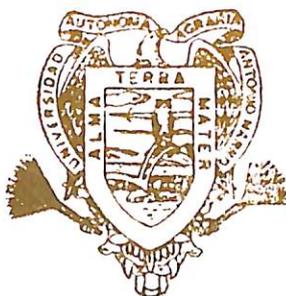


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

PROGRAMA DE GRADUADOS



IDENTIFICACION DE GENOTIPOS DE FRIJOL
Phaseolus vulgaris L. RESISTENTES A MOSAICO
DORADO Y A LA TRANSMISION DEL
VIRUS VMDF POR LA MOSQUITA
BLANCA *Bemisia spp.*

ERNESTO SALGADO SOSA

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN FITOMEJORAMIENTO

1 9 8 3

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del comité - particular de asesores, siendo aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALISTA EN FITOMEJORAMIENTO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Noviembre de 1983.

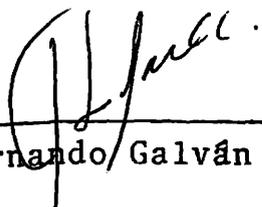
Presidente del Comité:


Ph. D. Alfonso López Benitez.



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

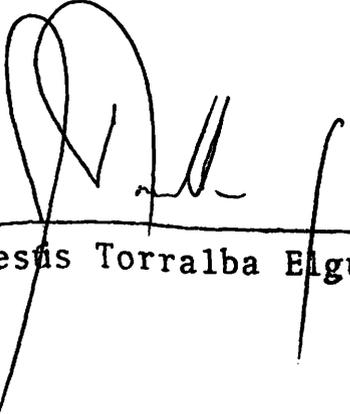
Asesor:


Dr. Fernando Galván Castillo.

Asesor:


M.C. David Flores Flores.

Subdirector de Asuntos de Postgrado:


Ph. D. Jesús Torralba Elguezabal.

DEDICATORIA

A mi hermano: Fernando, en memoria a su recuerdo.

A mi tío: Pablo, en memoria a su recuerdo y a sus consejos.

A mi querida esposa: Martha Elva

A mis hijos: Ernesto y Jaime

A mi madre: Sócorro

A mis hermanos: Luis y Enrique

A mis familiares en general

A las personas mas humildes, de quienes he recibido muestra de apoyo, estimación franca y desinteresada; en Villa González, Tamaulipas.

AGRADECIMIENTOS

- Al pueblo de México, quien por medio del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, financiaron mis estudios de postgrado.
- Al Ph. D. Alfonso López Benitez, por sus orientaciones, por la acertada dirección de este trabajo y don de gente.
- Al Dr. Fernando Galván y al M.C. David Flores Flores, por su colaboración en la revisión de este trabajo, así como el apoyo brindado.
- A el M.C. Baldomero Rodríguez Mendoza, por el apoyo recibido en momentos difíciles.
- A el M.C. Clemente Mora Padilla, por el apoyo de campo recibido y las facilidades proporcionadas para concluir este estudio.
- A la M.C. Ma. de los Angeles Peña del Río, por el apoyo metodológico en la transmisión del virus VMDF.
- A la Sra. Maricela Pulido de Villalón y las Sritas, Olivia Peña Hernández e Irma Concepción Rodríguez L., por su excelente labor mecanográfica.
- A todas aquellas personas que durante mi estancia en el Colegio de Postgraduados me brindaron su amistad.

C O N T E N I D O

	Página
INDICE DE CUADROS.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	6
DESCRIPCION DEL AREA A BENEFICIAR CON LA INVESTIGACION.	10
LITERATURA REVISADA.....	
Sobre el Virus VMDF.....	12
Sobre el vector, Mosca Blanca.....	34
MATERIALES Y METODOS.....	44
Diseño Experimental.....	45
Tratamientos.....	45
Obtención del inóculo.....	48
Inoculación del patógeno.....	49
Distribución e incremento de mosca blanca.....	49
Cuantificación de plantas con mosaico dorado, sobre genotipos inoculados.....	50
Cuantificación de plantas con mosaico dorado transmitido por poblaciones libres de mosqui- ta blanca <i>Bemisia spp.</i>	50
Análisis de genotipos con mosaico dorado.....	51
Información metereológica.....	57
Prueba de Rango Múltiple de Duncan.....	58
RESULTADOS.....	60

	Página
A. Respuesta de Genotipos de Frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. a la Inoculación Mecánica con el Virus VMDF.....	61
B. Respuesta de Genotipos de Frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. a la Inoculación del Virus - VMDF por Poblaciones Libres de Mosquita - Blanca <i>Bemisia spp.</i>	65
C. Comparación de la Respuesta de Genotipos de Frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. a la Inoculación con el Virus VMDF en Forma Mecánica y por Poblaciones Libres de Mosquita Blanca <i>Bemisia spp.</i>	76
DISCUSION.....	89
A. Respuesta de Genotipos de Frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. a la Inoculación Mecánica con el Virus VMDF.....	90
B. Respuesta de Genotipos de Frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. a la Inoculación del Virus - VMDF por Poblaciones Libres de Mosquita - Blanca <i>Bemisia spp.</i>	93
C. Comparación de la Respuesta de Genotipos de Frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. a la Inoculación con el Virus VMDF en Forma Mecánica y por Poblaciones Libres de Mosquita Blanca <i>Bemisia spp.</i>	96
CONCLUSIONES.....	103
LITERATURA CITADA.....	105

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1 A	Genotipos, transmisión del virus VMDF y tratamientos por repetición.....	46
1	Análisis de covarianza del experimento factorial en bloques al azar.....	56
2	Temperaturas en °C y precipitaciones registradas en milímetros. Campo Agrícola Experimental Las Huastecas. CIAGON-1983.....	59
3	Plantas de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. inoculadas mecánicamente con el virus VMDF, plantas con mosaico dorado y respuesta de los genotipos en porcentajes de plantas enfermas con respecto a plantas inoculadas y a la media general. Campo Agrícola Experimental Las Huastecas. CIAGON-1983.....	62
4	Análisis de varianza para genotipos de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. establecidos e inoculados mecánicamente con el virus VMDF. Campo Agrícola Experimental Las Huastecas. CIAGON-1983.....	63
5	Análisis de covarianza para genotipos de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. inoculados mecánicamente con virus que origina el mosaico dorado y población de plantas enfermas, Campo Agrícola Experimental Las Huastecas. CIAGON-1983.....	64
6	Plantas de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. expuestas a inoculación con el virus VMDF por medio de mosquita blanca <i>Bemisia</i> spp., plantas enfermas y respuesta de los genotipos en porcentaje de plantas enfermas con respecto a la media de plantas establecidas y media general (μ), Campo Agrícola Experimental Las Huastecas, CIAGON-1983.....	69

7	Análisis de varianza para genotipos de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. expuestos a inoculación con el virus VMDF por medio de poblaciones libres de mosquita blanca <i>Bemisia</i> spp. Campo Agrícola Experimental Las Huastecas. CIAGON-1983.....	70
8	Análisis de varianza para genotipos de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. con mosaico dorado transmitido por medio de mosquita blanca <i>Bemisia</i> spp. Campo Agrícola Experimental Las Huastecas. CIAGON-1983.....	70
9	Análisis de covarianza para genotipos de frijol expuestos a la inoculación con virus del mosaico dorado por mosquita blanca <i>Bemisia</i> spp., y población de plantas enfermas. Campo Agrícola Experimental Las Huastecas. CIAGON-1983.....	72
10	Plantas de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. expuestas a inoculación con virus del mosaico dorado por mosquita blanca <i>Bemisia</i> spp., plantas enfermas ajustadas y respuesta de los genotipos en porcentaje de plantas enfermas con respecto a la media de plantas establecidas. Campo Agrícola Experimental Las Huastecas. CIAGON-1983.....	75
11	Plantas de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. establecidas e inoculadas con el virus VMDF en forma mecánica y por mosquita blanca <i>Bemisia</i> spp., plantas con mosaico dorado ajustadas y porcentaje de plantas enfermas con respecto al tratamiento. Campo Agrícola Experimental Las Huastecas. CIAGON-1983.....	77
12	Análisis de varianza para plantas de frijol establecidas e inoculadas mecánicamente o por mosquita blanca <i>Bemisia</i> spp. con el virus VMDF (X). Campo Agrícola Experimental Las Huastecas. CIAGON-1983.....	78

13	Análisis de covarianza para plantas de frijol establecidas e inoculadas (X) mecánicamente y por medio de mosquita blanca <i>Bemisia spp.</i> , con el virus VMDF, sobre 24 genotipos, y respuesta a inoculaciones en plantas con mosaico dorado (Y), Campo Agrícola Experimental Las Huastecas. CIAGON-1983.....	80
14	Comparación de la respuesta de genotipos - de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L, a la inoculación con el VMDF en forma mecánica y por poblaciones libres de mosquita blanca <i>Bemisia spp.</i> Campo Agrícola Experimental Las Huastecas. CIAGON-1983.....	87

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1 A	Distribución de tratamientos en bloques al azar, siembra en hill.....	47
1	Respuesta de genotipos de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. a la inoculación mecánica con el virus VMDF.....	66
2	Respuesta de genotipos de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. a la inoculación mecánica con el virus VMDF.....	67
3	Respuesta de genotipos de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. a la inoculación del virus VMDF por poblaciones libres de mosquita blanca <i>Bemisia spp.</i>	73
4	Respuesta de genotipos de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. a la inoculación del virus VMDF por poblaciones libres de mosquita blanca <i>Bemisia spp.</i>	74
5	Respuesta de genotipos de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. a la inoculación mecánica y por mosquita blanca <i>Bemisia spp.</i> con el virus VMDF.....	83
6	Respuesta de genotipos de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. a la inoculación mecánica y por mosquita blanca <i>Bemisia spp.</i> con el virus VMDF.....	84
7	Respuesta de genotipos de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. a la inoculación mecánica y por mosquita blanca <i>Bemisia spp.</i> con el virus VMDF.....	85

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivos el identificar fuentes de resistencia a mosaico dorado del frijol *Phaseolus vulgaris* L. y a la transmisión del virus VMDF por medio de la mosquita blanca *Bemisia* spp. patógeno que origina pérdidas en la producción de frijol que fluctúan del 30 al 100 por ciento y se le encuentra distribuido principalmente en zonas tropicales y templadas, sobre plantas alternantes del género *Euphorbia*, *Phyllanthus* y *Sida*, además de ser altamente preferidas por la mosquita blanca, por lo que la asociación virus-vector es muy íntima.

Los genotipos utilizados en este estudio fueron 24, 22 líneas reportadas por el CIAT como tolerantes al mosaico dorado, y dos variedades comerciales mexicanas; Jamapa susceptible a mosaico y Negro Huasteco, liberada como tolerante a el VMDF. El trabajo se estableció y condujo en el Campo Agrícola Experimental Las Huastecas, ubicado en el Km 55 de la carretera Tampico-Mante, en el municipio de Altamira, Tamaulipas. El material genético se sembró bajo un experimento factorial en diseño de bloques al azar, los factores fueron dos, genotipos y la forma de transmisión del VMDF, originando 48 tratamientos por repetición, 24 resultaron de inocular mecánicamente el VMDF sobre 24 genotipos, y 24 resultaron de la inoculación del virus por medio de poblaciones libres de mosquita blanca *Bemisia* spp. Se trabajó sobre 4 repeticiones, 96

parcelas en total y la metodología empleada para inocular fue la descrita por Bird et al, en 1977 (3),

Los resultados obtenidos fueron analizados por covarianza, en arreglo bifactorial; se hicieron pruebas de rango multiple de Duncan y se determinaron las homogeneidades de regresión para medias de tratamiento, genotipos y manejo del VMDF. La discusión de los resultados permitieron determinar lo siguiente:

Las líneas 1353 y D-148 fueron los genotipos que registraron mayor resistencia a la inoculación del VMDF por medio de la mosquita blanca *Bemisia spp.*, de 19 plantas establecidas para libre inoculación, solo 4 plantas con mosaico registro la línea 1353 y 5 plantas enfermas de la D-148

El genotipo más resistente a la inoculación mecánica con el virus VMDF, fue la línea 1250, de 18 plantas inoculadas mecánicamente con el VMDF, solo 5 plantas resultaron con la enfermedad.

Jamapa es la variedad comercial que ha registrado amplia adaptación nacional, sin embargo, los resultados indican que es 57.25 por ciento susceptible a la transmisión del virus por la mosquita blanca, y Negro Huasteco registra susceptibilidad del 49.63 por ciento.

De todos los genotipos, ninguno fue inmune a mosaico dorado y/o a la preferencia por la mosquita blanca, sin embargo, 1353 y D-148 son las líneas más promisorias para ser utilizadas como donantes de la resistencia en genotipos con alto potencial de producción.

INTRODUCCION

Phaseolus vulgaris L. es la especie de frijol que más se consume en México; después del maíz, ocupa el segundo lugar en superficie sembrada y en volumen de grano consumido por persona, 19.5 kilos por año. Su composición química general indica que la semilla seca tiene un promedio de 26.77 por ciento de proteína, es deficiente en los aminoácidos cistina y metionina, haciéndolo alimento complementario del maíz, el cual si contiene los elementos deficientes en el frijol, así lo ha expuesto Ortega, en 1979 (34).

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, a través del Programa Nacional Agropecuario, comunica en su informe de Marzo de 1982 (41) que durante 1981 se sembraron 2'150,164 hectáreas con frijol en la República Mexicana, y la producción nacional registrada fue de 1'469,021 toneladas, dando un rendimiento medio de 683 kilos por hectárea.

Según el Boletín Agroeconómico No. III, Marzo-Abril de 1983 (43), de la Representación de la Cuenca Baja del Río Pánuco; en las Huastecas (Sur de Tamaulipas, Norte de Veracruz y Oriente de San Luis Potosí), se sembraron 84,433 hectáreas con frijol, durante el ciclo agrícola otoño-invierno 1982-83, y la producción media total fue de 45,373 toneladas, 537 kilos por hectárea. De 84,443 hectáreas sembradas con frijol en la Cuenca Baja del Río Pánuco, el 24.19%, 20,430 hectáreas, se estableció en el Sur de Tamaulipas, con producción de 7,911

toneladas, 378 kilos por hectárea; el 35.68%, 30,128 hectáreas, se estableció al Oriente de San Luis Potosí, con 19,636 toneladas, 652 kilos por hectárea; el 40.13%, 33,885 hectáreas, se sembró al Norte de Veracruz, con producción de 17,826 toneladas de frijol, 526 kilos por hectárea; la información indica que la fluctuación en la producción fue de 225 a 625 kilos obtenidos de la siembra de la variedad Jamapa, material que tiene potencial de producción demostrada de 1,500 a 2,000 kilos por hectárea y su rango de adaptación es muy amplia, así lo afirma el Dr. Francisco Cárdenas Ramos en 1983 (43), Coordinador Nacional de la Unidad de Recursos Genéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), en comunicación personal, indicando que la reducción del rendimiento se debe principalmente a enfermedades virosas, siendo constatado y asentado por Investigadores del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), a través de recorridos y reuniones con agricultores del Norte de Veracruz (Pánuco, Platón Sánchez, Chicontepec y Juárez); Oriente de San Luis Potosí (Ebano, Valles y Huichihuayán); y el Sur de Tamaulipas (González, Manuel, Mante y Altamira). Se ha identificado que la sintomatología presentada por el frijol *Phaseolus vulgaris* L. corresponde a el mosaico dorado (VMDF), el cual ocasiona pérdidas del 30 al 100 por ciento en la producción de frijol; reducciones que están circunscritas a poblaciones de mosquita blanca *Bemisia* spp., vector del virus-problema reportado por Gámez en 1971 (14) y por Larios en 1979 (25), e indirectamente a ma

lezas alternantes u hospederas del virus y el vector; las implicaciones económicas del mosaico dorado sobre el frijol *Phaseolus vulgaris* L. están íntimamente asociadas con las condiciones ambientales dominantes en Las Huastecas, siendo semejantes a las que presentan Brasil, Colombia y Costa Rica, países donde el factor más caro y limitante de la producción de frijol es el mosaico dorada.

Los objetivos fijados en orden prioritario para este estudio fueron:

1. Identificar germoplasma resistente al virus que ocasiona el mosaico dorado del frijol *Phaseolus vulgaris* L.
2. Identificar germoplasma resistente a la inoculación del virus VMDF por mosquita blanca *Bemisia* spp.
3. Conocer la efectividad de transmisión mecánica del virus VMDF.
4. Conocer la incidencia de mosaico dorado del frijol mediante transmisión por poblaciones libres de mosquita blanca *Bemisia* spp.

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

El virus del mosaico dorado del frijol *Phaseolus vulgaris* L. origina pérdidas en la producción, que fluctúan del 30 al 100 por ciento, la calidad de cocción del grano es afectado negativamente y la semilla para siembra registra poco vigor, originando plantas raquíticas y susceptibles al ataque de hongos del suelo, *Pythium* spp. El mosaico que caracteriza al VMDF se le encuentra distribuido principalmente en zonas tropicales y templadas, en altitudes que van de los 0 a 500 metros sobre el nivel del mar; sus principales hospederas son leguminosas silvestres y algunas malezas como la golondrina roja *Euphorbia serpens.*, golondrina blanca *Euphorbia serpyllifolia* y *Phyllanthus niruri* L., hierba de pascua o nochebuena *Euphorbia* spp., escobilla o malvarisco *Sida acuta*, y algunos arbustos que pertenecen a las Euphorbiáceas., algunas especies pertenecientes a las Amarantáceas, tales como los quelites, espinaca china y otros que pertenecen a el género *Amaranthus* spp., malezas que además de ser hospederas del virus, lo son también de su vector, la mosquita blanca *Bemisia* spp. y *Trialeurodes* spp.

Los principales síntomas morfológicos y fisiológicos que presenta el frijol *Phaseolus vulgaris* L. infectado por el VMDF son: hojas con moteado amarillo y verde generalizado; retención o disminución del crecimiento, debido a que los entrenudos detienen su elongación; la superficie de las hojas nue-

vas es más reducida al compararlas con las de las plantas sanas; las vainas, sí hay producción, son deformes cuando la infección o ataque del virus se presenta en plena floración, en cambio, si la infección es fuerte y antes de la floración, no hay formación de vainas y la planta se mantiene verde después de que las plantas no infectadas son cosechadas, si hay producción de vainas, el peso de la semilla es bajo y la germinación es lenta y con poco vigor.

La transmisión del VMDF se efectúa en forma natural por la mosquita blanca *Bemisia spp.* y *Trialeurodes spp.*, y en forma experimental se puede transmitir por el hombre, si emplea alguna metodología adecuada. El patógeno ha sido caracterizado por Gálvez y Castaño en 1976 (16) y por Kim y Flores en 1979 (24), indicando que la estructura del VMDF es granular, con diámetro de 18 a 20 nm, es resistente al calor, inactivándose a temperaturas superiores a 50°C, una vez inoculado el virus, el aumento de temperatura ambiental acelera la aparición de los síntomas de mosaico dorado; el punto final de dilución es de 1:100 y su longevidad in vitro es de 48 horas, según Gálvez y Castaño en 1976 (16).

La asociación virus-vector es muy íntima, y las condiciones climáticas favorables y desfavorables les afectan en igual grado. Los insectos vectores son muy abundantes durante el periodo de sequía (Octubre-Mayo), favoreciéndoles la humedad ambiental alta durante la noche. A los adultos, ninfas, pseudopupas y huevecillos se les encuentra en el envés

de las hojas, principalmente en foliolos tiernos; los adultos y las ninfas tienen movilidad, siendo mayor en el adulto, el cual emigra constantemente en forma rápida, característica que favorece la dispersión del VMDF, después de haber sido adquirido, incubado y estar listo para ser inoculado por medio de la probosis punzador-succionador de las mosquitas blancas; la ninfa tiene forma oval, su color es verde-amarillo claro con aspecto semi-transparente, su parte anterior es más ancha que la posterior, la duración del estado ninfal es de 10 a 14 días, emergiendo entre 3 y 6 días después de la oviposición, pasa por tres etapas básicas, entre 9 a 11 días después de la emergencia, en la primera etapa la ninfa recorre la hoja, en la segunda etapa se fija para succionar savia y en la tercera etapa entra a un estado letárgico de donde emerge el adulto, las condiciones desfavorables son lluvias con vientos fuertes; el adulto de la mosquita es de color blanco, semejando polvillo de harina que es dispersado o puesto en movimiento por una corriente de aire, ésto, cuando se sacuden las plantas, presenta apéndices de color amarillo, el macho es más pequeño que la hembra, y ésta dura ovipositando entre 3 y 4 días, produciendo más o menos 1000 huevecillos que son depositados en forma dispersa en el envés de las hojas y en posición vertical; los huevecillos tienen forma de uso, con el polo superior más agudo que el inferior, terminando en un pedicelo de unas 300 micras, el huevecillo fresco es color verde pálido, cambiando posteriormente a café obscuro, incubándose entre los 6 y 8 días, después de la oviposición, si la tempe-

ratura no varía de 20° a 28°C, los huevecillos tienen la particularidad de ser brillantes y sobreviven absorbiendo humedad de la planta.

Se ha observado que la mosquita blanca busca protección durante las horas de máxima evapotranspiración y temperatura (11-15 horas), condición que favorece a el virus adquirido por la mosquita.

Lo expuesto, indica claramente que el problema-mosaico dorado no puede ser tratado o investigado separadamente del insecto vector-mosca blanca, debido a que el problema virus-mosca blanca se está incrementando por aplicaciones de insecticidas a los que la mosquita está creando tolerancia o resistencia, y el área potencial susceptible de ser sembrada con frijol es de 232 mil hectáreas, las cuales están gravemente expuestas a pérdidas que fluctúan del 30 a 100 por ciento de la producción unitaria (hectárea), ésto ha sido constatado y asentado por investigadores del Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Centro (CIAGOC), y del Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Norte (CIAGON), coincidiendo en afirmar que para obtener rendimientos aceptables de frijol se hace necesario controlar químicamente a los vectores del VMDF, recurso caro que acelera la pérdida de la región como productora potencial de la leguminosa y por consecuencia, obliga la identificación de germoplasma resistente al virus y/o a la inoculación del mismo virus por mosquitas blancas.

DESCRIPCION DEL AREA A BENEFICIAR CON LA INVESTIGACION

La Cuenca Baja del Río Pánuco, conocida como Las Huastecas, se encuentra localizada en la parte oriental de la República Mexicana, entre los 21° y 23° 15' de latitud Norte y entre los 97° 20' y 99° 50' de longitud Oeste, su altitud va de los 6 a 300 metros sobre el nivel del mar; el clima predominante es cálido húmedo y semihúmedo, además del semiárido en la zona norte y costa de la parte noreste; la temperatura media anual varía entre 23° a 25°C, con máximas de 33° a 50°C, y mínimas de -3° a 10°C., el periodo de lluvias se presenta de Junio a Octubre, llegándose a 1500 milímetros anuales en la sierra y de 700 a 900 milímetros hacia la costa., la humedad ambiental es del 75 al 100 por ciento en los meses de Septiembre a Febrero; el área de influencia del Campo Agrícola Experimental Las Huastecas es de 4.3 millones de hectáreas, integradas por 2 millones de sierra, 1.3 millones de terreno plano, 700 mil hectáreas de lomerio y 300 mil hectáreas de vasos y lagunas; en agricultura y fruticultura se tienen más o menos 600 mil hectáreas que se siembran con caña de azúcar, soya, maíz, frijol, sorgo, cártamo, hortalizas, cítricos, mango, aguacate y algunos otros cultivos en baja escala; el 60 por ciento de los suelos son profundos y arcillosos, el 15 por ciento son aluviales y el 25 por ciento son del tipo rendzinas, poco profundos y accidentados. Las malezas predominantes en áreas cultivables pertenecen a las Ama-

rantáceas., *Amaranthus paniculatus*, *Amaranthus tricolor* y *Amaranthus cruentus* L., mejor conocidas como quelites; Malváceas, familia a la cual pertenecen muchas de las especies del género *Sida*, como lo es *Sida alba* L., Euphorbiáceas, conocidas con el nombre común de nochebuena o hierba de pascua, hierba de la golondrina roja, *Euphorbia serpens*; golondrina blanca, *Euphorbia serpyllifolia*; y las Portulacáceas como la verdolaga *Portulaca oleracea* L., malezas que han sido identificadas como plantas alternantes del virus VMDF y de la mosquita blanca *Bemisia* spp y *Trialeurodes* spp., además de la vegetación natural que crece en la planicie costera y lugares no aptos para cultivarse.

LITERATURA REVISADA

Sobre el Virus VMDF

Phaseolus vulgaris L., es la especie de frijol que más se consume en México, su composición química general indica que el grano seco tiene un promedio de 26.77 por ciento de proteína, es deficiente en los aminoácidos cistina y metionina, haciéndolo alimento complementario del maíz, el cual sí contiene los elementos deficientes en el frijol, así lo señala Ortega en 1979 (34); sin embargo, esta especie es atacada por patógenos que hacen que la producción, en algunos casos, sea reducida entre un 40 a 70 por ciento, con respecto al potencial total del cultivo.

Dentro de los patógenos que amenazan gravemente a el cultivo del frijol, se tiene un nuevo virus que origina un tipo diferente de mosaico, el cual fue descubierto y obtenido en *Euphorbia prunifolia*, conocida comunmente como hierba de pasca o nochebuena, en el estado de Sao Paulo, Brasil, según señalamientos de Costa y Bennett en 1949 (11), indicando que el virus del mosaico dorado del frijol, VMDF, fue transmitido a un alto porcentaje de plantas que se inocularon con jugo o savia obtenida de plantas enfermas, encontrando que el virus no es transmitido por semilla obtenida de plantas de *Euphorbia prunifolia* con mosaico, y no se transmite a la descendencia del vector del virus a través de los huevecillos.

días, después de la nacencia de las plantulas, observando que el patógeno, VMDF, causó reducción en el crecimiento de las plantas, reducción en el número de vainas y peso de las semillas, deformaciones de vainas, y semillas sin el color característico de la variedad.

Cuando las poblaciones del vector son muy bajas, se hace necesario efectuar inoculaciones en las plantas de frijol para determinar la reacción del germoplasma a evaluar al ataque del VMDF. Con respecto a la cantidad de extracto o savia por inocular para inducir la enfermedad, Shock y Goodman, en 1971 (39) reportaron que al usar un máximo de solución o extracto de 8 mg de savia con el virus que origina el mosaico dorado del frijol, e inocularlo en hojas trifoliadas o foliolos, encontraron que la cantidad del virus variaba con el tiempo, después de hecha la inoculación, habiendo un incremento en la concentración del virus cuando las hojas mostraron o desarrollaron síntomas a los 5 ó 6 días después de la inoculación, registrando su máxima concentración de los 8. a los 12 días después de la inoculación, para luego decrecer la concentración rápidamente, indican que el virus en hojas viejas, de más de 3 semanas después de la inoculación, con síntomas bien definidos es reducido en su concentración, ello es debido a que la planta ha sido dañada y está sirviendo como hospedera y dispersante del virus; con respecto a las formas de ADN, lineal y circular, presentes en el virus que origina el mosaico dorado, fueron regularmente uniformes duran-

te el curso de la infección, observándose relaciones de 1: 3 y 1: 5 (lineal:circular), no observándose variación en las relaciones o proporciones con el tiempo, después de hecha la inoculación o con la edad de infectado el tejido.

En trabajos de invernadero se han demostrado y aclarado confusiones con respecto a la identidad del mosaico dorado del frijol, como sucedió en el Brasil, donde se creía que se había descubierto un nuevo virus que producía síntomas similares a los del mosaico dorado y del enanismo moteado; para confirmar o denegar la identidad del VMDF, Meiners et al, en 1973 (28) pusieron mosquitas blancas *Bemisia tabaci* (Genn.) a alimentarse sobre la leguminosa silvestre *Colopogonium mucunoides* que mostraba síntomas semejantes a la enfermedad conocida como mosaico dorado; adquirido el virus por las mosquitas, éstas fueron transferidas a plantas de frijol sanas, con el propósito de que hubiese transmisión, y poder usar el material vegetativo como fuente de inóculo para efectuar la transmisión mecánica en Beltsville, Madison. Los resultados que obtuvieron indican que el virus se transmitió por medio de la savia, a temperaturas que fluctuaron entre 20° y 30°C, encontrando que un mayor porcentaje de plantas inoculadas presentaron síntomas notorias de la enfermedad con el aumento de la temperatura, bajo 26.900 IX con un fotoperiodo de 12 horas a 21°, 24°, 27°, 32° y 35°C, el porcentaje de plantas con síntomas de mosaico dorado y enanismo moteado fue de 24, 33, 52, 66 y 66 por ciento, respectivamente. Los mismos

investigadores comentan que con frecuencia los síntomas se presentaban aproximadamente una semana después de la inoculación, cuando las plantas se mantenían a temperaturas mayores o iguales a 27°C y aproximadamente de 2 a 3 semanas después de la inoculación, cuando las plantas se incubaron a 21° y 24°C. Concluyendo que la enfermedad en confusión es mosaico dorado.

Con respecto a la constitución de los virus, Walker, en 1975 (40) consignó que los virus originan las enfermedades conocidas como mosaicos, indicando que son entidades infecciosas submicroscópicas que se multiplican solo dentro de células vivas del huésped; pocas clases de organismos son inmunes a los virus, sus partículas son nucleoproteínas; la porción infecciosa del virus generalmente es RNA (ácido revonucleico), no poseen sistemas enzimáticos y desvían las actividades normales de las células del huésped hacia la producción de partículas del virus; en forma específica, Gálvez y Castaño, en 1976 (16) se refieren a la inactivación y aislamiento del virus que origina a el mosaico dorado, comentan que la inactivación termal fue a los 55°C, su punto final de dilución es de 1:100 y su longevidad in vitro es de 48 horas (la máxima estudiada); el virus fue estable en fosfato a 0.1 M, con pH de 4.5 a 9; con adición de reductasas y quelatos la estabilidad del virus aumentó levemente. Para el aislamiento del virus, Gálvez y Castaño (16) utilizaron 30 gramos de hojas frescas de frijol infectado con el virus que

origina el mosaico dorado, se homogenizaron en 30 ml de fosfato 0.1M, con pH de 7.5 y agregaron 1% de 2-mercaptoethanol; para clarificar, emplearon 7% de N-Butanol con agitación constante por una hora, y la fase acuosa se separó centrifugado a 10 mil rpm por 15 minutos, para luego someterla a dos ciclos de 6% de PEG 6000 más 1% de NaCl con agitación constante por una hora en cada ciclo; el precipitado se resuspendió en 2.3 ml del Tampón, se centrifugo a 24 mil rpm por 240 minutos (4 horas), en columnas de gradientes de sucrosa, las cuales se prepararon flotando 4, 7, 7, y 7 ml de una solución preparada con 100, 200, 300 y 400 mg de sucrosa por ml de Tampón, respectivamente. Finalmente, comentan que un desitómetro ISCO, en su mayor sensibilidad, registró a 240 nm un componente diferente en el extracto enfermo, el cual contenía partículas poliédricas unidas en dimeros de 30 x 19 nm de diámetro, las cuales eran virulentas, y cuando se separaron en partículas individuales con EDTA (Etilen Diamino Tetra Acetato) 0.1M y pH de 7.5, perdieron su poder de infección; postulando que las partículas en dimeros corresponden a el VMDF.

La transmisión del virus que origina el mosaico dorado del frijol no es eficiente cuando se utiliza savia sin diluir, registrándose menos del 18% de infección; por ello, Bird et al, en 1977 (3) propusieron y demostraron la técnica más eficiente para obtener el inóculo y lograr un 100% de transmisión del virus. El proceso propuesto es sencillo y se inicia con el establecimiento de una o dos variedades de frijol que

sean altamente susceptibles a el virus; en el caso del trabajo de Bird et al, establecieron las variedades Top crop y Diablo, de las que se tomó follaje con mosaico bien definido; hojas tiernas de plantas infectadas recientemente, de 14 a 21 días después de haber sido inoculadas, se seleccionaron, y para la maceración usaron morteros y trituradores congelados, la trituración se hizo en presencia de una solución amortiguadora fría de fosfato potásico (0.1 M, K_2HPO_4 con pH de 7), a razón de un gramo de hojas tiernas con mosaico, por 4 ml de solución amortiguadora; la pulpa resultante fue exprimida a través de gasa estéril; después de añadir un gramo de carborundum, M600, por cada 100 ml, el inóculo se vertió en una vasija de cristal rodeada por cubos de hielo, y la savia así diluida fue usada para inocular; empleando un pincel de aire y por ello, el inóculo fue colado a través de una capa fina de algodón para evitar obstrucciones en el pincel; la presión de inóculación fue de 80 lbs por pulgada cuadrada, y la boquilla se abrió a 1.5 vueltas; la inóculación se hizo sobre hojas primarias u hojas verdaderas, antes que afloraran los primeros foliolos, consiguiéndose 100% de infección. Las observaciones hechas por Bird et al (3), indican que la inóculación mecánica registra un menor índice de infección que la inóculación efectuada por la mosquita blanca *Bemisia tabaci* (Genn.), considerando que posiblemente se debe a la presencia de sustancias inactivantes que surgen en la savia como resultado de la trituración de los tejidos de algunas plantas huéspedes del virus.

El estudio de las propiedades del virus que origina el mosaico dorado del frijol *Phaseolus vulgaris* L. ha sido abordado en forma concisa por Gálvez et al, en 1976 (16), indicando que han purificado y observado el virus a través del microscopio electrónico, presentando forma de partículas esféricas que son propagadas eficientemente por la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Genn). Otro grupo de investigadores que se han distinguido por estudiar las propiedades del virus del mosaico dorado, son Bird y colaboradores, determinando en 1977 (4) que el agente infeccioso presente en la savia de habichuela (frijol) permite diluciones de hasta 1:1000; el virus toleró temperaturas de 50°C por 10 minutos, pero su actividad infecciosa fue reducida a 4.5%; el VMDF resistió la congelación hasta por 4 semanas al mantenerse la savia a -8°C, sin embargo, la actividad del virus no duró más de 2 semanas en hojas mantenidas en el congelador. Comentan que la savia de plantas infectadas de la variedad Diablo fue en extremo infecciosa (90%) al ser diluida con solución amortiguadora fría en proporción de 1:4 (savia:amortiguador), en cambio, la savia no resultó igualmente infecciosa cuando se obvió la dilución, en cuyo caso el índice de infección bajó hasta un 54%. Cuando la savia sin diluir fue mantenida a temperatura de 21°C, registró un índice de infección del 31%, considerándose marcadamente bajo.

Gámez, en 1977 (15) esta reportando que al virus del mosaico dorado del frijol se le encuentra en Brasil, Venezuela, Costa Rica y Puerto Rico; indica que el virus es transmitido

por la mosquita blanca *Bemisia tabaci* (Genn.), es el virus de mayor importancia en las llanuras costeras del Pacífico de Centroamérica, en el Caribe y en regiones tropicales de Colombia, Venezuela y Brasil; originando pérdidas en la producción de ciertas variedades y en algunas épocas, de hasta un 100%; Gámez, afirma que el mosaico se caracteriza por poseer un amplio rango de patogenicidad en cultivares de frijol, lo cual ha impedido su control por utilización de genotipos resistentes; indica que la búsqueda de materiales resistentes al complejo de virus transmitidos por mosca blanca, requiere atención especial, por la importancia de problema y por la complejidad de la naturaleza viral; recomienda un conocimiento adecuado de las condiciones ecológicas requeridas para la sobrevivencia y diseminación del virus y sus vectores, con el propósito de conocer mejor las enfermedades y los métodos adecuados para su control.

La virulencia del virus que origina el mosaico dorado del frijol *Phaseolus vulgaris* L. ha sido asociada con una nucleoproteína virulenta, partícula aproximadamente de 18 nm de diámetro, como lo aseveran Goodman et al, en 1977 (18), al reportar que partículas del virus con frecuencia ocurren en agregados en glutal-aldehído, siendo preparaciones negativamente eficientes; indican que las partículas de nucleoproteínas fueron separadas con fosfato, por clarificación zonal con sucrosa y centrifugación de precipitado de glicol-polietanol, y al inocular plantas susceptibles con partículas purificadas de la nucleoproteína, estas mostraron síntomas típicos del mo

saico y luego fueron usadas en transmisión del virus por el vector, mosca blanca *Bemisia tabaci* (Genn.)

La investigación citoquímica ha clarificado la constitución molecular del virus que origina el mosaico dorado del frijol *Phaseolus vulgaris* L., como lo muestra Goodman, en 1977 (19), al afirmar y explicar que el ADN del virus sedimenta en gradientes de densidad de sucrosa, utilizando para ello una ultracentrifugadora analítica; comenta que el ADN del VMDF formó bandas con CSCL, como un componente con la densidad boyante de 1.7170 gr/ml y exhibió hipercromicidad cuando se calentó entre 20° y 70°C, observándose también hipercromisidad y un cambio en la absorción máxima de luz ultravioleta cuando se trató el ADN con 1.86% de formaldehído a temperatura ambiental. Al efectuar ensayos de sensibilidad en la nucleasa, Goodman encontró que el ADN es susceptible a la hidrólisis por DNasa 1 (dexosiribonucleasa 1) y nucleasa S1 (específica para ADN de una sola banda), pero no a la hidrólisis por RNasa A (Ribonucleasa A) o por 0.3 de NaOH; finaliza comentando que el virus que origina el mosaico dorado, contiene ADN con las propiedades de una molécula de una sola banda y representa el primer virus con ADN de una sola banda, identificado en plantas. Las alternativas para buscar y obtener diferentes grados o porcentajes de escape a el daño que ocasiona el virus del mosaico dorado BGMV, son variables, y el problema motiva la creatividad intuitiva del investigador, como lo hicieron Neto y colaboradores en 1977 (32), al tratar semilla

de frijol con .48% de metanosulfonato de etilo por 6 horas a 20°C., la semilla tratada se sembró, y de 50 mil plantas M2 obtenidas de 4 variedades, se obtuvo un mutante al que denominaron TMD-1, el cual ha mostrado síntomas menos severos que el frijol no tratado, tanto a nivel de ensayos de campo como de invernadero; comentan que TMD-1 que originalmente es infectado, muestra tendencia a recuperarse de la infección; con los resultados de la investigación se visualiza el uso de productos químicos para inducir mutaciones y buscar o seleccionar materiales que muestren bajos índices de infección. Neto y Ando en 1977 (33) han efectuado ensayos de campo en Brasil, donde evaluaron una progenie M2 de frijol que muestra tolerancia al ataque del virus que origina el mosaico dorado (VMDF) del frijol; reportan que el material presenta respuesta semejante en Brasil, Colombia y Costa Rica, concluyendo que los estudios de heredabilidad sugieren que la tolerancia a VMDF es gobernada o controlada por genes recesivos.

La sintomatología del mosaico dorado del frijol debe ser conocida y diferenciada del efecto de otros virus que atacan a la leguminosa, para ello, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), con sede en Cali, Colombia, en 1978 (9) hicieron una descripción de los síntomas sobresalientes que permiten identificar la enfermedad-problema; indican que el VMDF origina un mosaico amarillo y verde sobre las hojas, induciendo un enroscamiento hacia el envés; la planta queda retenida en su crecimiento y sus vainas (si hay formación)

presentan gran deformación, variando con el grado de infestación; mencionan que la transmisión del virus puede ser en forma mecánica, o bien por mosquita blanca *Bemisia tabaci* (Genn.) y/o *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), aseveran que no hay transmisión por semilla y consideran que el vector del virus que origina el mosaico dorado también transmite el virus del mosaico clorótico o moteado clorótico conocido como "escoba de bruja".

El mosaico dorado del frijol *Phaseolus vulgaris* L., es originado por un virus vegetal formado por una cadena simple de ADN; el virus induce cambios sorprendentes en la estructura nuclear, muy diferentes a cambios o alteraciones que ocurren en células infectadas por otros virus, Kim et al en 1978 (23), reportaron resultados de estudios citoquímicos que efectuaron a nivel celular y nuclear; los cambios que observaron en orden de aparición fueron: Hipertrofia del nucleolo, de manera que llegó a ocupar hasta 3/4 del volumen nuclear; segregación de los componentes nucleares en partes granulares y fibrilares discretas, similares a la ocasionada por algunos antibióticos en células animales; aparición de anillos fibrilares condensados, densos en electrones de varios números y tamaños; por último, hay aparición de partículas similares al virus, en forma de agregados con compactación ligera o en grupos hexagonales con alta compactación. El estudio reveló que los nucleolos segregados se componían principalmente de rivo-nucleoproteína; los anillos fibrilares eran desoxirivonucleo

proteína; las partículas virales se encontraron solo en los núcleos de las células infectadas y solo las células del flo_oema presentaron efectos nucleopáticos que contenían partículas virales.

En 1976, Gierer y Schramm., y Fraenkel-Conrat, citados por Llacer en 1978 (26), demostraron simultáneamente que el poder infeccioso de las partículas virales eran debido tan só_olo al ácido nucleico, pudiéndose eliminar la proteína sin que la infección fuese suprimida.

Llacer, en 1978 (26) hizo una descripción de las principales características que identifican en forma general a los virus que atacan a las plantas cultivables, enumerando-las en la siguiente forma:

1. Son invisibles al microscopio ordinario y solo los virus más estables han podido ser estudiados por medio del microscopio electrónico, ésto, solo después del aislamiento y purificación del virus.
2. Su constitución química es simple, es formado por una cadena de ácido nucleico (ARN y/o ADN) rodeada de una capsula proteica (capsida) o en ocasiones lipoproteica.
3. Para su aprovechamiento, orientan el mecanismo de síntesis proteica de las células en que se alojan, hacia la producción de nuevas partículas virales (mediante el código genético contenido en su ácido nucleico) a expensas de los materiales y la energía de la propia célula-hues-

ped.

4. Los virus son incapaces de multiplicarse en el exterior de una célula viva, sólo cuando son introducidos en el interior de una célula-huésped pueden vivir, en un parasitismo que es obligado y perfecto.
5. Las sucesivas replicaciones de las partículas virales en la célula-huésped conducen generalmente a copias idénticas, sin embargo, pueden aparecer mutantes con distintas propiedades y virulencia, originándose así, diferentes razas de un mismo virus, el cual logra mayor capacidad de adaptación a diversos huéspedes.
6. Los virus carecen de medios propios para pasar de una planta infectada a otra sana, por ello, necesitan otros agentes llamados vectores de transmisión.
7. La unión que liga el virus con las células de la planta huésped es mucho más íntima que la de cualquier otro parásito, por ello, para destruir el virus se necesita destruir el tejido infectado, de ahí que las enfermedades virales sean incurables en el campo.
8. En sentido estricto, virus es una nucleoproteína con alto poder infeccioso.

Con respecto a la transmisión de virus por insectos con boca chupadora, Llacer (26) comenta que la transmisión se realiza de dos modos muy distintos, dependiendo si el virus es del tipo persistente o no persistente; sobre virus no persis-

tentes, escribe que son transmitidos casi siempre por pulgones, cuyo estilete bucal actúa como una jeringa que adquiere el virus en plantas enfermas, y lo inocular en plantas sanas; indica que los periodos de adquisición, retención e inoculación son cortos, no existiendo periodo de incubación; este tipo de virus es adquirido con mayor facilidad en las picaduras de prueba que durante la verdadera alimentación, determinándose que un ayuno previo del vector, aumenta la eficacia de adquisición del virus; cuando el vector muda, elimina el virus, ya que el proceso implica la pérdida del estilete bucal; éste tipo de virus (no persistente) son de fácil transmisión mecánica. Hace una semiclasificación más, llamandoles virus semi-persistentes, los cuales tienen un periodo corto de incubación; están relacionados con los vectores (pulgones), no pasan a través de la muda ni se multiplican dentro del vector. Sobre virus persistentes, comenta que son numerosos y son los verdaderos virus; los periodos de adquisición, incubación, retención e inoculación son largos; el ayuno de los vectores no aumenta la eficacia de la adquisición y el proceso de muda no elimina al virus; la transmisión mecánica de virus persistentes es difícil, por hallarse preferentemente localizado en el líber (interior de la corteza del tronco) de las plantas.

En virus persistentes, los periodos de adquisición, incubación, retención e inoculación son largos, para explicar la duración de los periodos mencionados existen dos mecanis-

mos distintos

- a). Virus circulativos no propagativos no permanecen en el estilete bucal del vector, circulan a través del sistema digestivo, pasan a la hemolinfa y regresan a las glándulas salivales, desde donde pueden ser inoculados; la especificidad entre virus y vector es alta, aunque el virus no puede multiplicarse dentro del vector, ni pasar a la descendencia; tal como sucede con el virus que origina el mosaico dorado del frijol *Phaseolus vulgaris* L.
- b). Virus circulativos y propagativos; circulan dentro del vector y son capaces de multiplicarse dentro de él, y pasar de una generación a la siguiente a través de los huevecillos; por consecuencia, hay mayor especificidad entre virus y vector.

Sobre sintomatología de enfermedades originadas por virus, Marenaud, en 1963 (citado por Llacer (26)) dividió los síntomas en morfológicos y fisiológicos:

- I. Síntomas morfológicos, los sub-dividió en cuatro grupos:
 - a). Alteraciones en el color característico del cultivo o planta.
 - b). Necrosis o áreas de tejido muerto en hojas y frutos.
 - c). Deformaciones diversas en follaje y en frutos.
 - d). Neoformaciones o transformaciones.

II. Síntomas fisiológicos o modificaciones mas o menos graves, tales como:

- a). Disminución del crecimiento por reducción del alargamiento de los entrenudos.
- b). Reducción de la superficie foliar total, hojas más pequeñas y menos numerosas.
- c). Aminoración del peso de la cosecha, frutos pequeños, menor cantidad de frutos y/o ambos casos.
- d). Desarreglo o irregularidad del ciclo vegetativo normal.

Sobre la creación de variedades resistentes, Llacer, en 1978 (26) comenta que la resistencia puede ser específica o adquirida; sobre la resistencia específica, dice que es la resistencia innata, ligada a la constitución genética de una especie o variedad, dividiéndola en cuatro grupos:

- a). Resistencia relativa, es la resistencia al ataque de los vectores o a la penetración del virus.
- b). Hipersensibilidad; el virus penetra, pero hay una reacción primaria que impide su expansión.
- c). Tolerancia; el virus penetra, invade toda la planta, pero no produce síntomas o al menos no hay efecto negativo sobre la producción.
- d). Inmunidad natural; falta aptitud de las células de las plantas para multiplicar al virus.

Llacer, comenta que la tolerancia solo debe buscarse como mal menor y para virosis muy extendidas, ya que las plantas tolerantes constituyen peligrosos focos de infección para variedades sensibles.

Diversos investigadores, entre los que sobresalen Kunkel en 1955; Posnette y Cropley en 1956; Willison en 1962; Marenaud y Bernhard en 1968; Nemeth en 1970, y Thomson en 1970, citados por Walker en 1975 (40), han puesto de manifiesto que la inoculación de una raza benigna de un virus en una planta, la protege de los efectos de una raza virulenta de ese mismo virus; a este fenómeno se le ha dado el nombre de "protección cruzada".

Cárdenas y Gálvez, en 1979 (6) hacen una descripción de estudio efectuado sobre el virus que origina el mosaico dorado del frijol *Phaseolus vulgaris* L., trabajo efectuado en Colombia; comentan que una vez aislado el virus, se purificó parcialmente, se disoció y analizó por medio de electroforesis de geles de poliacrilamida para ácidos nucleicos y proteínas; el ácido nucleico extraído se expuso a pruebas de sensibilidad a nucleasa, determinándose que el virus del mosaico dorado del frijol es una partícula con peso molecular aproximado de 10×10^6 daltones; partícula formada por ADN y dos proteínas con peso molecular de 38 a 55 mil daltones, respectivamente, indican que el VMDF-ADN no presentó migración en los geles de poliacrilamida al 2.5%.

En 1979 (7), Cárdenas y Gálvez indican que estudiaron algunos aspectos relacionados con la distribución del virus

que origina el mosaico dorado del frijol dentro de la misma planta de *Phaseolus vulgaris*, además estudiaron la influencia de las variedades (tolerante: Porrillo 1, y susceptible: Top crop) y el efecto de la infección en el periodo de incubación, en la concentración y virulencia del virus. Comentan que el jugo o líquido extraído de hojas trifoliadas y tallos presentaron un virus con virulencia similar, sin embargo, la mayor concentración del virus se encontró en hojas trigoliadas; hubo menor concentración e inefectividad en la primera hoja trifoliada que en las siguientes, observando correlación directa entre sintomatología y concentración del virus. El virus se detectó a los 10 días después de efectuada la inoculación, alcanzando su máxima concentración a los 20 días; la concentración y virulencia del virus siempre resultó ser superior en la variedad susceptible (Top crop) que en la tolerante (Porrillo 1).

Cárdenas y Gálvez, en 1979 (6) reportaron que cuando las plantas de seis variedades de frijol se inocularon en hojas primordiales, primera, segunda y tercera hoja trifoliada; encontraron que los síntomas más claros y concentración del virus fue mayor en la primera hoja trifoliada; concluyendo que el uso de la centrifugación analítica de gradientes de densidad de sucrosa para determinar la concentración del virus en la planta, resultó ser un método preciso, eficiente y consistente para evaluar la resistencia al virus del mosaico dorado.

La ultraestructura nuclear en células de *Euphorbia heterophylla* fue significativamente revisada cuando *Euphorbia* fue naturalmente infectada por mosquita blanca *Bemisia tabaci* (Genn.) con virus del mosaico dorado, en Costa Rica. Kim, et al en 1979 (24) escribió los resultados obtenidos, indicando que la estructura del virus es granular, con fibrillas anilladas regionales en el núcleo de la célula huésped; el virus presenta un diámetro de 18 a 20 nm, esto se ha observado en células infectadas por virus con una simple cadena del genoma ADN, coincidiendo con lo expuesto por Gálvez, Goodman, Shock, Meiner y Bird (16, 19, 39, 28, 3 y 4).

En estudio efectuado por Reisman y colaboradores en 1979 (37), declaran que el ADN de una sola banda (sb ADN) del virus que origina el mosaico dorado del frijol, fue dividido en 2 componentes, mediante la electroforesis del gel de poliacrilamina en urea 8 M y mediante la tasa de sedimentación zonal en gradientes de densidad de sucrosa alcalina del 5 al 20 por ciento. El ADN viral no fraccionado o fraccionado y electroeludido de los geles de poli-acrilamina, se extendió para su observación con el microscopio electrónico. El ADN no fraccionado y el más lento de los dos componentes fraccionados contenían predominantemente moléculas circulares, mientras que el componente más rápido consistió de moléculas lineales; las moléculas circulares poseían longitudes de contorno de 8×10^5 daltones.

La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América, en 1980 (13), puntualizó que algunos virus vegetales (en su mayoría del tipo mosaico) se han aislado en forma pura, mostrando que tienen diversas formas; cilíndricas, esféricas y/o poliedricas; son inestables y resistentes al calor y a diversas sustancias químicas; indican que la infección producida por una cepa protege contra el daño que pueda causar una segunda cepa relacionada con la primera; señalan que la resistencia a la enfermedad es la capacidad inherente de una planta para impedir o reducir la entrada del inóculo y/o reducir el potencial bioquímico del huésped para inhibir el crecimiento y desarrollo del patógeno.

La naturaleza de la resistencia a enfermedades se debe a la morfología o mecánica de partes estructurales de las plantas que no permiten la penetración o inoculación de los patógenos que originan las enfermedades; así lo exponen Horsfall y Cowling en 1980 (21), señalando que la hipersensibilidad de las plantas es otra forma de resistencia, lográndose mayor eficiencia en la mejora de las plantas al obtener mayor consistencia (dureza), grosor de la epidermis y acción bioquímica antagónica al patógeno y a su vector; aseveran que la identificación del virus obliga a seguir las siguientes actividades:

1. Conocer la reacción del virus al calor; 2. Reacción a la dilución; 3. Reacción a el envejecimiento in vitro; 4. Reacción al aldehído fórmico y alcohol; 5. Pruebas serológicas; 6. Tipo de hùésped y sus reacciones; 7. Relación virus-hùésped y 8. Pruebas cruzadas.

Las evaluaciones del comportamiento de materiales o geroplasma de frijol *Phaseolus vulgaris* L. a nivel de campo, tienen el objetivo de conocer las alteraciones que ocasiona el mosaico dorado en la productividad de los cultivares; sobre ésto, Menten et al en 1980 (29), condujeron un experimento en el Brasil, determinando que los rendimientos de frijol son reducidos entre 64 y 71 por ciento cuando hay ataque del VMDF, reportando en 1980 que el peso de 100 semillas es reducido en 36.8%; la germinación se abate a 4.8%; la emergencia llega a solo 5.3%; deduciendo como aspecto secundario que las plantas obtenidas de semilla producida por plantas que presentaron síntomas de mosaico dorado, fueron significativamente más atacadas por otros patógenos, como, *Alternaria spp.* y *Fusarium spp.*, considerando que ello se debe a falta de vigor en las plantulas.

La incidencia del daño que causa el mosaico dorado varía con la región, pero aún más, con la infestación de mosca blanca *Bemisia tabaci*, principal vector del VMDF; así lo comprobó Carner en 1981 (8), indicando que al trabajar en 3 localidades del Brasil, encontró desigual distribución del mosaico dorado, de los 50 a 60 días después de la siembra, con

16, 92 y 91 por ciento de infección respectivamente en Sales Oliveira; Monte-mar, y Ourinhos; aclara que no se pudo establecer relación entre infestación de mosca blanca (No. de huevecillos en el envés de los foliolos) y porcentaje de infección; sin embargo, los resultados indican claramente que las poblaciones de mosca blanca fueron muy diferentes en las 3 localidades y ello repercutió en respuesta diferente de los materiales o germoplasma evaluado.

Sobre el Vector; Mosca Blanca

Los estudios efectuados sobre el virus que origina el mosaico dorado del frijol *Phaseolus vulgaris* L. inciden en aseverar que el vector del virus es la mosquita blanca *Bemisia tabaci* (Genn.) y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood); generos que pertenecen a la orden de los Homopteros, y se caracterizan por alimentarse del jugo que chupan en el envés de las hojas; la relación entre virus y vector es muy íntima y ello implica un conocimiento más amplio del vector, con el propósito de obtener materiales o germoplasma que presenten características que dificulten o sean barreras a la introducción del virus por los vectores, ésto, se considera que es más efectivo, práctico y de mayor valor que el buscar resistencia a el virus; atreviendonos a afirmar (con las reservas que el caso amerita), que algunos investigadores estan confundiendo tolerancia al virus, con resistencia a la inoculación del virus por el vector, ésta afirmación es hecha en base a análisis de sus mismos datos y considerando que la

resistencia de las plantas a el ataque de los insectos puede deberse a tres factores principales, según lo expuesto por Munford en 1931 (31) al afirmar y escribir que la resistencia en orden de importancia se debe a:

- 1º Agentes externos (características) protectores o epifilaxis (grosor de la epidermis, pubescencias, serosidad y coloraciones de partes vegetativas).
- 2º Condiciones internas o endofilaxis de las células vegetativas, las cuales repelen al insecto (aceites, alcalis o bases y ácidos orgánicos).
- 3º Indisponibilidad de la planta hacia los insectos, por no llenar sus requerimientos nutricionales.

Munford clasificó la resistencia de las plantas a el ataque de los insectos en forma general, amplia; y Painter en 1951 (36), dividió la resistencia en tres mecanismos más específicos, siendo:

- 1º No preferencia para ovipositar, para alimentarse y/o para buscar abrigo o protección.
- 2º Antibiosis, sustancias presentes en la planta que matan o afectan la biología y fisiología del insecto.
- 3º Tolerancia o resistencia, habilidad que tienen algunas plantas para resistir el ataque del insecto-problema

La resistencia de las plantas a el ataque de insectos es definida por Beck en 1965 (1), indicando que son características heredables, por las que una especie o individuo de cual-

quier cultivo, reduce la probabilidad de utilización sucesiva como hospedera, por alguna especie, raza, biotipo o individuo de algún insecto-problema; clasificó la resistencia de las plantas a el ataque de insectos en:

1º Resistencia a la oviposición

2º Resistencia a la alimentación y

3º Resistencia biofísica y bioquímica para sobrevivir al ataque de los insectos.

Sobre investigaciones relativas a transmisión del virus por vectores, se tiene el trabajo de Duffus en 1965 (12), afirmando que la incidencia del agente (virus) que origina el mosaico amarillo en acelga es transmitido por la mosquita común de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood); dice que el virus fue adquirido por mosquitas no virulentas, al ponerlas por un periodo de alimentación o adquisición de una hora, sobre acelgas con síntomas de mosaico; posteriormente, los vectores se transfirieron por una hora, sobre acelgas sanas; encontrando que el periodo de latencia o incubación es de aproximadamente 6 horas, y el virus es retenido por la mosquita por 6 días, para luego ser transferido o inoculado en plantas sanas. Concluye reconociendo que la relación virus-vector es similar a otros virus que son transmitidos por mosquita blanca, aunque los síntomas, tipo de hésped, rango de infección y sus efectos sean diferentes.

La habilidad de una planta para prevenir, restringir, reaccionar o retardar parcialmente el ataque de insectos-plaga, se considera como resistencia, así lo asentó Bell en 1969 (2), consignando los mecanismos de resistencia como:

1. Tolerancia, la planta sufre daños por una población de insectos que abaten a las plantas susceptibles.
2. No preferencia, la planta no es atractiva para la alimentación, reproducción u hospedaje.
3. Antibiosis, la planta afecta la biología o fisiología del insecto-plaga por compuestos tóxicos que se encuentran en los tejidos de las plantas.
4. Hipersensibilidad, la planta detecta la plaga e inactiva su acción por cambios morfológicos e histo-químicos rápidos que causan la muerte de los tejidos invadidos.

En la actualidad, el empleo de productos químicos para efectuar mutaciones o cambios morfológicos y/o fisiológicos es una alternativa para obtener materiales que posiblemente dificulten la inoculación del VMDF por su vector *Bemisia tabaci* (Genn.); sobre el uso de productos mutagénicos, Moh, en 1970 (30) reportó que al tratar semillas de frijol con cicasina (metil-azoxi-metanol - B-D-glucosido) a diferentes concentraciones, encontró frecuencias de mutaciones bastante elevadas, originando la identificación de dos categorías de mutaciones; clorofílicas y morfológicas, siendo esta última la más promisorias; Moh, termina aclarando que el aumen

to en la concentración de cicasina origina que el número de plantas sobrevivientes disminuya.

El virus del mosaico dorado del frijol *Phaseolus vulgaris* L., es transmitido por moscas blancas *Bemisia tabaci* (Genn.), así lo afirma Gámez en 1971 (14), para ésto, efectúo un estudio detallado, iniciandolo con el cultivo de moscas blancas *Bemisia tabaci* en camote *Ipomea batatas* libre de virus, para la adquisición del virus, las mosquitas fueron expuestas a alimentarse en plantas de frijol infectado (variedad Top crop) por tres días, y después de la adquisición las mosquitas fueron transferidas (10 adultos) a plantas sanas, a los 4, 6, 8, 11, 14, 17 y 21 días después de iniciado el experimento; en base a los resultados, Gámez indica que hay una relación entre la duración del periodo de adquisición y la retención del virus por la mosquita blanca; encontró que cuando los insectos tuvieron un periodo de adquisición de 6 horas, la retención del virus fue hasta de 16 días, y cuando la adquisición del virus fue de 48 horas, las mosquitas lo transmitían hasta después de los 21 días; ésto, indica que entre mayor fue el periodo de adquisición, mayor fue la duración del poder de transmisión; finalmente, comenta que la mosquita puede adquirir el virus a las 3 horas y tiene la capacidad de transmitirlo inmediatamente, sin embargo, la adquisición y transmisión es más satisfactoria si el periodo de alimentación aumenta a 48 horas; confirmando que la relación entre virus del mosaico dorado y la mosquita es del tipo circulativo, aunque no existe evidencia en

contra de la posibilidad de incremento del virus dentro del vector.

Sobre la descripción del vector del virus que origina el mosaico dorado del frijol, Hernández, en 1972 (20) hace una amplia descripción sobre la mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), indicando que en el estado de Morelos es muy abundante durante el periodo de sequía; la hembra oviposita en el envés de las hojas; pone más de 100 huevecillos desordenadamente en posición vertical, tienen forma de huso, con el polo superior más agudo que el inferior, terminando en un pedicelo de 300 micras, los huevecillos recién ovipositados son de color verde pálido, y posteriormente el color cambia a café oscuro, el periodo de incubación varía de 6 a 8 días con temperaturas medias que fluctúan de 20° a 28°C. La ninfa recién nacida tiene forma oval, delgada, aplana, semi-transparente, y originalmente es de color verde pálido, posteriormente su color es blanco con una franja amarilla en la parte media del abdomen, observando la ninfa por el dorso, su cuerpo es más ancho por la parte anterior, sus ojos son rojos, y la duración del estado ninfal es de 10 a 14 días; con respecto a la pupa, tiene una envoltura pupal convexa, midiendo 0.7 mm de largo, presenta filamentos serosos transparentes, característica que se utiliza para identificar la especie; el adulto tiene alas blancas, los apéndices y cuerpo presentan tinte amarillento, miden aproximadamente 1.5 mm de largo, el macho es más pequeño que la hembra y ésta, dura ovipositando entre 3 y 4 días, el adulto es muy activo y

su longevidad es de 30 a 40 días.

El conocimiento de plantas hospederas del virus que origina el mosaico dorado del frijol, así como del vector, es una necesidad, si es que se quiere contribuir realmente a la solución del problema; por ello, se ha tomado información del trabajo efectuado por Ruberté y Franklin en 1975 (38), dando a conocer las principales características de las hospederas del VMDF y la mosquita blanca (vector), siendo en orden de importancia, las familias Euforbiáceas, Malváceas, Amarantáceas y Portulacáceas. Sobre las Euforbiáceas, Ruberté y Franklin, comentan que generalmente son arbustos que producen raíces amiláceas comestibles que son usadas como alimento básico, la porción comestible vegetativa generalmente es la hoja casi madura, hojas jóvenes y partes tiernas del tallo; indican que el contenido de proteína en las hojas varía del 17.8 al 34.5 por ciento. Sobre las Malváceas, el género *Sida* spp. es generalmente usado como fuente de hojas verdes, *Sida alba* (L.) se usa como alimento en Africa Central; las especies varían de hierbas enanas a arbustos semileñosos, son plantas arvenses, prolífica y constituye una molestia donde se le encuentre.

Amarantáceas; Ruberté y Franklin, en 1975 (38), las describen como una familia formada por especies comestibles favorecidas por ataque de insectos chupadores y masticadores; las especies *Amaranthus paniculatus*, *A. tricolor*, *A. cruentus*, con nombres comunes de espinaca china, amaranto comestible y moco de pavo, respectivamente, son hojas comestibles, son anuales, her

báceas, eréctiles y con escasa ramificación, hojas pequeñas (5 a 10 cms de longitud), flores pequeñas que crecen en abundancia sobre espigas terminales o axilares. Finalmente, hacen una descripción breve de las portulacáceas, sobresaliendo *Portulaca oleracea* o verdolaga, es un yerbajo espontáneo, tiene amplia adaptación debido a su alta flexibilidad genética; es suculenta, resiste la sequía, es anual, follaje liso, hojas verde oscuro y en ocasiones se tiñen de rojo.

Para la lucha contra agentes o insectos vectores de virus, Llacer, en 1978 (26) indica que sólo será efectiva la lucha cuando se trata de virus persistentes, o sea, que el virus necesita incubarse durante algún tiempo dentro del vector y para ello propone buscar resistencia relativa (resistencia al ataque de vectores o a la penetración del virus), debido a que tolerancia constituye realmente la formación de un foco de infección que a futuro será más grave que benéfico.

Posiblemente algunos componentes químicos del frijol tengan efecto negativo sobre las probosis de insectos chupadores, y el aumento del contenido de tanino en el follaje del frijol es una de las alternativas para evitar que la mosquita inocule o introduzca el virus que origina el mosaico dorado; en ésto, la participación del fitomejorador será decisiva y el estudio de Ma y Bliss, en 1978 (27), contiene información aprovechable; indicando que estimaron el contenido de tanino en semillas de frijol común, mediante el uso del pro-

cedimiento modificado de Vainillina-HCL, encontrando que semilla blanca no contenía tanino detectable y en semillas de color, el tanino se localizaba en las testas, sin embargo, no se encontró relación significativa entre contenido de tanino y color de testas de las semillas. Ma y Bliss analizaron 4 poblaciones F_2 que resultaron del cruzamiento entre progenitores que diferían en color de testa y contenido de tanino, determinando alta heredabilidad en sentido amplio para contenido de tanino, finalizan diciendo que en las poblaciones F_2 hubo semillas con testas negras con alto contenido de tanino, semillas recombinantes con testas de diferentes colores y contenido variable de tanino.

Se ha comentado que la mosquita blanca *Bemisia tabaci* (Genn.) es el principal vector del virus que origina el mosaico dorado del frijol, sin embargo, se desconoce el daño y el efecto que posiblemente ocasiona la mosquita, independientemente de ser vector del virus; sobre esto, Larios, en 1979 (25) reportó que las pérdidas ocasionadas por daño mecánico de *Bemisia tabaci* (Genn.), en algodónero, fueron calculadas con la ecuación de Mound, $Y = 66 \log. (x + 1)$, de donde, $X =$ ninfas por hoja, y $Y =$ % de reducción del rendimiento; el daño fue calculado por medio de mediciones de rendimiento de pares de plantas adyacentes (sanas e infectadas antes de la floración), datos con lo que se derivó la función $Y = 0.442 x$, de donde $X =$ % de plantas enfermas, $Y =$ % de pérdidas en rendimiento y $0.442 =$ constante que indica que una planta enferma deja de producir 42.2% con respecto a la plan

ta vecina sana; Larios concluye comentando que los daños mecánicos ocasionados por mosquita fueron de 217, 1 243 y 164 kilos por hectárea de algodón, durante 1976, 1977 y 1978, respectivamente, y finaliza pidiendo mayor precisión y cantidad en los estudios sobre daños mecánicos de los chupadores.

Ospina, en 1979 (35) hizo una breve descripción de la mosquita blanca *Bemisia tabaci*, consignando que la mosquita es vector del mosaico dorado y del moteado clorótico; el adulto es de color blanco, oviposita en el envés de las hojas, inserta los huevecillos por medio de un pedicelo y generalmente oviposita 200 huevecillos en 5 a 12 días; comenta que el ciclo total de *Bemisia tabaci* es de 34 a 77 días, en ocasiones hasta 100 días, dependiendo de las condiciones meteorológicas; el periodo de incubación del huevecillo varía de 6 a 8 días, la duración del estado ninfal es de 8 a 14 días, el estado pupal de 5 a 15 días, y el adulto tiene longevidad de 15 a 40 días.

Las moscas blancas (Homopteras) son ampliamente conocidas por su capacidad de transmitir 28 virus del frijol y de otros cultivos, así lo declara Gálvez y Cárdenas durante 1980 (17), indicando que los síntomas del mosaico dorado son claramente visibles; las hojas registran un color amarillo brillante o dorado, y se puede inocular el VMDF en forma mecánica; indican que la incidencia de la enfermedad se puede reducir mediante la eliminación de fuentes alternantes del inoculo (hospederas), rotación de cultivos, y el empleo de productos químicos para controlar el vector (mosca blanca).

MATERIALES Y METODOS

El trabajo experimental se estableció y condujo en un lote del Campo Agrícola Experimental Las Huastecas (CAEHUAS), ubicado en el kilómetro 55 de la carretera Tampico-Mante, en el municipio de Altamira, Tamaulipas. En este estudio se utilizaron 24 genotipos, entre líneas y variedades; veintidos líneas introducidas a México de Cali, Colombia, germoplasma reportado como tolerante al virus que origina el mosaico dorado del frijol, y dos variedades comerciales mexicanas, una de ellas susceptible al mosaico dorado y otra con tolerancia.

Las líneas introducidas formadas en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en Cali, Colombia, fueron las siguientes:

1. 1144	9. 1266	17. D-143
2. 1176	10. 1298	18. D-144
3. 1194	11. 1353	19. D-148
4. 1196	12. 1374	20. D-149
5. 1209	13. 1435	21. D-150
6. 1234	14. D-30	22. P-675
7. 1240	15. D-37	
8. 1250	16. D-83	

La variedad Jamapa es el genotipo comercial que se siembra a nivel regional y nacional, es susceptible al mosaico dorado del frijol, y Negro Huasteco es tolerante, esta variedad de frijol proviene de material de Colombia y fue liberada en México en

1982; se originó de la cruce ICA-Pijao x Porrillo 70, con genealogía DR 3557-8g-CM (11).

Diseño experimental

El material genético fue establecido en el campo bajo un experimento factorial en diseño de bloques al azar, los factores fueron dos; genotipos y transmisión del VMDF, originando 48 tratamientos por repetición, las repeticiones fueron cuatro, para ello, se empleó una superficie uniforme que en el ciclo agrícola anterior se mantuvo sin sembrar; la distancia entre surcos fue de 0.80 m; con una distancia entre plantas de 0.03 a 0.05 y entre genotipos de 0.30 m. La parcela total fue de 10 plantas y la parcela útil de 5 plantas inoculadas con el virus causante del mosaico dorado y 5 plantas libres a la acción de la mosquita blanca *Bemisia spp.* El área total fue de 2 surcos x 0.80 m x 20 m = 32 x 2 = 62 m², Figura 1A.

Tratamientos

Los tratamientos fueron 48; 24 resultaron de la inoculación mecánica del virus que origina el mosaico dorado, sobre 24 genotipos y 24 tratamientos consistieron en dejar los genotipos a libre inoculación del virus (VMDF) por la mosquita blanca *Bemisia spp.*, Cuadro 1A.

La siembra del material se efectuó el 4 de marzo de 1983, anexo a un lote con frijol de la variedad Jamapa, de un mes de edad, altamente susceptible al mosaico dorado del frijol,

Cuadro 1A. Genotipos, transmisión del virus VMDF y tratamientos por repetición.

Campo Agrícola Experimental Las Huastecas. CIAGON-
1983

Genotipos	Transmisión del virus VMDF		
	inoculación mecánica	transmisión por mosquita blanca	
Jamapa (T)	1	25	T
N. Huasteco (T)	2	26	
1144	3	27	R
1176	4	28	
1194	5	29	A
1196	6	30	
1209	7	31	T
1234	8	32	
1240	9	33	A
1250	10	34	
1266	11	35	M
1298	12	36	
1353	13	37	I
1374	14	38	
1435	15	39	E
D-30	16	40	
D-37	17	41	N
D-83	18	42	
D-143	19	43	T
D-144	20	44	
D-148	21	45	O
D-149	22	46	
D-150	23	47	S
P-675	24	48	

(T) = Variedades testigo

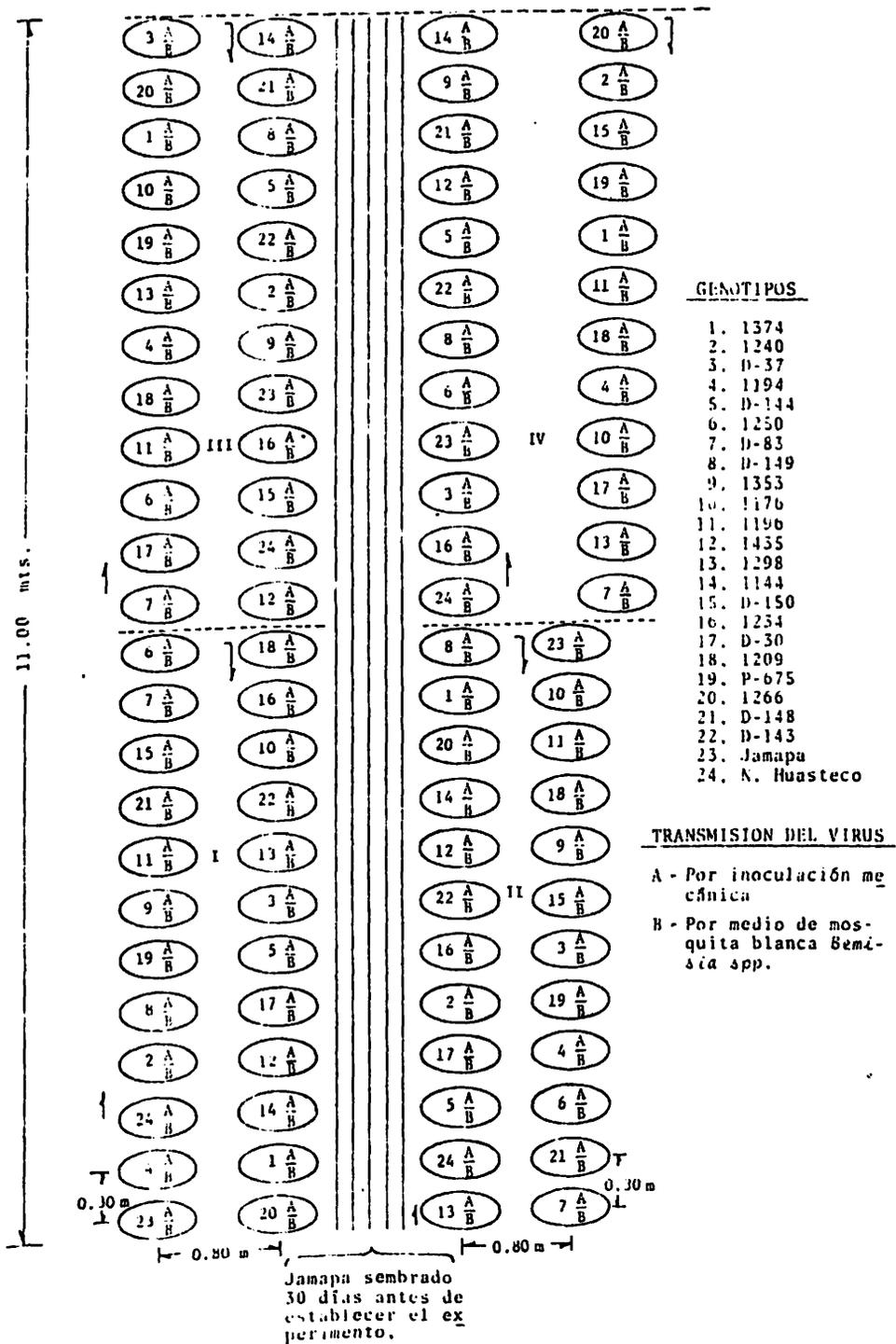


Figura 1 A. Distribución de tratamientos en bloques al azar, siembra en hill.

y en la que se observó alta población de mosquita blanca *Bemisia spp.*, transmisor del virus causante del mosaico dorado. Anexo también al lote experimental, a una distancia no mayor de 5 metros había sembradas otras especies, como zanahoria, lechuga, chile, betabel, acelgas, quelites, verdolagas, y hierba de la golondrina; cultivos y malezas que son hospederas de la mosquita antes mencionada y algunas de ellas consideradas como plantas alternantes del VMDF. La siembra se hizo en forma manual, primero se trazó el lote experimental, ubicando cada una de las 120 parcelas en base a diseño previamente elaborado; posteriormente, en cada punto donde se localizó cada parcela, se abrió el surco en forma de cajete, se puso agua para humedecer el suelo y se depositaron 10 semillas viables, se cubrió ligeramente con tierra y se repitió el riego. Se hizo una escarda para ayudar a la aereación y desarrollo de raíces del frijol, e indirectamente al área vegetativa; se efectuaron tres riegos, el 4, 18 y 25 de marzo de 1983, el propósito fue mantener plantas suculentas, apetecidas por mosquita blanca, además de mantener el virus que origina al mosaico dorado del frijol en hojas y yemas terminales.

Obtención del inóculo

Para la obtención del extracto o savia con el virus (VMDF) se utilizó la metodología propuesta por Bird et al, en 1977 (3), se escogió follaje tierno con mosaico bien definido, en plantas de la variedad de frijol Jamapa, para la maceración se usaron morteros y trituradores mantenidos a temperatura

de 18°C, la trituración se hizo en presencia de solución amortiguadora fría de fosfato potásico (0.1 M K_2HPO_4 pH 7.0) a razón de 4 hojas tiernas y frescas por 4 gotas de la solución amortiguadora; la solución líquida o savia diluida fue utilizada para hacer inoculaciones sobre plantas de frijol sano.

Inoculación del patógeno

Antes de efectuar la inoculación, se lavaron las hojas primordiales (hojas verdaderas) de las plantas de frijol a inocular, para ello, se utilizó agua destilada estéril; luego con un salero se esparció carborundum (M-600) sobre el haz o superficie adaxial humedecida y con una hasa de vidrio esterilizado se tomó solución de savia diluida que se distribuyó en el área con carborundum, a continuación, con la misma hasa se frotó firmemente sobre las hojas; la inoculación mecánica se hizo el 17 de marzo de 1983, cuando la plantula tenía 7 días de haber emergido.

Distribución e incremento de mosca blanca

No se aplicó ningún producto químico para controlar insectos, se protegió e incrementaron los quelites *Amaranthus tricolor* y *Amaranthus cruentus* L. y las malezas conocidas como pascua o noche buena *Euphorbia* spp., verdolaga *Portulaca oleracea* L., y malezas conocidas como hierba de la golondrina, *Euphorbia hipersicae* y *E. sespers*; las cuales son plantas alternantes u hospederas del virus que origina el mosai-

co dorado y de mosquitas blancas *Bemisia spp.*

Cuantificación de plantas con mosaico dorado, sobre genotipos inoculados.

Las características para identificar plantas de frijol con mosaico dorado son: hojas de color amarillo-oro entre las nervaduras, con moteado de verde; si hay formación de vainas, son deformes, enroscándose sobre si mismo, semejando cuerno de borrego; si la infección se presenta antes de la floración, no hay formación de vainas y la planta se conserva verde durante todo el ciclo, éste último síntoma prevalece aún después de haberse cosechado todo el material que no fue infectado. En base a la sintomatología descrita, se tomó nota de las plantas inoculadas que presentaban mosaico dorado (plantas etiquetadas), además de plantas inoculadas que no presentaron sintomatología de la enfermedad, el conteo de material enfermo y sano se hizo el 21 de abril de 1983, 21 días después de la inoculación y 41 días después de la emergencia de las plantulas.

Cuantificación de plantas con mosaico dorado transmitido por poblaciones libres de mosquita blanca *Bemisia spp.*

Al momento de hacer inoculaciones mecánicas del virus que origina el mosaico dorado del frijol (VMDF), se dejó el 50 por ciento del material sin inocular, el propósito fue conocer que incidencia de mosaico dorado era transmitido por poblaciones libres de mosquita blanca *Bemisia spp.*, pa

ra ésto, el 21 de abril de 1983 se hicieron conteos de plantas de frijol que no fueron inoculadas, y presentaban mosaico dorado, además se tomó nota de las plantas que estaban libres de la enfermedad; la revisión de plantas fue individual y la oscultación se hizo meticulosamente.

Análisis de genotipos con mosaico dorado

En base a plantas sanas establecidas para hacer inoculaciones mecánicas con el virus que origina el mosaico dorado e inoculaciones libres por mosquita blanca *Bemisia spp.*, y conocido el total de plantas por parcela con mosaico dorado transmitido por inoculaciones mecánicas y por el vector, se procedió a hacer los análisis de covarianza correspondientes, donde la variable independiente (X) fue el número de plantas sanas inoculadas y la variable dependiente (Y) fue el número de plantas con síntomas de mosaico dorado.

Para los análisis de varianza para variable independiente (X) y dependiente (Y) se utilizó el siguiente modelo lineal.

$$Y_{ijk} = \mu + T_{ij} + B_k + E_{ijk}$$

Donde:

$$ij = 1, 2, \dots, T$$

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

Y_{ijk} = observación del i^{th} genotipo con el j^{th} manejo en la k^{th} repetición.

μ = media general

T_{ij} = efecto del i^{th} genotipo con el j^{th} manejo = tratamiento.

B_k = efecto al azar del k^{th} bloque o repetición.

E_{ijk} = Errores aleatorios con media cero, varianza y sin correlación entre sí.

El calculo de grados de libertad (g.l), suma de cuadrados (S.C), varianza para cada fuente de variación (C.M), y prueba de F para variable independiente (X) y dependiente (Y) fueron calculados en la siguiente forma:

Fuente de variación	g.l	S.C.	C.M.	F.Cal.
Repeticiones (r)	$n_r - 1$	$\frac{\sum_k X^2_{..k}}{vm} - \frac{X^2_{...}}{vmr} = (A)$	$\frac{(A)}{n_r - 1} = H$	$\frac{H}{N}$
Tratamientos (T)	$n_T - 1$	$\frac{\sum_{ij} X^2_{ij.}}{r} - \frac{X^2_{...}}{vmr} = (B)$	$\frac{(B)}{n_T - 1} = J$	$\frac{J}{N}$
Variedades (v)	$n_v - 1$	$\frac{\sum_i X^2_{i..}}{mr} - \frac{X^2_{...}}{vmr} = (C)$	$\frac{(C)}{n_v - 1} = K$	$\frac{K}{N}$
Manejo (m)	$n_m - 1$	$\frac{\sum_j X^2_{.j.}}{vr} - \frac{X^2_{...}}{vmr} = (D)$	$\frac{(D)}{n_m - 1} = L$	$\frac{L}{N}$
Interacción Vars. x Manejo	$(n_v - 1)(n_m - 1)$	$\left[\frac{\sum_{ij} X^2_{ij.}}{r} \right] - \frac{X^2_{...}}{vmr} - (C) - (D) = (E)$	$\frac{(E)}{(n_v - 1)(n_m - 1)} = M$	$\frac{M}{N}$
Error	$(n_r - 1)(n_T - 1)$	$(F) - (C) - (D) - (E) - (A) = (G)$	$\frac{(G)}{(n_r - 1)(n_T - 1)} = N$	
Total	$(n_v n_m n_r) - 1$	$\sum_{ijk} X^2_{ijk} - \frac{X^2_{...}}{rvm} = (F)$		

n_r = número de repeticiones

n_v = número de variedades

n_T = número de tratamientos
(n_v) (n_m)

n_m = formas de manejo

Para los análisis de covarianza del experimento factorial en diseño de bloques al azar, se utilizó el siguiente modelo lineal.

$$Y_{ijk} = \mu + T_{ij} + B_k + \beta (X_{ij.} - X_{...}) + E_{ijk}$$

Donde:

$$ij = 1, 2, \dots, T \qquad k = 1, 2, \dots, B$$

Y_{ijk} = Media del i^{th} genotipo con el j^{th} manejo en la k^{th} repetición, ajustado, variable dependiente.

μ = media general

T_{ij} = efecto fijo del i^{th} genotipo con el j^{th} manejo = tratamiento

B_k = efecto al azar del k^{th} bloque o repetición.

β = coeficiente de regresión

$X_{ij.}$ = media del i^{th} genotipo con el j^{th} manejo, variable independiente

$X_{...}$ = media general de la variable independiente

E_{ijk} = error experimental

El coeficiente de regresión se determinó en la siguiente forma:

$$\beta = \frac{Sp(xy)}{S.C(x)}$$

Donde:

$Sp(xy)$ = suma del productor del error de la variable independiente (x) por la variable dependiente (y)

S.C (x) = suma del cuadrado del error de la variable independiente.

Para identificar si había necesidad de ajustar medias de tratamientos, o genotipos con mosaico dorado, transmitido por inoculaciones mecánicas o por mosquita blanca, se analizó la homogeneidad de regresión entre medias de tratamientos, acen-
tando las hipótesis de igualdad y alternante, $H_0: \beta = 0$ y $H_A: \beta \neq 0$, haciendo ajustes cuando la Fc de homogeneidad de regre-
sión fue significativa, de acuerdo con el M.C. Padron Corral, utilizandose para ello la siguiente ecuación:

$$\hat{Y}_{ijk} = Y_{ij.} - \beta (X_{ij.} - X_{...})$$

Donde:

\hat{Y}_{ijk} = media del i^{th} genotipo con el j^{th} manejo en la k^{th} re-
petición, ajustada, variable dependiente.

$Y_{ij.}$ = media del i^{th} genotipo con el j^{th} manejo, sin ajustar,
variable dependiente.

β = coeficiente de regresión.

$X_{ij.}$ = media del i^{th} genotipo con el j^{th} manejo, variable in-
dependiente.

$X_{...}$ = gran media de tratamientos, variable independiente.

La ganancia en precisión al analizar por covarianza se determinó en la siguiente forma:

$$E = \frac{S_y^2}{S^2_{A(yx)}} \times 100$$

Donde:

E = Eficiencia

S^2_y = varianza no ajustada para variable dependiente.

$S^2_{A(yx)}$ = varianza ajustada, variable dependiente ajustada por variable independiente.

El análisis de covarianza para el experimento factorial en diseño de bloque al azar fue elaborado apegándose a la forma indicada en el Cuadro 1; y el coeficiente de correlación entre número de plantas inoculadas en forma mecánica y/o por medio de la mosquita blanca, variable independiente (X), y número de plantas con mosaico dorado, variable dependiente (Y), se calculó por medio de la siguiente ecuación:

$$r = \frac{\text{Cov (XY)}}{\sqrt{S^2_x S^2_y}}$$

Donde:

$\text{Cov (XY)} = \frac{\Sigma(xy)}{n-1}$ y $\Sigma(xy)$ = suma del producto de la desviación de la variable independiente (X) por la desviación de la variable dependiente (Y).

$S^2_x = \frac{\Sigma x^2}{n-1}$ y Σx^2 = suma del cuadrado de la desviación de la variable independiente (X) con respecto a la medida de tratamientos.

$S^2_y = \frac{\Sigma y^2}{n-1}$ y Σy^2 = suma del cuadrado de la desviación de la variable dependiente (Y) con respecto a la media de tratamientos.

Cuadro 1. Análisis de covarianza del experimento factorial en bloques al azar.

Fuentes de Variación	G.L	S.C. (x)	Sp (xy)	S.C. (y)	R.L.	Y Ajustada por X	S.C.R.
Total	(nvmnr)-1	$\sum_{ijk} X^2_{ijk} - \frac{X^2_{...}}{rvm}$	$\sum_{ijk} (X_{ijk})(Y_{ijk}) - \frac{(X_{...})(Y_{...})}{rvm}$	$\sum_{ijk} Y^2_{ijk} - \frac{Y^2_{...}}{rvm}$			S.C.R(Error + Trats.)-S.C.Reg. Error
Repeticiones	(nr - 1)	$\sum_k \frac{X^2_{.k}}{vm} - \frac{X^2_{...}}{rvm}$	$\sum_k \frac{(X_{.k})(Y_{.k})}{vm} - \frac{(X_{...})(Y_{...})}{rvm}$	$\sum_k \frac{Y^2_{.k}}{vm} - \frac{Y^2_{...}}{rvm}$			
Tratamientos	(nvm)-1	$\sum_i \frac{X^2_{i.}}{r} - \frac{X^2_{...}}{rvm}$	$\sum_i \frac{(X_{i.})(Y_{i.})}{r} - \frac{(X_{...})(Y_{...})}{rvm}$	$\sum_i \frac{Y^2_{i.}}{r} - \frac{Y^2_{...}}{rvm}$	(nvm)-1		
Variedades	(nv-1)	$\sum_i \frac{X^2_{i.}}{mr} - \frac{X^2_{...}}{rvm}$	$\sum_i \frac{(X_{i.})(Y_{i.})}{mr} - \frac{(X_{...})(Y_{...})}{rvm}$	$\sum_i \frac{Y^2_{i.}}{mr} - \frac{Y^2_{...}}{rvm}$	(nv-1)		
Manejo	(nm-1)	$\sum_i \frac{X^2_{i.}}{vt} - \frac{X^2_{...}}{rvm}$	$\sum_i \frac{(X_{i.})(Y_{i.})}{vt} - \frac{(X_{...})(Y_{...})}{rvm}$	$\sum_i \frac{Y^2_{i.}}{vt} - \frac{Y^2_{...}}{rvm}$	(nm-1)		
Int. Vars. x Manejo	(nv-1)(nm-1)	$\sum_{ij} \frac{X^2_{ij.}}{r} - \frac{X^2_{...}}{rvm} - S.C.Var. - S.C.Manejo$	$\sum_{ij} \frac{(X_{ij.})(Y_{ij.})}{r} - \frac{(X_{...})(Y_{...})}{rvm} - S.p.(Vars.) - S.p.(manejo)$	$\sum_{ij} \frac{Y^2_{ij.}}{r} - \frac{Y^2_{...}}{rvm} - S.C.(Vars.) - S.C.(manejo)$	(nv-1)(nm-1)		
Error	(nr-1)(nt-1)	S.C. Tot. - S.C.Trats. - S.C. Repts.	S.p. Tot. - S.p. Trats. - S.p. Repts.	S.C. Tot. - S.C.Trats. - S.C. Repts.	(nr-1)(nt-1)-1		
Error + Trats.	(nr-1)(nt-1)+(nvm)-1	S.C. Error + S.C. Trat.	S.p. Error + S.p. Trats.	S.C. Error+S.C.Trats.	(nr-1)(nt-1)+(nvm)-2		
Homogeneidad de regresión					(2-1)		$\frac{S.p.(XY)^2}{S.C.(X)}$

$n-1$ = grados de libertad para tratamientos.

$X \text{ ó } Y = X_{ij} - X_{...}$; X_{ij} = observación media del i^{th} genotipo con el j^{th} manejo y $X_{...}$ = media general de tratamientos (μ).

El coeficiente para determinar la pendiente de la línea de regresión se calculó con la siguiente ecuación:

$$\beta = \frac{\Sigma XY}{\Sigma X^2}$$

Donde:

$$\Sigma XY = (X_i - X_{..}) (Y_i - Y_{..})$$

$$\Sigma X_i^2 = (X_i - X_{..})^2$$

Información metereológica

El experimento estuvo expuesto a condiciones ambientales naturales, registrándose temperaturas extremas máximas de 42.5°C durante el mes de abril y extrema inferior de 11°C en marzo; la precipitación total de marzo a junio fue de 104.2 milímetros, con 80.1 milímetros durante mayo, siendo la precipitación máxima registrada; la temperatura media máxima, media mínima, promedio, extrema superior, extrema inferior y milímetros de lluvia registrada durante la conducción de este estudio se han concentrado en el Cuadro 2, y en base a la información, se está considerando que las temperaturas extremas superiores fueron responsables del aborto masivo de flores en todos los genotipos, por lo que no se evaluó la producción de grano, sin embargo, los síntomas de mosaico dora-

do se presentaron a los 13 días después de la inoculación mecánica del VMDF (30 Marzo de 1983), esperándose hasta el 21 de abril para cuantificar el total de plantas enfermas; considerándose que las altas temperaturas ambientales favorecieron que el virus acelerara su acción y se registrara el mosaico dorado 7 días antes de lo previsto, resultado que coincide con lo expuesto por Meiners et al, en 1973 (28), afirmando que los síntomas de mosaico dorado se observan por lo menos una semana antes de lo esperado cuando la temperatura ambiental se mantiene a temperaturas mayores o iguales a 27°C, por dos a tres semanas después de la inoculación.

Prueba de Rango Múltiple de Duncan

La prueba de Duncan permitió comparar todas las medias de tratamientos, medias de genotipos, medias resultantes del manejo o forma de inoculación del VMDF, y las comparaciones efectuadas fueron $n_T(n_T-1) \div 2$. En las comparaciones de medias, para este estudio, se utilizó el error estandar de la media ($S\bar{x}$ o $S\bar{y}$), para cada una de las variables (X o Y) correspondientes, además del límite de significancia para las comparaciones, L.S.(x) o L.S.(y), y al pie de cada cuadro aparecen los valores correspondientes a el error estandar, y el límite de significancia para medias.

Cuadro 2. Temperaturas en °C y precipitaciones registradas en milímetros.
 Campo Agrícola Experimental Las Huastecas. CIAGON-1983.

Mes	Temperatura °C				Precipitación en mm
	\bar{X} máxima	\bar{X} mínima	Media	Ext. Superior Ext. Inferior	
Marzo	26.64	16.96	23.30	34.0 11.0	9.2
Abril	32.45	19.38	25.91	42.5 12.0	0.0
Mayo	32.08	23.77	27.92	36.0 15.0	80.1
Junio	34.83	24.13	29.48	40.0 17.0	14.9
Media	32.25	21.06	26.65	38.12 13.75	26.05
					Σ 104.12

RESULTADOS

La información obtenida para determinar el comportamiento de genotipos de frijol inoculados en forma mecánica con el virus que origina el mosaico dorado y genotipos expuestos a libre inoculación del virus por mosquita blanca *Bemisia spp*, no incluye rendimiento, debido a que el experimento se estableció en el campo el 4 de marzo de 1983, y la floración se presentó en los últimos días de abril, mes en el que las temperaturas extremas superiores y mínimas llegaron a 42.5° y 12°C, ocasionando el aborto masivo de flores en plantas sanas, mientras que plantas con mosaico dorado no registraron floración.

Los resultados obtenidos en orden de importancia secuencial y presentación son:

- A. Respuesta de Genotipos de Frijol a la Inoculación Mecánica con el Virus VMDF,
- B. Respuesta de Genotipos de Frijol a la Inoculación del VMDF por Poblaciones Libres de Mosquita Blanca *Bemisia spp*:
- C. Comparación de la Respuesta de Genotipos de Frijol a la Inoculación con el VMDF en Forma Mecánica y por Poblaciones Libres de Mosquita Blanca *Bemisia spp*.

La información obtenida fue analizada por covarianza, y las variables fueron: número de plantas iniciales o establecidas para inocular en forma mecánica y por mosquita blanca, como variable independiente (X), y número de plantas con mosaico dorado, como variable dependiente (Y); primeramente se e-

fectuaron los análisis de varianza para cada variable, y posteriormente el análisis de covarianza. Para conocer la relación entre plantas establecidas o inoculadas con el virus VMDF y plantas con mosaico dorado para cada genotipo combinado con inoculación mecánica y con inoculación por mosquita blanca, y determinar asociación entre variables, se corrieron las regresiones y correlaciones correspondientes a los resultados A, B y C.

A. Respuesta de Genotipos de Frijol *Phaseolus vulgaris* L. a la Inoculación Mecánica con el Virus VMDF.

El número de plantas de frijol establecidas e inoculadas mecánicamente con el virus VMDF, por genotipo, se presentan en la primer columna del Cuadro 3, y el análisis de varianza, en la prueba de F, indica que no hubo diferencias significativas en el número de plantas inoculadas entre genotipos, al nivel del 5 y 1 por ciento de probabilidad, Cuadro 4, y para corroborar lo anterior, se efectuó la prueba de rango múltiple de Duncan al nivel del 5 por ciento de probabilidad, identificando que si había diferencias significativas, observándose en el Cuadro 3 que se formaron tres grupos dentro de los 24 genotipos estudiados; en el primer grupo, el rango de plantas inoculadas fue de 16 a 20, con diferencia máxima de cuatro plantas; el segundo grupo mostró un rango de 13 a 19, con diferencia máxima de 6 plantas, y el tercero con rango de 13 a 17 con diferencia de 4; el primero y segundo grupo se formaron por 22 de los 24 genotipos y el tercero con 14, identificándose que

Cuadro 3. Plantas de frijol *Phaseolus vulgaris* L. inoculadas mecánicamente con el virus VMDF, plantas con mosaico dorado y respuesta de los genotipos en porcentajes de plantas enfermas con respecto a plantas inoculadas y a la media general.

Campo Agrícola Experimental Las Huastecas
CIAGON-1983

Genotipos	Plantas de frijol		% de plantas con mosaico dorado	
	Inoculadas (X)	Enfermas (Y)	Por genotipo	Contra media general
Jamapa (T)	17 abc <u>1/</u>	10 ab <u>1/</u>	58.82	58.82
N. Huasteco (T)	16 abc	8 ab	50.00	47.06
1144	17 abc	7 ab	41.17	41.17
1176	13 bc	8 ab	61.53	47.06
1194	17 abc	9 ab	52.94	52.94
1196	16 abc	11 ab	68.75	64.70
1209	18 ab	8 ab	44.44	47.06
1234	19 ab	11 ab	57.89	64.70
1240	18 ab	7 ab	38.89	41.17
1250	18 ab	5 ab	27.78	29.41
1266	17 abc	10 ab	58.82	58.82
1298	17 abc	12 a	70.58	70.59
1353	17 abc	6 ab	35.29	35.29
1374	16 abc	12 a	75.00	70.59
1435	19 ab	10 ab	52.63	58.82
D-30	19 ab	9 ab	47.37	52.94
D-37	19 ab	7 ab	36.84	41.17
D-83	20 a	11 ab	55.00	64.70
D-143	16 abc	7 ab	43.75	41.17
D-144	11 c	4 b	36.36	23.52
D-148	16 abc	7 ab	43.75	43.75
D-149	18 ab	9 ab	50.00	52.94
D-150	20 a	11 ab	55.00	64.70
P-675	16 abc	5 ab	31.25	29.41
\bar{X}	17	8.5	49.75	50.10
C.V.	23.7%	50.87%		

(T) = Testigos

$S_{\bar{x}}$ = ,5062 y L.S. (x) = 7

$S_{\bar{y}}$ = ,54 y L.S. (y) = 7.48

1/ Cantidades con la misma letra, significa que los genotipos tuvieron estadísticamente igual comportamiento al nivel del 5% de probabilidad (Duncan).

Cuadro 4. Análisis de varianza para genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. establecidos e inoculados mecánicamente con el virus VMDF.

Campo Agrícola Experimental Las Huastecas.
CIAGON-1983.

Fuentes de variación	g.l.	SC	CM	F.Cal.	F. Tab.	
					0.05	0.01
Genotipos	23	30.00	1.30	1.11	1.67 ns	2.07 ns
Repeticiones	3	9.33	3.11	2.66	2.74 ns	4.08 ns
Error	69	81.17	1.17			
Total	95	120.50				

ns = Diferencias estadísticamente no significativas.

estas diferencias podrían afectar la respuesta real de los genotipos y por consecuencia, la interpretación de los resultados; ésto, originó la necesidad de analizar por covarianza, con el propósito de ajustar plantas con mosaico dorado, por genotipo, a el número de plantas inoculadas con el virus VMDF.

El análisis de covarianza indica que no hay diferencias significativas en la prueba de F, al nivel de probabilidad del 5 y 1 por ciento, para genotipos con mosaico dorado (Y), ajustados por plantas inoculadas (X), observándose en el Cuadro 5 que la homogeneidad de regresión indica que $F_c < F_{0.05}$ y $< F_{0.01}$, aceptándose la hipótesis nula o de igualdad $H_0: \beta=0$, por lo que la respuesta de los genotipos siguen líneas paralelas a la línea de regresión y no hay necesidad de hacer ajustes, sin embargo, para identificar genotipos con menor proble

Cuadro 5. Análisis de covarianza para genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. inoculados mecánicamente con virus que origina el mosaico dorado y población de plantas enfermas.

Campos Agrícola Experimental Las Huastecas. CIAGON-1983

Fuentes de variación	SC (X)	g.l.	SP (XY)	SC (Y)	Y ajustada por X					
					g.l.	SCR	CM	Fc	F 0.05	F 0.01
Total	108.959	95	34.75	120.50						
Bloques	14.209	3	10.00	9.33						
Genotipos	23.959	23	11.50	30.00	23	26.015	1.13	0.97	1.66 ns	2.07 ns
Error	70.971	69	13.25	81.17	68	78.69	1.16			
Genotipos + Error	94.75	92	24.75	111.17	91	104.705	1.15	0.99		
Homogeneidad					1	2.48	2.48	2.13	3.98 ¹ /ns	7.02 ns

1/ La hipótesis nula ($H_0\beta = 0$) se cumple, $F_c < F_{0.05}$, la media de cada genotipo se ajusta perfectamente a la línea de regresión, la respuesta de los materiales siguen líneas paralelas.

ns = Diferencias estadísticamente no significativas.

ma de mosaico dorado, se corrió la prueba de rango múltiple de Duncan al nivel del 5 por ciento de probabilidad, la que los clasificó en dos grupos, el primero se formó por 23 de las 24 líneas estudiadas y el segundo se formó por 22 líneas, observándose en el Cuadro 3 que los genotipos con menor incidencia de plantas con mosaico dorado, fueron las líneas, 1250, P-675 y D-144, con 27.78, 31.25 y 36.36 por ciento de plantas enfermas, con respecto a plantas inoculadas por genotipo, y 29.41 y 23.52 por ciento de incidencia, con respecto a la media experimental (μ).

El coeficiente de correlación entre plantas inoculadas - (X) y plantas con mosaico dorado (Y), fue $r = 0.4159$ y el coeeficiente de regresión fue 0.4931, indicando que por cada planta inoculada con el virus VMDF, se espera un 49.31 por ciento de probabilidad de que se presente mosaico dorado, ésto, se muestra en las Figuras 1 y 2.

La eficiencia de analizar la información resultante de inocular plantas de frijol *Phaseolus vulgaris* L., por medio de covarianza o por análisis de varianza, no difirió, encontrando que la varianza del error, S^2_e , sin ajuste fue de 1.17 y la varianza del error ajustado, fue de 1.16.

B. Respuesta de Genotipos de Frijol *Phaseolus vulgaris* L. a la Inoculación del Virus VMDF por Poblaciones Libres de Mosquita Blanca *Bemisia spp.*

La cantidad de plantas de frijol establecidas para inoculación por poblaciones libres de mosquita blanca *Bemisia spp.*,

G e n o t i p o s

1. Jamapa (T)	6. 1196	11. 1266
2. N. Huasteco (T)	7. 1209	12. 1298
3. 1144	8. 1234	13. 1353
4. 1176	9. 1240	14. 1374
5. 1194	10. 1250	15. 1435

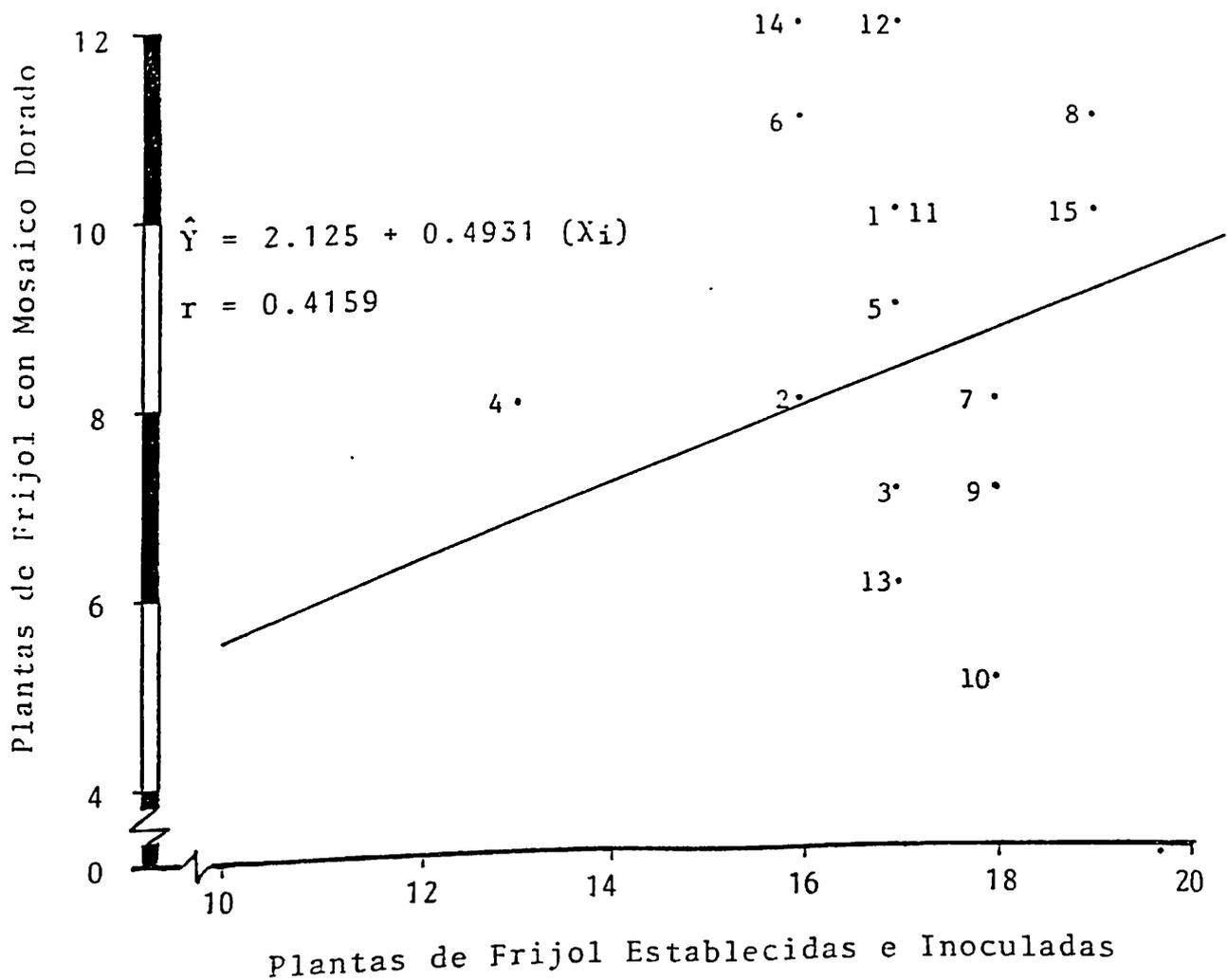


Figura 1. Respuesta de genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. a la inoculación mecánica con el virus VMDF.

G e n o t i p o s

1. Jamapa (T)	20. D-144
2. N. Huasteco (T)	21. D-148
16. D-30	22. D-149
17. D-37	23. D-150
18. D-83	24. P-675
19. D-143	

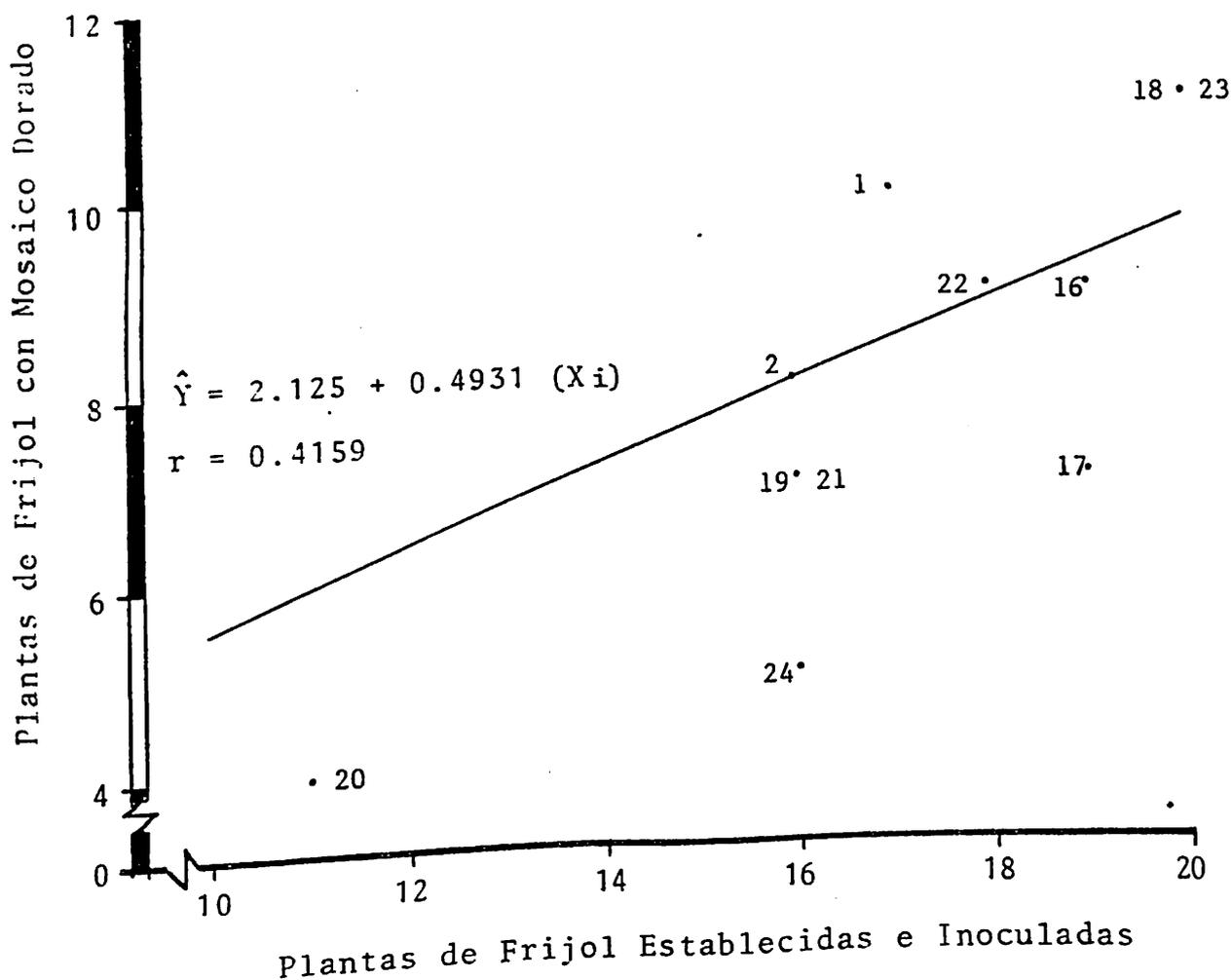


Figura 2. Respuesta de genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. a la inoculación mecánica con el virus VMDF.

se encuentra en la primer columna del Cuadro 6, el rango para genotipos fue de 12 a 20 plantas, y la prueba de F, del análisis de varianza, al nivel del 5 y 1 por ciento de probabilidad, indicó que todos los genotipos tenían estadísticamente igual población de plantas para inoculación, Cuadro 7, sin embargo, la prueba de Duncan identificó que si había diferencia en plantas establecidas, y esa diferencia podría ser causa de mala interpretación de los resultados, y para evitar esto, se analizó por covarianza.

El análisis de varianza para plantas con mosaico dorado, resultantes de la inoculación del virus VMDF por mosquita blanca *Bemisia spp.*, no identificó diferencias significativas en la prueba de F al 5 y 1 por ciento, de probabilidad, Cuadro 8, y al correrse la prueba de Duncan para genotipos, al 5 por ciento de probabilidad, tampoco se identificó diferencia en la incidencia de plantas con mosaico, observándose en el Cuadro 6, segunda columna, que la línea 1353 mostró ser el genotipo más resistente a la inoculación del virus VMDF, con 26.31 y 29.99 por ciento de plantas con mosaico dorado; siguiendo las líneas 1196 y D-83, con 31.25 y 29.99 por ciento, de incidencia.

La variable independiente (X), plantas establecidas e inoculadas con el virus VMDF, por genotipo, resultó con diferencia en el número de las plantas establecidas para inoculación por mosquita blanca, analisándose los resultados finales por covarianza, el objetivo fue ajustar plantas con mosaico dora-

Cuadro 6. Plantas de frijol *Phaseolus vulgaris* L. expuestas a inoculación con el virus VMDF por medio de mosquita blanca *Bemisia spp.*, plantas enfermas y res puesta de los genotipos en porcentaje de plantas enfermas con respecto a la media de plantas establecidas y media general (μ).

Campo Agrícola Experimental Las Huastecas.
CIAGON-1983.

Genotipos	Plantas de Frijol		% de plantas con mosaico	
	Establecidas (X)	Enfermas (Y)	Por genotipo	Contra media general
Jamapa (T)	16 ab ^{1/}	9.0 a ^{1/}	56.25	53.98
N. Huasteco (T)	19 ab	10.0 a	52.63	59.98
1144	12 b	6.0 a	50.00	35.99
1176	15 ab	11.0 a	73.33	65.98
1194	16 ab	7.0 a	43.75	41.99
1196	16 ab	5.0 a	31.25	29.99
1209	16 ab	6.0 a	37.50	35.99
1234	20 a	11.0 a	55.00	65.98
1240	16 ab	7.0 a	43.75	41.99
1250	19 ab	9.0 a	47.36	53.98
1266	13 ab	10.0 a	76.92	59.98
1298	18 ab	6.0 a	33.33	35.99
1353	19 ab	5.0 a	26.31	29.99
1374	17 ab	7.0 a	41.17	41.99
1435	16 ab	8.0 a	50.00	47.99
D-30	17 ab	11.0 a	64.70	65.98
D-37	18 ab	8.0 a	44.44	47.99
D-83	16 ab	5.0 a	31.25	29.99
D-143	17 ab	7.0 a	46.66	41.99
D-144	15 b	5.0 a	33.33	29.99
D-148	19 ab	6.0 a	31.57	35.99
D-149	17 ab	9.0 a	52.94	53.98
D-150	15 ab	7.0 a	46.66	41.99
P-675	18 ab	8.0 a	44.44	47.99
\bar{X}	16.67	7.62	46.44	45.71
C.V.	27.34%	55%		

(T) = Testigos $S\bar{x} = .53$ L.S.(x) = 7.4 $S\bar{y} = .52$ L.S.(y) = 7.28

^{1/} Cantidades con la misma letra, significa que los genotipos tuvieron igual respuesta, al nivel del 5% de probabilidad (Duncan).

Cuadro 7. Análisis de varianza para genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. expuestos a inoculación con el virus VMDF por medio de poblaciones libres de mosquita blanca *Bemisia spp.*

Campo Agrícola Experimental Las Huastecas.
CIAGON-1983

Fuentes de variación	g.l.	SC	CM	F. Cal.	F. Tab.	
					0.05	0.01
Genotipos	23	21.340	0.928	0.8147	1.675 ns	2.07 ns
Repeticiones	3	35.417	11,805	10.3643	2.74 *	4.085 *
Error	69	78.583	1.139			
Total	95	135.34				

* = Diferencia estadísticamente significativa
ns = Diferencia estadísticamente no significativa

Cuadro 8. Análisis de varianza para genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. con mosaico dorado transmitido por medio de mosquita blanca *Bemisia spp.*

Campo Agrícola Experimental Las Huastecas.
CIAGON-1983

Fuentes de variación	g.l.	SC	CM	F. Cal.	F. Tab.	
					0.05	0.01
Genotipos	23	22.91	0,996	0,904	1.67 ns	2.07 ns
Repeticiones	3	13.285	4.428	4.021	2.74 *	4.085 ns
Error	69	75.965	1,101			
Total	95	112.16				

* = Diferencia estadísticamente significativa
ns = Diferencia estadísticamente no significativa

do (Y) a plantas establecidas para inoculación (X) por el vector; encontrándose que la prueba de F al nivel del 5 y 1 por ciento de probabilidad, indica que los genotipos responden estadísticamente igual cuando se les deja a libre inoculación por poblaciones de mosquita blanca, Cuadro 6, columna dos. En el Cuadro 9 se muestra que la homogeneidad de regresión para media de plantas con mosaico dorado, difiere entre genotipos, rechazando la hipótesis nula o de igualdad $H_0:\beta=0$, y aceptando la hipótesis alterna, $H_A:\beta \neq 0$, debido a que F_c para homogeneidad de regresión es $> F_{0.05}$ y $< F_{0.01}$, por lo que se hicieron ajustes de plantas enfermas (Y) por plantas establecidas para inoculación (X), mostrándose gráficamente los resultados ajustados a la línea de regresión en las Figuras 3 y 4, donde se puede apreciar que el comportamiento de las líneas 1144, 1194, 1240, D-150, D-37 y P-675, se explica perfectamente por la regresión, y la máxima desviación positiva, mayor incidencia de plantas con mosaico dorado, fue registrada por las líneas 1176, 1266 y D-30, mientras que la máxima desviación negativa, menor incidencia de plantas con mosaico, fue reportada por la línea 1353, confirmándose lo expuesto al observar el Cuadro 10, donde se muestra el número de plantas que se establecieron para ser inoculadas con el virus VMDF por medio de mosquita blanca *Bemisia spp* y la respuesta en plantas con mosaico dorado, ajustadas por plantas establecidas.

El grado de asociación general entre plantas establecidas y plantas con mosaico dorado, fue muy bajo, $r = 0.1468$, por lo

Cuadro 9. Análisis de covarianza para genotipos de frijol expuestos a la inoculación con virus del mosaico dorado por mosquita blanca *Bemisia spp.*, y población de plantas enfermas.

Campo Agrícola Experimental Las Huastecas. CIAGON-1983.

Fuentes de variación	SC (X)	g.l.	SP (XY)	SC (Y)	Y ajustada por X					
					g.l.	SCR	CM	FC	F 0.05	F 0.01
Total	135.34	95	43.50	112.16						
Bloques	35.417	3	21.08	13.285						
Genotipos	21.34	23	3.25	22.91	23	22.556	0.909	0.88	1.67 ns	2.07 ns
Error	78.583	69	19.17	75.965	68	71.289	1.023			
Genotipos + Error	99.923	92	22.42	98.875	91	93.845	1.031	1.00		
Homogeneidad					1	4.676	4.676	4.57	3.98*	7.02 ns

* La hipótesis alterna indica que hay diferencia en homogeneidad entre líneas de regresión, habiendo necesidad de ajustar las respuestas de genotipos a mosaico dorado (BGMV).

$H_A: \beta \neq 0$ debido a que $F_c > F_{0.05} < F_{0.01}$

ns = Diferencias estadísticamente no significativas

G e n o t i p o s

1. Jamapa (T)	6. 1196	11. 1266
2. N. Huasteco (T)	7. 1209	12. 1298
3. 1144	8. 1234	13. 1353
4. 1176	9. 1240	14. 1374
5. 1194	10. 1250	15. 1435

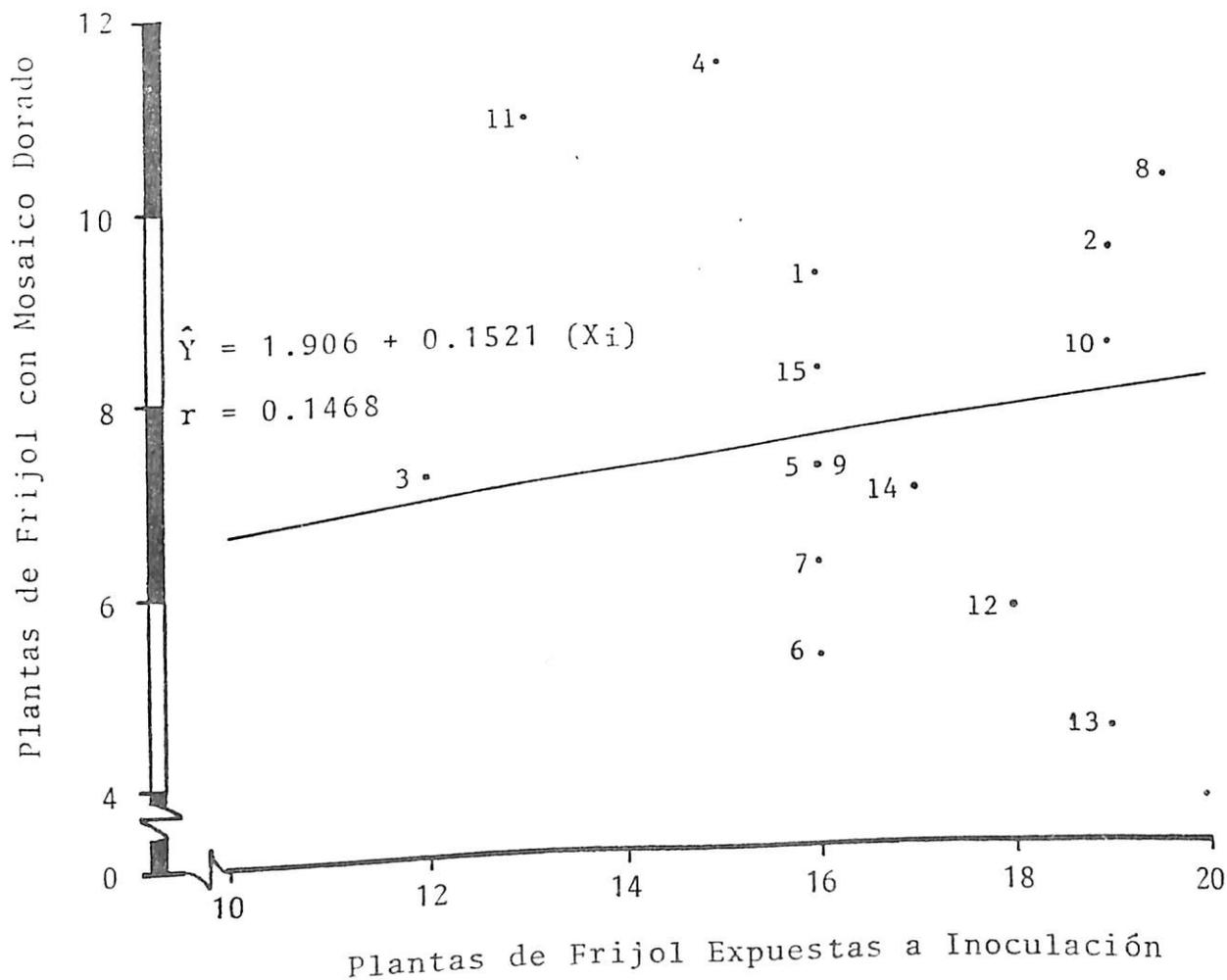


Figura 3. Respuesta de genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. a la inoculación del virus VMDF por poblaciones libres de mosquita blanca *Bemisia* spp.

G e n o t i p o s

1. Jamapa (T)	20. D-144
2. N. Huasteco (T)	21. D-148
16. D-30	22. D-149
17. D-37	23. D-150
18. D-85	24. P-675
19. D-143	

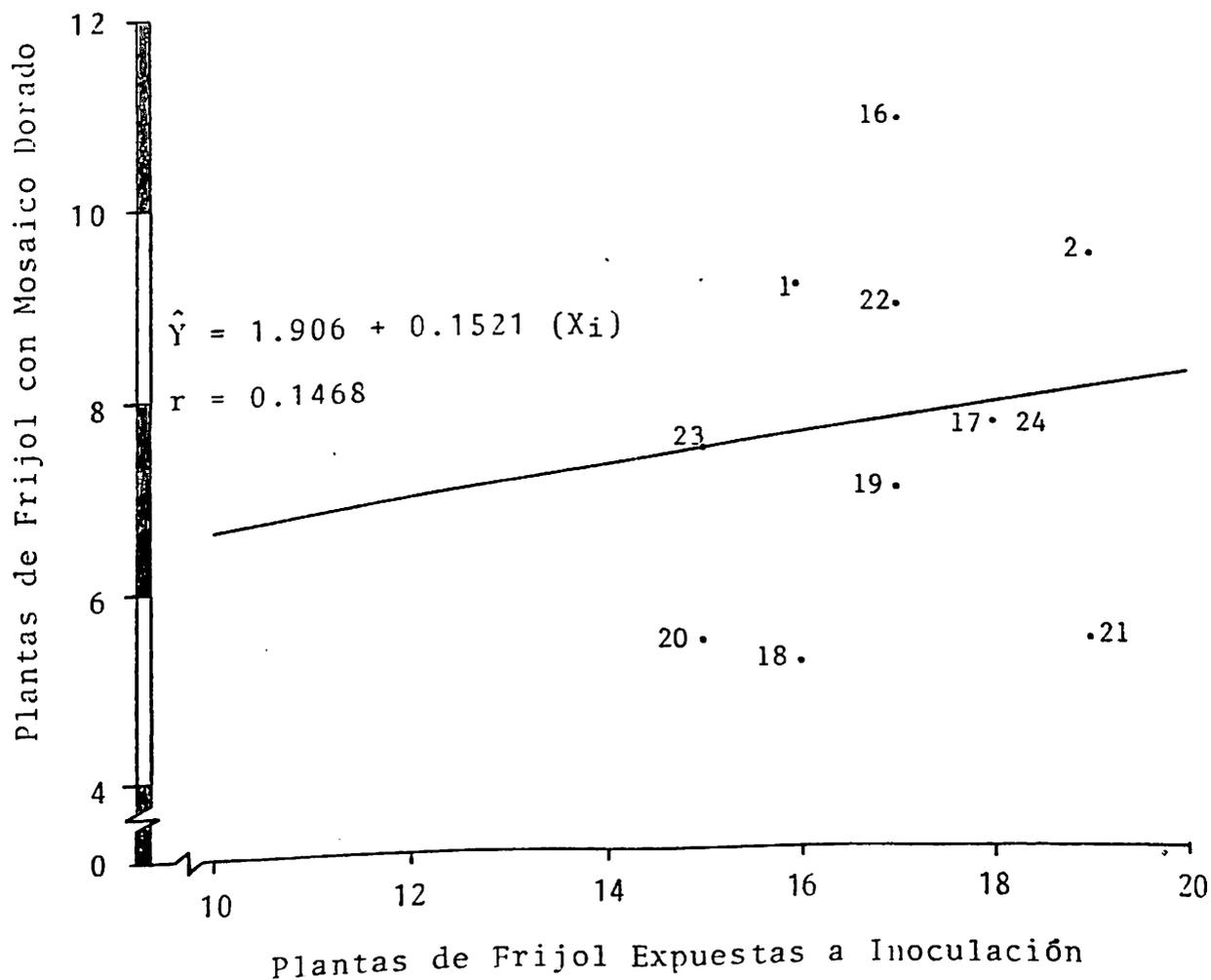


Figura 4. Respuesta de genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. a la inoculación del virus VMDF por poblaciones libres de mosquita blanca *Bemisia* spp.

Cuadro 10. Plantas de frijol *Phaseolus vulgaris* L. expuestas a inoculación con virus del mosaico dorado por mosquita blanca *Bemisia spp.*, plantas enfermas ajustadas y respuesta de los genotipos en porcentaje de plantas enfermas con respecto a la media de plantas establecidas.

Campo Agrícola Experimental Las Huastecas
CIAGON-1983.

Genotipos	Plantas de Frijol		% de Plantas con mosaico por geno- tipo.
	Establecidas (X)	Enfermas ajustadas (Y)	
Jamapa (T)	16 ab ^{1/}	9.16 a ^{1/}	57.25
N. Huasteco (T)	19 ab	9.43 a	49.63
1144	12 ab	7.14 a	59.50
1176	15 ab	11.40 a	76.00
1194	16 ab	7.16 a	44.75
1196	16 ab	5.16 a	32.25
1209	16 ab	6.16 a	38.50
1234	20 a	10.18 a	50.90
1240	16 ab	7.16 a	44.75
1250	19 ab	8.43 a	44.37
1266	13 ab	10.89 a	83.77
1298	18 ab	5.67 a	31.50
1353	19 ab	4.43 a	23.31
1374	17 ab	6.91 a	40.64
1435	16 ab	8.16 a	51.00
D-30	17 ab	10.92 a	64.23
D-37	18 ab	7.67 a	42.61
D-83	16 ab	5.16 a	32.25
D-143	17 ab	7.00 a	41.17
D-144	15 b	5.40 a	36.00
D-148	19 ab	5.43 a	28.57
D-149	17 ab	8.92 a	52.47
D-150	15 ab	7.40 a	49.33
P-675	18 ab	7.67 a	42.61
\bar{X}	16.67	7.62	46.55
C.V.	27.34%	55%	

(T) = Testigos $S\bar{x} = .53$ y L.S. (x)=7.4 $S\bar{y} = .52$ y L.S.(y) = 7.28

^{1/} Cantidades con la misma letra, significa que los genotipos tuvieron igual respuesta, al nivel del 5% de probabilidad (Duncan).

que no es posible deducir el número de plantas enfermas en base al número de plantas establecidas, además de que el coeficiente de regresión o pendiente de la recta fue también muy bajo, 0.1521, observándose en la dispersión del comportamiento de los genotipos, la oportunidad para ser seleccionados en base a baja incidencia de mosaico dorado, máximas regresiones negativas, Figuras 3 y 4.

La eficiencia de analizar la información resultante por medio de covarianza fue de 106.3 por ciento, ganándose en precisión 6.3 por ciento, con respecto al análisis de varianza, por lo cual los errores fueron más reducidos y la información es más confiable, observándose que S^2_e para resultados no ajustados fue de 1.01 y S^2_e para resultados ajustados fue de 1.023

C. Comparación de la Respuesta de Genotipos de Frijol *Phaseolus vulgaris* L. a la Inoculación con el Virus VMDF en Forma Mecánica y por Poblaciones Libres de Mosquita Blanca - *Bemisia spp.*

El número de plantas de frijol establecidas para ser inoculadas con el virus VMDF, en forma mecánica y plantas establecidas para inoculación por poblaciones libres de mosquita blanca *Bemisia spp.*, para cada genotipo, se presentan en el Cuadro 11; observándose en el Cuadro 12 que el análisis estadístico del experimento factorial en diseño de bloques al azar, para la variable independiente (X), no identificó diferencias significativas entre tratamientos, genotipos, manejo o forma de transmisión del virus VMDF, e interacción entre ge

Cuadro 11. Plantas de frijol *Phaseolus vulgaris* L. establecidas e inoculadas con el virus VMDF en forma mecánica y por mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* app., plantas con mosaico dorado ajustadas y porcentaje de plantas enfermas con respecto al tratamiento.

Campo Agrícola Experimental Las Huastecas. CIAGON 1983

Genotipo	Manejo	Plantas de Frijol		% de Plantas con Mosaico Dorado
		Establecidas (X)	con Mosaico (Y)	
Jamapa (T)	IM	17 abc ^{1/}	9.97 abc ^{1/}	58.64
	IMB	16 abc	9.19 abc	53.43
N. Huasteco (T)	IM	16 abc	8.19 abc	51.13
	IMB	19 ab	9.53 abc	50.15
1144	IM	17 abc	6.97 abc	41.60
	IMB	12 bc	7.06 abc	58.83
1176	IM	13 abc	8.84 abc	68.00
	IMB	15 abc	11.41 abc	76.06
1194	IM	17 abc	8.97 abc	52.76
	IMB	16 abc	7.19 abc	44.93
1196	IM	16 abc	11.19 abc	69.93
	IMB	16 abc	5.19 abc	52.43
1209	IM	18 abc	7.75 abc	43.05
	IMB	16 abc	6.19 abc	58.68
1234	IM	19 ab	10.53 abc	55.42
	IMB	20 a	10.31 abc	51.55
1240	IM	18 abc	6.75 abc	37.10
	IMB	16 abc	7.19 abc	44.93
1250	IM	18 abc	4.75 bc	26.58
	IMB	19 ab	8.53 abc	44.89
1266	IM	17 abc	9.97 abc	58.64
	IMB	13 abc	10.84 ab	83.38
1298	IM	18 ab	11.97 ab	66.50
	IMB	17 abc	5.75 abc	33.82
1353	IM	17 abc	5.97 abc	35.11
	IMB	19 ab	4.53 c	25.84
1374	IM	16 abc	12.19 a	76.18
	IMB	17 abc	6.97 abc	41.00
1435	IM	19 ab	9.53 abc	50.15
	IMB	16 abc	8.19 abc	51.18
D-30	IM	19 ab	8.53 abc	44.89
	IMB	17 abc	10.97 abc	64.82
D-37	IM	19 ab	6.53 abc	34.36
	IMB	18 abc	7.75 abc	43.05
D-83	IM	20 a	10.31 abc	51.55
	IMB	16 abc	5.19 abc	32.43
D-143	IM	16 abc	7.19 abc	44.93
	IMB	17 abc	6.97 abc	41.00
D-144	IM	11 c	5.28 abc	48.00
	IMB	15 abc	5.41 abc	36.06
D-148	IM	16 abc	7.19 abc	44.94
	IMB	16 abc	5.53 abc	29.10
D-149	IM	18 abc	8.75 abc	48.61
	IMB	17 abc	8.97 abc	52.76
D-150	IM	20 a	10.31 abc	51.55
	IMB	15 abc	7.41 abc	42.40
P-675	IM	16 abc	5.19 abc	32.43
	IMB	18 abc	7.75 abc	43.05
	\bar{X}	16.87	8.06	47.77
	C.V.	24.63	13.76	

(T) = Testigo IM = Inoculación mecánica IMB = Inoculación por mosquita blanca
(X) = variable independiente (Y) = variable dependiente

$S\bar{x}$ = 0.5196 L.Sx = 7.24) para variable independiente
 $S\bar{y}$ = 0.5315 L.Sy = 7.40) para variable dependiente

^{1/} = Tratamientos con la misma letra, son estadísticamente iguales al nivel del 5% de probabilidad (Duncan).

Cuadro 12. Análisis de varianza para plantas de frijol establecidas e inoculadas mecánicamente o por mosquita blanca *Bemisia spp.* con el virus VMDF (X).

Campo Agrícola Experimental Las Huastecas.
CIAGON-1983.

Fuentes de variación	g.l.	SC (X)	CM	F. Cal.	F. Tab.	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	46.685	15,56	14.40	2.64 *	3.86 *
Tratamientos	47	45.81	0,97	0.89	1.12 ns	1.19 ns
Genotipos	23	26.06	1.13	1.04	1.59 ns	1.91 ns
Manejo	1	0.52	0.52	0,48	3.88 ns	6.74 ns
Interacción genotipos x manejo	23	19.23	0.83	0.77	1.59 ns	1.91 ns
Error	141	152.315	1.08			
Total	191	244.81				

(X) = Variable independiente

* = Diferencias estadísticamente significativas

ns = Diferencias estadísticamente no significativas

notipos y manejo, al nivel del 5 y 1 por ciento de probabilidad, para la prueba de F, y al efectuarse la prueba de Duncan al nivel del 5 por ciento de probabilidad, para tratamientos, se encontró que el número de plantas de frijol *Phaseolus vulgaris* L. establecidas para inoculaciones mecánicas y/o por medio de mosquita blanca, era diferente, entre algunos tratamientos; observándose en la primer columna del Cuadro 11, que se formaron tres grupos, y cada grupo se integró por tratamientos que estadísticamente tuvieron igual cantidad de plantas para

inoculaciones; el primer grupo se formó por 46 tratamientos, con rangos de 13 a 20 plantas establecidas; en el segundo grupo se clasificaron 44 tratamientos, con rangos de 12 a 19 plantas y finalmente, el tercer grupo aglutino 37 tratamientos, con rangos de 12 a 18 plantas, determinándose que la máxima diferencia entre plantas establecidas fue de 7 para los dos primeros grupos y 6 plantas para el tercero. En base a las diferencias estadísticas identificadas, no era posible tomar como ciertos los resultados finales y para poder hacer la interpretación del efecto de inocular mecánicamente y/o por medio de mosquita blanca, al virus VMDF, en 24 genotipos de frijol, se recurrió al análisis de covarianza con el propósito de ajustar el número de plantas con mosaico dorado (Y) a el número de plantas establecidas para inoculación (X), observándose en el Cuadro 13 que la prueba de F al nivel del 5 y 1 por ciento de probabilidad, indica que todos los tratamientos tuvieron estadísticamente igual respuesta en las cantidades de plantas con mosaico dorado (Y), ajustadas por plantas establecidas e inoculadas para cada tratamiento (X), y para corroborar lo anterior, se corrió la prueba de Duncan al nivel del 5 por ciento de probabilidad, encontrándose que los tratamientos ajustados se agruparon en las unidades, a, b y c, y cada unidad se formó por 46 tratamientos que estadísticamente tenían igual cantidad de plantas enfermas (Y); la primer unidad (a) agrupó tratamientos con rango de 5.19 a 12.19 plantas con mosaico dorado; la segunda unidad (b) registró rangos de 4.75 a 11.97 plantas enfermas, y la tercera unidad (c) se formó con rangos de

Cuadro 13. Análisis de covarianza para plantas de frijol establecidas e inoculadas (X) mecánicamente y por medio de mosquita blanca *Bemisia spp.*, con el virus VMDF, sobre 24 genotipos, y respuesta a inoculaciones en plantas con mosaico dorado (Y).

Campo Agrícola Experimental Las Huastecas
CIAGON-1983.

Fuentes de variación	g.l.	S.C. (X)	S.P. (XY)	S.C. (Y)	Y ajustada por X					
					g.l.	S.C.R.	C.M.	Fc	F0.05	F0.01
Total	191	244.81	79.344	234.954						
Repeticiones	3	46.685	30.136	20.474						
Tratamientos	47	45.81	15.844	55.204	47	50.292	1.070	0.98	1.12 ns	1.19 ns
Genotipos	23	26.06	7.469	26.079	23	23.939	1.040	0.95	1.59 ns	1.91 ns
Manejo	1	0.52	1.094	0.883	1	-1.417	-1.417	1.30	3.88 ns	6.74 ns
Interacción genotipo X manejo	23	19.23	7.281	28.242	23	25.486	1.108	1.02	1.59 ns	1.91 ns
Error	141	152.315	33.364	159.276	140	151.968	1.085			
Tratamientos + error	188	198.125	49.208	214.48	187	202.26				
Homogeneidad de regresión para medias de tratamientos					1	7.308	7.308	6.73	3.88 *	6.74 ns

* La hipótesis alterna ($H_A \beta \neq 0$) se cumple, $F_c > F_{0.05}$, indicando que la media para cada tratamiento no se ajusta a la línea de regresión, por lo que hay necesidad de ajustar tratamientos.
ns = Diferencias estadísticamente no significativas.

4.53 a 11.41 plantas con mosaico, ésto permitió identificar que todos los genotipos son susceptibles a el virus VMDF, - sin embargo, se puede observar en el Cuadro 11, columna 2, que las líneas 1250 y P-675 fueron las más resistentes a el virus VMDF, cuando se inoculó mecánicamente, y 1353 registró menor cantidad de plantas con mosaico dorado, cuando el VMDF fue transmitido por medio de mosquita blanca, tal y como puede observarse en la tercera columna del Cuadro 11; correspondiéndole a la línea 1250 y P-675 el 26.38 y 32.43 por ciento de incidencia de plantas con mosaico, con respecto a plantas establecidas e inoculadas mecánicamente; mientras que la línea 1353 registró 23.84 por ciento de plantas con mosaico transmitido por mosquita blanca, con respecto a plantas establecidas, ésto muestra que los genotipos tienen diferentes grados de resistencia al VMDF y/o a la transmisión del virus por medio del vector.

El análisis de covarianza, en la homogeneidad de regresión entre medias de tratamientos, identificó que $F_c > F_{0.05}$ y $< F_{0.01}$, Cuadro 13, por lo que se rechaza la hipótesis nula o de igualdad, $H_0: \beta=0$, y se acepta la hipótesis alterna $H_A: \beta \neq 0$, indicando que la respuesta media de cada tratamiento no sigue líneas paralelas a la línea de regresión, y para hacer interpretaciones en base a ella, fue necesario hacer los ajustes de plantas enfermas (Y) a el número de plantas establecidas (X) para cada tratamiento, usándose la siguiente ecuación $\hat{Y} = \bar{Y}_i - \beta_{xy}(X_i - \bar{X}_{..})$, resultados que fueron mostrados en el Cuadro 11 y en las Figuras 5, 6 y 7, donde se muestra la dispersión que tu

vieron los tratamientos, con respecto a la línea de regresión, observándose que las variedades comerciales de frijol, Jamapa y Negro Huasteco tuvieron desviaciones positivas, registrando mayor cantidad de plantas con mosaico dorado que algunos otros genotipos. El coeficiente de regresión fue $\beta=0.3688$ y el coeficiente de correlación o grado de asociación entre plantas establecidas para inocular con el virus VMDF y la respuesta en plantas con mosaico dorado fue de 0,344, representando baja asociación, e indica que la relación entre plantas establecidas para inoculaciones mecánicas e inoculaciones por medio de mosquita blanca *Bemisia spp.* es independiente del número de plantas con mosaico dorado.

La eficiencia de analizar los resultados por medio de covarianza fue de 103,57 por ciento, ganándose en precisión 3,57%, con respecto a el análisis del experimento factorial en diseño de bloques al azar, con lo cual los errores fueron reducidos y la información tuvo mayor confiabilidad, observándose que la varianza del error (Se^2) antes del ajuste de la variable dependiente (Y) es de 1.130 y de 1.085 después del ajuste, Cuadro 13.

El análisis del número de plantas de frijol con mosaico (Y) transmitido en forma mecánica y plantas enfermas originadas por transmisión del virus VMDF por mosquita blanca, no identifico diferencia en el manejo medio del virus, al nivel del 5 y 1 por ciento de probabilidad para la prueba de F, y al 5 por ciento de probabilidad para la prueba de Duncan, mostrando variación ($S_{\bar{y}}^2$) media de 0,883, y como en el análisis de la va-

G e n o t i p o s	
1. Jamapa (T)	6. 1196
2. N. Huasteco (T)	7. 1209
3. 1144	8. 1234
4. 1176	9. 1240
5. 1194	10. 1250

M a n e j o	
A. Inoculación Mecánica	
B. Inoculación por mosqui <u>ta</u> blanca.	

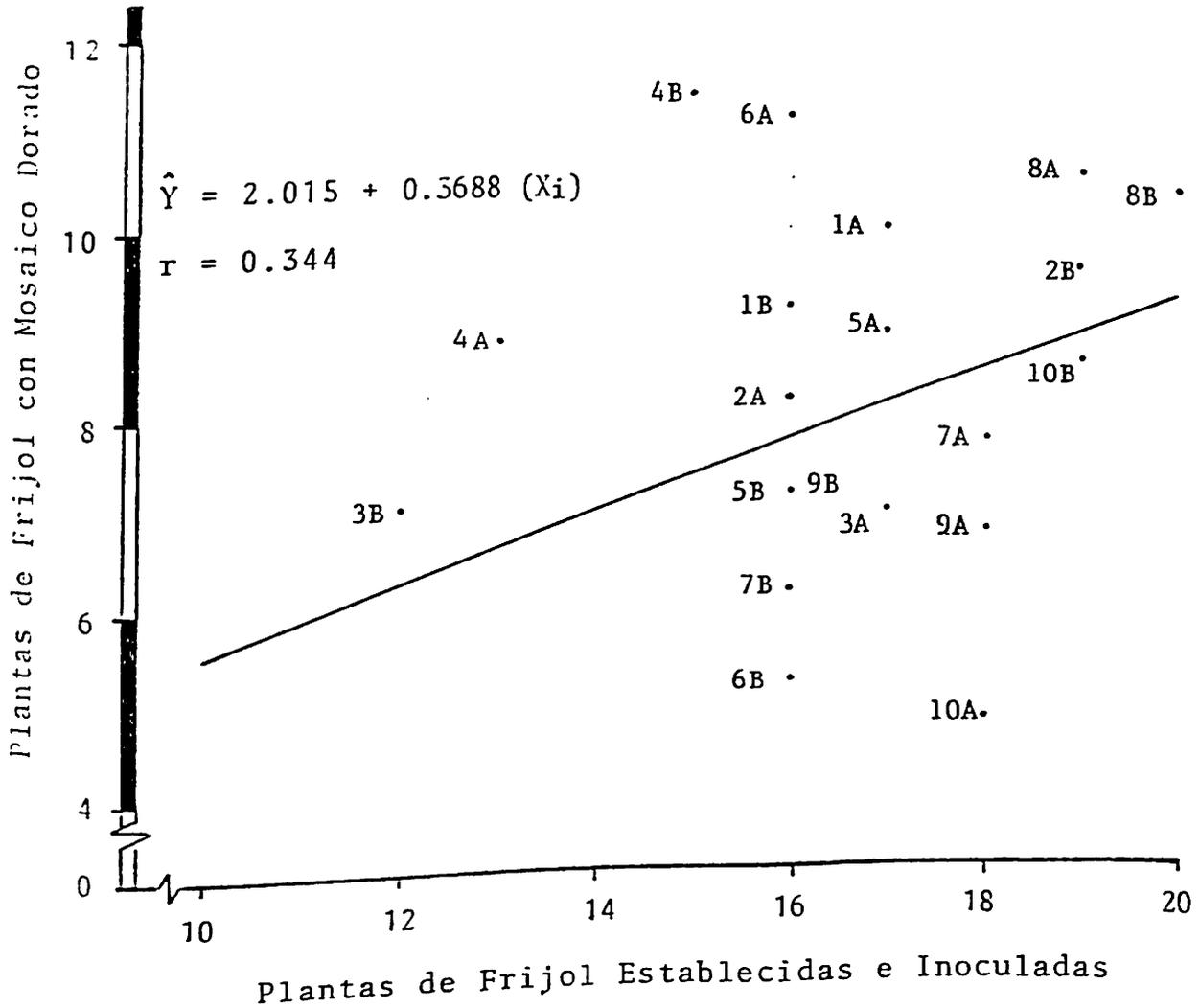


Figura 5. Respuesta de genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. a la inoculación mecánica y por mosquita blanca *Bemisia* spp. con el virus VMDF.

G e n o t i p o s		M a n e j o	
1. Jamapa (T)	14. 1374	A. Inoculación Mecánica	
2. N. Huasteco (T)	15. 1435	B. Inoculación por mosqui	
11. 1266	16. D-30	ta blanca.	
12. 1298	17. D-37		
13. 1353	18. D-83		

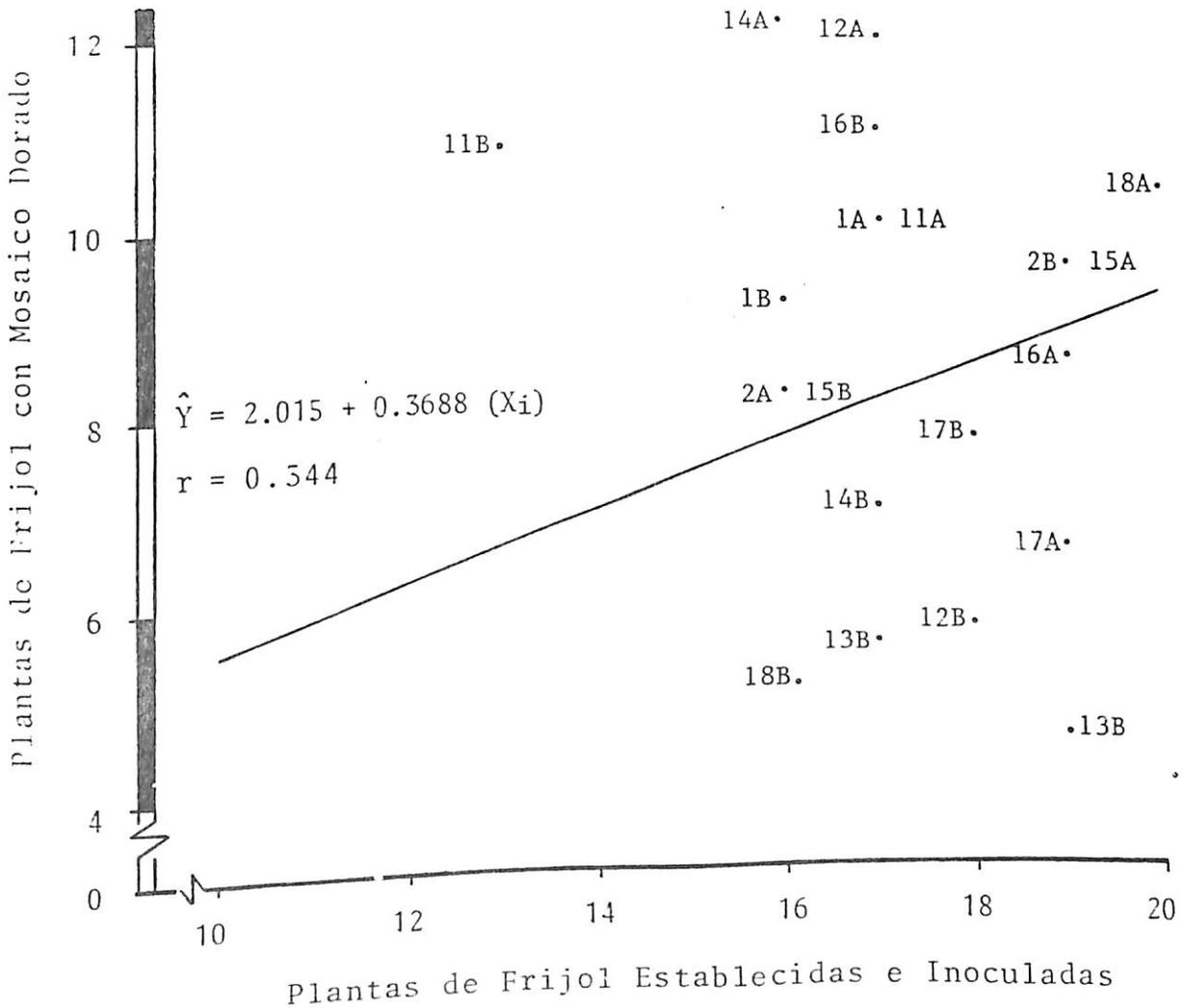


Figura 6. Respuesta de genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. a la inoculación mecánica y por mosquita blanca *Bemisia* spp. con el virus VMDF.

G e n o t i p o s

1. Jamapa (T)	21. D-148
2. N. Huasteco (T)	22. D-149
19. D-145	23. D-150
20. D-144	24. P-675

M a n e j o

- A. Inoculación Mecánica
 B. Inoculación por mos-
 quita Blanca

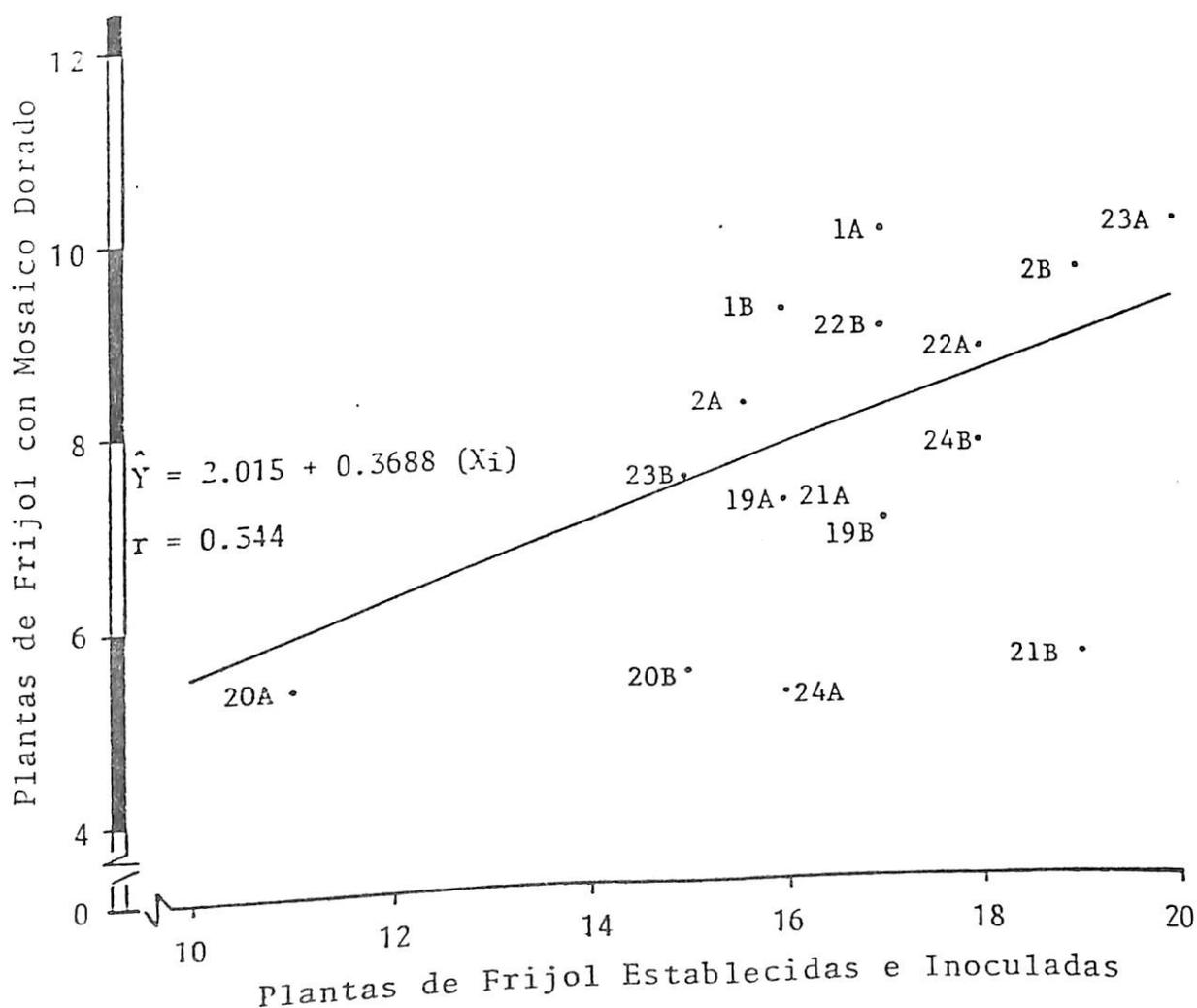


Figura 7. Respuesta de genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. a la inoculación mecánica y por mosquita blanca *Bemisia* spp. con el virus VMDF.

riable independiente, plantas establecidas e inoculadas (X), tampoco hubo diferencia significativa, no hubo necesidad de ajustes, considerando que la inoculación mecánica y por medio de mosquita blanca, ignorando genotipos, tuvieron igual eficiencia en la transmisión del virus VMDF.

La respuesta de los genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. a la inoculación con el virus VMDF en forma mecánica y/o por poblaciones libres de mosquita blanca *Bemisia spp.* se muestra en el Cuadro 14, donde se observa que la incidencia media de mosaico dorado transmitido por inoculación mecánica fué de 8.45 plantas enfermas, ajustadas, por plantas establecidas, y la incidencia de mosaico transmitido por medio de mosquita blanca fue de 7.7 plantas ajustadas por la población media de plantas establecidas, determinándose que la correlación entre la respuesta a inoculaciones mecánicas y por medio del vector fue $r = 0.14$, indicando que no hay relación entre las dos formas de transmisión del virus VMDF, y como la correlación entre genotipos fue $r = 0.05$, se puede afirmar que la respuesta a inoculaciones mecánicas y/o por medio de mosquita blanca, se debe a la constitución genética de cada uno de los genotipos mas el efecto ambiental.

Cada uno de los genotipos respondieron en forma diferente a inoculaciones mecánicas y a inoculaciones por medio del vector, mostrándose en la tercera columna del Cuadro 14 las diferencias en la transmisión del virus VMDF, las diferencias positivas indican que el genotipo registró mayor incidencia de plan

Cuadro 14. Comparación de la respuesta de genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. a la inoculación con el VMDF en forma mecánica y por poblaciones libres de mosquita blanca *Bemisia* spp.

Campo Agrícola Experimental Las Huastecas.
CIAGON-1983

Genotipo	Plantas de Frijol con Mosaico Dorado, Ajustadas		Diferencia
	Transmisión Mecánica	Transmisión por Mosquita	
Jamapa (T)	9.97	9.19	0.78
N. Huasteco (T)	8.19	9.53	-1.34
1144	6.97	7.06	-0.09
1176	8.84	11.41	-2.57
1194	8.97	7.91	1.78
1196	11.19	5.19	6.00
1209	7.75	6.19	1.56
1234	10.53	10.31	0.22
1240	6.75	7.19	-0.44
1250	4.75	8.53	-3.78
1266	9.97	10.84	-0.87
1298	11.97	5.75	6.22
1353	5.97	4.53	1.44
1374	12.19	6.97	5.22
1435	9.53	8.19	1.34
D-30	8.53	10.97	-2.44
D-37	6.53	7.75	-1.22
D-83	10.31	5.19	5.12
D-143	7.19	6.97	0.22
D-144	5.28	5.41	-0.13
D-148	7.19	5.53	1.66
D-149	8.75	8.97	-0.22
D-150	10.31	7.41	2.90
P-675	5.19	7.75	-2.56
\bar{x}	8.45 m	7.70 m	0.78

(T) = Testigo

C.V. = 13.76 %, para tratamientos

tas con mosaico dorado cuando la transmisión se hizo en forma mecánica y las diferencias negativas muestran que la mosquita blanca fue más eficiente para transmitir el virus VMDF, y producir el mosaico dorado.

DISCUSION

El inicio de un plan de investigación que ayude a reducir las pérdidas de rendimiento unitario de frijol *Phaseolus vulgaris* L. originadas por problemas de virosis, planteó la necesidad de identificar fuentes de resistencia a el virus que origina el mosaico dorado y/o a la transmisión del virus por su vector, mosquita blanca *Bemisia spp.*, primeramente se obtuvieron y seleccionaron genotipos que el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) había reportado con menor población de plantas con mosaico dorado, y posteriormente para llegar a los objetivos señalados se postularon las siguientes hipótesis:

1. Algunos genotipos son resistentes o tolerantes a el virus VMDF.
2. Los genotipos tienen diferente respuesta a la inoculación mecánica con VMDF.
3. Los genotipos difieren en poblaciones de plantas con mosaico dorado, al ser expuestas a poblaciones libres de mosquita blanca *Bemisia spp.*
4. Es más eficiente el VMDF para producir mosaico dorado cuando se transmite por mosquita blanca *Bemisia spp.*

Planteadas las hipótesis sobre el problemas virus-mosaico y su vector, mosquita blanca, se condujo este estudio y sobre ellas mismas se ha orientado la discusión y conclusiones generadas.

A. Respuesta de Genotipos de Frijol *Phaseolus vulgaris* L. a la Inoculación Mecánica con el Virus VMDF.

El porcentaje de plantas con mosaico dorado, relacionado con plantas inoculadas y con la media experimental, muestra que la enfermedad fluctuó entre el 23.52 y 75 por ciento, entre los genotipos, correspondiéndole a las líneas 1374 y 1298 los porcentajes más altos, con 75 y 70.58 por ciento, con respecto a plantas inoculadas, y 70.59 por ciento para cada genotipo, con respecto a la media experimental. La línea D-144 registró 36.36% de plantas con mosaico dorado, con respecto a las plantas inoculadas y 23.52% con respecto a la media experimental, indicando que de 17 plantas promedio general, sólo 4 plantas resultaron con la enfermedad, respuesta que ha servido para clasificar a D-144 como uno de los genotipos con mayor resistencia a el mosaico dorado, siguiéndole las líneas 1250 y P-675, con 27.78 y 31.25 por ciento de plantas enfermas, con respecto a plantas inoculadas mecánicamente, y 29.41 por ciento, para los dos genotipos, con respecto a la media general (μ).

El análisis de covarianza para inoculaciones mecánicas con el virus VMDF, muestra que la homogeneidad de regresión identificó que la respuesta de los genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. siguen líneas paralelas a la línea de regresión, consecuentemente, sin excepción, todos los genotipos fueron afectados por el virus VMDF, sin embargo, algunos registraron baja población de plantas enfermas tal y como se muestra

en las Figuras 1 y 2, resultados similares a los de Bird et al, en 1977 (3), al considerar que los genotipos con menor población de plantas enfermas sí son resistentes a mosaico dorado, y considera que las plantas susceptibles son las segregaciones genotípicas, sugiriendo desechar todas aquellas plantas enfermas y aplicar mayor presión de selección a los genotipos que presenten menor incidencia del mosaico.

El coeficiente de correlación, o asociación entre plantas inoculadas (X), por genotipo, y plantas con mosaico dorado (Y) fue $r = 0.4159$, deduciéndose que la relación es baja, y solo el 17.29 (r^2) por ciento puede ser explicado por la línea de regresión y el 82.71 por ciento restante se debe en gran parte a las desviaciones que registra cada genotipo, aunado a ello el manejo del virus, sin embargo, en base a el coeficiente de correlación, un incremento en la inoculación repercute en aumento de plantas enfermas, como lo muestra el coeficiente de regresión $\beta=0.4931$, indicando que por cada planta inoculada, hay un incremento de 0,4931 en mosaico dorado, 49.31 por ciento en la eficiencia del virus, haciendo que los genotipos tuviesen comportamiento acorde con su constitución específica, como se muestra en las Figuras 1 y 2, donde la respuesta de Negro Huasteco, 1194, 1209, D-149 y D-30, es explicada por la línea de regresión y puede predecirse su comportamiento, debido a que sus desviaciones son mínimas, deduciéndose que por cada 16 a 18 plantas inoculadas en forma mecánica, se encontraron entre 7 a 9 plantas con mosaico dorado, cumpliéndose lo indicado por el coeficiente de regresión, β .

Los genotipos que registraron mayor desviación positiva, mas plantas con mosaico, cuando se les inoculó mecánicamente con el virus VMDF, fueron las líneas 1374, 1298, D-83, D-159, 1196 y 1234, atribuyéndose que el error o residual (e_i) se debió a la susceptibilidad de los genotipos y a la acción ambiental sobre el virus. La mayor desviación negativa, menor cantidad de plantas con mosaico, correspondió a los genotipos D-144, 1250, P-675 y 1353, con rango de plantas inoculadas de 10 a 18, y ésto repercutió en 4 a 6 plantas con mosaico dorado, indicando claramente que los genotipos responden en forma diferente cuando se les inocula mecánicamente con el VMDF, sin embargo, ningún genotipo fue totalmente resistente o inmune a el mosaico. Los resultados obtenidos y discutidos son claros, reforzando la hipótesis de que algunos genotipos reaccionan al ser inoculados con el virus VMDF, y por consecuencia, sus respuestas son diferentes, considerándose que la metodología de inoculación mecánica es buena, y que el origen de las desviaciones se debe en gran parte a aspectos genéticos de los genotipos, a la amplitud de tiempo en la inoculación y a la falla en la conservación de la solución amortiguadora de fosfato potásico ($0.1 \text{ M K}_2\text{HPO}_4$ pH 7.0) a temperaturas de 18°C , la cual se mantuvo durante la etapa de inoculación. Este estudio se dirigió a identificar genotipos con baja población de plantas con mosaico dorado, al inocularse mecánicamente con el virus VMDF, y la segunda etapa contempla estudios bioquímicos de genotipos sobresalientes que permitan identificar qué compuestos o elementos son los responsables de la resistencia, y cual

es la reacción a la inoculación en dichos genotipos.

B. Respuesta de Genotipos de Frijol *Phaseolus vulgaris* L. a la Inoculación del Virus VMDF por Poblaciones Libres de Mosquita Blanca *Bemisia* spp.

Estadísticamente, la misma población de plantas inoculadas en forma mecánica con el virus VMDF, fue dejada a libre inoculación por mosquita blanca *Bemisia* spp., encontrándose que los genotipos no difieren en la preferencia de la mosquita para inocular el virus que origina el mosaico dorado, al nivel de 5 y 1 por ciento de probabilidad para la prueba de F, y 5 por ciento para la prueba de Duncan, resultando que las bajas poblaciones de plantas enfermas se debe a que algunas líneas de frijol posiblemente tienen factores o características que no permiten o dificultan la inyección del virus por mosquita, y por consecuencia, registran baja incidencia de mosaico dorado, tal y como sucedió con la línea 1353, siendo el genotipo más resistente a la inoculación por medio del vector, siguiéndole las líneas D-83 y 1196.

El análisis de covarianza para plantas inoculadas por medio de mosquita blanca (X) y plantas con mosaico dorado (Y), mostró en su homogeneidad de regresión que la respuesta de los genotipos no sigue líneas paralelas a la línea de regresión, haciéndose ajustes de plantas enfermas (Y) a plantas establecidas (X), por genotipo, el propósito fue interpretar en forma más clara la respuesta de inoculaciones por medio de mosquita blanca *Bemisia* spp.

El grado de asociación general entre plantas establecidas para determinar preferencia o dificultad de inoculación del VMDF por mosquita blanca *Bemisia spp.* y plantas preferidas con mosaico dorado, fue $r = 0.1468$, indicando que la preferencia de la mosquita no depende de la población de plantas establecidas, son independientes, y la respuesta de los genotipos a la inoculación con el virus, no puede ser explicada por medio de la línea de regresión, debido a que cada genotipo registró diferente intensidad o grado de preferencia por el vector o fue más difícil la inoculación del virus; en forma general, solo el 2.15 por ciento (r^2) de los resultados pueden ser explicados por la línea de regresión, y el 97.85 por ciento restante se debe a la variación genética, representada por los genotipos en conjunto.

El coeficiente de regresión de la recta fue $\beta = 0.1521$, indicando que ello se debió a la uniformidad con que actúa la mosquita blanca sobre los genotipos, considerándose que la dispersión del comportamiento de los genotipos, es la oportunidad para ser seleccionados en base a baja incidencia de mosaico dorado y altas poblaciones de mosquita blanca.

Los genotipos, 1144, 1194, 1240, D-37, D-150 y P-675, mostraron ser los más estables en su respuesta, comportamiento que es explicable por medio de la línea de regresión, e indican que por cada 12 a 19 plantas establecidas, la mosquita blanca afectó o inoculó entre 6 y 8 plantas que registraron mosaico dorado, hubo 50% de eficiencia en la transmisión del vi-

rus por mosquita blanca, con respecto a los genotipos indicados, sin embargo, la eficiencia total en la transmisión del VMDF es uniformizado por la dispersión de la mosquita, considerándose que la máxima desviación positiva (mayor preferencia = mosaico dorado) fue registrada por los genotipos 1176, 1266, D-30, 1234, Negro Huasteco y Jamapa, respuesta que no puede ser explicada por la línea de regresión e indica que si el ciclo agrícola es favorable a mosquita blanca, es posible predecir que por cada 13 a 20 plantas establecidas, 9 a 11 serán preferidas e inoculadas con el virus VMDF que transmite la mosquita. Con respecto a genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. menos afectados o preferidos por mosquita blanca *Bemisia* spp. (menor población de plantas con mosaico dorado), se encontró que la máxima desviación negativa fue registrada por el genotipo 1353, al mostrar que de 18 a 19 plantas establecidas, solo 4 plantas fueron preferidas e inoculadas, siguiéndole en orden de importancia la 1196 y D-83 con 4 a 5 plantas afectadas, de 16 a 19 establecidas.

Los resultados obtenidos permiten asentar que la mosquita blanca *Bemisia* spp es muy uniforme en su acción de preferencia sobre genotipos, considerándose que las características que dificultan la inoculación del virus VMDF son morfológicas y bioquímicas, posiblemente grosor de epidermis y/o contenido de taninos en hojas según lo expuesto por Horsfan y Cowlin en 1980 (21), y por Ma y Bliss en 1978 (27), afirmando y comprobando la hipótesis que indica que los genotipos tie-

nen diferente respuesta a inoculaciones por medio de mosquita, y rechazando la hipótesis que postula que la transmisión del virus VMDF es más eficiente por el vector, basándonos en este estudio, afirmamos que si la transmisión mecánica se hace con una buena metodología, las transmisiones mecánicas y/o por medio del vector, tendrán igual eficiencia, difiriendo con lo determinado por Bird et al en 1977 (3), los cuales encontraron que bajo las condiciones ambientales de Costa Rica, la mosquita blanca fue más eficiente para transmitir el virus VMDF.

C. Comparación de la Respuesta de Genotipos de Frijol *Phaseolus vulgaris* L. a la Inoculación con el Virus VMDF en Forma Mecánica y por Poblaciones Libres de Mosquita Blanca - *Bemisia* spp.

La incidencia de mosaico dorado en genotipos de frijol inoculados mecánicamente y por medio de mosquita blanca *Bemisia* spp. fue diferente, el rango de plantas con mosaico, ajustadas, fue de 4.53 a 12.19, con diferencia máxima de 7.66 plantas, determinándose que de 24 genotipos inoculados mecánicamente y por medio de mosquita blanca, 13 registraron mayor incidencia de mosaico cuando la inoculación se hizo mecánicamente, 8 cuando la inoculación se hizo por medio del vector, y 2 genotipos tuvieron igual comportamiento, esto, indica que dentro de los genotipos estudiados, algunos son resistentes o tolerantes a el virus que origina el mosaico dorado, y otros tienen características que no permiten o dificultan la inoculación del VMDF por medio de la mosquita blanca *Bemisia* spp., tal y como suce-

dió con las líneas 1353 y D-148, que registraron mayor resistencia a la inoculación por medio de la mosquita blanca, mientras que los genotipos que mostraron ser más resistentes a el virus VMDF, cuando se inoculó mecánicamente, fueron las líneas 1250 y P-675, resultados semejantes a los encontrados por - - Meiners et al, en 1973 (28), quien postuló que las plantas inoculadas con el VMDF y que no enfermaron, poseen algunos inhibidores del virus, y algunos genotipos reaccionan a la inoculación por medio de vectores.

El número de plantas con mosaico dorado (Y), ajustadas por plantas establecidas e inoculadas (X) con el virus VMDF, en forma mecánica y por medio de mosquita blanca *Bemisia spp.*, fueron analizadas por covarianza, y la homogeneidad de regresión indica que $F_c > F_{0.05}$ y $< F_{0.01}$, por lo que la respuesta para cada tratamiento no sigue líneas paralelas a la línea de regresión, haciéndose los ajustes correspondientes para poder hacer una buena interpretación de los resultados, sobre esto, se fijaron como puntos de referencia a las variedades de frijol, Jamapa y Negro Huasteco, las que registraron desviaciones positivas, con respecto a la línea de regresión, por consecuencia, son más susceptibles a mosaico dorado que algunos otros genotipos, resultados que permiten refutar la aseveración del Dr. Kazuhiro Yoshii et al, 1983 (44), en el sentido de que Negro Huasteco es tolerante a mosaico dorado.

La población más alta de plantas ajustadas, con mosaico dorado transmitido mecánicamente, se registró por las líneas 1374, 1196 y 1176 con 76.18, 69.93 y 68 por ciento de plantas

enfermas, tratamientos que registraron las máximas desviaciones, con respecto a la línea de regresión, ésto, significa que los genotipos son altamente susceptibles a el mosaico dorado del frijol y ello los convierte en genotipos con pocas posibilidades de usarse como progenitores.

El coeficiente de regresión fue 0.3688 e indica que por cada planta sana e inoculada con el virus VMDF, habrá 36.88 por ciento de incremento en mosaico dorado, indicador que ayuda a identificar los genotipos que responden en forma diferente a las inoculaciones mecánicas y por medio de mosquita blanca. El coeficiente de correlación o grado de asociación entre plantas establecidas e inoculadas con el VMDF y su respuesta en plantas con mosaico dorado fue de 0,344, deduciéndose que el número de plantas con mosaico dorado no puede ser predecido en base a plantas establecidas e inoculadas, cuando se trabajan varios genotipos en conjunto, y solo el 11.83 por ciento (r^2) de las respuestas pueden ser explicadas por la línea de regresión, y el 88.17 por ciento restante se debe a desviaciones registradas por manejo de virus y a la constitución intrínseca de cada genotipo.

La eficiencia de transmitir el virus VMDF y producción de mosaico dorado, fue estadísticamente igual para inoculaciones mecánicas y por medio de mosquita blanca *Bemisia spp.*, registrándose que de 17 plantas, promedio, inoculadas mecánicamente, 8.45 plantas resultaron con mosaico, y de 16.67 plantas, promedio, inoculadas por medio de mosquita blanca, 7.70 plantas registraron la enfermedad, ésto confirma los resultados de Bird

et al en 1977 (3), y permite afirmar que el método de inoculación de Bird et al, es más efectivo que el propuesto por Galvez y Castaño, en 1976 (16).

Si el coeficiente de regresión para inoculaciones mecánicas es 0.4931 (por cada planta inoculada hay un 49.31 por ciento de incremento en mosaico dorado) y el coeficiente de regresión para inoculaciones medio de la mosquita blanca *Bemisia spp.* es de 0.1521 (por cada planta inoculada hay un incremento del 15.21 por ciento en mosaico dorado), y si se toma en cuenta que las plantas tratadas mecánicamente y por el vector (transmisión del virus), para cada genotipo, se encontraban juntas, se puede concluir que la inoculación por mosquita blanca uniformizó la respuesta de los genotipos en conjunto, esta aseveración es hecha en base a que el coeficiente de regresión para las dos formas de inoculación (mecánica y por el vector) fue de 0.3688, y debido a ésto, el estudio indica claramente que las inoculaciones mecánicas fueron efectivas, y la línea 1250 es el genotipo más resistente al virus VMDF, a pesar de que haya sido inoculado o no, por la mosquita blanca, resultados que se anteponen a lo determinado por Bird et al, en 1977 (3), los que determinaron que la mosquita blanca es más eficiente para transmitir el mosaico dorado, y en este estudio, se ha encontrado que hay ligeramente mayor eficiencia general en la producción de mosaico, cuando fue inoculado mecánicamente, y la causa de que la línea 1353 registre baja población de plantas enfermas, se debe a que estos genotipos tienen ma-

yor actividad fisiológica (hay respuesta a la inoculación) y su tensión epidérmica dificulta la inoculación del virus por medio de mosquita blanca, según lo expuesto por Llacer en 1978 (26).

Los resultados generales de la inoculación mecánica y por medio de mosquita blanca *Bemisia spp.*, con el virus VMDF, sobre 24 genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L., indican que no hay relación entre las dos formas de inocular el virus, son independientes, y la causa de que algunas líneas registren menor incidencia de plantas con mosaico dorado, transmitido en forma mecánica, y mayor incidencia de mosaico transmitido por el vector, se debe a que la línea es muy susceptible a la transmisión del virus por el vector, éste, introduce directamente el virus al floema y cuando al mismo genotipo se le inocula mecánicamente, éste, responde a la inoculación, englobando al virus (hipersensibilidad) o bien produciendo elementos que lo inactivan, mientras que la transmisión por medio del vector es rápida, y el genotipo está en desventaja con respecto al virus colocado en sus vasos conductores de savia elaborada, según lo expuesto por Llacer en 1978 (26), por Cárdenas y Gálvez en 1977 (7), por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América en 1980 (13), y por Horsfall y Cowling en 1980 (21), de ahí que las líneas 1176, 1250, D-30, D-37, P-675, y la variedad Negro Huasteco, registren mayor incidencia de mosaico dorado cuando se les dejó a inoculación por medio de mosquita blanca, son más susceptibles al vector,

mientras que los demás genotipos son susceptibles al virus y al vector, en proporción que va del 1:1 y 2:1 (virus:vector), resultados que permiten afirmar que el obtener resistencia al virus VMDF, es difícil, y lo conveniente es buscar resistencia a la transmisión del virus, por su vector.

La literatura consultada hace saber que se ha trabajado poco sobre la identificación de compuestos vegetales que inactivan o afectan al virus que origina el mosaico dorado, y en general, los estudios se han hecho para identificar genotipos rendidores, por ello, este estudio es pionero en la identificación de la respuesta de genotipos de frijol a inoculaciones mecánicas con el VMDF, y a la par, la respuesta de los mismos genotipos a la inoculación del virus por medio de poblaciones libres de mosquita blanca *Bemisia spp.*, de ahí que no se haga mención a otros estudios, no los hay.

En base a los resultados, discusión y apoyado en los análisis efectuados, se puede afeverar que bajo las condiciones de temporal y en pruebas de un año, las hipótesis planteadas se han clarificado y hay respuesta a ellas, a reserva de que se complemente y tenga continuación este estudio.

La respuesta a las hipótesis planteadas fueron:

1. Los genotipos evaluados no son totalmente resistentes a el virus que origina el mosaico dorado, así se determinó por medio de inoculaciones mecánicas,
2. y 3. Los genotipos sí difieren en su respuesta a la inocu-

lación con el virus VMDF, cuando la inoculación es mecánica, y lo mismo sucede cuando la inoculación es efectuada por la mosquita blanca *Bemisia spp.*

4. La eficiencia del virus VMDF para producir mosaico dorado es exactamente igual cuando se transmite por la mosquita blanca *Bemisia spp.* y/o por medio de una buena metodología de inoculación mecánica.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos y los argumentos expuestos en la discusión, permiten establecer las siguientes conclusiones:

- La línea 1353 registró mayor resistencia a la inoculación del VMDF por medio de la mosquita blanca *Bemisia spp.*
- Las líneas 1250 y D-144 mostraron mayor resistencia a el virus VMDF, transmitido en forma mecánica.
- Las variedades comerciales, Jamapa y Negro Huasteco son susceptibles a mosaico dorado, transmitido en forma mecánica y/o por medio de la mosquita blanca *Bemisia spp.*
- Los genotipos más susceptibles a mosaico dorado, transmitido en forma mecánica, son las líneas 1374, 1298 y 1196 con 75 a 68 por ciento de incidencia.
- Los genotipos más susceptibles a la transmisión del virus VMDF, por medio de la mosquita blanca *Bemisia spp.*, fueron las líneas 1176, D-30 y 1266, con incidencias del 76.06, 64.52 y 83.38 por ciento.
- Por cada planta sana e inoculada con el VMDF en forma mecánica y/o por medio de mosquita blanca, hay un 36.88 por ciento de incremento en mosaico dorado.
- La correlación entre plantas inoculadas con el virus VMDF y su respuesta en plantas con mosaico dorado fue bajo, por lo que la incidencia de mosaico dorado no puede predecirse en base a plantas establecidas, cuando se trabaja con varios genotipos.

- En forma general, la eficiencia de transmitir el virus VMDF, por medio de la mosquita blanca *Bemisia spp.* y/o por medio de inoculación mecánica (método de Bird), fue idéntica, sin embargo, a nivel de genotipos, predominó la constitución génica de cada línea.

LITERATURA CITADA

1. Beck, S.D. 1965. Resistance of plants to insects. Ann. Rev. Entomol. 10: 207-232.
2. Bell, A.A. 1969. Biological control of plant insects and diseases. University Press of Mississippi. Maxwell, F.A. and F.S. Harris. Ed. Jackson, Miss.
3. Bird, Julio; C. Monllor, Amelia; Sánchez, Josefina y Rodríguez, Rita. 1977. Propiedades de dos virus transmitidos por la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Genn) en Puerto Rico. Fitopatología 12 (1): 31-32.
4. Bird, Julio; Rodríguez, Rita; C. Monllor, Amelia y Sánchez, Josefina. 1977. Transmisión del mosaico dorado de la habichuela *Phaseolus vulgaris* en Puerto Rico por medios mecánicos. Fitopatología 12 (1): 28-30.
5. Cárdenas, A.M. y Gálvez, E. G. E. 1979. El virus del mosaico dorado del frijol (BGMV), un virus con ácido desoxirribonucleico (ADN) en su genoma. Fitopatología Colombiana 8 (2): 73-82.
6. Cárdenas, A. M. y Gálvez, E. G. E. 1979. Diferencias de concentración del virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) en las variedades topcrop (susceptible) y porrillo 1 (tolerante). Fitopatología Colombiana. 8 (2): 83-86.

7. Cárdenas, A.M. y Gálvez, E.G.E. 1979. Un método para seleccionar variedades de frijol *Phaseolus vulgaris* L. por tolerancia al virus del mosaico dorado del frijol (BGMV). *Fitopatología Colombiana*. 8 (2): 89-96.
8. Carner, J. 1981. Avaliação dos danos causados pelo vírus de mosaico dourado do feijoeiro (VMDF), em três regiões do estado de São Paulo. *Biológico (São Paulo)*. 47 (2) 39-46.
9. Centro Internacional de Agricultura Tropical, (CIAT). 1978. Virus transmitidos por mosca blanca. Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina. GS-19: 12-13 y 19.
10. Costa, A.S. y Cupertino 1969. White flies as virus vectors. In Mara Moroch, K., ed. *Viruses, vectors and vegetation*, New York, Interscience: 95-119.
11. Costa, A.S. and Bennett, C.W. 1949. White-fly transmitted mosaic of *Euphorbia pruniifolia*. *Phytopathology*. 40 (8): 266-283.
12. Duffus E. James. 1965. Beet pseudo-yellows virus, transmitted by the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum*. *Phytopathology*. 55 (4): 450-453.
13. EE. UU. National Academy of Sciences. 1980. Naturaleza de los virus y naturaleza de la reacción del huésped, Desarrollo y control de las enfermedades de las plantas. 1: 24-26 y 106-108.

14. Gámez Rodrigo. 1971. Los virus del frijol en Centroamérica. I. Transmisión por moscas blancas *Bemisia tabaci* (Genn). y plantas hospederas del virus del mosaico dorado (VMDF). Turrialba. 21 (1): 22-27.
15. Gámez Rodrigo. 1977. Las enfermedades virales como factores limitantes en la producción del frijol *Phaseolus vulgaris* en América Latina. Fitopatología. 12 (1): 24-27,
16. Gálvez, E. Guillermo y Castaño J. Mauricio. 1976. Purification of the whitefly-transmitted Bean Golden Mosaic Virus (BGMV). Turrialba. 26 (2): 205-207.
17. Gálvez, G. E. y Cárdenas, M. R. 1980. Virus transmitidos por moscas blancas. In Schwartz, H.F. y Gálvez, G. E. eds. Problemas de producción del frijol; enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris* L. Cali, Colombia, CIAT: 261-289.
18. Goodman, M. Robert; Bird, Julio y Thongmeearkow, Pornpod. 1977. An unusual viruslike particle associated with golden yellow mosaic of beans. Phytopathology. 67 (1): 37-42.
19. Goodman, R.M. 1977. Single-Stranded DNA genome in a whitefly-transmitted plant virus. Virology. 83 (1): 171-179.
20. Hernández, R., Felicitas. 1972. Estudios sobre mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) en el estado de Morelos. Agricultura Técnica en México. 3 (5): 165-172.

21. Horsfall, J. G. and Cowling, E. B. 1980. Plant disease an advanced treatise. Vol. V. How plants defend themselves. Academic press: 533.
22. Hubbeling, N. 1957. New aspects of breeding for disease resistance in beans *Phaseolus vulgaris* L. *Euphytica* 6 (2): 111-141.
23. Kim, K.S., Shock, T.L. and Goodman, R.M. 1978. Infection of *Phaseolus vulgaris* L. by bean golden mosaic virus (BGMV): Ultrastructural aspects. *Virology* 89: 22-23.
24. Kim, K.S., and Flores, E.M. 1979. Nuclear changes associated with Euphorbia Mosaic Virus transmitted by the whitefly. *Phytopathology*. 69 (9): 980-984.
25. Laríos, F. Joaquín. 1979. Niveles críticos de insectos que transmiten fitopatógenos: el caso de mosca blanca *Bemisia tabaci* (Genn). *Turrialba*. 29 (4): 237-241.
26. Llacer, G. Ill. 1978. Los virus y micoplasmosis de los árboles frutales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Monografías INIA No. 23, Madrid, España: 13-38.
27. Ma, Yu and Bliss, F. A. 1978. Tannin content and inheritance in common bean. *Crop. Sci.* 18 (2): 201-204.
28. Mainers, J.P., Lawson, R.H., Smith, F.F. and Díaz, J.A. 1973. Mechanical transmission of a whiteflyborne disease agent of beans in el Salvador. *Phytopathology*. 63 (7): 803-804.

29. Menten, M.J.O., Neto Tulmann, A. y Ando, A. 1980. Avaliação do danos causados pelo virus do mosaico dourado do feijoeiro (VMDF). Turrialba. 30 (2): 173-176.
30. Moh, C. C. 1970. Mutagenic effect of cycasin in bean *Phaseolus vulgaris* L. Mutation Research. 10: 251-253.
31. Munford, E. P. 1931. Studies in certain factors affecting the resistance of plants to insect pests. Science. 73: 49-50.
32. Neto, A. Tulman; Ando, A. y Costa, A. S. 1977. Attempts to induce mutants resistant or tolerant to golden mosaic virus in dry beans *Phaseolus vulgaris* L. Mutation Breeding Newsletter. (10): 8.
33. Neto, A. T. and Ando, A. 1977. Bean breeding program at CENA. III. New results in attempts to induce mutants resistant or tolerant to golden mosaic virus in dry beans *Phaseolus vulgaris* L. In Bean Improvement Cooperative. Annual Report. (20): 86.
34. Ortega, D. Ma. L. 1979. Bioquímica del frijol. Contribuciones al conocimiento del frijol *Phaseolus* en México. Editor E. Mark Engleman, Talleres Gráficos de la Nación: 101-112.
35. Ospina, F. Héctor. 1979. Chupadores, *Bemisia* spp, Descripción y daños de las plagas que atacan al frijol. CIAT-Guía de Estudio. Serie 045B-05-01: 19-25.

36. Painter, R. H, 1951, Insects Resistance in Crop Plants. New York, Ed. Mcmillam: 520.
37. Reisman, D., Ricciardi, R. P. y Goodman, R. M. 1979. The size and topology of single-stranded DNA from bean golden mosaic virus. Virology. 97: 388-395.
38. Ruberté, M. Ruth y Franklin, W, Martín. 1975. Hojas comestibles del trópico. Institute Mayagüezano de Agricultura Tropical. Mayagüez, Puerto Rico: 19-58.
39. Shock, L. Teresa and Goodman, M. Robert. 1971. Time course studies on virus titer and DNA component ratio in beans infected with bean golden mosaic virus (BGMV). Phytopathology. 71 (1): 80-82.
40. Walker, J. Ch. 1975. Enfermedades provocadas por virus. Patología Vegetal. Ed. Omega: 551-579.

INFORMACION OFICIAL CITADA

41. Informe del Programa Nacional Agropecuario de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Marzo 1982. pp. 2.
42. Boletín Agroeconómico No. III, de la Representación de la Cuenca Baja del Río Pánuco. Marzo-Abril de 1983. pp. 2-6.
43. Cárdenas Ramos, Francisco, Información personal, Coordinador Nacional de Recursos Genéticos del INIA. Abril de 1983, Saltillo, Coahuila.

44. Yoshii, K. 1981. Julio 1983. "Negro Huasteco 81" nueva variedad de frijol para el Trópico de México. Folleto técnico No. 1. pp. 2-8.