ESTUDIOS PRELIMINARES SOBRE LA EPIFITIOLOGIA E IMPORTANCIA AGRONOMICA DEL VIRUS DEL RAYADO FINO DEL MAIZ 1 *

Dennis Mora **

ABSTRACT

Preliminary studies on the epiphytology and agronomic importance of the Maize Rayado Fino Virus. Alterations in maize plant morphology and yield caused by Maize Rayado Fino Virus (MRFV), as influenced by the time of infection, were studied under field conditions. A method was developed in order to evaluate the reaction of different genotypes to the virus infection. Preliminary observations on epidemic development were made.

The main effects of MRFV on maize plant were reductions in: plant height, seventh and ninth internode length, stalk diameter and sixth leaf area. In early infections the virus promoted reductions of 24.9% in the number of grains per ear and 24.1% in grain weight per ear. Ear size was decreased in 6.9%. The losses were economically unimportant due to the small amount of field infected plants (11%). When infection was late, there was no significant reduction of these parameters.

A variety trial showed that most tested genotypes had low or medium infection levels; this possibly corresponds to scarcely important yield losses.

It was observed that the field distribution of this disease follows two Van der Plank's patterns: virus dissemination to nearby plants or virus transmission within the field due to vector displacement. The disease development fitted a multiple cycle model where the primary inoculum was very important, since early infections were the most harmful.

INTRODUCCION

El virus del rayado fino del maíz (VRF) es uno de los cuatro patógenos que se asocian al achaparramiento del maíz (12). El VRF inicialmente en 1969 en Centro América (2); por Costa, Kitajima y Arruda en Brasil (1) y por Martínez López en Colombia (9); sin embargo, en 1975 Kitajima, Gámez y Lin (7), comprobaron que los tres patógenos anteriormente descritos son serológicamente idénticos y en 1979 estos mismos autores (6), sugieren que las diferencias en los síntomas son provocadas por distintas razas del virus o por reacciones distintas de un mismo virus con los diversos genotipos del hospedero.

fue descrito, como patógenos distintos, por Gámez

La enfermedad se encuentra distribuida desde Estados Unidos hasta Uruguay en un amplio rango de alturas y latitudes en donde habita normalmente el vector *Dalbulus maidis* (Delong & Wolcott) (4).

Recibido para su publicación el 10 de agosto de 1983.

Parte de la tesis de Ingeniero Agrónomo presentada por el autor a la Escuela de Fitotecnia de la Universidad de Costa Rica.

^{**} Laboratorio de Fitopatología, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

Los síntomas macroscópicos de la enfermedad son principalmente pequeños puntos cloróticos en la base de las hojas jóvenes, que se distribuyen en forma paralela a las venas, coalesciendo y dando origen a rayas finas cortas y cloróticas. En los genotipos susceptibles, las rayas cloróticas son más numerosas, desarrollándose también una clorosis severa y pequeñas perforaciones en la lámina de las hojas (10).

El VRF no puede ser transmitido por semilla ni mecánicamente (5), el vector más eficiente es el saltahojas del maíz Dalbulus maidis (Cicadellidae) (2,3,4). El virus del rayado fino es una partícula isométrica de 31,5 a 33,1 nm de diámetro, según estén sus cápsides vacías o llenas respectivamente. Tiene una simetría similar a la de un icosaedro formado por 32 subunidades morfológicas. Las partículas virales están formadas por una cápside proteica y ácido ribonucleico de hebra simple (5).

Pineda y Martínez (15) en 1977, trabajando con la variedad ICA-V-504 en Colombia, determinaron que existe una estrecha relación entre la época de infección del maíz por el virus del rayado colombiano y la reducción de la producción de grano y peso del forraje verde. La pérdida de grano y de forraje verde llegaron al 89% y al 81% en la época de infección temprana y a 8,14% de pérdida en grano y ninguna reducción en la producción de forraje verde en la época de infección tardía.

En observaciones preliminares realizadas en Costa Rica y El Salvador se determinaron pérdidas por el VRF del 40 al 50% en materiales locales y del 100% en materiales introducidos en otras zonas (5).

MATERIALES Y METODOS

Evaluación del efecto del VRF sobre la variedad Tico V-1.

Las evaluaciones sobre los cambios en la morfología de plantas infectadas por el VRF se realizaron en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno en la Universidad de Costa Rica, situada en la Provincia de Alajuela. Estos ensayos se efectuaron en la época comprendida entre mayo y noviembre de 1977. Las condiciones climáticas fueron las propias de la estación lluviosa de la zona: una precipitación promedio mensual de 253 mm. temperatura promedio mensual de 17,5 C para los valores mínimos y de 27,2 C para los valores máximos, y un promedio de 137 horas de sol al mes.

Las pruebas se realizaron en lotes rodeados

por otras plantaciones de maíz. En los lotes experimentales se efectuaron 350 puntos de siembra, excluyendo los bordes; las distancias de siembra fueron 0,75 m entre surco y 0,40 m entre planta. Se usó la variedad local Tico V-1, por ser una de las de mayor producción y de uso comercial más difundido en Costa Rica.

La inoculación de las plantas se llevó a cabo por medio del vector *D. maidis*. El inóculo provenía de plantas infectadas en las otras plantaciones vecinas.

Se marcaron 300 plantas, que no mostraban todavía síntomas de infección por el VRF y 40-50 días después de la siembra se determinó, mediante la observación directa de síntomas, cuáles de las plantas numeradas estaban infectadas, y la época en que ocurrió la infección.

Se establecieron arbitrariamente dos épocas de infección; la época temprana corresponde a plantas cuyos síntomas aparecieron primero en las hojas de la primera a la cuarta; la época de infección media corresponde a síntomas que aparecieron primero en las hojas quinta a octava. La tercera categoría correspondió a plantas sanas.

Las observaciones sobre la alteración de las características morfológicas de la planta de maíz se realizaron hasta que la inflorescencia masculina estuvo desarrollada y diferenciada, a los 70-80 días de la siembra. Se establecieron diversos parámetros que fueron medidos de acuerdo a criterios pre-establecidos. Los parámetros evaluados fueron: la altura de la planta desde el nivel del suelo, hasta la base de la inflorescencia masculina; la longitud de los entrenudos número 1, 3, 7, 9 en su orden, de la parte inferior hacia la superior de la planta; además se anotó para cada planta el número del nudo en que se desarrolló la mazorca y se midió el diámetro menor del tallo en dos lugares: en el entrenudo inmediatamente superior a las raíces nodales y a la altura del entrenudo sexto. Se contó en todas las plantas el número de hojas, y se midió el largo y el ancho de la sexta hoja, con el fin de determinar su área. El largo se midió en la parte superior de la vaina, donde se inicia la lámina, hasta el extremo de la hoja, a lo largo de la nervadura central, el ancho se midió en la zona central de la hoja donde alcanza su valor máximo; para determinar el área foliar se usó la fórmula de Montgomery (12): largo mayor x ancho mayor x 0,75 = área foliar.

Se midió el largo, el diámetro y el peso de cada mazorca cosechada, sin desgranar y desgranada y se contó el número de granos por mazorca. En el análisis de los datos obtenidos se procedió a establecer correlaciones entre la época de infección de la planta por el VRF y las características morfológicas estudiadas.

Evaluación de la incidencia del VRF en diferentes variedades de maíz.

Se evaluó la incidencia del VRF en las doce variedades consideradas de mejor rendimiento por el CIMMYT (Centro de Investigación para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo) para 1977 y en 256 progenies que constituyen la población (Mix 1 x Col GPO I) x ETO, usadas en uno de los Ensayos Internacionales de Progenies (IPT) de dicho Centro en el año 1977 en Costa Rica.

Para medir la incidencia del VRF se usó una modificación de la fórmula propuesta por Kuhn (8) para evaluar la resistencia del maíz al virus del Maize Dwarf Mosaic (MDMV). La fórmula propuesta por Kuhn es la siguiente:

$$I = 4w + 3x + 2y + z$$

donde I representa el índice de resistencia y las letras w, x, y, z representan el procentaje de plantas que tardan 6, 11, 16 y 26 días en mostrar síntomas, respectivamente. Kuhn trabajó bajo condiciones de invernadero y usó métodos de inoculación artificiales por lo que la infección ocurrió en una misma época. Para el presente trabajo fue necesario cambiar los parámetros representados por las letras w, x, y, z por unos que se adaptaran a las condiciones de trabajo de campo y a los métodos de inoculación natural por saltahojas. En este caso la infección natural ocurrió en diferentes épocas y se pretendió medir grados diferentes de infección de diversas variedades. Se empleó la misma fórmula pero los parámetros se modificaron en la forma siguiente:

I representa el índice de infección de la variedad evaluada y las letras w, x, y, z representan el porcentaje de plantas que mostraron primero los síntomas en las hojas 1 a 4;6 a 7;8 a 9, y de la 10 en adelante, respectivamente.

Las evaluaciones se hicieron en el momento de la floración de la planta. Una vez que se calcularon los índices para cada variedad evaluada, se procedió a clasificarla en una de las cuatro diferentes categorías, según el índice de infección que mostraba.

Para el establecimiento de cuatro categorías

hipotéticas de grados de infección se utilizó el siguiente procedimiento: se calcularon índices teóricos para variedades supuestas en las que se asumió un 30% de las plantas infectadas y en las que la primera hoja en mostrar síntomas fue la 4, 6, 8, o 10 según corresponda. Los valores fueron divididos en cuatro categorías y a cada una se le dió una denominación. Los cuatro índices teóricos de infección del maíz al VRF calculados al aplicar la fórmula fueron los siguientes 30, 60, 90 y 120 que corresponden a niveles de infección denominados bajo, medio, alto y muy alto, respectivamente.

RESULTADOS

Incidencia del virus y alteraciones en la morfología de la planta.

El análisis de los datos de campo se llevó a cabo estableciendo correlaciones entre la época de infección y cada una de las variables estudiadas.

Los datos de campo se dividieron en dos grupos, según la época en que ocurrió la infección en la planta, en la manera ya descrita. Los resultados obtenidos aparecen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Número y porcentaje de plantas sanas y enfermas según la época de infección por el VRF.

Epoca de infección 1	Número de plantas	Porcentaje
Temprana	34	11,00 %
Media	58	18,77%
Testigo (sanas)	217	70,22%

Epoca de infección establecida con base en la primera hoja en mostrar síntomas: Epoca Temprana 4ta. hoja o inferior; Epoca Media 5ta. a 8a hojas inclusive.

Se obtuvieron correlaciones con valores altamente significativos para la mayoría de las variables, lo que indica que existe una estrecha relación entre el grado de alteración de las características morfológicas normales de la planta, y la época en que esta es infectada por el VRF. Las correlaciones obtenidas entre los diferentes parámetros se analizan a continuación.

Los resultados muestran que existe una estrecha relación entre la época de infección y los valores para la altura de la planta y la longitud de los entrenudos 7º y 9º. Con respecto a la altura total de la planta, se observa en la Figura 1, que la reducción mayor se presenta en la época de infección temprana y el tamaño máximo, en las plantas

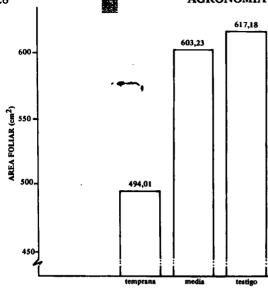


Fig. 1. Relación entre la época de infección del VRF y la altura de la planta.

EPOCA DE INFECCION

sanas. La reducción en la altura de la planta fue de 12,0% con respecto a las plantas testigo (Cuadro 2). Las plantas con infección en la época media, muestran un valor mayor al de la época de infección temprana, pero considerablemente menor al de las plantas testigo. Esto quiere decir que bajo las condiciones en que se realizó este estudio, las plantas que son infectadas por el VRF tienden a ser de menor tamaño cuando la infección ocurre más temprano.

La longitud de los entrenudos 70 y 90, en las plantas enfermas fue menor que en las plantas sanas; en la época de infección media las plantas alcanzaron el menor valor para la longitud de los entrenudos. La reducción en el tamaño de los entrenudos en la época de infección temprana con respecto a las plantas sanas, fue de 8,37% para el 7º y 9,53 para el 9º entrenudo (Cuadro 2). Se midió además el diámetro del tallo en la base y en la parte media obtenidéndose una estrecha relación entre el diámetro en su parte media y la época de infección, pero no así en la base. Las plantas infectadas por el VRF en la época temprana fueron entonces más delgadas en la parte media del tallo que las plantas sanas, sin embargo, las plantas infectadas en la época temprana son iguales o ligeramente más gruesas en su parte media que las plantas testi-

Se encontró una estrecha relación entre la época de infección por el VRF y los valores promedios obtenidos para el largo, ancho y área de la 6a hoja (Fig. 2). Las plantas infectadas en época

Cuadro Porcentajes máximos de reducción en los valores de cada característica morfológica de plantas de maíz infectadas por el VRF.

Variable	Epoca de ¹ infección	Grado reducción %
Altura planta		12,00
Longitud entrenudo 70	M	8,37
Longitud entrenudo 90	M	9,53
Ancho hoja N ^o 6	T	6,5
Largo hoja N ^O 6	T	14,0
Area foliar N ^O 6	T	20,0
Diámetro medio tallo	T	12,00
Número de granos	T	24,90
Largo mazorca	T	6,4
Diámetro mazorca	T	9,1
Peso de granos	T	24,1
Peso eje central mazorca	T	17,3

¹ Epoca de infección

temprana tienen esa hoja significativamente más delgada, más corta y de menor área foliar que las plantas que se infectan en la época media, las cuales a la vez también muestran valores menores que las plantas testigo. Los porcentajes de reducción en los valores del largo, ancho y área de la hoja 6a en las plantas infectadas en la época temprana respecto a las plantas sanas es de 14,00% 6,5% y 20,00% respectivamente (Cuadro 2).

Se hicieron observaciones sobre cinco características de la mazorca, determinándose que existe relación entre la época de infección de la mazorca, el largo y el peso del eje central de la misma. Del análisis de estos datos se deduce que todas las características estudiadas en la mazorca se ven afectadas por la infección del VRF. Tanto en infecciones en la época temprana como en la época media, se obtuvieron mazorcas con menor número y peso total de granos con respecto a las plantas sanas. Además, en las infecciones tempranas, las mazorcas son más cortas, de menor diámetro y con menos peso en el eje central. La reducción de las características más importantes de la mazorca en la época de infección temprana respecto a las sanas fue de 24,9% para el número de granos y 24,10% para el peso total de éstos. Las plantas con infección media no mostraron diferencias significativas con el testigo para estas variables.

T = Temprana, primera hoja con síntomas de la 1ª a la 4ª; M= Media, primera hoja con síntomas de 5ª a la 8ª.

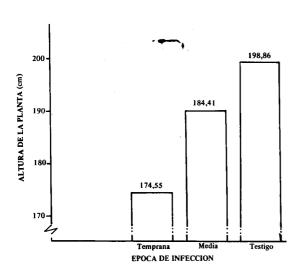


Fig. 2. Relación entre la época de infección del VRF y el área de la 6a. hoja.

Prueba de variedades

Para la prueba de variedades se hicieron evaluaciones, mediante la escala explicada, sobre las mejores variedades experimentales del CIMMYT para 1977 y para 256 progenies provenientes de la población (Mix I x Col GPO I) x ETO realizado en el CIMMYT, obteniendo los siguientes resultados: 194 variedades tienen un índice de enfermedad menor de 60 que corresponde a índices de infección medios y bajos y sólo algunas pocas resultan con índices mayores de 60 o sea altos o muy altos (Cuadro 3).

Desarrollo de la epifitia

Si se suma el número de plantas enfermas en cada época de infección a través de todo el desarrollo del cultivo puede observarse (Fig. 3) que el número de plantas enfermas se incrementa rápidamente en el período comprendido entre el inicio del cultivo y la época de infección media, para luego tender a estabilizarse hacia el final del ciclo de la planta. En esta forma en los primeros días de edad de la planta es cuando ocurren la mayor cantidad de infecciones y conforme ésta madura decrece el número de plantas infectadas.

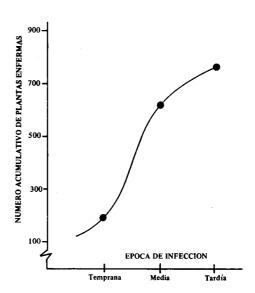


Fig. 3. Desarrollo de la enfermedad por el VRF en el maíz según número acumulativo de plantas enfermas en todo el ciclo en la prueba de variedades.

DISCUSION

Los virus de las plantas constituyen patógenos de importancia en diversos cultivos, por las alteraciones que inducen en la morfología y fisiología de los mismos, lo cual afecta su valor comercial.

En el presente estudio se hace un primer análisis, bajo condiciones de campo, de las alteraciones macroscópicas inducidas por la infección del VRF. La mayoría de las características estudiadas, tanto en la parte vegetativa de la planta como en la mazorca, se ven afectadas por el virus, en mayor grado en la medida en que la infección ocurra en las etapas más tempranas del desarrollo de la planta. Esto concuerda con las consideraciones generales de Swenson (16) y Matthews (11) y lo observado para el VRF por Pineda y Martínez (15).

El VRF, al igual que la mayoría de los otros virus del maíz (5), causa trastornos tanto en los órganos vegetativos de la planta como en la mazorca. Los efectos más importantes sobre la parte vegetativa de la planta son: disminución de la altura de la planta y en la longitud de los entrenudos 7º a 9º, así como reducción en el diámetro del tallo en su parte media y en el área de la 6a hoja. Estos efectos del virus sobre las características vegetativas de la planta, son mayores en magnitud en

Cuadro 3. Indices y niveles de infección del VRF en las 10 mejores variedades del CIMMYT para 1977 obtenidos mediante la formula de Kuhn modificada.

Variedad	Indice infección (*)	Nivel de infección
Guaymas 7522	120	Muy alto
Across 7422	50	Medio
Poza Rica 7543	80	Alto
Pichilingue 7429	90	Alto
Tico V 1 (testigo)	70	Alto
Tocumen 7428	110	Muy alto
Pant Nagar 7424	100	Muy alto
Poza Rica 7525	45	Medio
Tocumen 7527	25	Bajo
Across 7436	30	Bajo
Across 7421	110	Muy alto
Poza Rica 7526	60	Medio

Escala de 0 a 120.

la medida en que la infección ocurre más temprano.

Los efectos más importantes del VRF sobre la planta son aquellos que se produjeron en la mazorca, ya que se reflejan en la producción final de grano. La disminución en un 24,90% en el peso de éstos por mazorca, así como la reducción en el tamaño mismo de las mazorcas en un 6,9% en las plantas enfermas, son los factores responsables directos de la disminución en la producción, por consecuencia de la infección viral. Sin embargo, bajo las condiciones en que se realizó este ensayo, y en contraste con lo descrito por Pineda y Martínez en 1977 (15) y por Gámez y Díaz en 1977 (5). en el caso de la variedad Tico V-1, la pérdida total en producción como consecuencia de la enfermedad fue relativamente baja. Esto se debió a que el número o porcentaje total de plantas enfermas fue reducido, 29.77% del total de plantas y a que la cantidad de plantas que sufrieron infección temprana, época en que las pérdidas son mayores, fue de apenas 11%, lo cual es también una proporción muy pequeña como para que tenga un efecto de importancia sobre la producción,

Es importante tomar en cuanta que los anteriores datos son válidos para la variedad Tico V-I y bajo las condiciones en que se realizó este ensayo y que tal y como lo propone Matthews (11), no deben dejarse de considerar dos aspectos importantes: 1) la posibilidad de que bajo determinadas condiciones el porcentaje de infección sea mayor y 2) que la cantidad de plantas con infección temprana sea significativamente mayor que la obtenida en este experimento. Estas posibilidades se confirman con los informes de otros investigadores (14) acerca de pérdidas importantes en la producción de maíz a consecuencia del VRF en otros cultivares, lo que sugiere la posibilidad de que los genotipos locales sean relativamente más tolerantes a la enfermedad que los originados en otras zonas.

La evaluación de los grados de infección en las diversas variedades, por medio de la fórmula modificada de Kuhn, mostró grados de infección medios y bajos para el 41% de los materiales (Cuadro 3). Es probable que estos índices de infección se correlacionen también con la resistencia a la enfermedad por la variedad o material, debido al hecho de que el índice toma en cuenta la cantidad total de plantas enfermas, la cantidad de plantas enfermas en cada época de infección, y la relación entre la época de infección y el efecto en la producción. No obstante, sería necesario demostrar para otras variedades que existe la misma correlación observada para el Tico V-I entre la época de infección y el efecto en la producción. Es posible que diferentes materiales difieren en el grado de susceptibilidad a la enfermedad, y que índices de infección similares correspondan a grados de pérdida diferentes.

La realización de este tipo de estudios y el establecimiento de un sistema que permita evaluar para cada cultivar la resistencia a la enfermedad en función de la disminución en la producción de granos, es de gran valor práctico, ya que permitiría predecir en una forma sencilla las pérdidas por efecto de las enfermedades.

El patrón de distribución del virus observado dentro de la plantación esta influido, tal y como lo apunta Matthews (11) por la procedencia y la cantidad de inóculo primario, por los hábitos del vector y el tipo de trasmisión que realiza, así como por las condiciones ambientales.

En la Fig. 3 puede observarse que la enfermedad sigue aparentemente un patrón de desarrollo de ciclo múltiple, o sea una etapa inicial de aumento lento y reducido en el número de plantas enfermas, seguido por una etapa de crecimiento explosivo, (incremento logarítmico), para luego entrar a una última etapa de disminución o estabilización en el número de plantas enfermas, sólo MORA: Virus del rayado fino del maíz

que en este caso la disminución del número de nuevos casos no obedece a que queden pocas plantas sanas que infectar, como en el modelo típico de Van der Plank, sino a que las plantas sanas se vuelven relativamente resistentes al llegar a la madurez.

El hecho de que la infección del VRF se comporte aparentemente como enfermedad de ciclo múltiple, indica que es posible que se lleve a cabo en una plantación varios ciclos secundarios, debido a que las plantas infectadas al inicio del ciclo podrían servir de fuente de inóculo secundario a las generaciones del vector que se originan en el cultivo, lo que implicaría que al inicio del cultivo, el inóculo llega de plantaciones vecinas y luego se producirá una diseminación interna del patógeno.

Debe notarse, además, que aunque la mayor cantidad de plantas enfermas son infectadas en la época media, debido posiblemente a los ciclos secundarios de la enfermedad y a la diseminación interna del patógeno dentro de la plantación, las pérdidas causadas por estas no son de tanta importancia como las de la época de infección temprana. Podría sugerirse que el VRF es una enfermedad de ciclo múltiple en donde la cantidad de inóculo primario tiene mucha importancia, ya que sus infecciones son las que producen las mayores pérdidas en la producción y los ciclos secundarios son relativamente escasos y de menores consecuencias. Estas conclusiones deben considerarse como preliminares, ya que sería necesario realizar otros experimentos para esclarecer las observaciones aquí expuestas.

RESUMEN.

Los objetivos del presente trabajo fueron estudiar bajo condiciones de campo algunas alteraciones inducidas por el virus del rayado fino del maíz (VRF) en la morfología y la producción de la planta, en función de la época de infección; desarrollar un método para evaluar la reacción de diferentes genotipos a la infección del virus y realizar observaciones preliminares sobre el desarrollo de la epifitia.

Los principales efectos del VRF sobre la planta son: disminución de la altura de la planta; de la longitud de los entrenudos 7 y 9; del diámetro del tallo en su parte media y del área de la sexta hoja. Además, provoca en infecciones tempranas disminución en un 24,9% en el número de granos por mazorca y en un 24,1% en el peso de stes por mazorca, así como reducción en el tamaño ma en un 6,9%. Sin embargo, estas pérdidas no tuvieron importancia económica debido al reducido número de plantas (11%) que resultaron infectadas por el VRF en el campo. Cuando la infección fue media, el daño no fue importante. De los resultados de la evaluación de variedades se deduce que la mayoría de los materiales probados tienen bajo las condiciones en que se realizó este trabajo, niveles de infección medios o bajos los que posiblemente corresponden también a disminuciones de producción de poca importancia.

Respecto a la distribución de la enfermedad en el campo, se observó que sigue los dos patrones sugeridos por Van der Plank: la diseminación del virus a grupos de plantas vecinas o muy cercanas y la diseminación o transmisión dentro de la plantación por desplazamiento del vector. La curva de desarrollo de la enfermedad correspondió al modelo típico de ciclo múltiple en donde tuvo mucha importancia la cantidad de inóculo primario, puesto que las infecciones tempranas son las que causan las mayores perdidas en producción.

LITERATURA CITADA

- COSTA, A.J., KITAJIMA, E.W., y ARRUDA, S.C. Molestias de virus e de micoplasma do milho en Sao Paulo. Resumos, 40° Congreso, Soc. Bras. Fitopat. 1971.
- GAMEZ, R. A new leafhopper-borne virus of corn in Central America. Plant Disease Reporter 53: 929-932, 1969.
- Transmission of rayado fino virus of maize (Zea mays L.) by Dalbulus maidis (D & W). Annals of Applied Biology 73: 285-292. 1971.
- 4. Leafhopper transmitted maize rayado fi no virus in Central America. In Internacional Maize Virus Disease Coloquium and Workshop. Proceedings. Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster, Ohio, U.S.A., 1977, pp. 15-19.
- The rayado fino virus disease in the American Tropics. Tropical Pest Management 26: 26-32. 1980.
- KITAJIMA, E.W.; LIN, M.T. The geografical distribution of maize rayado fino virus. Plant Disease Reporter 63: 830-833. 1979.
- KITAJIMA, E.W., GAMEZ, R. y LIN, M.T. Serological and histological comparison of rayado fino virus of maize from Costa Rica and

- the brazilian corn streak virus Abstracts, Annual Meeting of Caribean Division, American Phytopathological Society, 1975. 50 p.
- KUHN, C.W. and SMITH, T.H. Effectiveness of a disease index system in evaluating corn for resistance to maize dwarf mosaic virus. Phytopathology 67: 288-291. 1977.
- MARTINEZ-LOPEZ, G. New maize virus diseases in Colombia. In Williams, L.T., Gordon, D.T., and Nault, L.R., (Eds). International Maize Virus Disease Coloquium and Workshop. Proceedings. Ohio Agricultural Research and Development Center. Wooster, Ohio, U.S.A. 1976. 145 p.
- Una nueva enfermedad del maíz en Colombia transmitida por el satahojas Dalbulus maidis (Delong & Wolcott). Fitopatología 9: 93-99. 1977.
- MATTHEWS, R.E.F. Plant Virology. New York. Academic Press, 1970. 778 p.
- 12. MONTGOMERY, E.G. Correlation studies in corn.

- Nebraska Agr. Exp. St. Ann Rep. 24, pp. 108-159. 1911.
- 13. NAULT, L.R., BRADFUTE. O.E. Corn Stunt.
 Involvement of a complex of leafhopperborne pathogens. In Maramorosh, K. and
 Harris, K. Eds. Leafhopper Vectors and
 Plant Disease Agents, Academic Press, N.Y.
 1979 625 p.
- PANIAGUA, R. y GAMEZ, R. El virus del rayado fino del maíz, estudios adicionales sobre el virus y su vector. Turrialba 26: 39-43. 1976.
- 15. PINEDA, B. y MARTINEZ, G. Evaluación de las pérdidas por el virus del rayado colombiano del maíz en la variedad ICA V-504. Revista ICA, Instituto Colombiano Agropecuario 12 (13): 199-212-1977.
- SWENSON, K.G. Plant susceptibility to virus infection by insect transmission. In Maramorosch,
 K. (Ed) Viruses, Vectors and Vegetation.
 New York. Interscience Publishers. 1969.
 662 p.