

Algunos factores que afectan la transmisión del virus del rayado fino del maíz por *Dalbulus maidis* DeLong & Wolcott^{*1/} _____ VICTOR GONZALEZ, RODRIGO GAMEZ**

ABSTRACT

Previous reports have shown that the leafhopper *Dalbulus maidis* transmits rayado fino virus (RFV) of maize in a manner characteristic of viruses that multiply in their insect vectors. Further studies of the virus-vector relationships described in this paper showed that no difference in longevity exists between RFV-transmitters and non-transmitters. Young adults and 3rd or 4th instar nymphs were equally efficient vectors of the virus, females were more efficient vectors than males and lived longer. No transovarial transmission of RFV was observed in a progeny of 110 insects obtained from viruliferous females. The incubation period of RFV in its vectors averaged 13.5 days at 20°C, 12.5 days at 25°C, and 12 days at 30°C. However, more insects were capable of virus transmission after incubation periods at 20-25°C than those incubated at 30°C. When insects were incubated for 10 days at 25°C, subsequent tests for their ability to transmit the virus at 20, 25 or 30°C showed that the number of transmitters was always lower at 30°C and markedly higher at 20 or 25°C. Observations indicated that the duration of the nymphal and adult stages of *D. maidis* was 15.6 and 31.5 days, respectively, at 25 ± 1°C. — The authors

Introducción

EL virus del rayado fino del maíz (VRFM), originalmente hallado en saltahojas de la especie *Dalbulus maidis* DeLong & Wolcott (Homoptera, Cicadellidae) colectados en plantaciones de maíz en Alajuela, Costa Rica (6), es transmitido por este saltahoja en una manera característica de virus que se multiplican en su vector (6, 7). Los insectos transmiten el virus después de transcurrido un período de incubación que varía de 8 a 22 días a 25°C. Esta transmisión es frecuentemente intermitente, y decrece con

el tiempo, a medida que los insectos envejecen. El virus, no obstante, puede ser recuperado de insectos que han perdido su infectividad. Ha sido posible transmitir mecánicamente, por inyección a insectos sanos, el VRFM obtenido de extractos provenientes de plantas infectadas o insectos virulíferos (7).

D. maidis es también un conocido vector del agente causal del achaparramiento del maíz (12), considerado ahora como un micoplasma y no como un virus (4, 5, 8). La habilidad de este saltahoja de transmitir simultáneamente el VRFM y el micoplasma del achaparramiento ha sido también demostrada (7).

Los estudios realizados hasta el presente sobre el modo de transmisión y algunas propiedades del VRFM, permiten considerarlo como diferente de otros virus del maíz descritos en la literatura (6, 7). Algunos aspectos de la relación virus-vector, aún no conocidos, fueron investigados en el presente trabajo. Específicamente, se estudió la influencia del sexo y edad del vector en la transmisión, la longevidad de los insectos transmisores

* Recibido para su publicación el 9 de octubre de 1973.

1/ Parte de la información incluida en la tesis presentada por el autor principal ante la Escuela de Graduados, CTEI-HCA, Turrialba, Costa Rica, para optar al título de *Magister Scientiarum*.

** Escuela de Ingeniería Agronómica, Universidad de Oriente, José pín, Venezuela, y Laboratorio de Virus, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria, C. R., respectivamente.

y no transmisores, la posibilidad de transmisión transovarial del virus y el efecto de diferentes temperaturas en la incubación y transmisión del virus en *D. maidis*. Los resultados obtenidos no sólo aportan información adicional sobre las características biológicas del VRFM, sino que también ofrecen evidencia adicional de que este virus es enteramente diferente a otros virus conocidos de gramíneas, transmitidos por saltahojas en forma circulativa o propagativa.

Materiales y métodos

Virus

El aislamiento del virus utilizado en estos estudios fue el mismo utilizado por Gámez (6, 7), habiéndose mantenido en plantas de maíz inoculadas por medio de insectos que habían adquirido previamente el virus de plantas infectadas.

Colonias de D. maidis

Las colonias del saltahoja vector se desarrollaron sobre plantas sanas de maíz confinadas en jaulas grandes de madera, forradas con una malla plástica fina, en la forma anteriormente descrita (6, 7).

Transmisión del virus por D. maidis

Los insectos no expuestos a plantas infectadas fueron denominados "sanos", y aquellos expuestos a plantas infectadas "expuestos". No todos los insectos expuestos transmitieron el virus; los que sí lo transmitieron se denominaron "transmisores" o "virulíferos". En todos los casos el día en que fue iniciado el experimento fue denominado día "1", día "2" el siguiente, y así sucesivamente. Durante las pruebas de transmisión los insectos se mantuvieron confinados en jaulas cilíndricas de nitrato de celulosa, de 10 x 28 cm, con aberturas laterales y en la parte superior para ventilación, cubiertas con una malla fina. A menos que se indique de otra manera, ninfas de 3^o y 4^o instar fueron empleadas en todos los experimentos. Con el objeto de determinar que las colonias de *D. maidis* se hallaban libres de virus, grupos de insectos fueron regularmente probados, con resultados consistentemente negativos.

Una línea de maíz, T-3, o bien la variedad 'Eto Blanco', fueron utilizadas como fuentes de inóculo y plantas de prueba. Las semillas se colocaban en cámaras húmedas de vidrio para su germinación, y las plantas eran inoculadas cuando tenían 1 ó 2 hojas, a los 8 a 10 días después del trasplante. Tanto plantas sanas como plantas inoculadas eran mantenidas en un invernadero con temperaturas que oscilaban entre 19 y 32°C, con una media de 23,4°. Las pruebas de transmisión se realizaron en cámaras de crecimiento, a una temperatura de 25 ± 1°C, con excepción de los experimentos en que se determinó el efecto de diferentes temperaturas en la incubación y transmisión del virus.

Transmisión transovarial del VRF

De un grupo de ninfas expuestas a plantas enfermas y probadas individualmente, se seleccionaron hembras transmisoras, que se cruzaron con machos sanos 21 días después de iniciado el experimento. Cada pareja se mantuvo separadamente sobre una planta sana de maíz. Diez días después de ocurrida la oviposición, los huevos fueron removidos de la vena central de las hojas. Para este propósito, la vena fue disectada longitudinalmente bajo un microscopio estereoscópico, con el objeto de exponer los huevecillos depositados en ella. Con ayuda de una aguja de disección y un pincel fino de pelo de camello, los huevos fueron cuidadosamente removidos y colocados sobre un papel de filtro negro humedecido en una placa de Petri, manteniéndose en incubación a 25 ± 1°C. La eclosión ocurrió 2 a 6 días después, y las pequeñas ninfas fueron entonces transferidas una a una a plantas sanas para las subsecuentes pruebas de detección del virus en ellas.

Dimación de los instares ninfales y del estado adulto de D. maidis

Los huevos producto de un cruce entre insectos sanos se removieron de las hojas y se pusieron a incubar a 25 ± 1°C, en la forma descrita anteriormente. Inmediatamente después que una ninfa nacía era trasladada a un talluelo de maíz de unos 4 ó 5 cm de longitud. Dicho talluelo estaba sumergido parcialmente en el agua contenida en un tubo de ensayo plástico de forma cónica. Este tubo era tapado con una pieza de hule, la cual estaba atravesada a su vez por un pequeño pedazo de manguera de hule que tenía la función de sostener una pequeña caja plástica cuyas dimensiones eran 5 cm de alto, por 5 cm de ancho y 3 cm de profundidad. A través del tubito de hule se introducía el talluelo de maíz, cuya raíz había sido removida a fin de detener su crecimiento, quedando su parte inferior dentro del agua y las hojas dentro de la cajita; el talluelo en estas condiciones se mantenía fresco por unos 5 días, luego de lo cual se procedía a cambiarlo por uno nuevo. Por un pequeño orificio hecho en la caja se introducía la ninfa objeto de observación. Toda la estructura se sostenía sobre una gradilla de madera para tubos de ensayo.

De un total de 18 ninfas, 11 completaron su desarrollo hasta adultos; estas ninfas fueron observadas diariamente dos veces al día desde el nacimiento hasta llegar a adultos, anotándose la fecha de cada muda y el tiempo que vivieron como adultos.

Resultados

Longevidad de insectos transmisores y no transmisores del VRFM

A fin de determinar el efecto del VRFM en la longevidad de insectos transmisores, un grupo de ninfas de 3^o y 4^o instar fue expuesto a plantas enfermas por 5 días, y luego mantenido sobre plantas sanas por 1 día.

Cuadro 1—Longevidad de insectos de la especie *Dalbulus maidis* transmisores y no transmisores del VRFM¹

Tipo de saltahoja ²	Registro de supervivencia Días de iniciado el experimento:																Longevidad promedio (días)
	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	112	
Transmisor	27**	27	25	25	22	20	17	16	11	7	3	1	1	1	0	0	53,6
No transmisor	41**	41	36	28	21	14	14	10	5	5	4	3	3	2	1	0	29,6

^{1/} Virus del rayado fino del maíz

² Insectos transmisores y no transmisores de un grupo de 68 que tuvieron un periodo de adquisición de 5 días sobre plantas enfermas y de 1 día sobre plantas sanas.

** Número de insectos vivos al momento de iniciarse cada periodo de 7 días

Cuadro 2—Influencia del sexo de insectos de la especie *Dalbulus maidis* en su habilidad de transmisión del VRFM¹

Sexo ²	Registro de transmisión Días de iniciado el experimento ³						Total transmisores	% de transmisores
	7	14	21	28	35	42		
Machos	2/32**	0/32	2/23	0/19	0/13	0/9	1/32	12,5
Hembras	1/19**	8/49	10/48	2/43	0/40	2/33	23/49	46,9

^{1/} Virus del rayado fino del maíz

² Los insectos adquirieron el virus como ninfas del 3° y 4° instar y el periodo de adquisición fue de 5 días con 1 día de incubación sobre plantas sanas.

³ Insectos probados individualmente. El numerador indica número de insectos transmisores y el denominador indica número total de insectos probados en ese periodo. Para cada caso solo se indica el número de insectos que empezaron a transmitir por primera vez durante ese periodo.

Empezando el día 7, los insectos fueron probados individualmente sobre plantas sanas por periodos consecutivos de 7 días y por el tiempo que vivieran (Cuadro 1). De un total de 68 insectos probados 27 transmitieron el virus y tuvieron un promedio de vida de 33,6 días. Este promedio fue de 29,6 días para los restantes 41 insectos no transmisores. La longevidad de los saltahoja no fue así, aparentemente afectada por el hecho de que fueran o no transmisores del VRFM. Aunque el sexo de los insectos no se determinó al inicio del experimento, sí pudo notarse que la longevidad de las hembras, tanto sanas como virulíferas, era mayor que la de los machos.

Influencia del sexo del vector en la transmisión del VRFM

Para este propósito los insectos tuvieron periodos de adquisición y transmisión similares a los utilizados en las pruebas de longevidad. Las pruebas realizadas mostraron apreciables diferencias entre hembras y machos. De un número de 32 machos probados, 4 transmitieron el virus, mientras que 23 hembras transmitieron de un total de 49 probadas (Cuadro 2). Esta diferencia no fue, sin embargo, estadísticamente significativa ($x = 1,5$ $P > 0,05$). Fue también notable el hecho que la longevidad de las hembras fue mayor que la de

los machos, y que la persistencia de la transmisión fue también mayor en las hembras que en los machos. Los resultados obtenidos confirmaron, a la vez, el hecho antes observado sobre la pérdida de transmisibilidad del virus por insectos transmisores (6, 7).

Efecto de la edad del vector en su capacidad de adquirir y transmitir el VRFM

La comparación del efecto de la edad de *D. maidis* en la adquisición y la subsecuente transmisión del virus fue realizada utilizando ninfas de 3° y 4° instar e insectos que recién hubieran alcanzado el estado adulto.

No se observó una diferencia apreciable en la capacidad de ninfas y adultos de adquirir y transmitir el VRFM (Cuadro 3). De 51 ninfas probadas 17 resultaron transmisoras, mientras que de 42 adultos probados 12 transmitieron el virus, o sea 33,3 y 28,5 por ciento, respectivamente.

Ausencia de transmisión transovarial del VRFM

De un grupo de insectos expuestos a plantas infectadas y probados luego individualmente se separaron 4 hembras identificadas como transmisoras. Estas hembras fueron separadamente cruzadas con 4 machos no transmisores y la progenie resultante fue manipulada

Cuadro 3—Efecto de la edad de insectos de la especie *Dalbulus maidis* en su habilidad de transmisión del VRFM¹

Edad de adquisición*	Registro de transmisión Días de iniciado el experimento						Total transmisores	% de transmisores
	7	14	21	28	35	42		
Ninfa	1/51**	5/51	7/47	2/42	0/39	2/30	17/51	33,3
Adulto	1/42**	3/42	3/36	1/30	3/28	1/23	12/42	28,5

1/ Virus del rayado fino del maíz

* Las ninfas probadas estaban entre el 3° y 4° instar. Tuvieron un período de adquisición de 5 días con 1 día sobre plantas sanas. Los adultos eran individuos recién emergidos y tuvieron el mismo período de adquisición que las ninfas. El número de insectos de cada sexo era aproximadamente igual.

** Numerador indica número de insectos transmisores durante ese período, y el denominador indica número de insectos probados en ese período. Para cada caso solo se indica el número de insectos que empezaron a transmitir por primera vez durante ese período.

Cuadro 4—Efecto de tres temperaturas sobre la duración del período de incubación del VRFM¹ en su vector *Dalbulus maidis*.

Temperaturas y Colonias		Registro de transmisión Días de iniciado el experimento*										
		10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
20 ± 1°C	1	—(10)	—(10)	—(10)	—(10)	—(10)	+(9)	+(9)	—(9)	—(7)	—(7)	+(7)
	2	—(10)	—(10)	—(8)	—(8)	—(7)	—(7)	—(7)	—(7)	—(7)	—(6)	—(4)
	3	—(10)	+(10)	+(10)	—(10)	—(8)	+(8)	—(8)	+(8)	+(8)	+(3)	+(3)
	4	—(10)	+(10)	+(10)	+(10)	+(10)	+(7)	+(7)	+(7)	+(6)	+(6)	+(3)
	5	+(10)	—(10)	—(10)	—(10)	—(10)	+(8)	+(8)	+(8)	+(8)	+(7)	+(7)
Testigo	6	—(10)	—(10)	—(10)	—(10)	—(10)	—(9)	—(9)	—(8)	—(7)	—(7)	—(7)
25 ± 1°C	7	—(10)	—(10)	—(10)	—(9)	—(8)	—(7)	—(7)	—(7)	—(6)	—(5)	—(4)
	8	—(10)	+(10)	+(8)	+(8)	—(7)	—(7)	—(7)	—(7)	—(7)	—(7)	—(7)
	9	+(10)	+(9)	—(8)	—(8)	—(8)	—(6)	—(5)	—(4)	—(3)	—(3)	—(3)
	10	—(10)	—(10)	—(9)	+(8)	+(8)	+(8)	+(7)	—(7)	—(7)	—(5)	—(4)
	11	—(10)	+(10)	—(10)	—(10)	—(10)	—(10)	—(9)	—(9)	—(9)	—(9)	—(9)
Testigo	12	—(10)	—(10)	—(9)	—(9)	—(9)	—(9)	—(8)	—(8)	—(5)	—(4)	—(4)
30 ± 1°C	13	—(10)	—(10)	—(10)	—(9)	—(8)	—(6)	—(6)	—(6)	—(6)	—(6)	—(5)
	14	—(10)	—(7)	—(7)	—(7)	—(6)	—(5)	—(5)	—(3)	—(2)	—(1)	—(1)
	15	—(10)	—(10)	—(10)	—(10)	—(10)	—(9)	—(9)	—(8)	—(8)	—(8)	—(6)
	16	—(10)	—(10)	—(9)	—(8)	—(8)	—(8)	—(8)	—(7)	—(7)	—(5)	—(4)
	17	—(10)	+(10)	—(10)	+(9)	+(9)	—(9)	+(7)	—(6)	—(6)	—(5)	—(4)
Testigo	18	—(10)	—(10)	—(10)	—(10)	—(10)	—(10)	—(9)	—(9)	—(6)	—(6)	—(4)

1/ Virus del rayado fino del maíz.

* Los insectos adquirieron como ninfas del 3° y 4° instar, y tuvieron 7 días de adquisición y 2 días de incubación sobre plantas sanas a 25 ± 1°C. Los insectos fueron transferidos a una planta sana el día indicado. Número en paréntesis indica los individuos por colonia al efectuarse la transferencia. — indica ausencia de transmisión; + indica transmisión a la planta.

de manera que se eliminara toda posibilidad de adquisición del virus de las plantas en que las hembras habían ovipositado, en la forma descrita en Materiales y Métodos. Los 110 insectos obtenidos de los cruces fueron probados por tres períodos consecutivos de 10 días de duración. El experimento fue iniciado al eclosionar el último grupo de ninfas. Ninguno de los insectos probados transmitió el virus, lo cual podría considerarse como evidencia de ausencia de transmisión transovarial del VRFM.

Efecto de tres temperaturas en la duración del periodo de incubación del VRFM en D. maidis

Grupos de ninfas sanas de 3^o y 4^o instar fueron expuestas separadamente a plantas infectadas a temperaturas de $20 \pm 1^\circ\text{C}$, $25 \pm 1^\circ\text{C}$ y $30 \pm 1^\circ\text{C}$. El periodo de adquisición del virus fue de 7 días a las temperaturas indicadas, con 2 días adicionales de permanencia sobre plantas sanas a las mismas temperaturas. A partir del día 10 cada grupo de insectos fue dividido en 5 colonias de 10 insectos cada una, y para determinar el efecto de las diferentes temperaturas en la duración

del periodo de incubación, las colonias fueron probadas sobre plantas sanas por períodos consecutivos de 2 días, hasta el día 32 de iniciado el experimento. Los resultados obtenidos aparecen en el Cuadro 4. No se observaron diferencias notables en la duración del periodo de incubación en los insectos expuestos a las 3 diferentes temperaturas. Cuatro de las 5 colonias probadas a 20°C transmitieron el virus, con un periodo promedio de incubación de 13,5 días con un mínimo de 10 y un máximo de 20 días. A 25°C también 4 colonias transmitieron el virus siendo la duración promedio de la incubación de 12,5 días, el mínimo de 10 y el máximo de 16 días. Cabe notar que los periodos mínimos a estas dos temperaturas pudieron ser menores y no haber sido detectados por haberse iniciado la prueba de los insectos en el día 10. El número de colonias transmisoras sí fue evidentemente mayor a 20°C y 25°C que a 30°C . Únicamente una colonia transmitió el virus a 30°C , con un periodo de incubación de 12 días.

La retención del virus fue aparentemente más prolongada a 20°C , pero el hecho de no haberse llevado un control individual de los insectos transmisores no

Cuadro 5.—Efecto de tres temperaturas sobre la transmisión del VRFM^{1/} por su vector *Dalbulus maidis*

Temperaturas y Colonias		Registro de transmisión Días de iniciado el experimento ^{2/}								
		11	16	18	20	22	24	26	28	30
$20 \pm 1^\circ\text{C}$	1	—(10)	+(10)	+(10)	+(10)	+(8)	+(5)	—(5)	—(4)	—(4)
	2	—(10)	+(9)	+(9)	+(9)	+(9)	+(8)	+(7)	—(7)	—(7)
	3	—(10)	+(10)	+(10)	+(10)	+(10)	+(10)	+(9)	+(8)	+(7)
	4	—(10)	—(10)	—(10)	+(10)	+(8)	+(8)	+(8)	—(8)	+(8)
	5	+(10)	—(10)	+(10)	+(10)	—(9)	+(8)	+(8)	+(7)	+(7)
$25 \pm 1^\circ\text{C}$	6	—(10)	+(10)	+(10)	+(8)	+(7)	+(7)	+(6)	—(6)	—(6)
	7	—(10)	—(10)	+(10)	+(10)	+(10)	—(9)	—(9)	—(6)	+(6)
	8	—(10)	—(9)	+(8)	+(8)	+(6)	+(6)	+(5)	+(5)	—(5)
	9	+(10)	+(9)	+(9)	+(9)	+(7)	—(6)	+(6)	—(5)	—(5)
	10	+(10)	+(10)	+(10)	+(10)	+(9)	+(9)	—(8)	—(7)	—(6)
Testigo	11	—(10)	—(9)	—(9)	—(8)	—(6)	—(6)	—(1)	—(4)	—(4)
$30 \pm 1^\circ\text{C}$	12	—(10)	—(10)	—(10)	—(9)	—(6)	—(5)	—(4)	—(4)	—(4)
	13	—(10)	—(9)	+(9)	+(8)	+(6)	+(5)	+(5)	—(5)	—(5)
	14	—(10)	—(9)	—(9)	—(9)	—(6)	—(6)	—(6)	—(6)	—(6)
	15	+(10)	—(9)	—(8)	—(7)	—(6)	—(5)	—(5)	—(5)	—(5)
	16	—(10)	—(9)	—(9)	—(7)	—(7)	—(3)	—(3)	—(3)	—(2)

1/ Virus del rayado fino del maíz.

2/ Los insectos adquirieron como ninfas del 3^o y 4^o instar, y tuvieron 7 días de adquisición y 6 días de incubación sobre plantas sanas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Los insectos fueron transferidos a una planta sana el día indicado. Número en parentesis indica los individuos por colonia al efectuarse la transferencia. — indica ausencia de transmisión; + indica transmisión a la planta.

Cuadro 6.—Duración de los instares ninfales de *Dalbulus maidis* sobre talluelos de maíz a $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Insectos estudiados ^a	Duración en días	Instares					Promedio total del período ninfal
		1º	2º	3º	4º	5º	
11	Mínima	3	2	2	2	1	15.62
	Máxima	4	3	3	4	6	
	Promedio	3.09	2.27	2.81	2.91	4.54	

^a Los insectos nacieron de huevos puestos a incubat en platos Petri a $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Se observaron dos veces al día a fin de notar el cambio de instar.

permite concluir si esto fue realmente debido a una menor retención del virus a 30°C o a la muerte de los insectos transmisores probados a esta temperatura.

Efecto de tres temperaturas en la transmisión del VRFM por *D. Maidis*

Para investigar el efecto de la temperatura en la transmisión, aparte de la incubación, se utilizaron insectos que habían ya completado los períodos de adquisición e incubación del virus. La duración de estos períodos había sido de 7 y 6 días respectivamente, a una temperatura a $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Empezando el día 14 de iniciado el experimento los insectos fueron agrupados en colonias de 10 insectos cada una. Grupos de 5 colonias fueron probados separadamente a temperaturas de 20 ± 1 , 25 ± 1 y $30 \pm 1^\circ\text{C}$. Cada colonia fue transferida a una planta sana cada 2 días hasta el día 31 de iniciado el experimento. Los resultados aparecen en el Cuadro 5. Al igual que en el experimento anterior, tanto el número de colonias como la retención del virus por los insectos fue mayor a 20 y 25°C que a 30°C . Las 5 colonias probadas a 20 y 25°C transmitieron el virus, aunque no siempre simultáneamente en todas las pruebas, y lo retuvieron por períodos más prolongados que a 30°C . A esta última temperatura solamente dos colonias transmitieron el virus, una de las cuales lo hizo por un lapso de 1 a 2 días únicamente, de modo que también en este caso, el hecho de haberse probado un grupo de insectos no permitió concluir si la menor retención fue debida a la muerte del o de los insectos transmisores. A las tres temperaturas probadas pudieron observarse colonias que perdieron su habilidad de transmitir el virus, obviamente por otras razones que no fuera reducción por muerte en el número de insectos que formaban esa colonia, hecho anteriormente observado (6, 7).

Duración de los estados ninfales y del adulto de *D. maidis* a $25 \pm 1^\circ\text{C}$

La duración de los estados ninfales y del adulto del vector fue determinada con insectos sanos, bajo las mismas condiciones en que fueron realizados los experimentos de transmisión. La duración promedio de los 5 instares ninfales fue de 15,62 días en 11 individuos de

ambos sexos observados (Cuadro 6). Estos mismos insectos tuvieron una longevidad promedio como adultos de 31,5 días, con un mínimo de 8 y un máximo de 63 días (Cuadro 7). Aunque el número de machos y hembras en el grupo no fue precisado, sí fue siempre obvio que las hembras vivían más que los machos.

Discusión

El modo de transmisión del VRFM por *D. maidis* ha sido descrito como típico de virus que se multiplica en su insecto vector. La demostración de la existencia de un período prolongado de incubación del VRFM en el insecto, de 8 a 22 días de duración a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fue considerada como evidencia de una posible relación propagativa entre virus y vector (7). En nuestros estudios

Cuadro 7.—Duración del estado adulto en 11 individuos de *Dalbulus maidis* mantenidos sobre maíz a $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Individuo Nº*	Longevidad como adulto (días)
1	20
2	57
3	57
4	10
5	63
6	15
7	21
8	56
9	8
10	9
11	31
Promedio	31.5

* Los insectos fueron mantenidos en plantas de maíz sembradas en macetas, y se observaron diariamente a fin de determinar la fecha en que morían.

la mayoría de los insectos transmisores tuvieron períodos de incubación en ese rango de duración, aunque sí hubo casos (Cuadro 2) en que la duración de este período fue no menor de 37 días. Períodos de incubación tan prolongados se asocian únicamente con virus propagativos en su insecto transmisor (2, 3). Casos de transmisión intermitente o pérdida temporal o total de la habilidad de transmitir ocurrieron también en nuestros estudios, confirmando así observaciones anteriores sobre este fenómeno (6, 7) que ha sido también observado en otros virus propagativos (14). Los estudios de longevidad de insectos transmisores y no transmisores no mostraron diferencias apreciables entre ambos grupos de insectos. En nuestros experimentos se eliminó la posibilidad de efecto adicional de diferentes dietas en las dos clases de insectos, ya que todos ellos se alimentaron primero en plantas infectadas, y posteriormente en plantas sanas bajo condiciones idénticas. Estos resultados pueden interpretarse como evidencia de ausencia de efectos patológicos en insectos virulíferos que afectan su longevidad, pero lógicamente no excluyen la existencia de otros posibles tipos de efectos nocivos causados por el virus. Un comportamiento similar de *D. maidis*, en relación al agente causal del achaparramiento del maíz, había sido anteriormente descrito por Hildebrand (10), quien no encontró ninguna diferencia en la longevidad de insectos transmisores y no transmisores. Algunos virus y posibles micoplasmas transmitidos en forma propagativa por saltahojas causan notables reducciones en el ciclo de vida de sus vectores (11), pero existen numerosos casos de virus propagativos que no causan afecciones en ellos.

Cuando la diferencia en eficiencia de transmisión entre machos y hembras fue determinada en base a porcentajes, las hembras aparecían como mejores vectores del virus que los machos. No obstante, un análisis estadístico de los datos no mostró diferencias significativas entre ambos grupos. Esto quizá pudo ser debido al hecho de que un número un tanto menor de machos que de hembras fue probado. Observaciones hechas en estudios posteriores sí muestran que las hembras viven más tiempo y retienen el virus por períodos más prolongados que los machos (R. Paniagua y R. Gámez, información no publicada).

La ausencia de transmisión transovarial del VRFM no constituye evidencia contraria a la hipótesis de multiplicación de este virus en su vector. Numerosos virus propagativos no son transmitidos a la progenie de hembras virulíferas (2, 3).

En nuestros estudios fue también confirmada la acentuada influencia de la temperatura en la transmisión de virus por sus vectores (2, 3, 13). Sin embargo, y a diferencia de casos anteriores, esta influencia aparentemente no se reflejó en cambios en la duración del período de incubación sino principalmente en el número de insectos transmisores. Estos resultados contribuyen a explicar aspectos ecológicos del rayado fino del maíz. La incidencia del virus en Centroamérica es mayor en regiones cuyas temperaturas oscilan entre los 20 y 25°C, pero la enfermedad es observada, con menos frecuencia, en las llanuras costeras del Pacífico, donde las temperaturas son usualmente más altas.

La duración de los estados ninfales y del adulto de *D. maidis*, bajo las condiciones en que se realizaron nuestros experimentos, sólo mostró ligeras diferencias con las observadas por otros investigadores (1, 9). Estos resultados y la longevidad observada a través de todas nuestras pruebas de transmisión con insectos virulíferos, provee evidencia adicional de la ausencia de efectos patológicos del virus que afecten la duración del ciclo de vida de *D. maidis*.

Literatura citada

1. BARNES, D. Biología, ecología y distribución de las chicharritas *Dalbulus elmatus* (Ball) y *Dalbulus maidis* (De L. & W.). México: Secretaría de Agricultura y Ganadería, Oficina de Estudios Especiales. Folleto Técnico N° 11. 1954. 112 p.
2. BLACK, I. M. Transmission of plant viruses by cicadellids. *Advances in Virus Research* 1:69-89. 1953.
3. ———. Biological cycles of plant viruses in insect vectors. In Burnet, F. M. and Stanley, W. M., eds. *The Viruses*. New York: Academic Press. 1959. Vol. 2, pp. 157-181.
4. CHEN, T. A. y GRANADOS, R. R. Plant pathogenic mycoplasma-like organism: maintenance in vitro and transmission to *Zea mays*. *Science* 167(3):1633-1636. 1970.
5. DAVIS, R. E. et al. Helical filaments associated with a mycoplasma-like organism in corn stunt infected plants. *Phytopathology* 62(5):494. 1972.
6. GAMEZ, R. A new leafhopper-borne virus of corn in Central America. *Plant Disease Reporter* 53(12):929-932. 1969.
7. ———. Transmission of rayado fino virus of maize (*Zea mays* L.) by *Dalbulus maidis* DeLong & Wolcott. *Annals of Applied Biology* 73(3):285-292. 1973.
8. GRANADOS, R. R., MARAMOROSCH, K. y SHIKATA, E. Mycoplasma: suspected etiological agent of corn stunt. *Proceedings National Academy of Sciences U.S.A.* 60(30):841-844. 1968.
9. ———, GRANADOS, J. S., MARAMOROSCH, K. y REINITZ, J. Corn stunt virus: transmission by three cicadellid vectors. *Journal of Economic Entomology* 61(5):1282-1287. 1968.
10. HILDEBRAND, E. M. The generation time of the leafhopper *Dalbulus maidis* in Texas. *Plant Disease Reporter* 38(8):572-573. 1954.
11. JENSEN, D. D. Insect diseases induced by plant pathogenic viruses. In Maramorosch, K., ed. *Viruses, Vectors and Vegetation*. New York: Wiley, 1969. pp. 505-525.
12. KUNKEL, I. Studies on a new corn virus disease. *Archiv für die gesamte Virusforschung* 4:24-26. 1948.
13. MARAMOROSCH, K. Influence of temperature on incubation and transmission of the wound-tumor virus. *Phytopathology* 40(12):1071-1095. 1950.
14. SINHA, R. C. y CHYKOWSKI, L. M. Multiplication of wheat stripe mosaic virus in its leafhopper vector *Endria bimaculata*. *Virology* 32(3):402-405. 1967.