



Enfermedades virales transmitidas por la familia Delphacidae con énfasis en el insecto sogata (*Tagosodes orizicolus*)

Luís E. Vivas C. * y Dilcia Astudillo**

*INIA. Calabozo estado Guárico. Venezuela. lvivas@inia.gov.ve

**AGRORIESGO C.A, Calabozo estado Guárico. dilcita13@hotmail.com

Revisores: Carmen Poleo (jpoleo@inia.gob.ve)
Pedro Monasterio (pmonasterio@inia.gob.ve)

SUMARIO:

Una breve introducción a los Fulgoromorpha (Fulgoroidea)

Biogeografía de Fulgoromorpha

Principales características morfológicas

Datos eto-ecológicos

El insecto sogata, *Tagosodes orizicolus* y su importancia en América

Sintomatología del daño

El virus manifiesta los siguientes síntomas

Características del virus (VHB)

Detección de virus

Transmisión del virus

Hospederos susceptibles

Manejo integrado del virus de la hoja blanca

Características varietales

Prácticas de manejo del cultivo

Pronóstico del VHB.

Conclusiones y recomendaciones

Bibliografía

Palabras clave: Arroz; *Oryza sativa*; *Tagosodes orizicolus*; Delphacidae; Enfermedad; Virus de la hoja blanca; Vectores; Manejo de insectos plagas.

Una breve introducción a los Fulgoromorpha (Fulgoroidea)

Los Fulgoromorpha representan actualmente más de 12.000 especies agrupadas en 20 familias. Entre estas familias, los Cixiidae y Delphacidae originan algunos de los estragos más importantes en el cultivo de cereales a nivel mundial: arroz, maíz, trigo, sorgo. Estos daños son ocasionados durante la puesta, la alimentación, o por la transmisión de diferentes fitopatógenos. Los cíxiidos pueden ser vectores de fitoplasmas, los delfácidos de virus y la transmisión de bacterias por un Flatidae, tal como ha sido descrita.

Las enfermedades que estos fitopatógenos ocasionan son tan importantes que los fulgoromorfos fueron designados como uno de los principales obstáculos al éxito de la revolución verde del sudeste asiático con pérdidas estimadas en varios cientos de millones de dólares (Herdt, 1987). El arroz, que es la base de la alimentación para un 60% de la población mundial, es la planta huésped de un pequeño delfácido, *Nilaparvata lugens*; la misma es considerada como la causante de los daños más importantes para este cultivo. En América, el insecto sogata es vector y hospedero del virus de la hoja blanca del arroz (RHBV o VHB), una de las más importantes plagas del arroz en América Latina (Gálvez 1968; Wilson y O'Brien, 1987; Pantoja 1997; CIAT, 2001).

Actualmente, más de 150 especies diferentes de fulgoromorfos pertenecientes a diversas familias se han catalogado como dañinos para 99 de los principales cultivos de importancia económica (Wilson y O'Brien, 1987).

Las enfermedades transmitidas por estos fitopatógenos son tan importantes que los fulgoromorfos son señalados como uno de los principales obstáculos al éxito de la revolución verde del sudeste asiático con pérdidas estimadas en varios cientos de millones de dólares (Herdt, 1987).

Biogeografía de Fulgoromorpha

Los fulgoromorfos están representados en todas las regiones del mundo, desde las desérticas hasta Alaska, más allá del Círculo Polar Ártico. Sin embargo, se les encuentra principalmente en los trópicos. Esta diversidad biogeográfica es muy desigual según las familias, reflejando así las vicisitudes históricas propias de cada grupo. Así, los Tettigometridae están ausentes en las regiones neártica, neotropical y Australiana y los Meenoplidae están ausentes en el continente Americano. Nueve familias (Acanaloniidae, Achilidae, Achilixiidae, Eurybrachidae, Fulgoridae, Gengidae, Hypothonellidae, Kinnaridae y Nogodinidae) están ausentes de la región paleártica (o representados solamente por algunas).

Principales características morfológicas

Los fulgoromorfos son generalmente insectos de pequeño tamaño, pero ciertas especies tropicales superan los 5 cm de longitud por una envergadura de 20 cm. Entre los hemípteros, los fulgoromorfos son fácilmente identificables por la presencia de una tégula en el mesotórax, por un pedicelo antenal alargado, a menudo globuloso, que contiene los órganos sensoriales particulares y las sensillas placoides, y por mesocoxas alargadas en las que las bases se encuentran distanciadas la una de la otra. Una buena introducción a la morfología general de los Fulgoromorpha fue publicada por O'Brien y Wilson (1985) y por Carver *et al.* (1991).

Más precisamente, la cápsula cefálica fue estudiada por Bourgoin (1986) y las sensillas placoides antenáreas por Bourgoin y Deiss (1994); las alas y su nerviación por Bourgoin (1997); el aparato genital macho por Bourgoin y Huang (1990); el aparato genital hembra por Bourgoin (1993); el estudio de estados larvarios ha sido abordado por Yang y Yeh (1994).

Datos eto-ecológicos

Los fulgoromorfos son generalmente insectos univoltinos (pero numerosos delfácidos, cíxiidos, tetigométridos son bi, tri o polivoltinos) y a menudo mono o polífagos. Generalmente están estrechamente ligados a su planta huésped. De hecho, no es solamente una fuente de alimentación, sino de abrigo y protección frente a depredadores como las arañas, los falángidos, los heterópteros Miridae, Nabidae, Veliidae y Mesoveliidae, los coleópteros Coccinellidae y Staphylinidae (Döbel y Denno, 1994) los parasitoides de huevos (himenópteros Mymaridae y Trichogrammatidae) y los parasitoides de jóvenes y adultos como: himenópteros, Dryinidae, dípteros Pipunculidae, Estresípteros (Cronin y Strong, 1994).

La planta huésped es también una herramienta de comunicación que les proporciona el soporte necesario para la transmisión de vibraciones específicas que generan por contracciones verticales de su abdomen. Estas señales están, sin embargo, limitadas en el espacio a algunas plantas en contacto físico directo con aquellas sobre las que se fija el insecto que las emite (Claridge y Vrijer, 1994). Estas comunicaciones se ajustan a los comportamientos reproductores de los fulgoromorfos. Las plantas huéspedes antes mencionadas, son también las que más frecuentemente proporcionan el soporte obligatorio para el acoplamiento y la puesta. Los huevos son puestos separadamente o en paquetes, dentro, sobre o en la proximidad de la planta (Cobben, 1965). Se encuentran algunas veces protegidos por secreciones cerosas en los cíxiidos o algunos fulgóridos por ejemplo, o incluso encerrados en un casco terroso en ciertos Issidae (Boulard, 1987). Las ninfas de Cixiidae, Kinaridae y Hypochthonelides viven bajo tierra, las de Achilides y Derbidae sobre cortezas.

Por último, algunos sistemas subsociales fueron descritos más particularmente en los Tettigometridae que se vinculan incluso con hormigas originando relaciones trofobióticas (Bourgoin, 1997).

La asociación de los Fulgoromorpha con sus plantas huéspedes es muy variable según el grupo de plantas de que se trate. Por ejemplo las ninfas de Derbidae y Achilidae parecen ligadas a las hifas de los champiñones, un 80% de los Meenoplidae adultos están asociados a monocotiledóneas mientras que 80% de los Fulgoridae adultos están asociados a dicotiledóneas (Wilson *et al.*, 1994).

El insecto sogata (*T. orizicolus*) y su importancia en América

La hoja blanca es la única enfermedad viral que ha afectado hasta ahora el arroz en América Latina. El primer reporte que se tuvo de ella fue en Colombia y apareció a mediados de 1930. La virosis resurgió en forma epidémica en 1950, disminuyendo los rendimientos, lo que causó grandes pérdidas en las zonas arroceras del Caribe, América Central y el norte de América del sur. En Venezuela el primer registro fue realizado por Malaguti en 1957.

Las epifitias del VHB están relacionadas con el saltahoja *T. orizicolus* (= *Sogatodes oryzicola*) llamado comúnmente sogata, que actúa como vector del virus (Figura 1).



Figura 1. Adulto y huevos del saltahoja del arroz, *Tagosodes orizicolus*.

Para manejar el VHB se trabajó inicialmente en el desarrollo de resistencia varietal contra el daño causado por el insecto vector. Sin embargo, serias epidemias del VHB reaparecieron en la región latinoamericana de 1981 a 1983, causando daños severos.

Las variedades resistentes al daño del insecto vector resultaron susceptibles al virus, lo que señalaba la necesidad de incorporar también en esas variedades la resistencia contra la enfermedad. Por consiguiente, el manejo eficiente del VHB exige la combinación de dos resistencias: una al virus y otra al insecto vector.

Sintomatología del daño. La planta de arroz manifiesta dos clases de síntomas o daños: uno proveniente del insecto, llamado "daño directo o daño mecánico" y otro causado por el virus o daño indirecto.

- a) Daño directo, por las incisiones que hace en las hojas para alimentarse u ovipositar. Las hembras hacen en las hojas de 8 a 10 incisiones, cada una de 1 a 5 mm de largo. En cada incisión deposita de 2 a 8 huevos, pudiendo colocar hasta 200 en 3 días (Aponte *et al.*, 1992, Vivas, 1997) (Figura 2).
- b) Daño indirecto, por el daño que hace inoculándole a la planta el virus de la hoja blanca (Aponte *et al.*, 1992) (Figura 3).



Figura 2. Daño Mecánico del saltahojas sogata.



Figura 3. Detalle del virus de la hoja blanca en hojas de la planta de arroz

El virus manifiesta los siguientes síntomas:

- 1) En las hojas: bandas blancas, moteado clorótico o amarillamiento, y variegación o mosaico, estas manchas, al incrementarse, se fusionan formando franjas de color amarillo pálido a lo largo de la hoja. Los síntomas van acompañados de un secamiento descendente de la hoja, que es más notorio cuanto más joven sea la planta.
- 2) En la panícula: deformación y distorsión en espiral del eje; las espiguillas sufren manchas y vaneamiento. Estos síntomas se presentan en infecciones tardías.
- 3) En la planta: los daños se manifiestan en la reducción del macollamiento y de la altura de la planta. Cuando el ataque del insecto vector es severo, hay producción de fumagina y secamiento total de la planta a causa del daño mecánico.

Los síntomas difieren según la variedad y la edad de la planta infectada. Si la infección ocurre al inicio del desarrollo vegetativo, la planta muere. (CIAT, 1988; Aponte *et al.*, 1992; Vivas, 1997, 1999, 2002; Vivas *et al.*, 2002)

Características del virus (VHB). La hoja blanca es causada por un Tenuivirus (VHB) (Figura 4). Existen 14 registros de virus u organismos parecidos a micoplasmas (MLO) en el cultivo de arroz transmitidos por saltahojas y provocando enfermedades (Miranda *et al.*, 1994).

Las partículas del VHB consisten en filamentos de ARN (ácido ribonucleico) de longitud indeterminada y de 3 a 4 nm de diámetro, un virus muy similar en el arroz es el rice stripe virus (Morales y Niessen, 1983); es transmitido en forma persistente y propagativo. El virus es sistémico en la planta, causando clorosis parcial o completa.

No hay evidencias que sugieran la existencia de variantes o razas diferentes del virus (Meneses *et al.*, 2005). Existe un virus de propiedades morfológicas y fisicoquímicas similares que ataca a *Echinochloa colona* (Poacea= Gramineae), una maleza común en el arroz. Aunque está muy relacionado serológicamente con el VHB, no es idéntico a él molecularmente, y es transmitido por *Tagosodes cubanus* (= *Sogatodes cubana*).

Detección de virus. El VHB puede detectarse en los tejidos de plantas enfermas, así como en el insecto vector, mediante la técnica ELISA, que emplea un antisuero producido contra aislamientos purificados del virus.

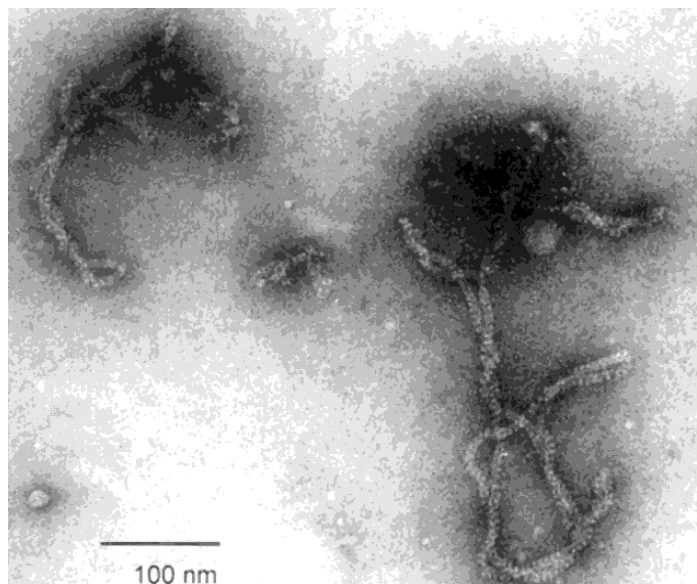


Figura 4. Detalle del Tenuivirus causante del Virus de la hoja Blanca en arroz.
Fuente: Web Page by: [C. Büchen-Osmond](#), Created: April 1995

Esta técnica es muy útil para detectar vectores potenciales, analizando los insectos después de que se han alimentado en plantas enfermas. ELISA es más eficiente que la prueba de detección por transmisión en que los insectos se alimentan en plantas susceptibles.

En esta última prueba, el virus necesita 20 días de incubación en el insecto y 10 días extra de incubación en la planta antes de la aparición de los síntomas. Esta prueba de detección presenta además, una limitante y es que los insectos pueden morir durante la prueba sin que hayan podido adquirir o transmitir el virus.

Transmisión del virus. El VHB es transmitido principalmente por el insecto sogata en forma persistente, es decir, pasa a la progenie transováricamente, si está en la hembra, o por los espermatozoides del macho.

El virus puede ser adquirido por insectos de ambos sexos que se hallen en estado ninfal o adulto. Los períodos de incubación del virus son, en promedio:

- a) de 20 a 22 días en el insecto.
- b) de 7 a 9 días en las plántulas de arroz de 10 días de edad.

El VHB no puede transmitirse mediante inoculación mecánica ni por la semilla de plantas infestadas. La especie *T. cubanus* puede transmitir el virus a las plantas de arroz en condiciones de invernadero. En el campo, en cambio, esta especie no se considera importante en la transmisión y el desarrollo de la enfermedad.

El virus produce también efectos deletéreos en el insecto, causando disminución de la fecundidad en las hembras y reducción de la viabilidad de las ninfas y de la longevidad de los adultos.

Hospederos susceptibles. Entre las especies que experimentalmente son susceptibles al virus, se encuentran, *Avena sativa*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus rotundus*, *Dactylis glomerata*, *Digitaria adscendens*, *Digitaria violascens*, *Echinochloa colona*, *Eragrostis multiflorum*, *Hordeum vulgare*, *Leersia hexandra*, *Leptochloa*, *Lolium multiflorum*, *Lolium perenne*, *Monochoria vaginalis*, *Oryza punctata*, *Oryza sativa*, *Oryza sativa* var. *japonica*, *Phleum*, *Phleum pratense*, *Rottboellia exaltata*, *Secale cereale*, *Setaria italica*, *Setaria viridis*, *Sorghum bicolor*, *Sorghum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Zea mays* (Trujillo, 1969; CIAT, 1988; Vivas, 1997, 2002).

Manejo integrado del virus de la hoja blanca

Durante el desarrollo de esta virosis interactúan en el campo cuatro componentes fundamentales, entre los que se encuentran:

- a) Características de la población de insectos.
- b) Características de la variedad del arroz.
- c) Prácticas de manejo del cultivo.
- d) Algunos factores ambientales.

Mientras más se conozcan estos componentes, se puede pronosticar mejor, el riesgo potencial de desarrollo de una epidemia de hoja blanca.

Características de la población de insectos

Principalmente influyen dos factores en la frecuencia de transmisión del VHB en el campo:

- 1) Cantidad de insectos presentes. La cantidad normal de insectos en el campo varía según la abundancia de sus enemigos naturales y la presencia de hospederos alternos, entre otras variables. El insecto sogata suele ser de hábito sedentario y no abandona fácilmente la planta hospedera. Las variedades modernas de arroz que toleran el insecto tienen un umbral de acción de 200 a 400 individuos por planta de 50 días de edad (Pantoja, 1997). En Venezuela, se ha encontrado umbrales de acción de 20 a 25 insectos por pase sencillo de malla entomológica (Vivas 1997, Vivas y Astudillo 2006).
- 2) Porcentaje de vectores en esa población. El porcentaje de insectos vectores es inferior, normalmente al 1%. Un nivel mayor al 5% indica el comienzo de una epidemia del virus. Si se declara la epidemia, el porcentaje de vectores puede aumentar hasta un 15% en promedio.

Una población típica del insecto sogata contiene vectores con diferentes capacidades:

- a) Vectores activos, que son genéticamente capaces de transmitir el virus porque lo han obtenido de la madre mediante un proceso transovárico.
- b) Vectores potenciales, que son insectos genéticamente capaces de adquirir y transmitir el virus, una vez tengan acceso a una fuente del virus.
- c) Insectos no vectores, los cuales son genéticamente incapaces de transmitir el virus.

La determinación del porcentaje de vectores potenciales en una población de *T. orizicolus* es, por consiguiente, de vital importancia para conocer el desarrollo de una epidemia de hoja blanca en el arroz. La densidad de población del insecto depende de muchos factores; por ejemplo: el control biológico, ciertas condiciones ambientales y el empleo de productos agroquímicos.

Características varietales

Respuesta del insecto. La mayoría de las variedades modernas tiene resistencia al daño mecánico causado por el insecto *T. orizicolus*. Se desconoce, sin embargo, el mecanismo de resistencia.

En Venezuela, la variedad Cimarrón es la que soporta mayor cantidad de insectos para el daño mecánico, la variedad Fonaiap 2000 la más susceptible (Vivas, 1999; Vivas *et al.*, 2002). Las variedades resistentes soportan mayor daño que las susceptibles. Por ello, el agricultor que siembra una variedad resistente podría pensar que el insecto no es dañino.

Respuestas al virus. La reacción de las variedades de arroz al VHB es variable porque depende de muchas condiciones. Las variedades Bluebonnet 50, CICA 8, IR 22 y Cimarrón son altamente susceptibles al virus durante todo su desarrollo. Oryzica 1, INIAP 415 y Oryzica 3, Venezuela 21 en cambio, presentan cierta resistencia contra el virus durante la fase de crecimiento vegetativo. No obstante, la incidencia de la enfermedad puede ser mayor en estas variedades cuando la infección ocurre en los primeros 20 días de edad de las plantas. (Zeigler *et al.*, 1988, 1994) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Reacción de algunas variedades comerciales de arroz al virus de la hoja blanca en plantas de 15 días de edad. (*)

Variedades	Virus hoja blanca (%)	Reacción al VHB (1)
Oryzica sabana 6	3	R
Oryzica llanos 5	3	R
Oryzica llanos 4	11	R
Oryzica 1	30	I
Oryzica 1	30	I
Oryzica 1	35	I
CICA 4	40	S
CICA6	62	S
Metica 1	65	S
CICA 7	69	S
CICA9	82	S
Oryzica Caribe 8	89	S
CICA 8	97	S
IR 22	100	S

(*) Las plantas fueron expuestas durante 5 días a una colonia de saltahojas en la que 80% de éstos eran vectores del virus. R = resistente; I = intermedia; S = susceptible. Fuente: CIAT: Zeigler *et al.*, 1994.

Existen variedades con alta resistencia al virus, como Colombia 1, Oryzica llanos 5 y Fundarroz PN1. Aunque ninguna con inmunidad al virus.

Aún en las fuentes de mayor resistencia, se observa hasta un 5% de plantas enfermas por el VHB. Este porcentaje puede aumentar si se dan las siguientes condiciones (Cuadro 2):

- a) más de tres insectos vectores por planta.
- b) plantas con menos de 10 días de edad.
- c) más de 5 días de exposición de las plantas a vectores.

Las variedades resistentes al virus soportan, generalmente, ataques de saltahojas en que haya hasta 7% de insectos vectores; mientras, que las

variedades susceptibles están en riesgo de sufrir una epidemia del virus cuando más del 1% de la población de saltahojas son insectos vectores.

Cuadro 2. Susceptibilidad al VHB de plantas de arroz en edad, en variedades comerciales de América Latina. (*).

Variedad	País	VHB(%) en plantas Cuya edad (días) es:			
		5	15	30	45
Oryzica 1	Colombia	72	34	13	3
Oryzica 2	Colombia	90	50	37	10
Oryzica 3	Colombia	83	13	17	13
Metica 1	Colombia	93	67	43	27
IR 22	Colombia	97	97	93	93
CICA 8	Colombia	87	90	87	70
CICA 4	Colombia	90	80	63	37
Oryzica llanos 4	Colombia	74	6		
Oryzica llanos 5	Colombia	47	2		
INIAP 7	Ecuador	90	47	17	7
Juma 58	República dominicana	97	93	83	63
San Martín	Perú	93	77	43	47
J 104	Cuba	90	63	33	17
Caribe 1	Cuba	83	70	40	10
Araure 1	Venezuela	87	63	63	43
Araure 4	Venezuela	83	63	57	53
Colombia 1	Testigo	37	13	10	0
IRAT 124	Testigo	10	0	0	0
Bluebonnet 50	Testigo	99	99	97	93

(*) Promedio de tres experimentos; tres vectores por planta; 5 días de exposición a los vectores.

Prácticas de manejo del cultivo

El manejo del cultivo influye en dos aspectos de la plaga:

- 1) La cantidad de insectos que haya en el campo.
- 2) El porcentaje de insectos vectores.

El uso adecuado de los plaguicidas es el componente más importante del manejo. Mal usados, pueden interferir con el control biológico y en consecuencia, estimular la resurgencia de la plaga. El aumento natural de la población del insecto sogata al comienzo de la época seca no debe inducir al agricultor al uso indiscriminado de insecticidas.

En los cuadros 3 y 4 se presenta la reacción de las poblaciones del insecto sogata al daño mecánico y al virus de la hoja blanca, en diferentes variedades en ensayos realizados en Colombia y Venezuela.

Cuadro 3. Comportamiento de las variedades de arroz al insecto sogata y al virus de la hoja blanca en Venezuela.

VARIEDAD	DAÑO MECÁNICO	Virus hoja Blanca
Cimarrón	Tolerante (*)	Susceptible (+)
Araure 4	Tolerante	Susceptible (-)
Palmar	Tolerante	Susceptible (-)
Fonaiap 1	Tolerante	Susceptible (-)
Fundarroz PN1	Tolerante	Mod. Tolerante
FONAIAP 2000	Susceptible	Susceptible
Fedearroz 50	Moderada tolerancia	Susceptible (+)
Zeta 15	Susceptible	Susceptible (+)
Centauro	Moderada tolerancia	Susceptible (+)

(*) Cimarrón es la variedad más tolerante al daño mecánico

(+) Centauro, Cimarrón, Fedearroz 50 y Zeta 15, variedades más susceptible al virus de la hoja blanca

(-) Variedades menos susceptibles al VHB con relación a las más susceptibles

Fuente: Vivas (1999, 2002).

Cuadro 4. Resultados de la evaluación fenotípica de variedades de arroz evaluadas para el virus de la hoja blanca bajo condiciones de campo del CIAT, Calí, Colombia. Año 2006.

Tratamientos	Medias	Reacción
Fedearroz 2000	1	R
Fundarroz PN1	3	R
Colombia	4	I
Fedearroz 50	5,3	I
Araure 4	5,7	I
Fonaiap 1	5,7	I
Palmar	5,7	I
Venezuela 21	5,7	I
Cimarrón	6,3	S
Araure 1	7,0	S
Centauro	7,7	S
Fonaiap 2000	7,7	S
Bluebonnet 50	9,0	S

R= Resistente, I= Intermedia, S= Susceptible

Fuente: Natalia Ysabel Labrín Sotomayor (Tesis de Grado M.Sc Año 2006, Turrialba Costa Rica, 84 p.)

Si el porcentaje de insectos vectores aumenta, y se intenta controlarlos con productos químicos, se eleva el riesgo de causar una resurgencia de la plaga. Es importante recordar que no hay métodos de control químico del VHB.

Pronóstico del VHB. El desarrollo de una epidemia del VHB depende de tres factores:

- a) La cantidad de insectos que haya en el campo.
- b) El porcentaje de insectos vectores.
- c) La susceptibilidad de la variedad.

Al analizar más detalladamente el segundo factor, los insectos vectores, el conocimiento del porcentaje de vectores es esencial para el personal de investigación que trabaja con el VHB; mientras que para el productor, tiene poca importancia (y de poca utilidad) porque cuando terminan las pruebas que revelan ese porcentaje, es muy tarde para aplicar medidas correctivas.

Existen dos métodos para calcular el porcentaje de vectores: La técnica de ELISA y la evaluación de insectos individuales.

ELISA: Este método bioquímico requiere la producción de un antisuero contra el VHB, que sirve para identificar el virus en los tejidos de plantas enfermas y en los insectos que lo porten. La aplicación del método requiere de un laboratorio y de personal especializado.

Evaluación de insectos. La metodología para evaluar insectos individuales es la siguiente

- 1) Preparar de 100 a 200 potes y sembrar en ellos plantas individuales de una variedad altamente susceptible al virus, como Bluebonnet 50, CICA 8 o IR 22.
- 2) Cubrir cada planta con un tubo de acetato 7 días después de la siembra.
- 3) Recolectar insectos en los campos comerciales de arroz y colocar individuos en cada una de las plantas sembradas; tapar luego el extremo superior de los tubos con tela. Evitar que suba demasiado la temperatura dentro de los tubos, ya que el exceso de calor ocasiona la muerte de los insectos, por ello se recomienda aumentar el diámetro de los tubos o cambiar el material que se usaba para taparlos.
- 4) Evaluar los insectos vivos 4 o 5 días después. Descartar luego las plantas donde hayan muerto los insectos. Si no se detectan insectos vectores, se alarga a 9 días el tiempo de exposición de las plantas a los insectos.
- 5) Evaluar el número de plantas con síntomas de VHB 15 días después de su exposición a los insectos.
- 6) Calcular el porcentaje de vectores activos (VA) presentes en la población de insectos, empleando la siguiente fórmula:

$$VA (\%) = \frac{\text{Plantas con VHB (N}^\circ)}{\text{Plantas finales (N}^\circ)} \times 100$$

Vectores y variedad. Se selecciona entonces la variedad adecuada para las futuras siembras, según el Cuadro 5.

El empleo de variedades resistentes ayuda a reducir el porcentaje de vectores activos en la población del insecto. Sin embargo, antes de hacer rotación con otra variedad, es necesario hacer un seguimiento de la población de vectores para comprobar que ésta ha descendido a niveles inferiores al 1%.

Cuadro 5. Selección de variedades para futuras siembras, de acuerdo con el porcentaje de vectores de la población de sogata.

% de vectores en la población de insectos (*)	% de vectores en la población de insectos (+)	Variedad recomendada y riesgo de ser infectada con VHB.
Menos del 1%	Menos del 3%	Cualquier variedad • Poco riesgo de epidemia a corto plazo
De 1% a 6%	De 3% a 10%	Variedad de resistencia intermedia. • Altísimo riesgo de epidemia, si fuese una variedad susceptible
Más del 6%	Más del 10%	Variedad resistente • Habría riesgo de epidemia, si fuese una variedad intermedia, principalmente en los 20 primeros días del cultivo

Fuente: (*) Pantoja *et al.* (1997); (+) Meneses *et al.* (2001).

Debe evitarse la migración de insectos desde campos en que se encuentre el insecto en la etapa de reproducción o maduración hasta campos recién sembrados. Las plántulas son altamente susceptibles al daño que causa esta plaga. El riesgo de migración se elimina planificando apropiadamente la siembra de arroz (Pantoja *et al.*, 1997).

La combinación de edad de la planta, variedad, porcentaje de insectos vectores, población de insectos e incidencia de hoja blanca en campo, permite tomar una mejor decisión de control. En el caso que se requiera alguna medida de control, se debe determinar la población de sogata. Para tal fin, se recomienda hacer diez pases dobles de malla entomológica en

diferentes áreas del lote, cada 2 a 3 días durante las primeras tres semanas del cultivo. Para variedades resistentes, no se debe recomendar insecticidas para el control después del primer mes de cultivo (Meneses *et al.*, 2001).

Conclusiones y recomendaciones

- De las 381 especies animales que transmiten virus a las plantas: 94% son Artrópodos, 6% nematodos; 99% (356) son insectos. 76% de los vectores de virus de plantas pertenecen al orden Homóptera.
- El saltahojas sogata es el único insecto capaz de transmitir el virus de la hoja blanca (VHB) al cultivo del arroz, siendo la única enfermedad viral que ha afectado hasta ahora al cultivo en América Latina.
- El manejo del cultivo influye en dos aspectos de la plaga, la cantidad de insectos en el campo y el porcentaje de insectos vectores. Se recomienda que la mejor forma de manejar al insecto es utilizando variedades tolerantes y/o resistentes tanto al daño mecánico como al virus de la hoja blanca.

Bibliografía

- Asche, M. 1985. Zur Phylogenie der Delphacidae Leach, 1815 (Homoptera, Cicadina, Fulgoromorpha). Marburger Entomologische Publikationen, 2: 1-910.
- Aponte, O. 1989. Manejo integrado de plagas en arroz. Acarigua. FONAIAP. Estación Experimental Portuguesa. 38p.
- Aponte, O. 1990. Manejo integrado de plagas en arroz. Maracay, Venezuela. FONAIAP, Estación Experimental Portuguesa. Serie B Nº 13. 36p.
- Aponte, O.; L. E Vivas; L. E. Escalona; L. M. Ramírez y F. P. Freitez. 1992. Manejo integrado de artrópodos plaga en el cultivo de arroz en Venezuela. Unidades de aprendizaje para la capacitación en tecnología de producción de arroz. CIAT-BID-FONAIAP-APROSELLO- APROSELLAC-UNELLEZ. 144p.
- Aponte, O., L. Vivas; L. Escalona y P. Castillo. 1997. Manejo integrado de artrópodos plaga en arroz. Unidad de Aprendizaje para la Capacitación Tecnológica en la producción de arroz. FONAIAP-FUNDARROZ-UCV- IUTEP. Acarigua, Venezuela. 59p.
- Blanco, E. D.; L Luciani y H. González. 1973. Control químico de Sogata *Sogatodes orizicola* en el Sistema de Riego Río Guárico. Boletín Estación Experimental de Calabozo 1(1): 17-20.
- Blanco E.D. y H. González. 1974. Algunas medidas del combate de Sogata *Sogatodes orizicola* (Homoptera: Delphacidae) en arroz, en la zona de Calabozo. Boletín Estación Experimental de Calabozo 1(2): 10-13.
- Beachy, R. N.; S. G. Rogers, & Fraley, R. T. 1987. Genetic transformation to confer to plant virus disease. Genetic Engineering. 9:229-247.
- Boulard, M. 1987. Contribution à l'étude des Issidae. L'oothèque terrestre des "*Hysteropterum*", un problème évolutif. Bull. Soc. Entomol. Fr., 92(1-2): 1-18.

- Bourgoin, T. H. 1986. Morphologie imaginale du tentorium des Hemiptera Fulgoromorpha. *Int. J. Insect. Morphol. Embryol.*, 15(4): 237-252.
- Bourgoin, T. H. & J. Huang, 1990. Morphologie comparée des genitalia males des Trypetimorphini et remarques phylogénétiques (Hemiptera Fulgoromorpha: Tropiduchidae). *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, (N.S.), 26(4): 555-564.
- Bourgoin, T. H. 1993. Female genitalia in Fulgoromorpha (Insecta, Hemiptera): morphological and phylogenetical data. *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, (N.S.), 29(3): 225-244.
- Bourgoin, T. H. & V. Deiss. 1994. Sensory plate organs of the antenna in the Meenoplidae-Kinnaridae group (Hemiptera:Fulgoromorpha). *Int. J. Insect. Morphol. Embryol.*, 23(2): 159-168.
- Bourgoin, T. H. 1997. Habitat and ant-attendance in Hemiptera: a phylogenetic test with emphasis on trophobiosis in Fulgoromorpha. *In Grandcolas, P. (ed.), The origin of biodiversity in Insects: phylogenetics tests of evolutionary scenarios. Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, 173: 109-124.
- Carver M; G. F. Ross & T. E. Woodward. 1991. Hemiptera (bugs, leafhoppers, cicada, aphids, scale insects, etc.) *In Naumann, I.D., Crane, P.B., Lawrence, J.F., Neilsen, E.S., Spradbery, J.P., Taylor, R.W., Whitten, M.J. & M.J. Littlejohn (eds). The Insects of Australia, a textbook for students and research workers. Vol. 1 (2nd ed). Melbourne Univ. Press, Melbourne, Australia. pp: 429-509.*
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1988. Manejo integrado de plagas de arroz. Calí-Colombia. Departamento de Entomología. (Mimeografiado). 26p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 2001. Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz. Publicado por el FLAR. Cuarta edición. 72 p.
- Claridge, M. F. & P. W. F. De Vrijer, 1994. Reproductive behavior: the role of acoustic signals in species recognition and speciation. *In R.F. Denno & T.J. Perfect (Eds), Planthoppers, their Ecology and Management*, pp: 216-233.
- Cobben, R. H. 1965. Das aero-mikropilare System der Homoptereneier und Evolutionstrends bei Zikadeneiern (Hom. Auchenorrhyncha). *Zool. Beitr.*, 11 1-2.
- Cronin, J. T. & D. R. Strong. 1994. Parasitoid interactions and their contribution to the stabilization of Auchenorrhyncha populations. *In Denno R. F. & T. J. Perfect (Eds), Planthoppers, their Ecology and Management*. pp: 400-428.
- Döbel, H. G. & Denno, R. F. 1994. Predator-planthopper interactions. *In Denno, R. F. & T. J. Perfect (Eds), Planthoppers, their Ecology and Management*. pp: 325-399.
- Espinoza, A. M. M. Hernández; R. Pereira; B. Falk & V. Medina. 1992. Immunogold labelling of rice hoja blanca virus nucleoprotein and mayor noncapsid protein. *Virology*, 191: 619-627.
- Espinoza, A. M.; R. Pereira; A. V. Macaya-Lizano; M. Hernández, M. Goulden & C. Rivera 1993. Comparative light and electron microscopic analyses of tenuivirus major noncapsid protein (NCP) inclusion bodies in infected plants, and of the NCP in vitro. *Virology* 195: 157-166
- Fory L. , E.Tabares; I. Lozano; A. Mora; G. Delgado; T. Agrono; T. Ordóñez; M. C. Duque, L. Calvert y Z. Lentini. 2002. Arroz Transgénico con Resistencia Al

- Virus de la Hoja Blanca del Arroz (RHBV) en campo. CIAT-Calí-Colombia. Proyecto hoja blanca. Pagina Web del CIAT. 1 p.
- Frölich, G. 1989. Endosymbiosis of phloem sap sucking planthoppers with special reference to *Sogatodes oryzae*. *Phytopathology* 58: 818-821.
- Harris, K. F. 1981. Arthropod and nematode vectors of plant viruses. *Ann. Rev. Phytopathol.* 19: 391-426.
- Galvez, G. E. 1968. Transmission studies of hoja blanca virus with highly active, virus-free colonies of *Sogatodes oryzae*. *Phytopathology*. 58: 818-821.
- Hayakawa, T., Y. Zhu; K. Itoh; Y. Kimura; T. Izawa; K. Shimamoto & S. Toriyama. 1992. Genetically engineered rice resistant to rice stripe virus, an insect-transmitted virus. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 89: 9865-9869.
- Herd, R. W., 1987. Equity considerations in setting priorities for third world rice biotechnology research. *Developments: seeds of change*, 4: 19-24.
- Hoch, H. 1994. Homoptera (Auchenorrhyncha Fulgoroidea). *In* C. Juberthie and V. Decu Edt., *Encyclopedia Biospeleologica*, Moulis - Bucarest, Soc. Biospéologie Pub., 1: 313-325.
- Houk, E. J. & G. H. Griffiths. 1980. Intracellular symbiotes of the Homoptera. *Ann. Rev. Entomol.* 25: 161-187.
- Karnoswsky, M.J. 1965. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolarity for use in electron microscopy. *J. Cell. Biol.* 27: 137.
- Labrín S, N. Y. 2007. Estudio de la resistencia en variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) venezolanas al virus de la hoja blanca. Tesis de maestría en Agricultura Ecológica. Turrialba, Costa Rica, 84 p.
- Li L., Q. Rongda; A. Kocho; C. Fauquet & R. N. Beachy. 1993. An improved rice transformation system using the biolistic method. *Plant Cell Reports*. 12: 250-255.
- Malaguti, G. 1956. La "Hoja blanca". extraña enfermedad del arroz en Venezuela. *Agron. Trop.* 6: 141-145.
- Malaguti, G; H. Diaz, y N. Angeles, 1957. La virosis "Hoja blanca" del arroz. *Agron. Trop.* 6: 157-163.
- Mayer, R. J. & J. H. Walker. 1987. *Immunochemical Methods in Cell and Molecular Biology*. Academic, Londres 325p.
- Meneses R. C.; A. Y. Gutiérrez; A. R. García; G. P. Antigua y J. S. Gómez. 1995. Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz. Instituto de Investigaciones del arroz. Estación Experimental del Arroz "Sur del Jibaro". Cuba. 26p.
- Meneses R.; A. Gutiérrez; A. García; G. Antigua; J. Gómez; F. Correa-Victoria y Calvert L. 2001. Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz. CIAT, IIA-Cuba, FLAR. Publicación del Fondo Latinoamericano para arroz de riego (FLAR). Cuarta edición revisada y ampliada. Cali, Colombia. 76 p.
- Meneses C. R; L. Reyes; L. Calvert; M. Triana; M. Carrizo y M. C. Duque 2005. Identificación de posibles biotipos de *Tagosodes oryzae* en diferentes zonas arroceras de Colombia. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*: 74: 52-58.
- Miranda J, M.; R. Hull Hernandez, & A. Espinoza. 1994. Sequence analysis of rice hoja blanca virus RNA 3. *J Gen Virol.* 75 (Pt 8):2127-32.

- Morales F. J & A. I. Niessen 1983. Association of spiral filamentous viruslike particles with rice hoja blanca. *Phytopathology*, 73: 971-974.
- O'brien, L. & S. Wilson. 1985. Planthopper systematics and external morphology. *In* Nault, L. R. and J. G. Rodrigues, . *The Leafhoppers and Planthoppers*, N.Y., Wiley and Sons, pp. 61-102.
- Pantoja A; A. Fischer; F. Correa-Victoria; L. R. Sanint y A. Ramírez. 1997. MIP en Arroz: Manejo integrado de plagas; Artrópodos, enfermedades y malezas. Calí, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. (Publicación CIAT N° 292). 141p.
- Ramirez B. C.; G. Macaya; L. A. Calvert & A. L. Haenni. 1992. Rice hoja blanca virus genome characterization and expression *in vitro*. *Journal of General Virology* 73: 1457-1464.
- Ramírez B. C.; I. Lozano; L. M. Constantino; A. L. Haenni & L. Calvert. 1993. Complete nucleotide sequence and coding strategy of rice hoja blanca virus RNA4. *Journal of General Virology* 74:2463-2468.
- Red de mejoramiento de arroz para el Caribe. 1991. Mesa redonda sobre protección vegetal. Eds.: Jorge Armenta Soto y Manuel Castillo. Cooperación: CIAT-CIDA-IRRI-IICA-SEA-UNDP. Santo Domingo, República Dominicana. Santa Clara, Cuba. 107p.
- Sanchez, C. E. 1995. El arroz, estrategia agrícola y alimentaría en Venezuela. III Taller Nacional sobre la importancia del arroz. IUT – Los llanos. Calabozo. Editorial Corprensa. 275 p.
- Smith, R. F. & D. J. Calvert. 1978. Insect pest losses and the dimensions of the world food problem, p.17-36. *In* D. Pimentel (ed.). *World Food, Pest Losses, and the Environment*. Westview, Nueva York.
- Tascon, E; D. Garcia. 1985. Arroz: Investigación y Producción. CIAT, Cali, Colombia. 696p.
- Trujillo, G. 1969. Investigaciones sobre las virosis "Hoja blanca" del arroz en Venezuela. IVIC-FONAIAP. (Informe). 89 p.
- Vivas, L. E. 1997. Dinámica poblacional de la sogata del arroz *Tagosodes orizicolus* (Homóptera: Delphacidae) en el Guárico Occidental. Tesis de maestría. Facultad de agronomía. U.C.V. Maracay, Aragua. 147 p.
- Vivas L. E. 1999. Manejo de insectos plagas en Calabozo. Boletín Resiembra. Concepto Milenium. Calabozo, Guárico. 1(2): 5p.
- Vivas, L. E. 2002. Manual de insectos plagas de arroz. INIA-SINGENTA. Maracay-Venezuela. Diseño y diagramación: Comunicación grafica C.A (Maracay Edo. Aragua). Primera edición. 30 p.
- Vivas L. E, S. Clavijo. 2000. Fluctuación poblacional de *Tagosodes orizicolus* (Muir) 1926 (Homóptera: Delphacidae) en el sistema de riego Río Guárico, Calabozo, estado Guárico, Venezuela. *Bol. Entomol.Venez.* 15(2): 217-227.
- Vivas L. E.; S. Clavijo y H. González. 2001. Distribución temporal y espacial en poblaciones de Sogata *Tagosodes orizicolus* (Muir) 1926 (Homóptera: Delphacidae) y número óptimo de muestras para su estimación en el cultivo de arroz, en Calabozo, estado Guárico, Venezuela. *Investigación Agrícola* 6: 1. Disponible en Internet. URL: <http://www.redpav-fpolar.info.ve/danac/volumen6/art1/index.html>
- Vivas, L. E; L. Lugo; M. Acevedo y S. Clavijo. 2002. Determinación de la preferencia de *Tagosodes orizicolus* (Muir) 1926 (Homóptera: Delphacidae) sobre variedades de arroz, Calabozo estado Guárico, Venezuela.

- Investigación Agrícola. 7:5. Disponible en Internet. URL: <http://www.redpav-fpolar.info.ve/danac/volumen7/art5/index.html>.
- Vivas, L. E y D. Astudillo. 2006. Determinación del daño mecánico ocasionado por poblaciones controladas del insecto *Tagosodes orizicolus* sobre la variedad comercial Cimarrón en Calabozo estado Guárico, Venezuela. Bol. Soc. Venez. Cien. Nat. 154: 47-60.
- Weber, G. 1989. Desarrollo del manejo integrado de plagas del cultivo de arroz: Guía de estudio. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Calí, Colombia. 69p.
- Webster, R. K. & P. S. Gunnell. 1991. Compendium of rice diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, E.U. 62p.
- Wilson S. W. & L. B. O'brien 1987. A survey of planthoppers pests of economically important plants (Homoptera: Fulgoroidea). In Proceedings of 2nd International Workshop on Leafhoppers and Planthoppers of Economic importance, Wilson, M.R. & Nault, L.R., 28th July-1st August 1986, Brigham Young University, Provo, Utah, USA, London, CAB Int. Inst. Ent., pp: 343-360.
- Wilson, S. W.; C. Mitter; Denno, R. F. & M. R. Wilson, 1994. Evolutionary patterns of hostplant use by delphacid planthoppers and their relatives. In: Denno R. F. & T.J. Perfect (eds.), Planthoppers: their Ecology and Management, pp: 7-113.
- Yang, Ct And Yeh, W.B. 1994. Nymphs of Fulgoroidea (Homoptera: Auchenorrhyncha) with description of two new species and notes on adults of Dictyopharidae. Chin. J. Entomol., Special Pub., 8: 1-189.
- Zeigler, R.S., Rubiano, M. Y Pineda, A. 1988. A field screening method to evaluate rice breeding lines for resistance to the hoja blanca virus. Ann Appl. Biol. 112: 151-158.
- Zeigler, R. S., A. Pantoja; M. C. Duque, & G. Weber. 1994. Characteristic of resistance in rice to rice hoja blanca virus (VHB) and its vector *Tagosodes orizicolus* (Muir) Ann Appl. Biol. 124: 429-440.

Citación correcta:

Vivas C., Luís y Dilcia Astudillo. 2008. Enfermedades virales transmitidas por la familia Delhacidae con énfasis en el insecto sogata (*Tagosodes orizicolus*). Revista Digital INIA HOY N° 1, enero-abril URL: [pegue aquí dirección electrónica de la página del artículo](#). (Consultado el XX/XX/XX)