

Caracterización de Variedades de Arroz ante Virus de Hoja Blanca¹

F. Cuevas Pérez*, L.E. Berrio*,
G. Lema** M. Rubiano**

ABSTRACT

With the objective of characterizing the reaction of Latin American rice (*Oryza sativa* L.) varieties to the "hoja blanca" virus, one greenhouse and three replicated field experiments were established in Palmira, Col., during 1987-1988. Plants of 12-15 days were exposed to a colony of the insect *Sogatodes oryzicola* (Muir) with approximately 90% active vectors during 3 days in the greenhouse and 10 days in the field. The percentage of diseased plants was estimated twice in the greenhouse (10 and 20 days after the inoculation period) and once in the field (10 days). Control varieties Bluebonnet 50 (Bbt 50), Cica 8, Metica 1, Oryzica 1, and Colombia 1 were classified as Susceptible (S), Moderately Susceptible (MS), Moderately Resistant (MR), and Resistant (R), respectively. "Cica 8" was classified as S when planted at random within the field experiments. Both between and within experiments, correlations were low and sometimes non-significant, suggesting the need to replicate this type of trial. Adjusting based on adjacent plots of Bbt 50 improved the correlation matrices. The 107 rice varieties evaluated were classified as R, MR, MS and S, according to the statistical comparison of their deviation from Bbt 50. Commercial varieties from countries under risk of an "hoja blanca" epidemic were in class MS or better. Management of variety and other factors influencing disease development are suggested.

INTRODUCCION

La hoja blanca es la única enfermedad viral del arroz (*Oryza sativa* L.) en el continente americano. Esta enfermedad, transmitida por el insecto *Sogatodes oryzicola* (Muir), se caracteriza por el color amarillo pálido de las hojas de macollas infectadas. Cuando la infección ocurre durante las primeras

COMPENDIO

Con el objetivo de caracterizar las variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) de América Latina por su reacción al virus de hoja blanca, se establecieron tres experimentos replicados de campo y uno de invernadero durante 1987 a 1988 en Palmira, Col. Se expusieron plántulas de 12 d a 15 d de edad en una colonia del insecto *Sogatodes oryzicola* (Muir) con aproximadamente 90% de vectores activos, durante 10 d en el campo y 3 d en el invernadero. Se estimó el porcentaje de plantas con síntomas de hoja blanca 10 d, después del período de exposición en el campo, y 10 d y 20 d, en el invernadero. Los testigos Bluebonnet 50 (Bbt 50), Cica 8, Metica 1, Oryzica 1 y Colombia 1 fueron clasificados como susceptible (S), moderadamente susceptible (MS), moderadamente resistente (MR) y resistente (R), respectivamente, con base en comparaciones estadísticas. "Cica 8" se clasificó como susceptible cuando fue sembrado al azar. Las correlaciones entre y dentro de los experimentos fueron relativamente bajas y algunas no significativas, lo que indica la necesidad de replicar este tipo de evaluaciones. El ajuste según la reacción del testigo Bbt 50 más cercano mejoró las relaciones entre las diferentes observaciones. Las 107 variedades evaluadas fueron clasificadas en R, MR, MS y S según las comparaciones con respecto a Bbt 50. Por lo menos, el 50% de las variedades evaluadas fueron S. Las variedades comerciales de países con mayor riesgo de hoja blanca por lo general fueron MS o mejores. Se sugiere el manejo de la variedad junto con los demás factores que inciden en el desarrollo de la enfermedad.

Palabras claves : *Oryza sativa* L., evaluación germoplasma, *Sogatodes oryzicola* (Muir), ajuste de testigos, variedades americanas, variedades filipinas.

etapas de desarrollo dos a cuatro semanas, se observa enanismo y esterilidad. Además se presentan infecciones tardías en diferentes niveles de reducción en crecimiento, tamaño de la panícula y desarrollo de los granos.

Resumiendo los informes sobre la incidencia de la enfermedad, Adair *et al.* (1) indicaron que los síntomas de hoja blanca fueron detectados en Panamá en 1952, en Cuba en 1954, en Venezuela en 1956, en Costa Rica en 1958 y en Colombia y Estados Unidos de América en 1957. Garcés Orejuela *et al.* (6) señalaron que la hoja blanca se había observado en el Valle del Cauca y otras regiones arroceras de Colombia desde 1935. También se reconoció el carácter comercial de la enfermedad en Ecuador y Perú (2, 18). En este último país, la susceptibilidad a la hoja blanca fue la causa principal del retiro de la variedad IR 8 de siembras comerciales.

1 Recibido para publicación el 23 de mayo de 1989.
Los autores agradecen a María Cristina Amézquita, por su ayuda en el análisis de los datos, y a Alicia Pineda, por su colaboración en el manejo de los insectos

* Coordinador y Asistente de Investigación, respectivamente, del Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina (IRIP), Apartado Aéreo 6713, Cali, Col.

** Consultor Estadístico USD y Asistente de Investigación, respectivamente, Programa de Arroz. CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Col.

Se conocen pérdidas hasta del 100% en términos comerciales, probablemente como resultado de la decisión de no cosechar por parte de los agricultores (8). En Cuba (16), se estimó que un 35% de las macollas afectadas provocaron en un 16% de reducción en rendimiento a nivel de campo y un 13% adicional durante el proceso de molinería.

La resistencia varietal se ha considerado como la forma de control ideal para esta enfermedad. Uno de los principales inconvenientes en el desarrollo de variedades resistentes es la inconsistencia y baja eficiencia de los métodos de evaluación. Estos métodos dependen de infección natural y sólo se podrían someter los materiales a una prueba de un máximo de 15% de insectos vectores (4). Esto genera inconsistencias cuando se comparan sus resultados con evaluaciones realizadas en condiciones controladas de invernadero (5, 9). Lamey *et al.* (12) encontraron que las variedades Sadri, British Guiana No. 79, Dima y Krakti, conocidas como resistentes a nivel de campo, mostraron susceptibilidad en invernadero.

Zeigler *et al.* (21) diseñaron un método de evaluación basado en la liberación restringida de colonias de *S. oryzae* altamente vectoras, lo que permitió la evaluación de un gran número de líneas. En este trabajo se presenta la caracterización de las variedades de arroz de América Latina, de acuerdo con el método de liberación controlada, y se ajusta el nivel de infección con base en la reacción de testigos conocidos sembrados conjuntamente con los materiales en caracterización. Esta información sería útil para el manejo integrado de la enfermedad en condiciones comerciales.

MATERIALES Y METODOS

Se evaluaron setenta y cuatro variedades de arroz recomendadas para siembras comerciales en América Latina durante los últimos veinte años por su reacción al virus de hoja blanca durante el segundo semestre de 1987 y los dos semestres de 1988 en Palmira, Col. Además se usaron como referencia diecisiete variedades comerciales de EE.UU. y dieciséis de Filipinas.

En cada uno de los tres semestres, se sembraron 3 g de semilla de cada variedad en surcos de 1.0 m de largo, en un campo bajo riego protegido en el perímetro por hileras de caña brava (*Saccharum sinensis* L.). Se establecieron dos repeticiones de cada variedad. Por cada cuarenta variedades de prueba, se sembraron cinco surcos con cinco variedades-testigo: Bbt 50, Cica 8, Colombia 1, Metica 1 y Oryzica 1. Durante el primer semestre de 1988 se sembró en condiciones de

invernadero, usando jaulas con capacidad para 180 materos. Se prepararon diez materos por variedad con diez plantas de doce días cada una y se colocaron en las jaulas, incluyendo cinco materos de cuatro testigos: Bbt 50, Colombia 1, Cica 8 y Oryzica 1, distribuidos al azar.

Los insectos utilizados para la evolución provenían de una colonia con al menos un 90% de insectos vectores activos, siguiendo el mismo procedimiento de manejo descrito por Zeigler *et al.* (21). Los insectos fueron eliminados con insecticidas 10 d después de la liberación y la evaluación de los síntomas se realizó 10 d más tarde. La densidad de insectos utilizada en las jaulas del invernadero fue de cinco insectos por planta durante tres días. En estas condiciones, se realizó una segunda evaluación a los 20 días, la cual se usó para los análisis. Las evaluaciones se realizaron contando las plantas con síntomas de hoja blanca, cuyo número se expresó como porcentaje del total.

Los análisis realizados incluyeron el comportamiento de los cinco testigos utilizados, el cálculo de las correlaciones entre las evaluaciones de repeticiones dentro y entre experimentos, y los análisis de variancia con los datos originales y las desviaciones de acuerdo con la reacción de los testigos. Las desviaciones se calcularon usando el promedio de los testigos por repetición y la gradiente de infección entre testigos adyacentes. Este último sistema se usó sólo para los datos de campo, dividiendo la diferencia entre posiciones adyacentes entre 40 (número de surcos que las separaban), y se estimó una media del testigo para cada posición dentro del intervalo. La desviación se calculó usando la media del testigo y la evaluación del material de prueba en cada posición.

RESULTADOS

De acuerdo con el análisis de variancia de los datos de reacción al virus de hoja blanca en condiciones de campo e invernadero de las cinco variedades-testigo utilizadas, sólo se detectó una diferencia significativa entre variedades. Esto indica que, en general, la reacción promedio en los experimentos fue similar y que el comportamiento relativo de los testigos se mantuvo en las diferentes pruebas. De la comparación estadística del número promedio de plantas con síntoma de hoja blanca, se obtuvo una clasificación de estos materiales en cuatro clases (Cuadro 1).

Todas las correlaciones entre experimentos de campo y e invernadero fueron significativas, aunque relativamente bajas (Cuadro 2). Los valores estimados para repeticiones del mismo experimento muestran que la correlación en el experimento del segundo semestre de 1987 (1987B) no es significativamente diferente de

Cuadro 1. Reacción al virus de hoja blanca de cinco testigos distribuidos entre el material de prueba en campo e invernadero (CIAT 1987-1988).

Testigo	Origen	Plantas con síntoma de hoja blanca (%) ¹	Clasificación ²
Bluebonnet 50	EE.UU.	86.1 a	S
Cica 8	Col.	65.8 b	MS
Metica 1	Col.	59.3 b	MS
Oryzica 1	Col.	39.1 c	MR
Colombia 1	Col.	12.2 d	R

Fuente: CIAT 1987-1981

1 Promedio de cuatro experimentos (n = 24) con excepción de Metica 1 que sólo estuvo en tres (n = 20). Medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes del 0.05 de probabilidad, según la prueba de Rango Múltiple de Duncan.

2 S = Susceptible
MS = Moderadamente susceptible
MR = Moderadamente resistente
R = Resistente

cero. Se observa que estas dos repeticiones muestran los más altos valores de correlación con el experimento de invernadero, por lo que podrían representar evaluaciones complementarias. La repetición 87B-R1 pudo estar sometida a una presión de la enfermedad, muy diferente de los demás experimentos de campo, ya que muestra correlaciones no significativas con todas, menos con la 88B-R1.

La correlación de los datos con base en el promedio de cada uno de los cuatro testigos en todos los experimentos resultó en matrices de correlación muy similares a la del Cuadro 2. Sin embargo, cuando se siguió el método de ajustar según la gradiente entre testigos adyacentes en el campo, las correlaciones se alteraron significativamente en el caso de Bbt 50 y Oryzica 1 (Cuadros 3 y 4).

La estimación de las relaciones entre el experimento del invernadero fue similar a las anteriores, pero las de repeticiones, dentro del mismo experimento, mejoraron, así como también las correlaciones de 87B-R1 con las demás repeticiones. La correlación con Bbt 50 hizo que las repeticiones del experimento 87B mostraran una correlación significativa, y que 87B-R1 estuviera mejor correlacionado con 88A-R1, 88A-R2 y 88B-R1. Por esta razón, se utiliza este testigo para comparaciones posteriores. Los valores estimados siguen siendo bajos, por lo que es necesaria la réplica de experimentos de caracterización de variedades, tanto en el espacio como en el tiempo. Los estimados de correlación entre experimentos son mayores y todos significativos (Cuadro 5).

Con base en los análisis estadísticos de los datos observados y las desviaciones con respecto al testigo Bbt 50, se detectaron diferencias significativas entre experimentos y variedades en el primer caso, y entre variedades solamente en el segundo. El promedio de plantas con síntoma de hoja blanca, según los datos observados, fue 78.1% para el invernadero, 72.0% para 1988B, 67.3% para 1987B y 51.7% para 1988A. Estas diferencias no pudieron detectarse cuando se trabajó con las desviaciones con respecto a Bbt 50, que sugiere la capacidad de este ajuste para corregir a partir de las diferencias en presión de la enfermedad.

Cuadro 2. Matriz de correlación de la reacción al virus de hoja blanca en variedades de arroz en cuatro experimentos replicados (CIAT, 1987-1988)¹.

Experimento	Invernadero	87B-R1	87B-R2	88A-R1	88A-R2	88B-R1
87B-R1	0.50 **					
87B-R2	0.47 **	0.05 NS				
88A-R1	0.34 **	0.07 NS	0.49 **			
88A-R2	0.43 **	0.18 NS	0.43 **	0.30 *		
88B-R1	0.38 **	0.26 *	0.25 *	0.07 NS	0.25 **	
88B-R2	0.46 **	0.19 NS	0.51 **	0.39 **	0.33 **	0.30 **

NS, *, ** No significativa y significativas al 0.05 y 0.01 niveles de probabilidad, respectivamente (H₀: r = 0).

1 Número de observaciones varió de 82 a 130.

Cuadro 3. Matriz de correlación de la reacción al virus de hoja blanca en variedades de arroz en cuatro experimentos replicados según corrección por la reacción del testigo Bluebonnet 50 (CIAT, 1987-1988)¹.

Experimento	Invernadero	87B-R1	87B-R2	88A-R1	88A-R2	88B-R1
87B-R1	0.57 **					
87B-R2	0.51 **	0.34 **				
88A-R1	0.37 **	0.23 *	0.26 **			
88A-R2	0.43 **	0.29 **	0.33 **	0.37 *		
88B-R1	0.39 **	0.22 *	0.33 **	0.11 NS	0.27 **	
88B-R2	0.43 **	0.14 NS	0.50 **	0.47 **	0.31 **	0.26 **

NS, *, ** No significativa y significativas al 0.05 y 0.01 niveles de probabilidad, respectivamente (H₀: r = 0).

1 Número de observaciones varió de 74 a 130.

Cuadro 4. Matriz de correlación de la reacción varietal al virus de hoja blanca en variedades de arroz en cuatro experimentos replicados según corrección por la reacción del testigo Oryzica 50 (CIAT, 1987-1988)¹.

Experimento	Invernadero	87B-R1	87B-R2	88A-R1	88A-R2	88B-R1
87B-R1	0.47 **					
87B-R2	0.52 **	-0.04 NS				
88A-R1	0.35 **	0.17 NS	0.40 **			
88A-R2	0.43 **	0.34 **	0.38 **	0.45 *		
88B-R1	0.39 **	0.10 NS	0.38 **	0.45 **	0.33 **	
88B-R2	0.44 **	-0.02 NS	0.56 **	0.44 **	0.34 **	0.47 **

NS, *, ** No significativa y significativas al 0.05 y 0.01 niveles de probabilidad, respectivamente (H₀: r = 0).

1 Número de observaciones varió de 74 a 130.

Cuadro 5. Matriz de correlación de la reacción varietal promedio al virus de hoja blanca de variedades de arroz en cuatro experimentos¹.

Experimento	Invernadero	1987B	1988A
A. Datos originales			
1987B	0.74		
1988A	0.47	0.49	
1988B	0.55	0.50	0.40
B. Datos corregidos por el testigo Bluebonnet 50			
1987 B	0.71		
1988 A	0.49	0.40	
1988 B	0.55	0.42	0.45

Fuente: CIAT 1987-1988.

1 Todas las correlaciones son significativamente diferentes de cero al nivel de probabilidad 0.01. El número de observaciones varió de 73 a 119.

Utilizando la Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 0.05 para comparar con el valor medio y la desviación con respecto a Bbt 50, se clasificaron 107 variedades en cuatro clases definidas anteriormente (Cuadro 6). Independientemente del método de clasificación, por lo menos el 50% de las variedades de América Latina muestran una susceptibilidad al virus de hoja blanca similar a Bbt 50. La variedad Cica 8, incluida dentro del experimento como otra variedad y que se había clasificado como MS en el análisis de los testigos (Cuadro 1), se clasificó como S en ambos sistemas. Esta diferencia podría deberse a la posible preferencia del insecto por Bbt en presencia de otras variedades. En la siembra de los testigos, las variedades Cica 8 y Bbt 50 siempre estuvieron cercanas, mientras que la distribución de Cica 8 en el experimento fue al azar. Esta última clasificación se acerca más a las observaciones de campo realizadas en Cica 8, ya que esta variedad ha mostrado susceptibilidad a nivel de campo (20).

La corrección por la cercanía de Bbt 50 modifica la clasificación de muchas variedades y, principalmente, como MS algunas porque el promedio observado las incluía en la clase susceptible. Nuevamente este ajuste permite homogeneizar la incidencia de hoja blanca dentro del experimento.

Cuadro 6. Clasificación de variedades de arroz para riego y secano favorecido en América y Filipinas por su reacción al virus de hoja blanca en comparación al testigo Bluebonnet 50 (Bbt 50) (CIAT, 1987-1988).

Orden (número)	Variedad	Lugar de siembra	Plantas con síntoma (%)	Clasificación 2	Desviación BBT-50 (%)	Clasificación 3
1	ALTAMIRA 7	Nicaragua	50.62	MS	-34.10	MS
2	AMISTAD 82	Cuba	66.31	S	-22.40	MS
3	ANAYANSI	Panamá	85.41	S	2.42	S
4	ARAURE 1	Venezuela	70.50	S	-14.38	S
5	ARAURE 2	Venezuela	44.41	MR	-38.13	MS
6	ARAURE 3	Venezuela	64.30	S	-26.80	MS
7	ARAURE 4	Venezuela	48.56	MS	-30.13	MS
8	BAMOA A-75	México	53.10	MS	-23.78	MS
9	BELLE PATNA	EE UU.	80.02	S	-5.40	S
10	BELLEMONT	EE UU.	57.02	MS	-28.32	MS
11	BG 90-2	Perú	66.15	S	-23.22	MS
12	BLUEBELLE	EE UU.	71.59	S	-20.35	MS
13	BLUEBONNET 50	EE UU.	78.25	S	-8.17	S
14	BR-IRGA 409	Brasil	61.63	MS	-24.52	MS
15	BR-IRGA 410	Brasil	77.67	S	-9.83	S
16	BR-IRGA 412	Brasil	75.66	S	-11.62	S
17	CAMPECHE A-80	México	53.01	MS	-32.23	MS
18	CARIBE 1	Cuba	56.84	MS	-27.45	MS
19	CENTA A-1	El Salvador	54.80	MS	-22.03	MS
20	CENTA A-2	El Salvador	73.70	S	-14.22	S
21	CHANCAY	Perú	68.01	S	-15.47	S
22	CHETUMAL A-86	México	50.62	MS	-30.50	MS
23	CICA 4	Colombia	67.60	S	-18.62	S
24	CICA 6	Colombia	70.59	S	-12.40	S
25	CICA 8	Colombia	76.86	S	-12.88	S
26	CICA 9	Colombia	56.85	MS	-22.47	MS
27	COLOMBIA 1	Colombia	19.09	R	-60.97	R
28	CR 1113	Costa Rica	67.31	S	-21.45	MS
29	CR 1707	Costa Rica	69.50	S	-18.25	S
30	CR 1821	Costa Rica	67.02	S	-26.70	MS
31	CR 201	Costa Rica	72.49	S	-17.68	S
32	CR 5272	Costa Rica	71.56	S	-18.37	S
33	CULIACAN A-82	México	77.97	S	-17.70	S
34	DAWN	EE UU.	75.02	S	-13.84	S
35	DIAMANTE	Chile	16.99	R	-58.82	R
36	DIWANI	Suriname	64.60	S	-32.97	MS
37	ECIA 67-53	Cuba	59.17	MS	-25.85	MS
38	ELONI	Suriname	53.97	MS	-38.00	MS
39	EMPASC 101	Brasil	86.76	S	1.20	S
40	EMPASC 102	Brasil	61.55	MS	-21.35	MS
41	EMPASC 103	Brasil	85.09	S	-2.17	S
42	EMPASC 104	Brasil	80.44	A	-5.17	S
43	EMPASC 105	Brasil	73.78	S	-10.98	S
44	GUAYQUIRARIO PA	Argentina	58.75	MS	-22.27	MS
45	IAC 1278	Brasil	73.26	S	-17.15	S
46	INIAP 10	Ecuador	41.17	MR	-39.42	MR
47	INIAP 415	Ecuador	46.91	MS	-46.80	MR
48	INIAP 7	Ecuador	47.22	MS	-33.73	MS

Cont. del Cuadro 6.

Orden (núm)	Variedad	Lugar de siembra	Plantas con síntoma (%)	Clasificación 2	Desviación BBT-50 (%)	Clasificación 3
49	INTI	Perú	59.68	MS	-23.55	MS
50	IR 5	Filipinas	44.04	MR	-45.05	MR
51	IR 6	Filipinas	71.05	S	-13.78	S
52	IR 8	Filipinas	73.10	S	-18.33	S
53	IR 22	Filipinas	80.79	S	-7.63	S
54	IR 36	Filipinas	72.34	S	-14.47	S
55	IR 42	Filipinas	74.14	S	-15.95	S
56	IR 43	Filipinas	77.15	S	-12.63	S
57	IR 46	Filipinas	63.21	S	-27.50	MS
58	IR 50	Filipinas	67.66	S	-25.22	S
59	IR 52	Filipinas	68.12	S	-22.18	MS
60	IR 54	Filipinas	67.10	S	-20.08	MS
61	IR 56	Filipinas	57.75	MS	-27.22	MS
62	IR 58	Filipinas	58.35	MS	-24.15	MS
63	IR 60	Filipinas	55.37	MS	-31.83	MS
64	IR 64	Filipinas	64.12	S	-15.22	S
65	IR 65	Filipinas	53.95	MS	-25.30	MS
66	IR 880-C9	Cuba	62.35	S	-16.75	S
67	IR 1529-ECIA	Cuba	54.32	MS	-25.95	MS
68	IR 841-63-5-1	Argentina	50.17	MS	-33.55	MS
69	J-104	Cuba	46.76	MS	-39.13	MR
70	JUMA 51	Rep. Dominicana	79.60	S	-9.33	S
71	JUMA 58	Rep. Dominicana	74.27	S	-13.52	S
72	JUMA 61	Rep. Dominicana	48.07	MS	-30.62	MS
73	JUMA 62	Rep. Dominicana	52.97	MS	-29.05	MS
74	L-201	EE. UU.	82.60	S	-2.03	S
75	L-202	EE. UU.	76.45	S	-8.32	S
76	LABELLE	EE. UU.	86.96	S	-4.42	S
77	LAC 23	EE. UU.	91.18	S	5.87	S
78	LACROSSE	EE. UU.	46.28	MS	-38.87	MR
79	LEBONNET	EE. UU.	86.17	S	1.58	S
80	LEMONT	EE. UU.	86.41	S	-5.27	S
81	MARS	EE. UU.	78.47	S	-7.03	S
82	METICA 1	Colombia	59.60	MS	-26.61	MS
83	NAVOLATO A-71	México	86.40	S	1.32	S
84	NEWREX	EE. UU.	78.32	S	-9.62	S
85	ORO	Chile	40.77	MR	-30.97	MS
86	ORYZICA 1	Colombia	38.09	MR	-44.88	MR
87	ORYZICA 2	Colombia	54.70	MS	-28.38	MS
88	ORYZICA 3	Colombia	39.19	MR	-42.38	MR
89	PA-2	Perú	72.01	S	-12.95	S
90	PALIZADA A-86	México	64.25	S	-16.77	S
91	PALMAR PA	Argentina	90.80	S	9.65	S
92	PANAMA 1048	Panamá	70.72	S	-14.00	S
93	PANAMA 1537	Panamá	64.02	S	-20.52	MS
94	QUELLA	Chile	55.48	MS	-28.62	MS
95	RUSTIC	Guyana	79.84	S	-6.85	S
96	SAN MARTIN 86	Perú	57.97	MS	-23.82	MS
97	SAN PEDRO	Bolivia	53.95	MS	-29.37	MS

Cont. del Cuadro 6.

Orden (núm)	Varietal	Lugar de siembra	Plantas con síntoma (%)	Clasificación 2	Desviación BBT-50 (%)	Clasificación 3
98	SINALOA A-80	México	69.30	S	-16.92	S
99	SKYBONNET	EE.UU.	84.82	S	-1.87	S
100	STARBONNET	EE.UU.	85.83	S	-1.35	S
101	TANIOKA	Rep. Dominicana	69.20	S	-15.67	S
102	TEXAS PATNA	EE.UU.	87.18	S	0.47	S
103	TIKAL 2	Guatemala	65.51	S	-24.23	MS
104	TOCUMEN 5430	Panamá	67.51	S	-24.50	MS
105	VILLAGUAY PA	Argentina	67.52	S	-15.30	S
106	WILCKE-2	Paraguay	81.30	S	-10.25	S
107	X-10	El Salvador	81.19	S	-14.40	S

- Promedio de cuatro experimentos, tres en campo y uno en invernadero.
- Basado en un DMS 05 = 16.4
S = Susceptible (Bbt 50 ± DMS)
MS = Moderadamente susceptible (> Bbt 50 + DMS, < Bbt 50 + 2 DMS)
MR = Moderadamente resistente (> Bbt 50 + DMS, < Bbt 50 + 3 DMS)
R = Resistente (> Bbt 50 + 3 DMS)
- Basado en un DMS 05 = 19.4

DISCUSION

La clasificación utilizada para denominar los niveles de resistencia sigue el sistema sugerido por Lamey *et al.* (12), quienes utilizaron los mismos términos combinando observaciones del número de plantas y macollas enfermas en condiciones de campo. En experimentos posteriores, el mismo investigador señala que la determinación del número de plantas enfermas es el único criterio válido para evaluar la reacción a hoja blanca, ya que la severidad es similar en materiales inoculados durante la misma etapa de desarrollo (10).

Para relacionar esta clasificación con la escala 0-9 del Sistema de Evaluación Estándar para Arroz (3), se podrían utilizar los grados 2-3 para R, 4-5 para MR, 6-7 para MS y 8-9 para susceptible. Los primeros números de la escala (0 y 1) regularmente se usan para designar materiales casi inmunes, lo cual no se observa usualmente en experimentos de esta enfermedad, pues por lo regular se encuentran plantas con síntomas de la enfermedad en variedades resistentes.

Orellana y Ginarte (19) utilizaron una clasificación de cuatro niveles en sus evaluaciones de reacción a hoja blanca en invernadero, inoculando dos insectos por planta provenientes de colonias con 50% a 90% de vectores. La escala utilizada definía materiales altamente resistentes (0% a 10% de plantas infectadas), resistentes (11% a 30%), intermedios (31% a 60%) y

susceptibles (más de 60%). La escala utilizada en este trabajo permitió detectar diferencias entre los materiales susceptibles, definidos según esta clasificación, y los separó en MS y susceptibles. La definición de los niveles resistentes, segregante y susceptible, utilizada eficientemente para evaluar selecciones en un programa de mejoramiento (13, 21), juntaría las clases MR y MS como segregantes y reduciría la precisión de la caracterización de las variedades comerciales.

La reacción varietal al virus de hoja blanca presente en este trabajo se determinó en plantas de dos semanas de edad, utilizando una colonia con una proporción de vectores cercana al 90 por ciento. Este método asegura la infección de los materiales en prueba y, asociado con la corrección por la reacción de testigos conocidos para homogeneizar la incidencia de la enfermedad, permite una adecuada comparación de las variedades.

Las variedades informadas por otros investigadores como susceptibles en campo por ejemplo Bluebonnet 50 (Bbt 50), Cica 8 e IR 8 (9, 18) fueron confirmadas como tales. Esto indica que en condiciones favorables para el desarrollo de esta enfermedad, por lo menos la mitad de las variedades latinoamericanas correría el riesgo de tener infecciones capaces de afectar negativamente los rendimientos.

El riesgo por daños por hoja blanca en campo podría ser proporcional al porcentaje de infección observado; sin embargo, el peligro real de la siembra comercial de variedades clasificadas en las diferentes clases dependería de otras consideraciones. El primer factor por considerar sería la dosis del virus a la que estaría sometida la variedad. Por ejemplo, las variedades Metica 1 y Oryzica 1, clasificadas como MS y MR respectivamente, fueron señaladas como resistentes en experimentos de campo donde los testigos Cica 8 e IR 22 fueron susceptibles (17). Por otro lado, la variedad Lacrose (MR en este experimento) fue la principal fuente de resistencia a hoja blanca en el programa de mejoramiento de EE. UU. a finales de la quinta década (10). Se podría concluir entonces que con un manejo no favorable para el aumento de la población de *S. oryzae*, las variedades MS, MR y R podrían dar oportunidad a una reducción proporcional del riesgo de una epidemia de hoja blanca. Obviamente se contaría con más tiempo para reaccionar en el caso de variedades. Para tener igual oportunidad de lograr un manejo efectivo cuando se siembran variedades susceptibles, éstas deberán ocupar un área de siembra limitada.

Por otra parte, las infecciones de hoja blanca en INIAP 415 (MR) y Oryzica 1 (MR) causaron preocupación en Ecuador cuando se sembraron bajo frecuentes aplicaciones de plaguicidas. Es probable que estas aplicaciones indiscriminadas rompan el balance entre *S. oryzae* y sus enemigos naturales y/o aumenten la frecuencia de individuos tolerantes a los plaguicidas utilizados. Este incremento en la población del insecto podría resultar en la observación de síntomas preocupantes a nivel de campo en variedades MS y MR, aun cuando la proporción de vectores sea baja. Esto último representa un componente importante en el manejo integrado de la enfermedad, pues el muestreo permanente de la población de insectos para estimar el porcentaje de vectores en la población podría permitir la predicción de epifitias. Jennings (8) señaló que durante la epifitia de hoja blanca, que afectó la variedad Cica 8 en Colombia de 1981 a 1982, la proporción de vectores en la población de *S. oryzae* fue del 12.8 por ciento.

Numerosos estudios han asociado la variación estacional de las poblaciones de *S. oryzae* con la presencia de la enfermedad (4). Además, esta parece tener mayor importancia en ciertas regiones de algunos países de América Latina, aunque no se conocen los factores que determinan dicha prevalencia. Afortunadamente, algunas variedades comerciales de los países con mayores riesgos de hoja blanca muestran reacción entre MS y MR: Oryzica 1 (MR) y Oryzica 3 ((MR), en Colombia, Amistad 82 (MS) y J-104 (MR), en Cuba, INIAP 415 (MR), en Ecuador e Inti (MS), en

Perú. La excepción es Venezuela, donde se siembra Araure 1 (S). Se observa, además, que algunas variedades liberadas durante los últimos dos años en Colombia (Oryzica Llanos 4 y 5) y en Perú (Amazonas) son resistentes a hoja blanca (7, 14, 15). Esto último facilita el manejo integrado, ya que la resistencia puede vencerse con un alto potencial de inóculo, especialmente en plantas jóvenes (11).

Aunque no se puede precisar la población en promedio de insectos por planta obtenida en los experimentos de campo, la comparación de los resultados con los obtenidos por Orellana y Ginarte (19) con dos insectos vectores por planta, en plántulas de 12 a 15 días de edad, sugiere que la dosis fue ligeramente mayor. Ellos señalan las variedades IR 5 y Cica 4 como resistentes, mientras que las observaciones en este estudio las clasifican como MR y S, respectivamente. Las variedades IR 8, IR 22, Dawn y IR 880-C9, comunes en ambos experimentos, fueron susceptibles en los dos casos.

CONCLUSION

Las variedades de arroz de América Latina se clasifican en resistentes (R), moderadamente resistentes (MR), moderadamente susceptibles (MS) y susceptibles (S), de acuerdo con su reacción al virus de hoja blanca relativa a la variedad-testigo Bluebonnet 50. Se observó que más del 50% de las variedades fueron susceptibles. Las que se siembran comercialmente en países con riesgo de hoja blanca tales como Colombia, Ecuador y Perú mostraron niveles de resistencia a la MS o mayores. La información sobre la reacción de las variedades al virus de hoja blanca debe asociarse con otras medidas de manejo para reducir la incidencia de la enfermedad.

LITERATURA CITADA

1. ADAIR, C.R.; MCGUIRRE, J.U.; J.G. ATKINGS. 1958. Summary of research on hoja blanca. *Rice Journal* (EE.UU.) 61(18)15,17, 39-40.
2. ARMIJOS, F.; SANCHEZ, F.; DELGADO, J.C.; ESPINOZA, A. 1984. Research achievements with hoja blanca in rice in Ecuador. In Conference of the IRTP for Latin America (5, Cali, Col.). Report. Centro Internacional de Agricultura Tropical. p 78-81.
3. CIAI (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL) 1983. Sistema de evaluación estándar para arroz. CIAT, Cali, Col. 61 p.
4. GALVEZ, G.E. 1969a. Hoja blanca disease of rice. In The virus diseases of the rice plant. Baltimore, Md., John Hopkins Press. p 35-49.

5. GALVEZ, G.E. 1969b. Transmission of hoja blanca virus of rice. In The virus diseases of the rice plant. Baltimore, Md., John Hopkins Press p. 155-163
6. GARCÉS OREJUELA, C.; JENNINGS, P.R.; SKILL, R.L. 1958. Hoja blanca of rice and the history of the disease in Colombia. Plant Disease Reporter (EE.UU.) 42(6):750-751.
7. HERNÁNDEZ LEYTON, J. 1989. Utilización en el Perú de los recursos genéticos de arroz desarrollados por los centros internacionales. In Evaluación cooperativa del germoplasma de arroz en América Latina. Cali, Col., Centro Internacional de Agricultura Tropical p. 234-247.
8. JENNINGS, P.R. 1963. Estimating yield loss in rice caused by hoja blanca. Phytopathology (EE.UU.) 53(4):492.
9. JENNINGS, P.R. 1984. Recent studies of hoja blanca and its vector. In Conference of the IRTP for Latin America (5, Cali, Col.). Report. Centro Internacional de Agricultura Tropical p. 87-95
10. LAMEY, H.A.; LINDBERG, G.D.; BRISTER, C.D. 1964. A greenhouse testing method to determine hoja blanca reaction of rice selections. Plant Disease Reporter (EE.UU.) 48(3):176-179
11. LAMEY, H.A.; GONZÁLEZ, J.; ROSERO M.; ESTRADA, F.; KRULL, C.F.; ADAIR, C.R.; JENNINGS, P.R. 1964. Field reaction of certain varieties to the hoja blanca virus. Plant Disease Reporter (EE.UU.) 48:462-465.
12. LAMEY, H.A.; EVERETT, T.R.; BRISTER, C.D. 1968. Influence of developmental stage of rice plant on susceptibility to hoja blanca virus. Phytopathology (EE.UU.) 58:1168-1170
13. LAMEY, H.A. 1969. Varietal resistance to hoja blanca. In The virus diseases of the rice plant. Baltimore, Md., John Hopkins Press. p. 293-311
14. LEAL M., D.; DAVALOS R., A.; URUEÑA G., E. 1988. Oryzica Llanos 4 variedad de arroz de alta producción. Instituto Colombiano Agropecuario. Plegable de Divulgación no. 213. 8 p.
15. LEAL M., D.; DAVALOS R., A.; URUEÑA G., E. 1988. Oryzica Llanos 5 variedad de arroz resistente a enfermedades y plagas. Instituto Colombiano Agropecuario. Plegable de Divulgación no. 214. 8 p.
16. McMILLIAN, W.W.; McGUIRE, J.U.; LAMEY, H.A. 1960. Relationship of hoja blanca to the inoculation point and to the age and yield of rice plants. Plant Disease Reporter (EE.UU.) 44(6):387-389.
17. MUÑOZ, D.; GARCÍA, E. 1983. Oryzica 1 y Metica 1: Nuevas variedades resistentes al virus de la hoja blanca. Noticias de la Comisión Internacional del Arroz (Italia) 32(2):31-33.
18. OLAYA VIERA, R. 1984. Present situation and recent studies of hoja blanca and its vector in Peru. In Conference of the IRTP for Latin America (5, Cali, Col.) Report. Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 81-82.
19. ORELLANA PEREZ, P.; GINARTE LAGART, A. 1977. Resistencia varietal del arroz (*Oryza sativa* L.) a la enfermedad hoja blanca. Centro Agrícola (Cuba) 4(1):83-99.
20. VARGASZ, J.P. 1985. La hoja blanca: Descalabro del Cica 8. Arroz (Col.) 34(334):18-19
21. ZEIGLER, R.S.; RUBIANO, M.; PINEDA, A. 1988. A field screening method to evaluate breeding lines for resistance to the hoja blanca virus. Annals of Applied Biology (U.K.) 112:151-158.