

Reducción de la Capacidad Vectora de *Sogatodes oryzae* (Hom.: Delphacidae) al Virus de la Hoja Blanca del Arroz (*Oryza sativa*)¹

M E. Gaviria*, C. Martínez**, R. González***

ABSTRACT

In order to determine the progressive reduction of vectorial capacity of *Sogatodes oryzae* to white leaf rice virus and other biological aspects concerning the vector and the host plant, an experiment was established using a vectorial colony with a transmission capacity estimated between 60 and 70% in eight consecutive generations. Through them, the insect vectorial capacity was reduced lineally in accordance with the equation $\Psi = 7.49x + 67.05$. The virus incubation period inside the plant changed considerably, but the most frequent values were present between six and nine days (66.46% of the plants). The number of nymphs used in the experiment, as well as the number of female vectors, was larger than the number of males through the eight generations. The vector's longevity varied between 17.8 and 37.2 days, being higher, in certain cases, in males than in females.

INTRODUCCION

El virus de la hoja blanca del arroz (VHB), el cual es transmitido por el insecto chupador *S. oryzae*, es una de las enfermedades más perjudiciales que atacan a este cereal en el Continente Americano, no sólo por su incidencia en los rendimientos sino por lo difícil de su combate.

Los síntomas de la enfermedad en la planta se observan en las hojas que emergen después de la inoculación del virus e incluyen bandas blancas, moteado clorótico o amarillamiento; las hojas también pueden presentar una variación dando la apariencia de un mosaico típico que, posteriormente, al hacerse más numerosas, se fusionan formando franjas de color amarillo pálido a lo largo de la hoja (7).

Los daños causados a la planta de arroz son múltiples y se pueden clasificar en mecánicos, fisiológicos y

COMPENDIO

Para determinar la reducción progresiva de la capacidad vectora del áfido *Sogatodes oryzae* al virus de la hoja blanca del arroz y estudiar otros aspectos biológicos relativos al vector y a la planta, se hizo una investigación utilizando una colonia vectora con una capacidad de transmisión estimada entre 60 a 70%, durante ocho generaciones sucesivas del insecto. A lo largo de estas generaciones, la capacidad vectora del insecto se redujo linealmente siguiendo la ecuación $\Psi = 7.49x + 67.05$. El período de incubación del virus en la planta varió considerablemente pero los valores más frecuentes se presentaron entre los 6 y 9 días (66.46%) de las plantas. El número de ninfas utilizadas en el experimento, así como el número de hembras vectoras fue siempre mayor que el de los machos, durante las ocho generaciones. La longevidad de los vectores varió entre 17.8 y 37.2 días siendo, en algunos casos, mayor en los machos que en las hembras.

causados por la inoculación del agente del virus de la hoja blanca. Este último se manifiesta posteriormente en reducción del macollamiento y en altura de la planta, vaneamiento y decoloración de las espiguillas.

Aunque en Colombia hasta hoy, la virosis no ha causado pérdidas como las que han ocurrido en Cuba y Venezuela, es cierto que la hoja blanca es una amenaza seria para la industria arrocera de Colombia (12).

El virus puede ser adquirido y transmitido por ambos sexos en estado ninfal, como adultos y trasovariamente (85-90% de los huevos) a las progenies sucesivas, o por machos a través del esperma (4).

La eficiencia de transmisión del agente causal de la hoja blanca (ACHB) por la población de campo de *S. oryzae* es bastante baja. Acuña *et al.* (1) registraron un 7 a 12% de insectos vectores, mientras que Gálvez *et al.* (6) encontraron de 10 a 15%

Esta eficiencia está controlada genéticamente siendo posible desarrollar una colonia con un 70 a 95% de transmisión por cruzamientos selectivos (11)

No todos los individuos de *S. oryzae* están igualmente capacitados para transmitir la virosis de la hoja

¹ Recibido para publicación el 12 de julio de 1987.

* Bióloga, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

** Fitomejorador, CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

*** Profesor Asociado, Departamento de Biología, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

blanca aún cuando, previamente, se alimenten sobre la planta enferma; parece que el factor decisivo para adquirir la capacidad como vector es una condición de permeabilidad de ciertas membranas del tracto digestivo del insecto al agente de la virosis. Una vez adquirida esta capacidad se hace viable a través del huevo, a la ninfa e insecto adulto. En una población de *S. oryzicola* se encuentran: individuos que son incapaces de transmitir el virus, vectores potenciales y vectores activos.

La virosis de la hoja blanca dispone de un agente capaz de multiplicarse y mantenerse viable e infectivo en el insecto vector durante toda su vida. El largo período de incubación del virus en el insecto (siete a nueve días) y el paso transovárico sugieren multiplicación del virus en el insecto, indicando que el VHB pertenece al grupo de virus persistentes o propagativos (10). Los estudios indican que se trata de un patógeno circulativo y posiblemente propagativo (17, 20).

El período del virus en la planta está comprendido entre el día que se colocaron los vectores sobre la planta y el día en que aparecieron los primeros síntomas (4). Este período depende de la edad de la planta, al momento de la inoculación y varía entre cuatro y 30 días (8).

Los estudios anteriores indican la necesidad de precisar y confirmar la reducción progresiva de la capacidad de transmisión del VHB por *S. oryzicola*, lo cual constituye el objetivo específico de este trabajo.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en los invernaderos del programa de arroz del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, en Palmira, Departamento del Valle, Colombia, entre los meses de enero de 1983 a febrero de 1984, a una temperatura promedio de 30°C y una humedad relativa de 77.3%.

El experimento se inició con una colonia de 300 a 400 insectos en varios estados de desarrollo y con una capacidad de transmisión estimada entre 60 a 70%; la colonia se confinó en una jaula de 56 x 56 x 116 cm la cual tenía paredes laterales de malla de nylon, paredes posterior y superior de vidrio, y dos puertas frontales para manipulación de los insectos y plantas. Los insectos se alimentaron permanentemente en plantas de diferentes edades de la variedad de arroz Bluebonnet 50, con síntomas de hoja blanca, colocadas en el interior de la jaula descrita.

Las plantas enfermas provenían de una reserva de diferentes edades que se mantuvo en una jaula auxi-

liar, de 125 x 109 x 100 cm, con paredes laterales de plástico transparente y techo de malla de nylon.

El porcentaje de transmisión de la colonia vectora, durante ocho generaciones, se determinó mediante la evaluación de 200 ninfas de cuarto a quinto instar; las ninfas se transfirieron individualmente con un aspirador bucal a 200 plántulas sanas de ocho días de edad de la variedad Bluebonnet 50 (2 plántulas por pote); las plantas e insectos se confinaron en una microjaula cilíndrica de 22 cm de largo y 2.5 cm de diámetro, cuyo extremo superior se cubrió con una malla fina de nylon sujeta con una banda de caucho, donde permanecieron hasta la muerte del adulto.

La determinación sobre el número de plantas enfermas, se hizo a partir del cuarto día después de la inoculación, mediante la observación visual directa de síntomas de VHB, hasta que las plantas completaron entre 30 y 40 días de edad; posteriormente, se cuantificó el porcentaje de transmisión con base en el número de plantas con síntomas de la enfermedad por cada generación del insecto. Se tomó como una generación el lapso transcurrido entre el estado ninfal (cuarto-quinto instar) hasta la nueva aparición de ninfas, lo cual equivale aproximadamente a 30 días.

Se determinaron otros parámetros, tales como el período de incubación del virus de la hoja blanca en la planta (se observó cada una de las plántulas y se promedió, en cada generación, destacando el período mínimo y máximo de duración). Igualmente, en cada una de las observaciones, se determinó la relación de sexos de insectos vectores y no vectores, el período de supervivencia de ninfas de cuarto-quinto instar a adulto, y además, algunas observaciones descriptivas sobre síntomas de la enfermedad.

Hubo un testigo que consistió de 200 plántulas de Bluebonnet 50, de ocho días de edad, confinadas en microjaulas pero en ausencia de insectos.

Los datos se analizaron estadísticamente, mediante regresión lineal, análisis de varianza y estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Capacidad vectora de la colonia de *S. oryzicola*

Los datos sobre reducción de la capacidad vectora se presentan en el Cuadro 1. El porcentaje de transmisión inicial de la colonia para la generación cero fue de 64.5% y disminuyó a 58.5% en la primera generación; el porcentaje de transmisión continuó disminuyendo hasta llegar a 8.5% en la octava generación.

Cuadro 1. Reducción de la capacidad vectora de *S. oryzae* al VHB en condiciones de invernadero.

Generación	Vectores	No vectores	% de transmisión	Reducción (%)	Promedio
0	—	—	54.5	—	—
1	117	83	58.5	6.0	—
2	105	95	52.5	6.0	—
3	94	106	47.0	5.5	5.7
4	83	117	41.5	5.5	—
5	62	138	31.0	10.5	—
6	39	161	20.0	11.0	10.0
7	21	179	10.5	9.5	—
8	17	183	8.5	2.0	—

El porcentaje de reducción fue más o menos constante en las primeras cuatro generaciones, con un valor promedio de 5.7%; sin embargo, en las tres generaciones siguientes (quinta a séptima) la reducción se incrementó aproximadamente el doble de las cuatro primeras generaciones (10.0%). Sin embargo, el valor de la reducción no es constante entre las diferentes generaciones ya que en la octava generación sólo se redujo un 2%.

El número de insectos vectores disminuye en cada generación, mientras que el número de insectos no vectores se incrementa; esta situación se mantuvo constante durante las ocho generaciones pero los cambios significativos en la relación de insectos vectores y no vectores se presentaron después de la cuarta generación.

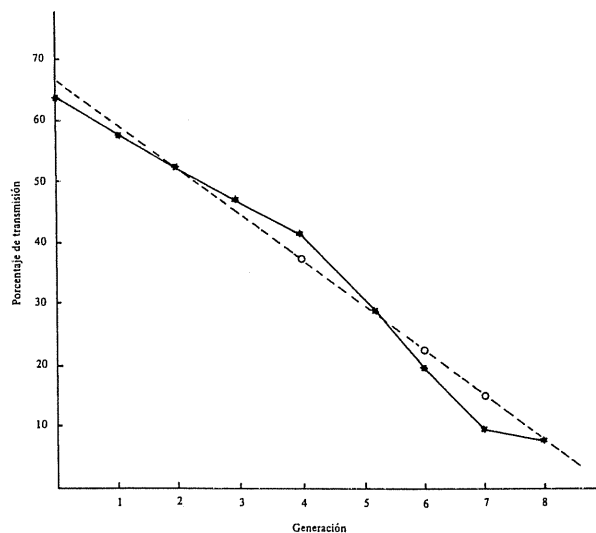
Los resultados indican que la capacidad vectora de una colonia de *S. oryzae*, cuando se deja aparear libremente, aún teniendo una fuente infectiva, sigue un comportamiento lineal con pendiente negativa lo cual indica que la capacidad de transmisión se reduce y que la relación entre las dos variables (porcentaje de transmisión y generación) es inversamente proporcional, puesto que la eficiencia de transmisión disminuye cuando avanzan las generaciones.

Lo anterior indica que la capacidad vectora del insecto se ajusta a un modelo de "Regresión Lineal Simple", que se indica por la ecuación $Y = 7.49X + 67.05$. ($X = 1$ a 8), (intercepto $b = 67.05$), (pendiente $m = 7.49$). Los valores ajustados de "Y" y "X" indican que la desviación de los valores observados es mínima, lo que les da una buena confiabilidad (Fig. 1). El uso de la ecuación de la recta ajustada permite predecir, aproximadamente, qué sucederá con los niveles de infección de generaciones anteriores a la primera y posteriores a la octava.

La pérdida de la eficiencia de transmisión sugiere que los transmisores activos se encuentran en desventaja competitiva con los no transmisores (9); y posiblemente el insecto no está en capacidad de adquirir el virus durante la alimentación. Otra posibilidad sería que al ser la transmisión transovárica, podría disminuir o diluirse la concentración del virus de una generación a otra, o presentarse una combinación de los aspectos anteriores, lo que merece ser confirmado en otros experimentos.

2. Período de incubación del VHB en la planta

Los valores del período de incubación del VHB en la planta, después de alimentar en ellas el respectivo vector, son presentados en el Cuadro 2. Aunque el valor más frecuente fue el de siete días (26.1%), se puede observar que la mayoría de los valores obtenidos (66.46%) están entre seis y nueve días. La varia-

Fig. 1. Reducción de la capacidad vectora de *Sogatodes oryzae* en condiciones de invernadero.

ción tan grande que se observó durante el experimento (4-27 días) no es claramente explicable. Gálvez (11) y McMillan *et al.* (20) encontraron períodos de incubación de siete a nueve días, lo cual está parcialmente de acuerdo con lo observado por los autores de esta investigación mientras que períodos de cinco y seis días están de acuerdo con lo observado por Lobatón (15) y Martínez (18). Por otra parte, Hendrick (12) y Gálvez (9) también encontraron valores de cuatro días.

El período de incubación promedio varió significativamente entre algunas generaciones, siendo particularmente diferente el de la primera (Cuadro 3). Esto se explica, posiblemente, en el hecho de que las plantas utilizadas en esta generación eran de más edad que las otras (15 y 8 días), lo cual sugiere que, a mayor edad de la planta, mayor será el período de incubación.

3. Relación de sexos de insectos vectores y no vectores

En la evaluación de las ocho generaciones resultó un total de 1542 insectos adultos, correspondiendo el 60% a hembras y 40% a machos; la relación de sexos hembra/macho varió entre 1.1 y 2.08:1 (Cuadro 4).

Cuadro 2. Distribución de frecuencias del período de incubación del virus de la hoja blanca en plántulas de arroz.

Incubación (días)	No. de plantas	Porcentaje
4	6	1.11
5	32	5.95
6	32	13.03
7	140	26.07
8	83	15.45
9	64	11.91
10	38	7.07
11	29	5.40
12	23	4.28
13	16	2.98
14	19	3.53
15	18	3.35
16	13	2.42
17	8	1.49
18	4	0.74
19	3	0.55
20	3	0.55
21	3	0.55
22	1	0.18
23	1	0.18
	1	0.18

Cuadro 3. Períodos de incubación del virus de la hoja blanca en la planta, durante ocho generaciones.

Generación	Promedio (días)	Ambito (días)
1	12.50 a*	4-27
2	8.70 bc	4-17
3	8.09 cd	4-20
4	9.47 b	4-18
5	7.67 cd	5-12
6	8.10 cd	4-22
7	7.23 d	5-14
8	7.52 cd	5-10
Total	9.27	4-27

* Promedios seguidos por la misma letra no son diferentes significativamente al nivel 5% (Prueba de Rangos Múltiples de Duncan).

Posiblemente, el alto número de hembras en la población de las diferentes generaciones incida por ende en el alto número de hembras vectoras registradas en el transcurso de las ocho generaciones y en cada una de ellas. De 522 insectos vectores, 322 fueron hembras y 200 machos. Aunque el número de insectos vectores disminuyó a medida que transcurrieron las generaciones con el tiempo, la constante de un mayor número de hembras vectoras se mantuvo desde la primera hasta la última generación evaluada (Fig. 2).

4. Período de supervivencia de ninfas de cuarto-quinto instar, adulto

Los datos de longevidad de machos y hembras en la población de *S. oryzicola* utilizada en el experimento son presentados en el Cuadro 5. El valor promedio más bajo (18.24 días) obtenido en la segunda generación se atribuyó a alteraciones en el sistema de ventilación del invernadero. Con excepción de la primera y segunda generación en las cuales no se observa casi diferencia entre machos y hembras en cuanto a su longevidad; en el resto de las generaciones; los machos fueron más longevos que las hembras. Sin embargo, esta diferencia tampoco es estadísticamente significativa. Estos resultados contradicen lo observado por Beltrán (3) y Rentería citado por Gálvez (10) y Gálvez (11).

Aunque no se observaron diferencias en la longevidad de los insectos entre las ocho generaciones las diferencias anteriores, posiblemente, se deban a que se trabajó con una población altamente vectora, diferente a la utilizada por los autores citados o bien, por condiciones ambientales diferentes que influyeron en la vida de los insectos.

Cuadro 4. Relación de sexos de *S. oryzae*, durante ocho generaciones.

Generación	Sexo		Total insectos	Relación hembra/macho
	Hembras	Machos		
1	101	91	192	1.10
2	117	72	189	1.62
3	116	80	196	1.45
4	107	81	188	1.32
5	121	74	195	1.63
6	118	76	194	1.55
7	129	62	191	2.08
8	116	81	197	1.43
Total	925	617	542	1.12

5. Algunas observaciones sobre síntomas de la enfermedad

Aunque lo característico fue observar síntomas de la enfermedad similares a la descripción dada por Atkins (3), Gálvez (11), Jennings *et al.* (14), Martínez (18), Malaguti (16), y McMilliam (20), también se observaron otros casos de plántulas que manifestaron los síntomas iniciales de la virosis, en forma diferente al patrón normal esperado. Se describen a continuación algunos de ellos: en ciertas plántulas se apreciaron estrías longitudinales blancas hacia la mitad de la hoja y sobre la nervadura central; luego, se presentó otra estría longitudinal más pequeña también sobre la nervadura central, hacia el extremo basal, originándose entre estas dos estrías unas pequeñas manchas rectangulares que se extendieron a toda la hoja.

En otros casos, apareció una línea longitudinal de aproximadamente 2 cm de longitud sobre la nervadura central, hacia el ápice de la hoja; debajo de

esta línea se observaron puntos pequeños. En estos casos, fue difícil e incierta la lectura de la hoja blanca, debido a la variación en la sintomatología, lo que obligó a esperar por varios días hasta que se manifestaron los síntomas típicos de la virosis en la última hoja. Estos síntomas fueron demasiado lentos en manifestarse totalmente, comparado con lo que corrientemente se observó cuando la planta siguió el curso normal de la enfermedad; cabe aclarar que las plantas con síntomas anormales se desarrollaron con igual vigor vegetativo y bajo las mismas condiciones.

En cuanto a las plantas destinadas a servir como testigos y que no fueron inoculadas, se observó que, en algunos casos aislados y solo en la cuarta y séptima generación, una o dos plantas mostraron síntomas de la enfermedad; esto indicó infección incontrolada causada por insectos libres en el invernadero pero estos casos fueron pocos, considerando este número como despreciable y por lo tanto, no fue tenido en cuenta para el análisis.

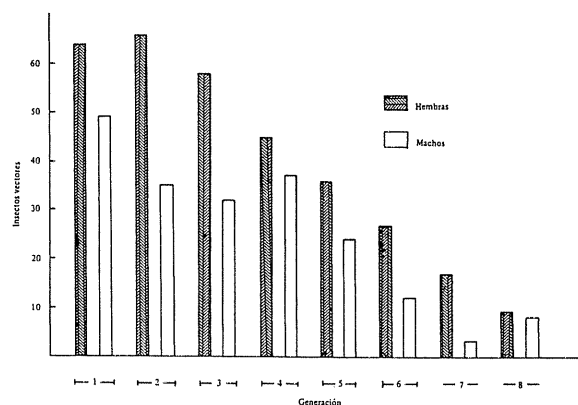


Fig. 2. Distribución de sexos de insectos vectores por generación.

Cuadro 5. Longenidad de hembras y machos (ninfa-adulto) de *S. oryzae* y de la población total, durante ocho generaciones.

Generación	Duración promedio (días)		Durac. prom. (días) de machos y hembras	Rango (total)	Dev. estándar	
	Hembras	Machos			Hembras	Machos
1	25.50	24.47	24.70	6-45	6.91	7.25
2	18.36	17.78	18.24	3-29	4.84	5.31
3	24.68	27.84	25.61	5-47	7.30	8.60
4	26.77	28.97	34.28	5-58	7.50	11.81
5	27.63	29.86	28.06	3-55	8.86	9.93
6	28.69	32.66	29.66	4-58	9.09	12.10
7	27.25	30.15	27.09	2-51	9.97	11.73
8	28.96	37.15	32.00	4-59	8.10	10.82

LITERATURA CITADA

1. ACUÑA, J.; RAMOS, L. 1958. Informes de interés general en relación con el arroz. Administración de Estabilización del Arroz (Cuba) v. 7.
2. ATKINS, J.G.; McGUIRE, J.U. 1958. The "hoja blanca" disease of rice. FAO, plant project 6(11):161-166.
3. BELTRAN, A. 1967. Principales plagas del arroz en Colombia. Bogotá, Col., Federación Nacional de Arroceros. p. 11-12.
4. GALVEZ, G.; JENNINGS, P.R. 1959. Transmisión de la hoja blanca del arroz en Colombia. *Agriculture Tropical* 15(8):507-515.
5. GALVEZ, G.; JENNINGS, P.R.; THURSTON, H.D. 1960. Transmission studies of "hoja blanca" of rice in Colombia. *Plant. Dis. Repr.* 44:80-81.
6. GALVEZ, G.; JENNINGS, P.R.; THURSTON, H.D. 1961. Host range and insect transmission of the hoja blanca disease of rice. *Plant Disease* 45(12):949-953.
7. GALVEZ, G.; JENNINGS, P.R.; THURSTON, H.D. 1962. Hospedantes e insectos transmisores de la enfermedad hoja blanca del arroz. *Agricultura Tropical* 18(3):139-151.
8. GALVEZ, G.; JENNINGS, P.R.; THURSTON, H.D. 1967. Frecuencia del *Sogatodes oryzicola* Muir y *Sogatodes cubana* Crawford en arroz y liendrepuerto en Colombia. *Agricultura Tropical* 23(6):385-390.
9. GALVEZ, G.; JENNINGS, P.R.; THURSTON, H.D. 1968. Transmission studies of "hoja blanca" virus with highly active virus free colonies of *Sogatodes oryzicola*. *Phytopathology* 58(6):818-821.
10. GALVEZ, G.; JENNINGS, P.R.; THURSTON, H.D. 1974. Hoja blanca del arroz; transmisión y caracterización del virus y su control. *Revista ICA* 9:229-267.
11. HENDRICK, R.D.; EVERETT, R.R.; LAMEY, H.A.; SHOWERS, W.B. 1965. An important method of selecting and breeding for active vectors of hoja blanca virus. *Journal of Economic Entomology* 58:539-542.
12. JENNINGS, P.R.; ROSERO, M.J.; BURGOS, J. 1958. Hoja blanca del arroz. *Agricultura Tropical* 14(8):511-516.
13. JENNINGS, P.R.; ROSERO, M.J.; BURGOS, J.; PINEDA, A. 1971. The effect of the hoja blanca virus on its insect vector. *Phytopathology* 61(2):142-143.
14. LOBATON, V.; MARTINEZ, G. 1976. Algunas relaciones biológicas insecto-planta-patógeno en la enfermedad hoja blanca del arroz. *Noticias Fitopatológicas* 5(1):29-37.
15. MALAGUTI, G.; DIAZ, C.H.; ANGELES, N. 1976. La virosis hoja blanca del arroz. *Noticias Fitopatológicas* 5(1):29-37.
16. MARTINEZ, C. 1980. Importancia socio-económica del cultivo de arroz en Colombia y el mundo. Trabajo presentado ante el Comité Nacional Investigación Tecnología Alimentos y Nutrición. COLCIENCIAS.
17. MARTINEZ, G. 1982. Virología agrícola con énfasis en el problema de la hoja blanca del arroz en Colombia. Congreso Sociedad Colombiana de Entomología (9., Cali, Col.). Memorias.
18. MCGUIRE JUNIOR, J.U.; McMILLAN, W.W.; LAMEY, H.A. 1960. Hoja blanca disease of rice and its insect vector. *Rice Journal* 63(13):15-16, 20-24, 28.
19. McMILLAN, W.W.; MCGUIRE JUNIOR, J.J.; LAMEY, H.A. 1961. Relationship of hoja blanca to the inoculation point and to the age and yield of rice plants. *Plant Disease* 44(6):389.
20. MORALES, F.J. 1982. Transmisión biológica de virus por insectos. Congreso Sociedad Colombiana de Entomología (9., Cali, Col.). Memorias. 188 p.
21. ROSERO, M.J. 1983. Reacción varietal a la hoja blanca del arroz. 9 Conferencia IRTP.