

30
608
. R5
G39

1173 1922
hoja blanca

" RESISTENCIA DE QUINCE VARIETADES DE ARROZ (Oryza sativa L.)
AL VIRUS HOJA BLANCA Y AL VECTOR Sogatodes oryzae Muir "



BIBLIOTECA

11 DIC. 1990
3801

Por :

AGUSTIN GAVIDIA ONETO

Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar
al título de

MAGISTER SCIENTIAE.

Presidente de Tesis

GUILLERMO E. GALVEZ-E., Ph. D.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO

PROGRAMA DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS EN CIENCIAS AGRARIAS

BOGOTA, COLOMBIA

1970

H/B

A

4

3 & P.

3

**" El Presidente de Tesis, el Consejo de Tesis
y el Consejo Examinador de Grado, no serán
responsables de las ideas emitidas por el
candidato!"**

(Artículo 217 de los Estatutos de la Universidad Nacional)

A MIS QUERIDOS PADRES Y HERMANOS

**En testimonio de eterna gratitud por haber forjado
mi caracter en el amor al estudio y el cumplimiento
del deber, que es la ruta hacia el derecho de toda
profesión.**

A GUILLERMO E. GALVEZ-E., Ph. D.

Mi profundo agradecimiento por su orientación en
la conducción de este trabajo.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	2
2.1. Relaciones virus-vector-hospedante	2
2.2. Resistencia al virus hoja blanca	4
2.3. Resistencia al <u>S. oryzae</u>	5
3. MATERIALES Y METODOS	8
3.1. Resistencia al virus hoja blanca	8
3.2. Resistencia al <u>S. oryzae</u>	9
3.3. Efectos de las variedades resistentes y susceptibles sobre la biología del <u>S. oryzae</u>	11
3.4. Análisis estadístico	12
4. RESULTADOS	13
4.1. Resistencia al virus hoja blanca	13
4.2. Resistencia al <u>S. oryzae</u>	13
4.3. Correlación entre resistencia al virus hoja blanca y resistencia al <u>S. oryzae</u>	18
4.4. Sobrevivencia de insectos adultos	22
4.5. Número de huevos ovipositados por hembra	22
4.6. Progenie por hembra	24
4.7. Peso de insectos	24
5. DISCUSION	25
6. CONCLUSIONES	28
7. RESUMEN	29

" RESISTENCIA DE QUINCE VARIEDADES DE ARROZ (Oryza sativa L.)
AL VIRUS HOJA BLANCA Y AL VECTOR Sogatodes oryzicolus Muir "

1. INTRODUCCION

La enfermedad virosa del arroz (Oryza sativa L.), conocida como "Hoja blanca", y el daño ocasionado por su insecto vector Sogatodes oryzicolus Muir, causan en el cultivo del arroz, pérdidas considerables. En el año 1966, la hoja blanca y sus vectores causaron pérdidas de aproximadamente 364 millones de pesos en los Departamentos del Tolima y el Huila, que ocasionaron problemas socio-económicos en éstas dos grandes zonas arroceras de Colombia.

Se han ensayado varios medios de control de la enfermedad, pero el único eficiente es el uso de variedades resistentes (3, 17).

Este trabajo de investigación se relaciona con la resistencia de un grupo de variedades de arroz al virus hoja blanca, al principal insecto vector S. oryzicolus, y la determinación de una posible correlación entre estas dos características. Además se busca determinar algunas causas responsables de la resistencia de la planta al insecto.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Relaciones virus-vector-hospedante

En la población natural sólo un bajo porcentaje del S. oryzae es capaz de transmitir el virus hoja blanca. Se ha registrado que la capacidad vectora está entre 5 a 15 por ciento (1, 2, 13, 14, 24, 29). Acuña y Ramos (1), y Gálvez, Jennings, y Thurston (14) demostraron que los adultos, machos y hembras y todos los estados ninfales pueden transmitir el virus.

Gálvez (10) ha desarrollado colonias del insecto altamente activas con una capacidad vectora entre 95 a 100 por ciento, colonias libres del virus pero altamente activas, y colonias no vectoras.

Gálvez (10) determinó durante el desarrollo de los estudios de la colonia libre del virus que, este pasa a través del huevo muy frecuentemente, llegando hasta un 90 por ciento y además que puede ser transmitido por su vector hasta 10 generaciones.

Se ha determinado que para transmitir el 50 por ciento se requiere un período de adquisición mínimo de 15 minutos. Después de una hora, todos los insectos llegan a ser virulíferos (10).

McMilliam, McGuire y Lamey (25) con insectos adultos de virulencia conocida determinaron porcentajes de transmisión de 40, 90, 90, 100 y 100 cuando los insectos se les permitió alimentarse en

plantas sanas por 1, 5, 15, 24, y 28 horas, respectivamente. Indicando que un período de infección de 24 horas es necesario para asegurar el ciento por ciento de transmisión. Gálvez (10) observó porcentajes de transmisión de 34, 64, y 95 cuando alimentó insectos en plantas sanas por $\frac{1}{2}$, 1, y 3 horas.

El período de incubación del virus en la planta varía con la edad y resistencia de las plantas al virus, y puede ser de 5 días en plántulas inoculadas al estado de 1 hoja, y de 35 días en plantas de 8 a 10 hojas, además en las plantas resistentes es mayor que en las susceptibles (10, 12).

Acuña y Ramos (1, 2) observaron una gran variabilidad en el período de incubación del virus en el vector. Determinaron que estaba entre 6 a 37 días, con un promedio de 11,6 días. McGuire, McMilliam y Larney (24) establecieron que el virus debía incubarse al menos 6 días en el insecto adulto antes de que éste pudiera transmitirlo al arroz. Gálvez, Thurston y Jennings (14, 15) registraron un período de incubación de 7 a 9 días. McMilliam, McGuire, y Larney (25) demostraron que los insectos comienzan a transmitir el virus en el sexto día después de la adquisición. Gálvez (9) usando insectos libres del virus altamente activos, ha demostrado que el período de incubación en el insecto es de 30 a 36 días.

Hendrick et al. (16) encontraron que insectos virulíferos de E. oryzae no presentan un patrón regular de transmisión, al transfe -

rirlos periódicamente de una planta a otra cada 24 horas. Gálves (9), si ha observado regularidad en la transmisión, y le ha sido posible ensayar de 10 a 20 plantas por insecto vector.

2.2. Resistencia al virus hoja blanca

Atkins y Adair (4) desarrollaron una escala basada en síntomas de 0-9 (0 = sana, 9 = ataque más severo posible) para evaluar la reacción varietal. Jennings (18) determinó que por cada unidad de aumento en la escala el rendimiento se reduce en 10 por ciento. Las pruebas iniciales de reacciones varietales realizadas en Colombia, Cuba y Venezuela (3, 4), se efectuaron con infección natural. Posteriormente se incluyeron en forma sistemática variedades de reacción conocida como testigos. Este método ha sido muy útil para evaluar miles de variedades y selecciones de arroz (3).

Lamey, Lindberg y Brister (20) desarrollaron un método de evaluación en invernadero, que consiste en ubicar periódicamente plantas de arroz por 3 a 7 días en jaulas grandes que contienen muchos insectos. Emplearon gran cantidad de insectos porque la colonia tenía bajo potencial de transmisión del virus, así mismo plantas de 5 a 8 semanas de edad para evitar los graves daños mecánicos que realiza el insecto en plantas de reducida edad.

Lamey (19) desarrolló un método mejorado para evaluación de variedades en el invernadero. Este método consiste en confinar insectos

que se conoce son transmisores, en plantas jóvenes. El uso de plántulas permite una rápida evaluación de resistencia de las variedades a la hoja blanca; pero indica que la edad de las plantas por inocular es muy importante, porque muchas variedades resistentes en el campo son susceptibles al inocularlas al estado de una hoja. Sin embargo, la mayoría de las plantas muestran la reacción que presentarían a una edad más avanzada cuando son inoculadas al estado de tres hojas.

Gálvez (10) utilizó plantas de 6 ó más hojas para obtener una lectura confiable sobre susceptibilidad ó resistencia de las variedades, además, ha desarrollado un método de selección por resistencia basado en el porcentaje de plantas enfermas y en el período de incubación del virus en la planta.

Beachell y Jennings (5) de un estudio realizado bajo condiciones de campo, sugieren que la resistencia parece ser dominante y controlada por un par de genes mayores, pero en realidad hasta el presente no se conoce exactamente la herencia o la naturaleza de la resistencia del arroz al virus.

2.3. Resistencia al S. oryzae

Van Hoof, Stubbs, y Wounters (29) indicaron que la resistencia de campo de la variedad SML 81b se debía probablemente a la posición erecta de las hojas, causando una reducción en la humedad ambien-

tal en el arrozal. Se ha observado que las condiciones óptimas para S. oryzae incluyen un microambiente de alta humedad (8, 22).

Las plantas altamente resistentes a los insectos son aquellas en las cuales el insecto no es capaz de mantener una alta población y aquellas donde la sobrevivencia y la oviposición son reducidas (26, 27). Cordero y Newson (7) estudiaron la sobrevivencia y oviposición del S. oryzae en diferentes especies del género Oryza, encontrando que el insecto sobrevivió y oviposó bien en O. perennis y O. sativa variedad Noto, y que la sobrevivencia fué pobre en las siguientes especies: O. grandiglume, O. missili, O. granulata, O. australiensis, O. brevivittata, O. klaberriana, O. minute, O. latifolia y O. alta. Ellos concluyeron que varias de las especies diploides y las tres especies tetraploides estudiadas fueron altamente resistentes o virtualmente inmunes a S. oryzae. Sin embargo, ninguna ofrece buena posibilidad de ser usada exitosamente para desarrollar formas resistentes al insecto por su incompatibilidad genética con O. sativa. Lannoy et al. (21) registraron buena sobrevivencia en O. sativa variedad Blaubonnet 50, y O. perennis, pero no en otras 21 especies de gramíneas. La cantidad de huevos ovipositados fue menor en las variedades Zayas Basán y Dima que en las variedades Arkosee y Blaubonnet 50. Solamente en O. sativa y O. perennis los insectos completaron su ciclo de vida.

Everett (8) probó algunas variedades de O. sativa en cuanto a ovi-

posición preferencial y encontró que la variedad Gulírose fue la más preferida para la oviposición; Bluebonnet 50, Nilo 3, Chino, Dima, Palo Gordo 503 y Nato fueron intermedias; y Nilo 1 fué la menos preferida.

3. MATERIALES Y METODOS

El trabajo experimental fue realizado bajo condiciones de invernadero en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Tibaitatá (Mosquera, Cundinamarca). La temperatura fluctuó de 17 a 33 grados centígrados y la humedad relativa de 56 a 100 por ciento.

3.1. Resistencia al virus hoja blanca.

Se emplearon 15 variedades de arroz: ICA-3, ICA-10, PI 215936, Nilo 3A, Tapuripa, Bluebonnet 50, Nepal, Dawn, Belle Patna, Mudgo, Taichung (Native) 1, IR5, IR404 y TKM-6.

De un arrozal del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Nataima, fueron recolectados aproximadamente 500 insectos que incluían ninfas y adultos. Estos se criaron en plantas Bluebonnet 50 dentro de jaulas de madera de 55 x 55 x 70 centímetros, con nylon en las paredes laterales y vidrio en la pared posterior y superior.

Diez a doce semillas de cada variedad se sembraron en macetas plásticas de 10 cm. de diámetro, que contenían tierra esterilizada. A la edad de 30 días, 50 plantas de cada variedad en número de 5 por maceta, se colocaron en jaulas de malla, además 10 plantas de la variedad Bluebonnet 50, que sirvieron como testigos para constatar la transmisión del virus por los insectos.

En cada jaula se colocaron 150 insectos, ninfas y adultos, tomados

al azar de la jaula de reproducción. Estos insectos permanecieron durante 20 días alimentándose e inoculando el virus en cada variedad.

Se usó igualmente una colonia altamente activa (90-95 por ciento) obtenida por Gálvez (10). La siembra se efectuó en forma similar al caso anterior.

A los 30 días, se ubicaron al azar dos variedades por jaula colocando 50 plantas de cada una y 20 plantas de Bluebonnet 50 como testigos, que fueron inoculadas por 300 insectos entre adultos y ninfas durante 3 días. Luego las plantas se trataron con Ekatín al 1 por ciento, y se dejaron en el invernadero durante 30 días. Después de este período se procedió a evaluarlas contando el número de plantas que mostraban los síntomas característicos de hoja blanca. Las variedades que presentaron de 0 a 10 por ciento de plantas afectadas se consideraron resistentes, de 11 a 20 por ciento moderadamente resistentes y con más de 21 por ciento como susceptibles. Este trabajo se realizó con 3 replicaciones por variedad.

3.2. Resistencia al S. oryzae

Se empleó una colonia no vectora para someter las 15 variedades al daño directo del insecto. La siembra se efectuó en semilleros de 50 x 35 x 12 centímetros que contenían tierra esterilizada, ubicando una variedad por surco. Plántulas de 12 días de edad, de cada varie

dad se colocaron en tubos de ensayo de 16 por 150 milímetros, usando una planta por tubo en agua destilada. Por medio de un aspirador manual se depositaron 10 insectos en cada tubo y se procedió de inmediato a taparlo con algodón. Se tomó el tiempo en días hasta la muerte de las plantas. Cada plántula representó una replicación.

Además las 15 variedades se ubicaron al azar dentro de una jaula de malla en macetas que contenían 10 plantas de 20 días de edad. Insectos no vectores en todos sus estados de desarrollo y en número indeterminado se colocaron en la jaula. Se tomó el tiempo en días hasta la muerte de la última planta por variedad. En este ensayo se efectuaron 3 replicaciones.

Para la comparación preferencial de las variedades con Bluebonnet 50 por su resistencia al insecto se usaron ICA-10, PI 215936, Tapuripa, Nepal, Dawn, Belle Patna, Mudgo, Taichung (Native) 1, IR5, IR8 y TKM-6. Cuarenta plantas de cada variedad y 40 plantas de Bluebonnet 50, fueron distribuidas al azar dentro de una jaula, que se infestó aproximadamente con 300 insectos no vectores en todos sus estados de desarrollo. Se tomaron datos diariamente hasta la muerte de la variedad Bluebonnet 50 y de la variedad en estudio.

Las dos primeras pruebas de resistencia al insecto medida por el número de días hasta la muerte de la planta o plantas de arroz, se utilizó para clasificar la resistencia de las variedades al *S. oryzae*

lus.

Las variedades que murieron en 1 a 10 días por el daño mecánico de ninfas o adultos hembras o en 1 a 15 días por el daño de todos los estados de desarrollo del insecto en combinación se consideraron susceptibles; las que murieron por el daño de ninfas o adultos hembras en 11 a 20 días o por el daño simultáneo de todos los estados de desarrollo en 16 a 30 días se consideraron moderadamente susceptibles; y las que no murieron por el daño mecánico del insecto se clasificaron como resistentes.

3.3. Efectos de las variedades resistentes y susceptibles sobre la biología del S. oryzae.

El ensayo de sobrevivencia del insecto, de oviposición y progenie se efectuó con 4 variedades: ICA-10, Bluebonnet 50, IR3 y Mudgo. Se sembró diariamente un semillero con las 4 variedades. A la edad de 10 días las plántulas se transfirieron a tubos de ensayo, depositando una planta por tubo con un macho y una hembra jóvenes no vectores. En cada variedad se emplearon 8 replicaciones. A partir del segundo día, los dos insectos se transfirieron diariamente a una nueva planta hasta su muerte.

Con ayuda de un microscopio binocular al quinto día de ovipositados se comensaron a contar diariamente los huevos por planta y por

hembra, y al décimo quinto día se contó el número de ninfas eclosionadas. También se tomó la sobrevivencia en días, de machos y hembras.

El peso de los insectos se registró sobre 4 variedades: ICA-10, Bluebonnet 50, IR8 y Mudge. La siembra se efectuó en forma similar al caso anterior. Plantas de 13 días se ubicaron en tubos de ensayo.

Se tomaron ninfas de 15 días de edad provenientes de huevos ovipositados y eclosionados en un mismo día, se pesaron en grupos de 5 y cada grupo fue colocado en un tubo. Se hicieron 7 replicaciones por variedad. Cada 3 días se pesaron los insectos, previamente anestesiados, en una balanza de precisión.

3.4. Análisis estadístico

En los experimentos anteriormente descritos fue empleado el diseño experimental bloques al azar, y la prueba de amplitudes límites significativos de Duncan al nivel del 5 por ciento.

A los valores en porcentaje se les efectuó la transformación de porcentaje a seno del arco y en el caso de número de días y número de huevos se usó X .

4. RESULTADOS

4.1. Resistencia al virus hoja blanca

Los resultados se muestran en las Tablas 1 y 2. Según estos resultados obtenidos con la colonia de campo como la altamente activa, las variedades ensayadas se agruparon en tres niveles de resistencia. Se clasificaron resistentes: ICA-10, ICA-3, Nilo 3A, Mudgo, IR5, y Nepal; moderadamente resistentes: PI 215936, y Tapuripa; y susceptibles: TKM-6, Taichung (Native) 1, IR8, Dawn, Belle Patna, IR404 y Bluebonnet 50.

Los dos sistemas de inoculación se evaluaron por la prueba de t con respecto al porcentaje de infección obtenido. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($t_c = 0,275$; $t_{0,05} = 2,101$) indicando que es lo mismo inocular el virus con la colonia altamente activa durante 3 días que hacerlo con la colonia de campo durante 20 días.

4.2. Resistencia al S. oryzae

Los resultados obtenidos por Gavidia (Tablas 3 y 4) indican que hay por lo menos tres niveles de resistencia varietal al daño del insecto. Resistentes: Mudgo, IR5, e IR8; moderadamente susceptibles: PI 215936, TKM-6, y Tapuripa; susceptibles: Taichung (Native) 1, Nilo 3A, IR404, ICA-3, ICA-10, Nepal, Dawn, Bluebonnet 50 y

TABLA 1. Número y porcentaje de plantas afectadas con el virus hoja blanca empleando la colonia de campo.

Variedad	Número de plantas afectadas (a)	Porcentaje	Grado de resistencia (b)
ICA-10	0/50	0,00	R
ICA- 3	1/50	2,00	R
Nilo 3A	1/50	2,00	R
IR 5	2/50	4,00	R
PI 215936	6/50	12,00	MR
Nepal	7/50	14,00	MR
Tapuripa	8/50	16,00	MR
IR8	19/50	38,00	S
IR404	23/50	46,00	S
Bluebonnet 50	42/50	84,00	S

(a) Numerador: número de plantas con síntomas del virus hoja blanca
Denominador: número de plantas ensayadas.

(b) 0 - 10% = resistente (R)

11 - 20% = moderadamente resistente (MR)

21 - 100% = susceptible (S).

TABLA 2. Número y porcentaje de plantas afectadas con el virus hoja blanca empleando la colonia altamente activa.

Variedad	Número de plantas afectadas (a)	Porcentaje	Grado de resistencia (b)
ICA-10	1/150	0,66	R
ICA- 3	2/150	1,33	R
Nilo 3A	4/150	2,66	R
Mudgo	5/150	3,33	R
IR5	7/150	4,66	R
Napal	9/150	6,00	R
PI 215936	18/150	12,00	MR
Tapuripa	20/150	13,33	MR
TMM-6	37/150	24,66	S
Taichung (Native) 1	45/150	30,00	S
IR8	51/150	34,00	S
Dawn	56/150	37,33	S
Belle Patna	59/150	39,33	S
IR404	72/150	48,00	S
Bluebonnet 50	89/150	59,33	S

(a) Numerador = número de plantas con síntomas del virus hoja blanca.

Denominador = número de plantas ensayadas.

(b) 0 - 10% = resistente (R)

11 - 20% = moderadamente resistente (MR)

21 - 100% = susceptible (S)

Error estándar = 2,268

TABLA 3. Días transcurridos hasta la muerte de una planta de 12 días de edad por ninfas, adultos machos, adultos hembras.

Variedad	Promedio de días hasta la muerte de una planta			Grado de (b) resistencia
	Ninfas	Machos	Hembras	
Taichung (Native) 1	6,20	-(a)	10,40	S
IR404	6,40	-	10,60	S
Bluebonnet 50	6,60	7,60	5,80	S
Belle Patna	7,20	-	7,50	S
Nilo 3A	7,20	-	9,00	S
Dawn	7,20	-	11,60	S
ICA-3	7,40	-	11,00	S
Nepal	9,40	-	10,00	S
ICA-10	10,00	-	6,80	S
TKM-6	10,80	-	12,20	MS
Tapuripa	14,40	-	-	MS
PI 215936	-	-	13,20	MS
IR8	-	-	-	R
IR5	-	-	-	R
Mudgo	-	-	-	R

(a) - = la planta no murió.

1 - 10 = susceptible (S)

11 - 20 = moderadamente susceptible (MS)

no murió = resistente (R)

Error estándar = ninfas 0,120

adultos hembras 0,128

TABLA 4. Días transcurridos hasta la muerte de plantas de 20 días de edad por un número no determinado de insectos en todos sus estados de desarrollo.

Variedad	Promedio de días hasta la muerte de 10 plantas	Grado de resistencia (b)
Bluebonnet 50	6,33	S
Dawn	6,33	S
Belle Patna	6,33	S
Napal	6,33	S
ICA-10	6,66	S
ICA- 3	7,33	S
Nilo 3A	8,00	S
IR404	8,00	S
Taichung (Native) 1	8,66	S
Tapuripa	18,33	MS
TKM-6	20,66	MS
PI 215936	28,00	MS
IR8	- (a)	R
IR5	-	R
Mudgo	-	R

(a) - = las plantas no murieron

1 - 15 = susceptible (S)

16 - 30 = moderadamente susceptible (MS)

no murió = resistente (R)

Error estándar = 0,109

Belle Patna.

En la Tabla 5, se pueden apreciar los 3 niveles de resistencia en cuanto al daño ocasionado conjuntamente por todos los estados de desarrollo del insecto. En la Figura 1 se presenta la variedad resistente Mudgo, y en la Figura 2 la variedad moderadamente susceptible PI 215936, en comparación con la variedad susceptible Bluebonnet 50.

Estos resultados permiten diferenciar en forma notable los grados de resistencia de las diferentes variedades probadas.

Para comparar el daño mecánico realizado por las ninfas y los adultos hembras se efectuó una prueba de t entre el tiempo requerido por cada estado para matar las variedades, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas ($t_c = 1,916$; $t_{0,05} = 2,101$); en cambio los adultos machos no llegaron a matar la mayoría de las variedades (Tabla 3).

4.3. Correlación entre resistencia al virus hoja blanca y resistencia al S. oryzae.

Para determinar si existía correlación entre la resistencia de la planta al virus y al insecto, se efectuaron los análisis estadísticos de correlación entre los resultados de resistencia de las variedades al virus y los resultados individuales de resistencia al insecto en estado ninfal, adulto hembra, y en todos sus estados de desarrollo.

TABLA 5. Días transcurridos hasta la muerte de 40 plantas de 15 días de edad por 300 insectos en todos sus estados de desarrollo de 11 variedades comparadas individualmente con Bluebonnet 50.

Variedad	Días hasta la muerte de 40 plantas			
	Variedad en estudio	Grado de resistencia (b)	Bluebonnet 50 (a)	Grado de resistencia (b)
Nepal	25	S	23	S
Belle Patna	27	S	22	S
Taichung (Native) 1	34	S	29	S
ICA-10	34	S	30	S
Dawn	41	S	41	S
Tapuripa	100	MS	27	S
PI 215936	136	MS	25	S
TKM-6	141	MS	31	S
IR8	- (c)	R	27	S
IR5	-	R	26	S
Mudgo	-	R	25	S

(a) Bluebonnet 50 fue incluida en la misma jaula con la variedad en estudio, como un testigo de susceptibilidad.

(b) 1 - 50 = susceptible (S)

51 - 150 = moderadamente susceptible (MS)

no murió = resistente (R)

(c) - = las plantas de la variedad no murieron.

5. DISCUSION

Los resultados demuestran que las variedades ICA-10, ICA-3, Nilo 3A, Mudgo, IR5 y Nepal son altamente resistentes al virus hoja blanca. La evaluación de las variedades usando la colonia del insecto altamente activa es rápida y eficiente comparada con insectos del campo. Algunas de las ventajas con esta colonia incluye: empleo de pocos insectos para inocular eficientemente las plantas, disminución del daño mecánico del insecto, e inoculación de cientos de líneas en corto tiempo y eficientemente para evaluar las por su resistencia al virus.

Pathak (28) usando métodos similares, encontró que la variedad Mudgo es altamente resistente al Nilaparvata lugens, y que las plantas de esta variedad, al ser expuestas al insecto, no mostraron daño aparente en comparación con las variedades susceptibles que fueron destruidas. Además, también demostró que la variedad IR8 es resistente al Nephotettix impicticeps y susceptible al N. lugens. Los resultados de resistencia al S. oryzae indican que las variedades Mudgo, IR5 e IR8 muestran una alta resistencia al daño mecánico del insecto.

De las variedades estudiadas solo Mudgo e IR5 muestran resistencia tanto al virus como al insecto. La falta de significación estadística del coeficiente de correlación entre las resistencias al virus y al insecto indica que la resistencia de la planta al virus es independiente de la resistencia al insecto.

Figura 1. Plantas de la variedad Mudge, resistentes al S. oryzae, después de 50 días de expuestas al insecto; las plantas completamente muertas pertenecen a la variedad testigo Bluebonnet 50.

Figura 2. Plantas de la variedad PI 215936, moderadamente susceptible al S. oryzae, 50 días después de expuestas al insecto, las plantas completamente muertas pertenecen a la variedad testigo Bluebonnet 50.

Se encontraron los coeficientes que se muestran en la Tabla 6, los cuales fueron de tendencia negativa y no significativos estadísticamente.

4.4. Sobrevivencia de insectos adultos

Los adultos machos y hembras sobrevivieron menos en la variedad resistente Mudgo (Gráficos 1 y 2) siendo más notorio en el caso de machos, con los cuales, se encontró diferencias estadísticamente significativas entre esta variedad con el resto. En el caso de hembras no se encontraron diferencias significativas entre Mudgo, IR8 y Bluebonnet 50, y entre Bluebonnet 50 con ICA-10.

4.5. Número de huevos ovipositados por hembra

Como se observa en el Gráfico 3, el número de huevos ovipositados por hembra, es mayor en las variedades susceptibles ICA-10 y Bluebonnet 50 que en las resistentes IR8 y Mudgo, con diferencias significativas entre estos dos grupos. El número de huevos ovipositados por hembra en ICA-10 fué tres veces mayor al número de huevos ovipositados en Mudgo.

Además, se tomó el número de huevos ovipositados por hembra durante 6 días, período comprendido entre el décimo a decimoquinto día de estado adulto de las hembras (Gráfico 4). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las variedades resis

TABLA 6. Correlación entre resistencia al virus hoja blanca y resistencia al S. oryzae.

Estado de desarrollo del insecto	Coefficiente de correlación
Todos los estados	- 0,1035 No significativo
Adulto hembra	- 0,1373 No significativo
Niña	- 0,4027 No significativo

tentes Mudgo e IRS con las susceptibles Bluebonnet 50 e ICA-10.

El Número de huevos ovipositados por hembra durante un período de seis días, en la variedad ICA-10 fue casi tres veces mayor que en la variedad Mudgo.

4.6. Progenie por hembra

El número de descendientes fue menor en las variedades Mudgo e IRS que en Bluebonnet 50 e ICA-10; en Mudgo, las hembras tuvieron la menor progenie y ésta fue tres veces menor que la resultante en la variedad ICA-10 como puede observarse en el Gráfico 5o

4.7. Peso de insectos

El incremento de peso de los insectos fue inferior en las variedades resistentes Mudgo e IRS que en las susceptibles ICA-10 y Bluebonnet 50 (Gráfico 6). Estadísticamente a los tres días de alimentación, el incremento de peso de los insectos sobre las variedades IRS y Mudgo fue significativamente menor que en Bluebonnet 50 e ICA-10.

A los nueve días de alimentación, el aumento de peso de los insectos en Mudgo fue significativamente menor que en IRS, Bluebonnet 50 e ICA-10.

Las ninfas y adultos hembras causan los mayores daños a la planta de arroz, las ninfas por su mayor voracidad, y los adultos hembras porque añaden el daño mecánico de la oviposición, los adultos machos, por otra parte, causan el menor daño.

De acuerdo con el número de huevos ovipositados por hembra, se puede apreciar claramente de que en las variedades Mudgo e IR8, resistentes al insecto, este número es completamente inferior al ovipositado en las variedades susceptibles ICA-10 y Bluebonnet 50. El número reducido de huevos ovipositados por planta tiene importancia en las variedades resistentes al insecto y susceptibles al virus, ya que estas pueden escapar parcialmente a la transmisión del virus, debido a que el número de descendientes y la transmisión del virus a través del huevo será menor. La variedad IR8 que en siembras comerciales muestra únicamente los bordes del cultivo infectados por el virus, probablemente demuestre este fenómeno.

McMilliam (23) registró que la capacidad promedio de postura de la hembra en la variedad Bluebonnet 50 es de 161 huevos, en este estudio en las variedades ICA-10 y Bluebonnet 50 es de 287 y 204, respectivamente. Por otra parte, el promedio total obtenido de 63 posturas ovipositadas por hembra en Bluebonnet 50 en 6 días, se aproxima al promedio de 66 posturas observadas por Lamey et al. (21) en 10 días.

La progenie por hembra y el incremento de peso de los insectos en las variedades Mudgo e IR8, resistentes al insecto, es inferior a lo observado en las variedades susceptibles ICA-10 y Bluebonnet 50. Estos resultados indi

can que probablemente las variedades resistentes, fallan en liberar el estímulo requerido para la oviposición y/o para la alimentación o que poseen sustancias con efectos adversos al insecto. Otra posibilidad es la presencia de barreras bio-físicas que dan a los tejidos de las plantas una resistencia mecánica para la oviposición y/o para la alimentación del insecto. Las características de la planta que tienen efectos adversos en la alimentación pueden por lo tanto reducir la probabilidad de sobrevivencia y explicar de este modo la menor longevidad de los insectos en las variedades resistentes.

En la actualidad, el control del *S. oryzae* en los cultivos comerciales de arroz se efectúa por medio del uso indiscriminado de insecticidas y por este estudio se demuestra la existencia de algunas variedades de arroz que poseen altos niveles de resistencia natural al insecto, que hacen innecesario el uso de insecticidas para su control y de esta manera se reducen considerablemente los actuales costos de producción.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que las variedades Mudgo e IR5 son resistentes al virus y al insecto vector; las variedades ICA-10, ICA-3, Nilo 3A, y Napal son resistentes al virus pero susceptibles al vector; la variedad IR8 es susceptible al virus y resistentes al insecto, y las variedades Belle Patna, Bluebonnet 50, Dawn, IR404, y Taichung (Native) 1 son susceptibles tanto al virus como al insecto.

Las variedades PI 215936 y Tapuripa son moderadamente resistentes al virus y moderadamente susceptibles al insecto. La variedad TKM-6 es susceptible al virus y moderadamente susceptible al insecto.

No existe correlación entre resistencia al virus hoja blanca y resistencia al insecto.

La colonia del insecto altamente activa y la colonia no vectora permiten una evaluación rápida y efectiva de la resistencia de las variedades al virus y al insecto, respectivamente.

Las ninfas y adultos hembras causan los mayores daños a la planta de arroz.

Los efectos de las variedades resistentes en la biología del insecto son: menor sobrevivencia, menor número de huevos ovipositados y progenie por hembra, e inferior crecimiento del insecto.

7. RESUMEN

Se evaluó la resistencia de quince variedades de arroz (Oryza sativa) al virus hoja blanca y a su insecto vector Sogatodes oryzicolus. Las variedades ICA-10, ICA-3, Nilo 3A, y Napal fueron resistentes al virus hoja blanca; IR8 fué resistente al S. oryzicolus; Mudgo e IR5 fueron resistentes tanto al virus como al vector. No se encontró correlación entre resistencia al virus hoja blanca y resistencia al vector. Los adultos hembras y las ninfas fueron las que más daño ocasionaron a las plantas de arroz.

Tratando de explicar los efectos de las variedades resistentes en la biología del insecto se encontró que estos sobreviven menos en las variedades resistentes, hay menor oviposición y progenie, y el crecimiento del insecto es menor adecuado.

LITERATURA CITADA

1. Acuña, J. y L. Ramos. 1957a. Informes de interés general en relación con el arroz. Administración de Estabilización del arroz, Cuba. Bol 4.
2. _____. 1958a. Informes de interés general en relación con el arroz. Administración de Estabilización del arroz, Cuba. Bol. 6.
3. Atkins, J. G. 1966. Summary of research on hoja blanca, an insect - transmitted virus disease of rice in Americas. FAO - IRC. Working Party on rice Production and Protection - Eleventh Meeting, Louisiana, U.S. A., 66/PP/VIII (C)-2. 7 p. (mimeografiada).
4. _____, and C. R. Adair. 1957. Recent discovery of hoja blanca a new rice disease in Florida, and varietal resistance tests in Cuba and Venezuela. Plant. Dis Repr. 41:911-915.
5. Beachell, H. M., and P. R. Jennings, 1961. Mode of inheritance of hoja blanca resistance in rice. Texas Agric. Exp. Sta. Misc. Pub. 488:11-12.
6. Beck, S. D. 1965. Resistance of plants to insects. Ann Rev. Ent. 10:207-232.
7. Cordero, A. D., and L. D. Newson. 1962. Suitability of Oryza and other grasses as hosts of Sogatia oryricola Muir. J. Econ. Ent. 55:868-871.

8. Everett, T. R. 1969. Vectors of hoja blanca virus. In the virus diseases of the rice plant; proceedings of a symposium at the International Rice Research Institute, April, 1967. The Johns Hopkins Press, Baltimore, Md. pp. 111-121.
9. Gálvez, G. E. 1966. Frequency of Sogatodes oryzicola and S. cubana in rice and Echinochloa colonum under field conditions and development of a high active colony. FAO - IRC Working Party on Rice Production and Protection - Eleventh Meeting, Louisiana, U. S. A., 66/PP/VIII (C)-5. 3 p. (mimeografiado).
10. _____. 1968. Transmission studies of the hoja blanca virus with highly active, virus free colonies of Sogatodes oryzicola. Phytopathology 58:818-821.
11. _____. 1969. Hoja blanca disease of rice. In the virus diseases of the rice plant; proceedings of a symposium at the International Rice Research Institute, April, 1967. The Johns Hopkins Press, Baltimore, Md. pp. 35-49.
12. _____. 1969. Transmission of hoja blanca virus of rice. In the virus diseases of the rice plant; proceedings of a symposium at the International Rice Research Institute, April, 1967. The Johns Hopkins Press, Baltimore, Md. pp. 155-163.
13. _____, y P. R. Jennings, 1959. Transmisión de la hoja blanca del

- arroz en Colombia. *Agr. Trop. (Colombia)*. 15:507-515.
14. _____, P. R. Jennings, and H. D. Thurston. 1960. Transmission studies of hoja blanca of rice in Colombia. *Plant Dis. Repr.* 44: 80-81.
 15. _____, H. D. Thurston, and P. R. Jennings. 1961. Host range and insects transmission of the hoja blanca disease of rice. *Plant Dis. Repr.* 45:949-953.
 16. Hendrick, R. D., T. R. Everett, H. A. Lamey, and W. B. Showers. 1965. An improved method of selecting and breeding for active vectors of hoja blanca virus. *J. Econ. Ent.* 58:539-542.
 17. Jennings, P. R. 1960. Gulfroee, una nueva variedad de arroz resistente a la hoja blanca. *Agr. Trop. (Colombia)*. 16:167-170.
 18. _____? 1963. Estimating yield loss in rice caused by hoja blanca. *Phytopathology* 53:492.
 19. Lamey, H. A. 1969. Varietal resistance to hoja blanca. In the virus diseases of the rice plant; proceedings of a symposium at the International Rice Research Institute, April, 1967. The Johns Hopkins Press, Baltimore, Md. pp. 293-311.
 20. _____? G. D. Lindberg, and C. D. Brister. 1964. A greenhouse testing method to determine hoja blanca reaction of rice selections.

Plant Dis. Repr. 48:176-179.

21. _____, W. W. McMillian and R. D. Hendrick. 1964. Host ranges of the hoja blanca virus and its insect vector. *Phytopathology* 54:536-541.
22. McGuire, J. U., Jr., W. W. McMillian and H. A. Lamey. 1961. Ecology of *Sogatia orizicola* Muir. *Texas Agric. Exp. Sta. Misc. Pub.* 488:21-22.
23. McMillian, W. W. 1963. Reproductive system and mating behavior of *Sogatia orizicola* (Homoptera Delphacidae). *Ann. Ent. Soc. Amer.* 56:330-334.
24. _____, J. U. McGuire, Jr., And H. A. Lamey. 1961. Hoja blanca studies at Camaguey, Cuba. *Texas. Agric. Exp. Sta. Misc. Pub.* 488:21.
25. _____. 1962. Hoja blanca transmission studies on rice. *J. Econ. Ent.* 55:796-797.
26. Painter, R. H. 1951. *Insect resistance in crop plants.* McMillian, New York. 520 p.
27. _____. 1958. Resistance of plants to insects. *Ann. Rev. Ent.* 3:267-290.
28. Pathak, M. D. 1969. Resistance to *Nephotettix impicticeps* and *Nilaparvata lugens* in rice varieties. *The International Rice Research Insti -*

tute, Los Baños, Laguna, Philippines. 14 p. (mimeografiado).

29. Van Hoof, H. A., R. W. Stubbs, and L. Wounters. 1962. Observations on hoja blanca and its vector Sogatia oryzicola Muir. Surinaamse Landbouw 10:3-18.
30. Rentería, O. J. 1960. Biología del Sogatia oryzicola Muir, vector de la hoja blanca del arroz. Acta Agron. (Colombia). 10:71-100.