

Herencia de la resistencia al daño mecánico por *Tagosodes orizicolus* (Muir) (Homoptera: Delphacidae) en arroz^{1,2}

Catherine Pardey³, Federico Cuevas-Pérez⁴, César P. Martínez³
y Alberto Pantoja⁵

J. Agric. Univ. P.R. 84(1-2):47-52 (2000)

RESUMEN

Se estudió la herencia de resistencia al daño mecánico por sogata, *Tagosodes orizicolus* (Muir), en dos parentales con resistencia al daño mecánico por el insecto. La evaluación de las generaciones F₁ y F₃ sugiere que la resistencia al daño mecánico por sogata se debe a la acción de un gen principal dominante (A) presente en el estado homocigoto en los parentales Mudgo y Makalioka. Dicho gen confiere resistencia y su expresividad está condicionada por la acción de un gen modificador (B). El gen modificador condiciona la manifestación de resistencia. La modificación del gen puede ser dependiente del genotipo de la planta y del tiempo de exposición al ataque del insecto. Para Mudgo se propone que el gen modificador se encuentra en la forma homocigota recesiva (bb) lo cual acelera la expresión del fenotipo susceptible y para Makalioka en la forma homocigota dominante (BB), la cual retarda la expresión del fenotipo susceptible.

ABSTRACT

Rice inheritance of resistance to mechanical damage caused by sogata

The inheritance of resistance to mechanical damage in rice caused by sogata, *Tagosodes orizicolus* (Muir), was studied in cultivars with this resistance. Evaluation of F₁ and F₃ generations suggests that resistance to mechanical damage is controlled by a single dominant gene (A). This gene, present in cultivars Makalioka and Mudgo, is homozygous. The gene confers resistance, but its expression is modified by another gene (B). The action of the modifier gene is dependent on the genotype and the exposure to insect attack. For Mudgo, the modifier gene is in the homozygous form

¹Manuscrito sometido a la junta editorial el 31 de marzo de 1998.

²Trabajo realizado a través del Programa de Arroz del Centro Internacional de Agricultura Tropical, AA 6713, Cali, Colombia. Los autores reconocen la colaboración de D. Baena, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, en el desarrollo del estudio. Además, se reconocen los comentarios críticos de los Drs. B. Brunner y J. Beaver, Universidad de Puerto Rico-Mayagüez, en un borrador previo de este trabajo. La colaboración de Y. González en la mecanografía es reconocida y apreciada.

³Centro Internacional de Agricultura Tropical, AA 6713, Cali, Colombia.

⁴Dirección actual: Rice Tech, P.O. Box 1305, Alvin, TX 77512.

⁵Dirección actual: Depto. de Protección de Cultivos, Apartado 9030, Mayagüez, PR 00681-9030.

(bb), which accelerates the expression of the susceptible phenotype. In Makalioka, the dominant homozygous form (BB) retards the expression of susceptibility.

INTRODUCCION

América Latina representa el 5% del área total y de la producción mundial de arroz. En esta región y en el Caribe, sogata, *Tagosodes orizicolus* (Muir), es una de las principales plagas entomológicas limitantes de la producción de arroz (Gálvez y Jennings, 1959; Pantoja et al., 1997). El insecto causa daño indirecto, como vector del virus de la hoja blanca, y directo, al ocasionar daño mecánico cuando se alimenta y oviposita sobre la planta (Gálvez y Jennings, 1959). Este insecto ha causado grandes pérdidas en la producción de arroz en Colombia y América Latina (Samper, 1968; Zeigler et al., 1994).

El uso de variedades resistentes se considera como una de las soluciones más prácticas y eficientes para el manejo de sogata y para el desarrollo de programas de manejo integrado de plagas (MIP). Desde los años 60, el desarrollo de variedades resistentes ha sido la meta principal del programa de mejoramiento de arroz del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (Jennings y Pineda, 1970a; 1970b). La resistencia a sogata ha sido incorporada y usada eficientemente en variedades comerciales sembradas en Colombia y otros países de la región donde sogata es plaga.

A pesar de que se ha incorporado la resistencia contra sogata en variedades comerciales, existen pocos estudios sobre la herencia de la resistencia. Martínez et al. (1978) reportó un estudio de resistencia al daño mecánico donde se cruzaron las variedades resistentes Remadja, Bahagia, Pelita I/I, BG94-1, H5, IR8, RD3, Mudgo, K8 y Raminad St. 3, con la variedad susceptible Bluebonnet 50. Se evaluaron las poblaciones F_1 y F_2 de cruces simples y la F_1 de retrocruces hacia el progenitor susceptible. Los datos de la generación F_2 de cinco cruzamientos sugirieron que el modo de herencia de la resistencia en IR 8 estaba controlado por un par de genes recesivos y en el cultivar H5 por un par de genes dominantes. En Cuba, Orellana (1981) evaluó las poblaciones F_1 y F_2 de cinco cruzamientos entre las variedades resistentes CPI-C8, J 104, IR 1529-430, Naylamp, e IR1544-284-3-5 y la variedad susceptible Bluebelle; también se evaluó la generación F_3 de los cruces Bluebelle/J 104 y Bluebelle/IR1529-430. Todas las poblaciones F_1 mostraron reacción resistente, indicando que la resistencia era dominante. El análisis de las generaciones F_2 y F_3 de los cruces con J-104 e IR1529-430 mostró una segregación consistente con un gen sencillo. El análisis de la población F_2 de los demás cruces sugirió la presencia de dos genes con acción epistática en condición recesiva (Orellana et al., 1985).

El objetivo principal de este trabajo fue estudiar la herencia en los cultivares Mudgo y Makalioka.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó durante los meses de marzo a junio de 1993 en los invernaderos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Cali, Colombia. Los cultivares resistentes Mudgo y Makalioka se cruzaron con la variedad susceptible IR 8, y los dos cultivares resistentes se cruzaron entre sí. Las generaciones F_1 y F_3 de cada uno de los cruzamientos y los progenitores se evaluaron mediante una prueba de alimentación con alternativa (Pardey, 1994), utilizando la escala de daño mecánico de *T. orizicolus* desarrollada en el CIAT (Pantoja y Hernández, 1993).

La siembra de las poblaciones F_1 de los tres cruzamientos (IR8/Mudgo, IR8/Makalioka y Makalioka/Mudgo) con sus progenitores IR8, Mudgo y Makalioka y el testigo Cica 8 se realizó en bandejas plásticas de $53 \times 27 \times 6$ cm, cada una con 20 surcos. Las poblaciones F_1 y demás cultivares se distribuyeron al azar dejando 10 plantas por surco; cinco días después de la siembra las bandejas se introdujeron a una jaula de malla de 1.95 m de largo, 1.10 m de ancho y 1.0 m de altura y se infestaron con 10 sogatas adultos por planta. Cada planta se inspeccionó cuando el testigo susceptible (IR 8) presentó muerte de plantas según la escala de daño de Pantoja y Hernández (1993).

Para la población F_3 se evaluaron 100 familias F_3 por cruce, de cada familia se evaluó un total de 75 plantas. Además, se evaluaron los progenitores del cruzamiento y los testigos (los mismos de la F_1). Las evaluaciones de daño se realizaron cuando el testigo susceptible (IR 8) mostró 50% de plantas muertas (Pantoja y Hernández, 1993).

El análisis de los datos de la F_1 se realizó en forma conjunta mientras que el análisis de las poblaciones F_3 se realizó en forma individual. Los datos (F_1 y F_3) se expresaron como porcentaje de plantas susceptibles. En la F_3 , las familias se clasificaron en grupos de porcentaje de susceptibilidad en rango de diez unidades (eje X) y frecuencia de familias (eje Y); posteriormente se agruparon en categorías para estimar el modelo genético más apropiado. La hipótesis sobre la validez de los modelos genéticos se probó aplicando la prueba de Chi-cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la evaluación de la generación F_1 , en la cual se compararon los cruces IR8/Mudgo, IR8/Makalioka y Makalioka/Mudgo, los progenitores Mudgo y Makalioka se comportaron como resistentes (0% de

plantas susceptibles), mientras que IR 8 se comportó como susceptible (80% de plantas susceptibles) (Cuadro 1). Al comparar las progenies F_1 , las cuales en teoría debían comportarse de manera relativamente homogénea (por ser todos los individuos iguales pero de constitución genética heterocigota), se observó una proporción variable de plantas con reacción susceptible. Se planteó en principio la existencia de un gen simple dominante (A) presente en estado homocigoto en los parentales Mudgo y Makalioka (AA), como responsables de la resistencia, y su respectivo alelo recesivo (a) presente en estado homocigoto en IR 8 (aa), como determinante de la susceptibilidad. De acuerdo con los resultados observados, el grado de expresividad de este gen estaría supeditado a la interacción con otros factores genético-ambientales. En la F_3 , los progenitores resistentes Mudgo y Makalioka presentaron un 25 y 41% de plantas susceptibles, respectivamente, en contraste con la resistencia observada en la F_1 . Por otro lado, IR 8 confirmó su condición de susceptibilidad (Cuadro 1). Este hecho sumado a la manera como segregaron las familias F_3 (con una proporción variable de individuos susceptibles desde 0 hasta 100%, sugieren que la herencia para la reacción al daño mecánico de sogata se debe a la acción de un gen principal dominante (A). Otra posible alternativa es que la resistencia se debe a un solo gen simple sin acción de un gen modificador. Los Cuadros 2 y 3 presentan el modelo genético para la teoría de un gen dominante y uno modificador, y la clasificación de las familias F_3 , respectivamente.

La información sobre la heredabilidad de resistencia al daño mecánico por sogata será de utilidad en programas de mejoramiento contra el daño por sogata y en el desarrollo de técnicas para identificar resistencia. Se requieren estudios más detallados para determinar si los genes de resistencia a *T. orizicolus* en Makalioka y Mudgo son alélicos.

CUADRO 1.—Porcentaje de plantas susceptibles al daño mecánico de *Tagosodes orizicolus* en las poblaciones F_1 y F_3 de los cruzamientos IR 8/Mudgo, IR 8/Makalioka y Makalioka/Mudgo.

| Población | % de plantas susceptibles en poblaciones F_1 | % de plantas susceptibles en poblaciones F_3 |
|------------------------|--|--|
| IR 8 (progenitor) | 80 | 100 |
| Mudgo (progenitor) | 0 | 25 |
| Makalioka (progenitor) | 0 | 41 |
| IR 8/Mudgo | 54 | 10 categorías |
| IR 8/Makalioka | 0 | 10 categorías |
| Makalioka/Mudgo | 11 | 10 categorías |

CUADRO 2.—Segregación genotípica y fenotípica esperada para la resistencia al daño mecánico de *T. orizicolus* con base al modelo propuesto.¹

| Cultivar | Genotipo | Reacción fenotípica de plantas por familia |
|----------------------|--|--|
| IR 8 progenitor | aabb | susceptible |
| Mudgo progenitor | Aabb | resistente o susceptible |
| Makalioka progenitor | AABB | resistente o susceptible |
| F1: IR 8/Mudgo | Aabb, aabb | resistente o susceptible |
| F1: IR 8/Makalioka | AaBb | resistente o susceptible |
| F1: Makalioka/Mudgo | AABb, AaBb | resistente o susceptible |
| F2: IR 8/Mudgo | 1AAbb, 2Aabb 1aabb | resistente o susceptible susceptible |
| F2: IR 8/Makalioka | 1AABB, 2AABb, 1AAbb, 2AaBB, 4AaBb, 2Aabb 1aaBB, 2aaBb, 1aabb | resistente o susceptible susceptible |
| F2: Makalioka/Mudgo | 1AABB, 2AABb, 1AAbb | resistente o susceptible |

¹Con respecto al modelo se aclara: El gen modificador (B) actúa en forma diferencial sobre la expresión del gen principal (A) dependiendo de las formas alélicas presentes en el locus, así: BB⁺ reduce en forma leve la resistencia de un genotipo dando lugar a la presencia de una proporción baja de plantas susceptibles en la familia; Bb⁺⁺ reduce la resistencia de un genotipo a nivel moderado, dando lugar a una proporción intermedia de plantas susceptibles en la familia y bb⁺⁺⁺ afecta en forma significativa la resistencia de un genotipo, motivando la presencia de una proporción alta de plantas susceptibles.

CUADRO 3.—Clasificación de las familias F₃ de los cruzamientos por su reacción al daño mecánico de *Tagosodes orizicolus*.

| Clasificación fenotípica | IR 8/Mudgo ¹ | | | | IR 8/Makalioka | | | | Makalioka/Mudgo | | | |
|--|-------------------------|------|-----|----------------|----------------|------|-----|----------------|-----------------|-----|-----|----------------|
| | O | PT | E | X ² | O | PT | E | X ² | O | PT | E | X ² |
| Familias fenotípicamente heterogéneas | 80 | 0.75 | 75 | 0.33 | 79 | 0.75 | 75 | 0.21 | 99 | 1.0 | 100 | 0.02 |
| Familias uniformemente susceptibles ² | 20 | 0.25 | 25 | 1.00 | 21 | 0.25 | 25 | 0.64 | 1 | 0 | 0 | |
| Total | 100 | 1.00 | 100 | | 100 | 1.00 | 100 | | 100 | 1.0 | 100 | |
| X ² observado | | | | 1.33 | | | | 0.85 | | | | 0.02 |
| X ² tabulado | | | | 3.84 | | | | 3.84 | | | | 3.84 |

¹O = observado, PT = proporción teórica, E = esperado.

²Familias que presentan una mezcla de plantas resistentes y susceptibles en porcentajes definidos.

LITERATURA CITADA

- Gálvez, G. E. y P. H. Jennings, 1959. Transmisión de la hoja blanca del arroz en Colombia. *Agricultura Tropical* 15(8): 507-551.
- Jennings, P. R. y A. Pineda, 1969. Pruebas de resistencia a *Sogatodes oryzicola*. En: Reunión Anual del Programa Nacional de Arroz, ICA, Palmira. p. 17-19.
- Jennings, P. R. y A. Pineda, 1971. Control de sogata mediante resistencia varietal. *Arroz (Colombia)* 20(209):6-8.
- Jennings, P. R. y A. Pineda, 1970a. Screening rice for resistance to the planthopper, *Sogatodes oryzicola* Muir. *Crop Science* 10:687-689.
- Jennings, P. R. y A. Pineda, 1970b. Effect of resistant rice plants on multiplication of the planthopper, *Sogatodes oryzicola* Muir. *Crop Science* 10:689-691.
- Martínez, C., H. Weerarathe y A. Pineda, 1978. Estudios sobre la herencia al daño mecánico de *Sogatodes oryzicola*. En: Informe de Progreso de Programa de Arroz ICA. 1977-78. p. 57-58.
- Orellana, P. P. A., 1981. Aspectos relacionados con la resistencia genética del arroz (*Oryza sativa*) al insecto *Sogatodes oryzicola*, hoja blanca y *Pyricularia oryzae*. *Agrotécnica de Cuba* 13(1):37-45.
- Pantoja, A. y M. P. Hernández, 1993. Sogatodes o Tagosodes: Sinonimia y evaluación a daño mecánico. *Arroz (Colombia)* 42:30-31.
- Pardey, C., 1994. Caracterización de la resistencia al daño mecánico causado por *Tagosodes oryzicola* (Homoptera: Delphacidae) en arroz, *Oryza sativa*. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Colombia, Seccional Palmira.
- Samper, A., 1968. Factor affecting adoption of insect control and other practices abroad. *Bull. Entomological Soc. of America* 14:128-130.
- Zeigler, R., A. Pantoja, M. C. Duque y G. Weber, 1994. Characteristics of resistance in rice hoja blanca virus (RHBV) and its vector, *Tagosodes oryzicolus* (Muir). *Annals Appl. Biol.* 124:429-440.