

REACCION DE OCHO VARIEDADES DE MAIZ AL VIRUS DEL RAYADO FINO EN CHAPINGO, MEXICO*

THE REACTION OF EIGHT VARIETIES OF MAIZE TO THE RAYADO FINO VIRUS IN CHAPINGO, MEXICO

Sergio Ramírez Rojas¹
Felipe Romero Rosales²
Dan Jeffers³
Angel Martínez Garza²
Hugo Mejía Andrade⁴

RESUMEN

Para estudiar el efecto del virus rayado fino (MRFV) en ocho cultivares de maíz adaptados a la Mesa Central de México, durante el ciclo P.V. 1997 en Chapingo, Edo. de México se establecieron dos experimentos de campo, uno de ellos infestado con chicharritas (*Dalbulus maidis* De Long & Wolcott) transmisoras del MRFV, y el otro sin infestación y protegido contra *D. maidis*. Se tomaron datos de días a la aparición de síntomas, número de mazorcas sin grano, severidad de la infección y altura de planta. En la cosecha se cuantificó el número de mazorcas, rendimiento de grano, número de granos por mazorca, densidad de grano e índice de cosecha. En promedio, en los cultivares inoculados disminuyó un 22% la altura de planta, 27.6 % la densidad de grano, 71 % el índice de cosecha, 13.6 % el número de mazorcas, 37.4 % el número de granos por mazorca, y 78 % el rendimiento; el número de mazorcas sin grano aumentó 21 %.

Palabras clave: *Dalbulus maidis*, maíz, MRFV y *Zea mays* L.

SUMMARY

The influence of maize rayado fino virus (MRFV) infection on symptom development and components of yield was examined utilizing eight maize cultivars adapted for the Mexican Central Plateau. Two adjacent field experiments, one infested with *Dalbulus maidis* De TLong & Wolcoft leafhoppers transmitting

* Artículo enviado al Comité Editorial del INIFAP- Area Agrícola, el 20 de abril de 1998.

¹ M.C. Investigador del Campo Experimental Zacatepec, Morelos, INIFAP. México.

² Dres. Profesores del Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

³ Dr. Investigador del CIMMYT, Lisboa 27 Apdo. Postal 6-641, 06600 México, D.F.

⁴ M.C. Investigador del Campo Experimental Valle de México. Chapingo, INIFAP. México.

MRFV, and the second noninfested and protected from *D. maidis* were planted. Days to symptom development, number of ears without grain, infection severity and plant height were recorded. Ear number, yield, grain number/ear, grain density, and harvest index were recorded at harvest. Average reductions in the inoculated treatment were 22, 13.6, 37.4, 27.6, 71 and 78 % for plant height, ears harvested, grain/ear, grain density, harvest index and yield, respectively. The number of ears without grain increased 21 % in the inoculated treatment.

Key words: *Dalbulus maidis*, maize, MRFV and *Zea mays*.

INTRODUCCION

Entre las principales enfermedades del cultivo de maíz está el virus del rayado fino (MRFV) (De León, 1984). En México, Centroamérica y Colombia el rendimiento de los cultivares locales infestados se reduce 40 a 50 %. Las variedades mejoradas o introducidas son afectadas hasta en 100 % (Gámez, 1980a). Delgadillo en 1984 señaló que durante 1982 y 1983 hubo una incidencia de rayado fino de 22 y 27.4 % en los estados de México y Morelos, respectivamente.

El MRFV es el único virus del maíz hasta ahora conocido que es autóctono de Mesoamérica (Gámez, 1980a); su distribución es exclusiva del Continente Americano (Gámez, 1986).

El virus no se transmite por medios mecánicos ni por semilla, sólo por chicharritas del género *Dalbulus*; *D. maidis* es el vector más importante (Gámez, 1969). La transmisión por chicharritas es persistente y el virus puede multiplicarse en ellas, pero la efectividad de la transmisión decrece con la edad del insecto; aun así, el virus puede recuperarse de chicharritas que han cesado en transmitirlo (Gámez, 1973). Ninfas y adultos transmiten el virus con una eficiencia máxima de 33.3 y 28.5 %, respectivamente, pero las hembras adultas son más eficientes (Paniagua y Gámez, 1976). No parece ocurrir transmisión transovarial del virus a la progenie de hembras virulíferas (González y Gámez, 1974). En 1995, Louie logró transmitirlo en forma mecánica con una eficiencia de entre 1 y 25 %.

En invernaderos del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ubicados en El Batán, Edo. de México, para garantizar buenos niveles de transmisión de virus con *D. maidis*, se utiliza un período de adquisición de siete, uno de incubación de 28 y uno de transmisión de siete días (Comunicación personal del Dr. Dan Jeffers, fitopatólogo del Programa de Maíz del CIMMYT en México, 1996).

En 1974, Salazar y Martínez-López informaron que al probar 159 genotipos de maíz en Colombia, encontraron susceptibilidad en todos ellos. Nault *et al.* en 1980 comentaron que en Estados Unidos de América no hallaron resistencia en cultivares comerciales, locales e introducidos. Toler *et al.* en 1985 citaron que 58 colectas de maíz evaluadas en Estados Unidos de América no mostraron resistencia al MRFV; sólo diferentes grados de susceptibilidad que comercialmente no son aceptables. En México, Rocha en 1981 encontró en 20 genotipos de Valles altos diferentes niveles de susceptibilidad presentando pérdidas en el rendimiento de un 10.03 hasta un 81.47 %, siendo los genotipos más sensibles Puebla 650 y el campo 2t Sel 5 % RC2. Asimismo, Romero en 1985 reporta resultados similares para los cultivares de maíz de la Mesa Central. Bustamante *et al.* en 1998 citaron que dos genotipos del CIMMYT mostraron aparición tardía de síntomas y baja concentración de MRFV.

El objetivo del presente trabajo fue detectar resistencia al MRFV inoculado con chicharritas

infecciosas en ocho cultivares de maíz de la Mesa Central de México.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se condujo en el Campo Experimental Valle de México, situado en Chapingo, Edo. de México, utilizando el diseño bloques completos al azar con cuatro repeticiones y ocho tratamientos. Los cultivares de maíz evaluados fueron: el híbrido comercial H-33, el criollo San Mateo del valle de Puebla, los híbridos CP-HS1 y CP-HS2 del Colegio de Postgraduados y cuatro híbridos experimentales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP): H-36E, H-38E, H-58E y H-89E (Cuadro 1).

La parcela experimental constó de cuatro surcos de 4 m de largo y 0.80 m de distancia entre ellos, y la parcela útil se formó con los dos centrales. La densidad de población fue de 60 mil plantas por hectárea y se fertilizó según la fórmula 120-60-30. El experimento se realizó por duplicado: uno inoculado y el otro sin inocular con MRFV.

En parcelas de maíz se colectaron chicharritas de la especie *D. maidis*, vector de MRFV. En invernadero se identificaron las transmisoras y las no transmisoras; para ello, dentro de una jaula se colocó una chicharrita por plántula de

maíz y 20 días después se observaron las plantas con y sin síntomas; las chicharritas que indujeron síntomas de virosis se consideraron infecciosas; mientras que las otras se consideraron libres de virus. Con las primeras se incrementó la fuente de inóculo primario (MRFV), y con las segundas se aumentó el número de adultos a partir de ninfas de primeros instares. Las chicharritas en estadio ninfal se sometieron a períodos de adquisición e incubación de MRFV por 7 y 28 días, respectivamente. El virus se adquirió de plantas de maíz enfermas. Para saber cuántas chicharritas se necesitaban para garantizar el 100 % de transmisión, se utilizaron 20 chicharritas infecciosas, cada una de las cuales se colocó sobre una plántula de maíz, en su respectiva jaula individual. En los primeros 15 días se cuantificó el número de plantas con síntomas.

Para conocer el número de días a la aparición de los síntomas después de la inoculación, dentro de una jaula se colocaron 10 chicharritas infecciosas en una maceta con dos plántulas. Esto se repitió en otras nueve macetas y posteriormente se efectuaron revisiones diarias para anotar los días a la aparición de los síntomas.

En el experimento con inoculación se usaron las chicharritas infecciosas que ya habían adquirido el virus de plantas enfermas, colocando 10 en cada verticilo de plántulas de 14 días de edad. A los siete días se aplicó metasistox 50 % (oxydimeton-methyl) en dosis de 1.0 L ha⁻¹ para

Cuadro 1. Tipo de cultivar, generación de endogamia y origen de los progenitores de los genotipos de maíz utilizados en el experimento sobre resistencia al virus del rayado fino en Chapingo, Méx.

Cultivar	Tipo de cultivar	Generación de endogamia	Origen de progenitores
H-33	Cruza doble	$S_3 \times S_1^* S_2 \times S_2^{**}$	VxVA x VAxVA
H-36E	Cruza simple	$S_5 \times S_4$	VA x VA
H-38E	Cruza simple	$S_4 \times S_4$	VA x VA
H-58E	Cruza simple	$S_4 \times S_4$	VA x VA
H-89E	Cruza simple	$S_4 \times S_4$	VA x VA
H-CP1	Cruza trilineal	$S_3 \times S_3^* \times S_3^{**}$	VAxVA x VA
H-CP2	Cruza trilineal	$S_3 \times S_3^* \times S_3^{**}$	VAxVA x VA
Criollo San Mateo	VPL	S_0	VA

H = Híbrido, E = Experimental, * = Hembra, ** = Macho, y VA = Valles Altos. VPL = Variedad de Polinización Libre.

eliminar estos vectores. Después se realizaron tres aplicaciones del mismo plaguicida a intervalos de 20 días hasta la floración, con objeto de asegurar la no transmisión del MRFV por chicharritas "nativas".

Siete días después de inoculado el virus se inició el registro de las fechas de aparición de síntomas por planta, para obtener el promedio de días por cultivar. A los 25 días después de la inoculación se calificó la severidad del daño mediante la escala de 1 a 5, considerando la intensidad de los síntomas dentro y entre variedades.

Al experimento sin inocular se le aplicó metasistox 50% (oxydimeton-methyl) en dosis de 0.5, 1.0, 1.5 y 1.5 L ha⁻¹, a los 10, 30, 50 y 70 días después de la emergencia del maíz, respectivamente, para eliminar chicharritas infecciosas. Se utilizó este insecticida por ser efectivo para el control de *D. maidis* (Tsai *et al.*, 1990).

En ambos experimentos se cuantificó el número de días a floración masculina y femenina. El cultivo se cosechó en la etapa de madurez fisiológica y se tomaron los siguientes datos:

- * Plantas con síntomas de MRFV.
- * Días a floración femenina y masculina.
- * ASI, o intervalo de tiempo entre floración masculina y femenina.
- * Altura de planta en cm.
- * Densidad de grano (peso de 1000 granos/su volumen real).
- * Índice de cosecha (relación del peso de la materia seca del grano con el peso de la materia seca del resto de la planta).
- * Número de mazorcas.
- * Número de mazorcas que no formaron grano.
- * Número de granos por mazorca.
- * Rendimiento en toneladas por hectárea.

Para el análisis estadístico (análisis de varianza, diferencia mínima significativa y correlación lineal) de las variables del experimento con virus y del combinado (con y sin virus), se utilizó el programa SAS (Statistical

Analysis System). Los datos de la variable intensidad de síntomas (en escala de 1 a 5) del experimento inoculado con MRFV se transformaron para sus análisis, utilizando para ello ocho categorías.

RESULTADOS Y DISCUSION

En invernadero, las chicharritas transmitieron el MRFV a dos plantas de un total de 20; es decir, una chicharrita garantizó el 10 % de transmisión, razón por la cual en campo se utilizaron 10 chicharritas por planta. Los síntomas aparecieron a los siete días en una planta y a los nueve en la otra.

Experimento inoculado con MRFV

En el experimento con inoculación de MRFV se observó un 85.2 % de transmisión. Es de suponerse que factores no cuantificados (como el viento y la manipulación de las chicharritas desde su captura en jaulas hasta su colocación en las plántulas de campo) impidieron el 100 % de efectividad.

El índice de cosecha presentó alta correlación negativa con el número de mazorcas sin grano, y alta correlación positiva con el rendimiento (Cuadro 2), lo cual indica por un lado, que a mayor número de mazorcas sin grano, menor índice de cosecha, y por el otro, que el mayor índice de cosecha influye en mayor rendimiento de grano; esto concuerda con lo comentado por Wallace *et al.* en 1972, quienes al referirse al índice de cosecha afirmaron que la eficiencia productiva de un cultivar depende del aprovechamiento efectivo de la fotosíntesis y de la capacidad de distribución relativa de los fotosintatos hacia el grano u otra parte de la planta de interés económico.

La altura de plantas tuvo baja correlación lineal negativa con el número de mazorcas sin grano (Cuadro 2), lo que indica que al disminuir la altura de planta, aumenta el número mazorcas sin grano entre las variedades.

Cuadro 2. Coeficientes de correlación lineal de ocho variables del experimento con MRFV.

	CH	DAS	ESC	AP	DG	IC	NG
DAS	-0.262						
	0.381						
ESC	0.183	-0.508					
	0.278	0.003					
AP	-0.038	-0.230	-0.129				
	0.031	0.269	0.250				
DG	-0.043	-0.330	0.024	0.044			
	0.303	0.064	0.390	0.194			
IC	-0.559	0.330	-0.158	0.396	0.184		
	0.009	0.074	0.278	0.024	0.265		
NG	0.342	0.547	-0.593	0.237	0.278	0.380	
	0.054	0.007	0.005	0.190	0.123	0.031	
REN	-0.542	0.522	-0.301	0.402	0.380	0.525	0.410
	0.001	0.002	0.096	0.050	0.048	0.002	0.019

NOTA: El número de la parte superior de cada celda es el coeficiente de correlación y el inferior define la significancia estadística del mismo.

CH = Número de mazorcas sin grano.

DAS = Días a la aparición de síntomas.

ESC = Calificación de síntomas en la escala de 1 a 5.

AP = Altura de planta.

DG = Densidad de grano.

IC = Índice de cosecha.

NG = Promedio de número de granos por mazorca.

REN = Rendimiento.

La densidad de grano mostró una ligera correlación negativa con el número de días a la aparición de síntomas (Cuadro 2), lo cual denota que la densidad de grano aumenta cuando los síntomas aparecen menos temprano.

La intensidad de síntomas no presentó diferencia significativa, lo que prueba que todos los materiales fueron igualmente afectados (Cuadro 3), ya que hubo correlación lineal negativa con los días a su aparición (Cuadro 2). Esta variable mostró además una ligera

correlación negativa con rendimiento, lo cual implica que los cultivares más afectados producen menos, como lo consignó Martínez-López en 1977.

El número de días a la aparición de síntomas presentó alta diferencia significativa; esto indica que los materiales tienen diferente respuesta, en tiempo, al MRFV (Cuadro 3); al respecto, la variedad más "tardía" fue CP-HS2 y la más "precoz", el H-58E. Esta variable tuvo alta correlación positiva con el número de granos, lo que demuestra que entre más grande es el lapso de aparición de síntomas, mayor es el número de granos.

El rendimiento no mostró diferencia significativa entre cultivares (Cuadro 3) porque, como se verá más adelante, todos ellos fueron muy afectados por el MRFV y esto enmascaró sus diferencias, pero hubo correlación lineal negativa con el número de mazorcas sin grano, lo que indica que si aumenta el número de mazorcas sin grano, el rendimiento baja; y correlación positiva con los días a la aparición de síntomas, altura de planta, índice de cosecha y número de granos por mazorca (Cuadro 2), lo que significa que el rendimiento disminuye menos cuando aumentan los días a la aparición de síntomas, la altura de planta, el índice de cosecha y el número de granos por mazorca.

Análisis combinado

La cifra de 32.9 plantas con síntomas por parcela (85.2 %), se considera aceptable para los fines de este trabajo. Bosque-Pérez y Alam,

Cuadro 3. Análisis de varianza entre cultivares, de las variables del experimento de campo inoculado con el virus del rayado fino del maíz mediante *D. maidis*.

Variables	CM	F cal	Pr > F	CV	DMS
Síntomas en escala de 1 a 5	1.62	2.22	0.07ns	24.02	5.05
Días a la aparición de síntomas	5.1	5.76	0.0008**	12.47	3.84
Rendimiento (t ha ⁻¹)	0.808	2.14	0.084ns	29.51	1.45

CM = Cuadrado medio.

F cal = F calculada.

Pr > F = Probabilidad de F.

CV = Coeficiente de variación.

DMS = Diferencia mínima significativa.

** = Diferencia altamente significativa.

* = Diferencia significativa.

en 1992 consiguieron una buena transmisión (60 a 80 %) del virus del rayado de maíz africano (SMV) por *Cicadulina* spp.

Las floraciones masculina y femenina no presentaron diferencia significativa entre experimentos (Cuadro 4), lo cual hace suponer que el MRFV no influye en la fecha de la floración (Cuadro 5).

El ASI no mostró diferencia significativa (Cuadro 4), lo que indica que el virus no alarga el tiempo entre floración masculina y femenina (Cuadro 5), a diferencia de lo que ocurre con la tensión provocada por sequía en cultivares de maíz. Se considera válida la hipótesis formulada por Bolaños y Edmeades en 1993, de que por cada día que se retrasa la emisión de los estigmas respecto a la antesis, el rendimiento se reduce en aproximadamente 10 %, entonces en este trabajo el incremento de 0.53 del ASI sería indicativo de una reducción del 5.3 % en el rendimiento.

La altura de las plantas mostró efecto significativo entre experimentos, lo cual indica que el virus influyó achaparrándolas (Cuadro 4).

La densidad de grano registró efecto significativo entre experimentos; su valor fue mayor en el experimento no inoculado, lo que significa que el MRFV la disminuyó (Cuadro 5).

El índice de cosecha mostró efecto significativo entre experimentos, lo cual indica que el virus lo disminuyó 71 % (Cuadro 4). La variedad más afectada fue el criollo San Mateo (84.2 %), mientras que el CP-HS2 lo fue menos (63.15 %). En general, esta variable fue la más afectada por la presencia del MRFV, ya que redujo el rendimiento, esto concuerda con lo observado por Domínguez y Alonso en 1985 en una variedad criolla de la Mesa Central de México.

El número de granos por mazorca mostró efecto significativo entre experimentos (Cuadro 5), indicando que el virus los disminuye,

probablemente porque después de la iniciación del jilote se determina el número de óvulos: si el jilote no alcanza el peso crítico de 1 gramo por planta al día, la emisión de estigmas se retrasa y el rendimiento se reduce 10 % por cada día de retraso, según lo mencionaron Diereux *et al.* en 1983.

El rendimiento de grano disminuyó significativamente (78 %) por efecto del virus. La presencia de éste a lo largo del ciclo del cultivo modificó los diferentes componentes, ya que en la fase vegetativa se expande el follaje y la capacidad fotosintética del cultivo, la cual controla la producción de biomasa. Según señalaron Bolaños y Barreto en 1991, la biomasa total está altamente correlacionada con el tamaño final de la mazorca, ya que ésta representa cerca del 40 % del peso total.

La fase reproductiva determina la formación de la mazorca y el número de granos. La de llenado de grano comienza después de la polinización y determina el peso final del grano y la mazorca. El peso de grano está correlacionado con la duración y cantidad de radiación interceptada durante esta fase, y es afectado por tensiones hídricas y nutricionales o por ataque de patógenos como los virus, porque reducen el área foliar.

La alta productividad del maíz en climas frescos se explica por el lento desarrollo fenológico y por la capacidad de interceptar mayor radiación; las variedades tardías tienen más oportunidad de producir mayores rendimientos, a pesar de las tensiones causadas por los virus. Esto explica por qué entre cultivares susceptibles, los de ciclo tardío como el CP-HS1 y CP-HS2 tienen mayores rendimientos (Cuadro 5).

En general, la presencia de MRFV afectó el rendimiento al disminuir la altura de planta, el número de granos por mazorca, la densidad de grano, el índice de cosecha e, indirectamente, el rendimiento de grano (Martínez-López, 1977; Espinoza y Gámez, 1980).

Cuadro 4. Análisis de varianza combinado de los experimentos de maíz con y sin inoculación de virus del rayado fino en campo.

Variables	CM	F cal	Pr > F	CV	DMS
Plantas con síntomas	15907	2610	0.0001 **	14.50	3.93
Floración femenina	6.25	1.99	0.1656 ns	2.10	2.82
Floración masculina	0.01	0.00	0.9471 ns	2.16	2.98
ASI ¹	0.25	0.93	0.5000 ns	28.86	0.98
Altura de planta	5.43	400.29	0.0001 **	5.15	0.20
Densidad de grano (g mL ⁻¹)	0.85	87.38	0.0001 **	8.86	0.15
Índice de cosecha	1.13	548.78	0.0001 **	18.25	0.07
Granos por mazorca	923761	236.04	0.0001 **	11.90	56.0
Rendimiento (t ha ⁻¹)	878.97	977.09	0.0001 **	11.51	1.06

DMS = Diferencia mínima significativa.

** = Altamente significativo.

ns = No significativo.

1 = Del inglés Anthesis Silking Interval

Cuadro 5. Comportamiento agronómico de cultivares de maíz inoculados y sin inocular con virus del rayado fino por medio de *D. maidis*.

Variedad	Plantas con síntomas		Días a floración masculina		Días a floración femenina		ASI *		Mazorcas podridas	
	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV
H-33	31.75a	2.25a	82.00a	82.50c	84.0a	84.5b	2.00a	2.00a	8.25a	5.50a
San Mateo	33.25a	3.25a	83.75a	84.75bc	86.25a	86.25ab	2.50a	1.50a	5.00a	6.00a
CP-HS2	35.50a	1.50a	84.75a	87.00a	87.25a	89.00a	2.50a	2.00a	6.50a	2.50a
CP-HS1	33.25a	0.50a	86.25a	88.00a	88.50a	90.00a	2.25a	2.00a	7.75a	6.50a
H-30E	35.50a	0.75a	83.50a	82.25c	86.25a	83.75b	2.75a	1.50a	7.75a	4.00a
H-36E	31.00a	0.25a	83.25a	85.0abc	85.75a	86.00ab	2.50a	2.00a	7.50a	6.50a
H-58E	33.00a	1.00a	84.00a	82.00c	86.75a	83.75b	2.75a	1.75a	11.25a	3.75a
H-89E	30.25a	0.50a	84.25a	85.2abc	85.75a	86.00ab	2.50a	1.75a	8.25a	3.05a
Media	32.93	1.25	83.96	84.59	86.31	86.15	2.34	1.81	7.78	4.79

	Altura de planta (m)		Densidad de grano		Índice de cosecha		Número de mazorcas		Granos por mazorca		Rendimiento (t ha ⁻¹)	
	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV
H-33	2.2a	2.7ab	1.00cb	1.17b	0.12ab	0.39b	29a	35b	430b	754a	1.82a	8.04c
San Mateo	2.1a	2.9a	1.10c	1.22b	0.06b	0.29b	24a	31b	435bc	620b	1.45a	7.85c
CP-HS2	2.3a	2.9a	1.10a	1.15b	0.14a	0.41ab	29a	48a	427b	537c	2.54a	12.04a
CP-HS1	2.2a	2.8a	0.90b	1.17b	0.12a	0.41ab	34a	41ab	430a	646b	2.78a	10.21b
H-30E	2.0a	2.7b	1.07cb	1.20b	0.12ab	0.38ab	32a	39ab	327c	621b	2.28a	9.49bc
H-36E	2.1a	2.8ab	0.87cb	1.25ab	0.10ab	0.44a	31a	31b	313c	669b	1.98a	9.21bc
H-58E	2.0a	2.6b	1.02cb	1.27ab	0.11ab	0.30b	46a	36b	543bc	686ab	1.63a	10.13b
H-89E	2.2a	2.7ab	0.92cb	1.40a	0.10ab	0.39ab	38a	38b	327bc	630b	2.17a	9.04bc
Media	2.16	2.77	1.00	1.23	0.11	0.38	32.3	37.4	404	645	2.08	9.49

NOTA: Cantidades de una misma columna, con la misma literal pertenecen al mismo grupo de la prueba de Tukey.

* = Del inglés Anthesis Silking Interval.

CV = Con virus

SV = Sin virus

CONCLUSIONES

1. La inoculación del virus del rayado fino por *D. maidis* resultó eficiente en el experimento de campo (85.2%).
2. Los cultivares de maíz evaluados fueron susceptibles al MRFV en grado similar.
3. La severidad del daño se manifestó reduciendo: la altura de planta, la densidad de grano, el índice de cosecha y el número de granos por mazorca.
4. El virus aumentó el número mazorcas sin grano y redujo la producción de grano.

LITERATURA CITADA

- Bolaños, J. y G.O. Edmeades. 1993. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. II. Responses in reproductive behavior. *Field Crops Res.* 31:253-218.
- Bolaños, J. y H. Barreto. 1991. Análisis de los componentes de rendimiento de los ensayos regionales de maíz de 1990. In: Análisis de los resultados experimentales del PRM 1990, CIMMYT, Guatemala. p. 9-27.
- Bosque-Pérez, N.A. y M.S. Alam. 1992. Mass rearing of *Cicadulina leafhoppers* to screen for maize streak virus resistance. A manual. IITA, Ibadan, Nigeria. 22 p.
- Bustamante, P.I., R. Hammond y P. Ramírez. 1998. Evaluation of maize germplasm for resistance maize rayado fino virus. *Plant Dis.* 82:50-56
- Domínguez, V.J. A. y M.C. Alonso. 1985. El virus del rayado fino: su efecto en el rendimiento de maíz criollo *Zea mays* L., a distintas épocas de infección. *Revista Chapingo.* 47-49:103-107.
- Delgadillo, S.F. 1984. Supervivencia del virus rayado fino del maíz. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx., México. 34p.
- Diereux, M.R. Bonhomme, J.B. Dubucq, F. Ruget y P. Vincourt. 1983. Influence de génotype et du lieu sur le nombre d'ovules presents a la floraison chez le maïs. *Canadian Plant Science.* 63:371-375.
- De León, C. 1984. Enfermedades del maíz. Una guía para su identificación en el campo. CIMMYT. México. 109 p.
- Espinoza, A.M. y R. Gámez. 1980. La ultraestructura de la superficie foliar de cultivares de maíz infectados con el virus del rayado fino [*Zea mays*]. *Turrialba* 30: 413-420.
- Gámez, R. 1969. A new leafhopper borne virus of corn in Central America. *Plant Disease Reporter* 53:929-932.
- Gámez, R. 1973. Transmission of rayado fino virus of maize (*Zea mays* L.) by *Dalbulus maidis*. *Ann. Appl. Biol.* 73:285-292.
- Gámez, R. 1977. Leafhopper (*Dalbulus maidis*) transmitted maize rayado fino virus in Central America. In: *Proceedings international maize virus disease colloquium and workshop.* Williams L.E., L.R. Nault, and D.T. Gordon (eds.). Ohio Agricultural Research and Development Center. Wooster, Ohio. USA. p:15-19.
- Gámez, R. 1980a. Rayado fino virus disease of maize in the American tropics. *Tropical Pest Management* 26:26-33.
- Gámez, R. 1980b. Maize rayado fino virus. CMI/CAB Descriptions of plant viruses. Commonwealth Agricultural Bureau. U.K. 220:1-4.
- Gámez, R. 1986. Ecología de las asociaciones insecto-virus-planta en ecosistemas agrícolas neotropicales. *Rev. Méx. Fitopatología* 4:54-62.
- González, V. y R. Gámez. 1974. Algunos factores que afectan la transmisión del virus del rayado fino del maíz por *Dalbulus maidis* DeLong & Wolcott. *Turrialba* 24:35-39.
- Kitajima, E.W. y R. Gámez. 1983. Electron microscopy of maize rayado fino in the internal organs of its leafhopper vector. *Intervirology* 19:129-134.
- Louie, R. 1995. Vascular puncture of maize kernels for the mechanical transmission of maize line mosaic virus and other viruses of maize. *Phytopathology* 85:139-143.
- Martínez-López, G. 1977. New maize virus diseases in Colombia. In: *Proceedings international maize virus disease colloquium and workshop.* Williams L.E., L.R. Nault, and D.T. Gordon (eds.). Ohio Agricultural Research and Development Center. Wooster, Ohio, USA. p. 20-29.
- Nault L.R. R.E. Gingery y O.E. Bradfute. 1980. Leafhopper transmission and host range of maize rayado fino virus. *Phytopathology* 70:709-711.
- Paniagua, R. y R. Gámez. 1976. El virus del rayado fino del maíz: estudios adicionales sobre la relación del virus y su insecto vector. *Turrialba* 26:39-43.
- Rocha, P.M. 1981. Algunos aspectos relacionados con el virus del rayado fino del maíz en México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx., México. 64 p.
- Romero G.A. 1985. Influencia de fechas de siembra en la incidencia del virus rayado fino del maíz. Resumen del XII Congreso Nacional de Fitopatología. Sociedad Mexicana de Fitopatología. Guanajuato, México. p. 162.
- Salazar, P.H. y G. Martínez-López. 1974. Reconocimiento de fuentes de resistencia al virus del rayado colombiano del maíz. *Fitopatología* 10 :11 (Abstr.).
- Toler, R., G. Skinner, A.J. Bockholt y K. F. Harris. 1985. Reactions of maize (*Zea mays*) accessions to maize rayado fino virus. *Plant Disease* 69:56-57.
- Tsai, J.H., B. Steinberg y B.W. Falk. 1990. Effectiveness and residual effects of seven insecticides on *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae) and *Peregrinus maidis* (Homoptera: Delphacidae). *J. Entomol. Sci.* 25:106-111.
- Wallace, D.N., J.L. Ozburn y H.M. Munger. 1972. Physiological genetics of crop yield. *Advance in Agronomy* 24:97-146.