencial agronómico de las fuentes de resistencia, lo cual puede ser un factor importante en la escogencia entre dos o más fuentes para ser utilizadas en mejoramiento. Durante esta época, el genotipo susceptible Desarrural 1R presentó el rendimiento más alto (1208 Kg/ha). Este es un material desarrollado a partir de una variedad criolla con buena adaptación. Obviamente, su buen rendimiento en esta época se debe a que no fue afectado por el VMDF y soportó la falta de agua en algunos períodos de su desarrollo. Otro genotipo con rendimiento alto fue Gordo; éste en la época de primera alcanzó un grado de severidad alto. Indudablemente, los genotipos susceptibles al VMDF, sin la presión del VMDF manifiestan abiertamente su potencial de rendimiento.

El hábito de crecimiento y el peso de grano son características propias de cada genotipo.

Jatu Rong y GN 31, fueron los genotipos más precoces a la floración. Esta característica puede ser utilizada por los fitomejoradores para desarrollar materiales que puedan escapar a la infección del VMDF en períodos críticos de su desarrollo (i.e. la floración) y presentar menores daños en etapas subsiguientes.

VI. CONCLUSIONES

1. Se encontraron diferentes respuestas de las fuentes de resistencia evaluadas a los síntomas y al daño del VMDF.
2. Se encontraron diferentes grados de adaptación de estas fuentes de resistencia expresados por el rendimiento en ausencia del VMDF.
3. Cuando las presiones del VMDF son bajas los genotipos susceptibles expresan su buen potencial de rendimiento.

VII. RECOMENDACIONES

1. Utilizar los genotipos MD 30-75 y Pompadour J en programas de mejoramiento para resistencia al VMDF.
2. Continuar con el proceso de liberación del genotipo resistente al VMDF MD 30-75.
3. Evaluar las poblaciones resistentes al VMDF e identificar recombinantes superiores.
4. Evaluar el grado de severidad del VMDF en las vainas.
5. Evaluar el potencial de rendimiento de grano comercial bajo presiones altas del VMDF.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, M.W.; COYNE, D.P.; DAVIS J.C.; GRAHAM, P.H.; FRANCIS, C.A. 1985. Common Bean. In Grain legume crops. Ed. by R.J. Summerfield and E.H. Roberts. New York, EE.UU., Collins Publications. p. 433-476
- BIRD, J.; MARAMOROSCH, K. 1978. Viruses and virus diseases associated with whiteflies. Advances in Virus Research 22:55-110.
- BIRD, J.; PEREZ, J.E.; ALCONERO, R.; VAKILI, N.G.; MELENDEZ, P.L. 1972. A whitefly-transmitted golden-yellow mosaic virus of Phaseolus lunatus in Puerto Rico. Journal of Agriculture University Puerto Rico 56:64-74.
- BOHORQUEZ, A. 1992. Control integrado del virus del mosaico dorado del frijol en la región centro oriental de Honduras. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 85 p.
- BORROR, D.; DE LONG, D.M.; TRIPLEHORN, C.A. 1976. An introduction to the study of insects. New York, Holt, Rinehart and Winston. 852 p.
- CARDENAS-A., M.R. 1977. Estudios sobre el virus del mosaico dorado del frijol (VMDF). M.Sc. Tesis, Programa Estudios Graduados, Universidad Nacional, ICA, Bogotá, Colombia, 80 p.
- CARVAJAL, P.P.; RIVERA, L. M.C. 1992. Reconocimiento, manejo y control de mosca blanca (Bemisia tabaci). Control complejo mosca blanca-virosis. Departamento de Investigación Agrícola, Comayagua, Honduras, p. 1-15.
- CAVE., R. 1995. Manual para la enseñanza del control biológico en América Latina. Zamorano, Honduras, Zamorano Academic Press. 188 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1984. "Líneas Dorado" mejoran las perspectivas del frijol en América Central. Carta informativa del Programa de Frijol del CIAT 6(2): s.p. Cali, Colombia.
- _____, 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Ed. por A. Schoomhoven y M.A. Pastor-Corrales Cali, Colombia. 56 p.

- _____, 1991. Another victory over BGMV in Central America: New tolerant bean lines. CIAT Report 1991. CIAT publication No. 200. CIAT, Cali, Colombia. p. 13 - 17.
- _____, 1994. El mosaico dorado del frijol. Avances de investigación. Trad. por Francisco J. Morales. CIAT, Cali, Colombia. 193 p.
- COHEN, S. 1990. Epidemiology of whitefly-transmitted viruses. In *Whiteflies: Their bionomics, pest status and management*. Ed. by Dan Gerling. Intercept Ltd. Andover. 348 p.
- COHEN, S.,; BEN JOSEPH, R. 1986. Preliminary studies of the distribution of whiteflies (*Bemisia tabaci*), using fluorescent dust to mark the insects. *Phytoparasitica* 14:152-153.
- COSTA, A.S. 1965. Three whitefly-transmitted virus diseases of beans in Sao Paulo, Brasil. F.A.O. Plant Protection Bulletin 13:1-12.
- _____, 1969. Whiteflies as virus vectors. In: *viruses. vectors and vegetation*. Ed. by K. Maramorosch and H. Koprnowski, Interscience, New York. p 95-119.
- _____, 1975. Increase in the populational density of *Bemisia tabaci*, a threat of widespread virus infection of legume crops in Brazil. In: *Tropical Disease of Legumes*. Ed. by J. Bird and K. Maramorosch. Academic Press, Nueva York. p. 27-49.
- _____, 1976. Whitefly-transmitted plant diseases. *Annual Review of Phytopathology* 14:429-449.
- DUBON, R., V. SALGUERO; G. PAREJA. 1993. Metodología para muestrear mosca blanca en tomate. In: *Manejo integrado de plagas en tomate, Fase I:1991-1992*. Ed. por V. Salguero, D. Dardón y R. Fisher. Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF. Ciudad de Guatemala. p. 187-210.
- GALVEZ, G.E.; CARDENAS, M.R. 1980. White-fly transmitted viruses. In: *Bean production problems*. Ed. by H.F. Schwartz and G. E. Gálvez CIAT, Cali, Colombia. p. 379-406.
- GALVEZ-E., G.E.; CASTAÑO, M.J. 1976. Purification of the whitefly - transmitted bean golden mosaic virus. *Turrialba* 26: 205-207.

- GALVEZ, G.E.; MORALES, F.J. 1989. White-fly transmitted viruses. In Bean Production Problems in the tropics. H.F. Ed. by Schwartz and M.A. Pastor -Corrales. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. P. 279-406.
- GAMEZ, R. 1970. El virus del moteado amarillo del frijol, plantas hospederas y efecto en producción. In: Arias, C.L. (ED.). Frijol: XVI Reunión Anual, Antigua, Guatemala, enero, 1970. Publicación miscelanea no. 77. Programa Cooperativo Centroamericano Para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), Antigua, Guatemala. p. 44-48.
- _____. 1971. Los virus del frijol en Centroamérica. I. Transmisión por mosca blanca (Bemisia tabaci Genn.) y plantas hospedantes del VMDF. Turrialba 21: 22-27
- GERLING, D. 1992. Approaches to the biological control of whiteflies. Florida Entomologist 75(4):446-456.
- GOMEZ, C.L.E. 1995. Control biológico clásico de Bemisiatabaci (Gennadius). Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 70 p.
- GOODMAN, R.M., BIRD, J.; THONGMEEAR KOM, P. 1977. An unusual virus-like particle associated with golden yellow mosaic of beans. Phytopatology 67:37-42.
- LOPEZ-AVILA, A. 1986. Taxonomy and Biology. In :Bemisiatabaci: A Literature survey on the cotton whitefly with annotated bibliography. Ed. by M.J.W. Cock by C.A.B. International Institute of Biological Control. Londres, Chamaleon Press. 121 p.
- MEINERS, J.P.; LAWSON, R.H.; DIAZ, A.J. 1975. Mechanical transmission of whitefly (Bemisia tabaci), borne disease agents of beans in El Salvador. In: Tropical disease of legumes. Ed. by Bird y K. Maramorosch. Academic Press. New York. p 61-69.
- MORALES, F.J. 1987. Virus del mosaico dorado: metodología de evaluación del germoplasma. Boletín informativo del Programa del Frijol del CIAT 9 (1): 1-3.
- MOUND, L.A.; HALSEY, S.H. 1978. Whiteflies of the world. A sistematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data. Londres, British Museum Natural History, Wiley. 340 p.

- OVIEDO, M. 1996. Variación en la susceptibilidad a insecticidas en poblaciones locales de mosca blanca (Bemisia tabaci Gennadius) en tres localidades de Honduras. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras . 78 p.
- PIERRE, R.E. 1975. Observation on the golden mosaic of bean (Phaseolus vulgaris. L) in Jamaica. In: Tropical diseases of legumes. Ed. by Bird and Maramorosch. Academic Press, Nueva York. p. 55-59.
- RODRIGUEZ, F.; CARBAJAL, P.; GAMERO, S.; ARITA, J.M.; ESCOTO, N.; SALINAS, R. 1994. La variedad de frijol "DON SILVIO" tolerante al VMDF una alternativa para el productor hondureño. Biología y Manejo del Complejo Mosca Blanca-Virosis. III Taller Centroamericano y del Caribe sobre Mosca Blanca. Guatemala 19-23 de Septiembre de 1994.
- RUSSELL, L.M. 1975. Whiteflies on beans in the Western hemisphere. Workshop on Bean Protection, 1-3 december, 1975. CIAT, Cali, Colombia 21 p.
- VELEZ, J.J. 1993. Relación entre la etapa fenológica y la variedad de frijol con el nivel de parasitismo de Bemisia tabaci (Gennadius), Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 71 p.
- VOYSEST, O. 1983. Variedades de frijol en América Latina y su origen. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 37 p.
- ZAMIR, D., Y. ZAKAY, M. ZEIDAN Y H. CZOSNEK. 1991. Combating the TYLCV in Israel: the agrotechnical and genetics approaches. In: Resistance of the tomato to TYLCV. Proceedings of the Seminar, September 1991, Montfavet-Avignon, France. 53 p.

ANEXOS

Anexo 1. Síntomas típicos observados en las evaluaciones de las fuentes de resistencia al VMDP durante la época de primavera en Comayagua, Honduras, 1995.

Genotipo	Días después de siembra	Mosaicos en trifolios ²	Entrenudos cortos	Vainas deformadas	Achuparramiento
A 429	21	--	--	--	--
	28	--	--	--	--
	35	SI	SI	--	SI
	50	SI	SI	SI	SI
	63	SI	SI	SI	SI
Pompadour J.	21	--	--	--	--
	28	--	--	--	--
	35	--	--	--	--
	50	SI	--	SI	--
	63	SI	--	SI	--
MO 23+24	21	--	--	--	--
	28	--	--	--	--
	35	SI	SI	--	--
	50	SI	SI	--	--
	63	SI	SI	--	--
K 2	21	--	--	--	--
	28	--	--	--	--
	35	--	--	--	--
	50	SI	--	--	--
	63	SI	--	--	--
Desarrural 1R	21	SI	SI	--	--
	28	SI	SI	--	--
	35	SI	SI	--	SI
	50	SI	SI	SI	SI
	63	SI	SI	SI	SI
Great Northern 31	21	--	--	--	--
	28	--	--	--	--
	35	SI	SI	SI	--
	50	SI	SI	SI	--
	63	SI	SI	SI	--
DOR 482	21	--	--	--	--
	28	--	--	--	--
	35	SI	SI	--	--
	50	SI	SI	--	--
	63	SI	SI	--	--

Continuación anexo I.

AFR. 180	21	**	**	**	**
	28	SI	SI	**	**
	35	SI	SI	SI	SI
	50	SI	SI	SI	SI
	63	SI	SI	SI	SI
MD 30-75	21	--	--	**	**
	28	**	**	**	**
	35	--	--	**	**
	50	SI	**	**	**
	63	SI	--	--	**
Pinto UI 114	21	--	--	**	**
	28	SI	SI	SI	**
	35	SI	SI	**	**
	50	SI	SI	SI	**
	63	SI	SI	SI	**
Gordo	21	**	--	**	**
	28	SI	SI	**	**
	35	SI	SI	SI	**
	50	SI	SI	SI	**
	63	SI	SI	SI	**
Garrapato	21	--	--	**	**
	28	--	**	--	**
	35	SI	SI	**	SI
	50	SI	SI	SI	SI
	63	SI	SI	SI	SI
DOR 364	21	**	--	**	**
	28	--	--	**	**
	35	SI	SI	**	**
	50	SI	SI	**	**
	63	SI	SI	**	**
Red Mexican 36	21	**	**	**	**
	28	**	**	**	**
	35	SI	SI	**	**
	50	SI	SI	SI	**
	63	SI	SI	SI	**
Cacahuete 72	21	--	--	**	**
	28	SI	SI	**	**
	35	SI	SI	**	SI
	50	SI	SI	SI	SI
	63	SI	SI	SI	SI

Continuación anexo 1.

Pompa					
dour G.	21	--	**	**	--
	28	--	--	**	--
	35	\$1	\$1	--	--
	50	\$1	\$1	\$1	--
	63	\$1	\$1	\$1	**
Jato	21	**	**	--	--
Rang.	28	\$1	\$1	--	--
	35	\$1	\$1	\$1	--
	50	\$1	\$1	\$1	**
	63	\$1	\$1	\$1	\$1
Redland					
Greenleaf	21	\$1	**	**	--
	28	\$1	\$1	**	--
	35	\$1	\$1	\$1	\$1
	50	\$1	\$1	\$1	\$1
	63	\$1	\$1	\$1	\$1
Saca *					
Vini 597	21	--	--	--	--
	28	\$1	\$1	--	--
	35	\$1	\$1	\$1	\$1
	50	\$1	\$1	\$1	\$1
	63	\$1	\$1	\$1	\$1
Porrillo					
Sintético	21	--	**	--	--
	28	\$1	\$1	**	**
	35	\$1	\$1	--	--
	50	\$1	\$1	\$1	--
	63	\$1	\$1	\$1	**

Z: Trifolios nuevos y viejos.

Anexo 2. Dinámica poblacional de mosca blanca durante el período de Junio a Diciembre, Comayagua, Honduras, 1995.

Meses	Densidad ² (N _o .adultos y ninfas/planta)
Junio	2.8
Julio	2.6
Agosto	2.5
Septiembre	1.8
Octubre	1.0
Noviembre	0.3
Diciembre	0.7

² Número promedio de moscas (ninfa y adultos) por planta en cada mes.

Anexo 3. Resultados del ANDEVA para las variables determinadas bajo condición de campo en Comayagua, Honduras, 1995.

Variable	P.V.	g.l.	C.M.	F	Probab.	Signif.
Días a floración	Rep.	3	29.21	2.47	0.07	ns
	Trat.	19	36.26	3.06	0.0006	**
	Error	57	11.83			
	Total	79				
Severidad VMDF	Rep.	3	2.017	3.03	0.0367	*
	Trat.	19	6.04	9.07	0.0000	**
	Error	57	0.666			
	Total	79				
Incidencia de VMDF	Rep.	3	600.79	2.2	0.0979	ns
	Trat.	19	2528.49	9.26	0.0000	**
	Error	57	273.07			
	Total	79				
Peso seco de 100 semillas.	Rep.	3	2.62	1.01	0.3959	ns
	Trat.	19	403.68	155.11	0.0000	**
	Error	57	2.6			
	Total	79				
Rendimiento (kg/ha)	Rep.	3	500054.1	1.21	0.31	ns
	Fact.A	19	138321.1	3.33	0.0002	**
	Cov.	1	1222212.1	29.49		
	Error	56	41443.7			

**, *, ns Significativo a los niveles de $P \leq 0.01$ y $P < 0.05$, y no significativo, respectivamente.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HONDURAS
ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA
ASACAP 1001
TEGUIGALPA HONDURAS

DATOS BIOGRAFICOS

Nombre: José Misael Espinoza Portillo
Fecha de Nacimiento: Enero, 5, 1972.
Lugar de Nacimiento: Lepaera, Lempira, Honduras.
Dirección: Lepaera, Lempira, Barrio el Centro.
Teléfono: 984465.

EDUCACION

Ingeniero Agrónomo (1996) Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras.
Agrónomo: (1993) Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras.
Secundaria: (1985-1989) Instituto Departamental Alvaro Contreras, Sta Rosa de Copán e Instituto Alberto Galeano Trejo, Lepaera, Lempira, Honduras.
Primaria: (1979-1984) Escuela Manuel Bonilla Lepaera, Lempira, Honduras.