

Resistencia a sogata (*Tagosodes orizicolus* Muir) por antibiosis y antixenosis en cultivares de arroz venezolanos

Rosalía Velásquez^{1*}, Nelly Delgado² y Luis Urdaneta²

¹Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101, Aragua, Venezuela

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de investigaciones del estado Portuguesa. Guanare, Portuguesa, Venezuela.

RESUMEN

El arroz es afectado directa e indirectamente por el insecto sogata (*Tagosodes orizicolus* Muir). El daño mecánico o daño directo es producto del efecto de la alimentación y ovoposición del tejido foliar joven y como daño indirecto, la transmisión del virus de hoja blanca. La investigación se realizó en los invernaderos de la Fundación Danac ubicada en el municipio San Felipe del estado Yaracuy, Venezuela, para determinar el mecanismo de resistencia al daño mecánico producido por el insecto en seis cultivares de arroz Venezolano ('D-Sativa', 'ZETA-15', 'Cimarrón' y 'Venezuela 21'), incluidos los testigos de resistencia y susceptibilidad ('Makalioka' y 'Bluebonnet 50'). La evaluación de los mecanismos de resistencia se realizó a través del método de libre alimentación y alimentación forzada, utilizando insectos provenientes de una colonia sana formada con insectos colectados en siembras de arroz en el estado Portuguesa, Venezuela. Los cultivares evaluados presentaron resistencia al daño mecánico, similar a la observada en Makalioka. Se determinó antixenosis o no preferencia, después de 96 h de la infestación por el insecto, observándose que D-Sativa resultó más antixenotica que el resto de los cultivares. No se observó antibiosis para ovoposición en ninguno de los cultivares.

Palabras clave: arroz, mecanismo de resistencia, sogata.

Resistance by antibiosis and antixenosis to sogata (*Tagosodes orizicolus* Muir) in venezuelan rice cultivars

ABSTRACT

Rice is affected directly and indirectly by the sogata insect (*Tagosodes orizicolus* Muir). The mechanical damage or direct losses is produced by feeding and ovoposition on the young leaves tissue and the transmission of white leaf virus as an indirect damage. This investigation was conducted in the greenhouses of the Danac Foundation in San Javier municipality at Yaracuy state, Venezuela. The purpose was to determine the mechanism of resistance to the mechanical damage produced by the insect in six Venezuelan rice cultivars ('D-Sativa', 'ZETA-15', 'Cimarron' and 'Venezuela 21'), which included the controls for resistance and susceptibility ('Makalioka' and 'Bluebonnet 50'). The resistance to mechanical damage and mechanisms of resistance were evaluated through the methods of free feeding and forced feeding, using insects collected from a healthy colony of rice fields from Portuguesa state. All cultivars were resistant to the mechanical damage of sogata, similar to the observed in Makalioka cultivar. Antixenosis or no preference after 96 h of the infestation was determined and it showed that D-Sativa was more antixenotic than the others cultivars. Antibiosis was not observed for ovoposition in none of the cultivars.

Key words: rice, resistance mechanism, plant hopper.

*Autor de correspondencia: Rosalía Velásquez

E-mail: rvelasquezsalazar@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, el arroz constituye uno de los cereales más importantes en la dieta de los venezolanos, y su cultivo es de gran importancia económica para las principales zonas agrícolas del país (Guárico, Portuguesa, Cojedes y Barinas). Tanto el hombre como los insectos compiten en la mayoría de los casos por los mismos rubros agrícolas como fuente de alimento y medio de sobrevivencia; sin embargo, los insectos pueden causar un nivel de daño a los cultivos que afectan tanto la calidad del producto final como las condiciones económicas del productor. La sogata es un insecto plaga en los arrozales venezolanos y puede encontrarse en los diferentes estados de desarrollo de la planta de arroz; sin embargo, las mayores proporciones de población insectil se han observado en plantas jóvenes por presentar tejidos tiernos y adecuados para su alimentación (Vivas y Clavijo, 2000; Triana *et al.*, 2004). Los insectos producen incisiones en las hojas para alimentarse u ovopositar ocasionando el daño directo. El daño mecánico se manifiesta con síntomas de avanzada senescencia, amarillamiento y necrosis de las hojas y ocurre en forma basípeta pudiendo afectar el crecimiento y producción de la planta atacada (Meneses *et al.*, 1998 Álvarez *et al.*, 2000).

Para conocer las causas del nivel de resistencia observado en el campo, es necesario entender los mecanismos y factores que actúan en la resistencia. Painter (1951) definió las categorías o mecanismos de defensa de la planta ante el ataque de un insecto como: a) antibiosis, como los factores que actúan contra la biología del insecto afectándole la vida, b) tolerancia es el mecanismo por el cual la planta demuestra una cierta capacidad para crecer y reproducirse, a pesar de soportar una población de insectos igual a aquella que ocasionaría daños a un hospedante susceptible y c) antixenosis o no preferencia, como aquellas características presentes en la plantas que hacen que los insectos la acepten o la rechacen para la ovoposición, alimentación y/o refugio (Eickhoff *et al.*, 2008; Granada-Sánchez *et al.*, 2008; Gutiérrez, 2009).

Estudios realizados bajo condiciones de laboratorio para medir los mecanismos de resistencia por antixenosis (preferencia) y antibiosis al salta hoja marrón del arroz, *Nilaparvata lugens* Stål, demostraron que la resistencia estuvo asociada con el menor número de insectos posados, demostrándose la poca preferencia para posarse y ovoposicionar (Senguttayan *et al.*, 2003). Labrín (2007) trabajó sobre los mecanismos de resistencia al daño producido por sogata sobre nueve variedades de arroz en Calabozo, estado Guárico, Venezuela, y determinó que el mismo fue por antibiosis y que a partir de ese mecanismo, se puede inducir una resistencia genética al insecto.

El mecanismo de resistencia presente en el cultivo de arroz al insecto sogata ha sido identificado en algunos cultivares ('FD0241-M-17-6-1-1-1', 'Araure', 'Fedearroz 50' y 'Centaurus') desarrollados en los programas de mejoramiento genético a nivel nacional e internacional. Asimismo, los trabajos en el cultivo se han encaminado hacia el empleo y liberación de cultivares tolerantes al daño mecánico (Calvert *et al.*, 2005; González-Vera *et al.*, 2012).

El objetivo del presente trabajo fue determinar, bajo condición de invernadero, el mecanismo de resistencia al daño mecánico producido por sogata en cultivares de arroz venezolanos, utilizando especímenes de sogata provenientes de campos de arroz del estado Portuguesa, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue realizado en Agosto 2011, en invernaderos de la Fundación Danac (10°21'50"N – 68°59'15"O), ubicada en la Parroquia San Javier, Municipio San Felipe, estado Yaracuy, Venezuela, evaluando el grado de resistencia al daño mecánico causado por el insecto sogata y los mecanismos de resistencia. Para ello se siguió la metodología propuesta por González-Vera *et al.* (2012) en el Laboratorio de Protección Vegetal de la Fundación Danac. Se seleccionaron tres cultivares resistentes ('Cimarrón', 'D-Sativa' y 'Zeta-15'), un cultivar susceptible ('Venezuela 21') y los testigos universales de susceptibilidad ('Bluebonnet 50') y resistencia ('Makalioka') de acuerdo a los sugerido por Álvarez *et al.* (2000).

Para la evaluación del daño mecánico, se utilizaron insectos provenientes de una colonia sana libre del virus de hoja blanca, la cual fue formada a partir de insectos colectados en siembras de arroz del estado Portuguesa y evaluados de manera individual siguiendo la metodología de Triana *et al.* (2002).

La evaluación fue realizada de acuerdo a la escala del IRRI (1996) como se señala en Cuadro 1, cuando el testigo susceptible 'Bluebonnet 50' presentó un nivel de daño igual a 7 (>50% de plantas muertas). El ensayo fue sembrado bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones y los datos fueron analizados con el paquete estadístico Infostat (2002).

Mecanismos de resistencia a daño mecánico

Los mecanismos de resistencia evaluados fueron: antixenosis empleando la metodología de la alimentación con alternativa en círculo, antibiosis para sobrevivencia y antibiosis para ovoposición con alimentación forzada (González-Vera *et al.*, 2012).

Cuadro 1. Escala de evaluación al daño mecánico producida por sogata en arroz.

Escala	Descripción dedaño	Grado de resistencia
0	Sin daño	Resistente
1	Daño leve o decoloración foliar	
3	Amarillamiento 1 ^{era} y 2 ^{da} hoja	
5	Amarillamiento y enanismo, menos del 50% plantas muertas	Intermedio
7	Amarillamiento y enanismo severo, más del 50% plantas muertas	Susceptible
9	Todas la plantas muertas	

Fuente: IRRI (1996)

Antixenosis

Se sembraron diez semillas de cada material en materos de 7,5 cm de alto × 9,0 cm de ancho y colocadas en el invernadero. A los 8 d después de la siembra (dds), se raleó a cinco plantas por matero y se fertilizó con 8 g de urea (46% N). A los 25 días después de la siembra, los cultivares fueron colocados, siguiendo una disposición circular, en cuatro jaulas entomológicas de 80 cm de alto × 100 cm de ancho, donde cada jaula correspondió a un bloque del diseño experimental (González-Vera *et al.*, 2012).

Posteriormente, se procedió a coleccionar y contabilizar los insectos del 4^{to} y 5^{to} instar (25 d) y adultos, proveniente de una colonia sana, empleando una cantidad de cinco insectos por planta, para un total de 600 insectos. Para el momento de la infestación, se liberaron 150 insectos por jaula, los cuales fueron colocados en una cápsula Petri en el centro del círculo formado por los materos que contenían los materiales. La evaluación del número de insectos posados sobre las plantas fue realizada a las 24, 48, 72 y 96 h después de la infestación (hdi). Los datos fueron analizados con el paquete estadístico Infostat (2002).

Antibiosis para sobrevivencia

Se colocaron 10 semillas de cada material en materos de 9,5 cm de alto × 11,5 cm de diámetro, bajo condiciones de invernadero y un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Se raleo a los 8 dds, dejando cinco plantas por matero y se fertilizó con 8 g de urea (46% N). A los 15 dds las plantas fueron cubiertas con unas micro jaulas elaboradas con botellas de plástico transparente de 2 L; inmediatamente cada micro jaula fue infestada con 10 parejas de adultos jóvenes (35 días), para un total de 180 parejas, evaluándose diariamente el número de insectos muertos por micro jaula durante 21 días o hasta que todos murieran en el cultivar 'Bluebonnet 50' (González-Vera *et al.*, 2012). Los datos fueron analizados con el paquete estadístico Infostat (2002).

Antibiosis para ovoposición

Se empleó la metodología de alimentación forzada. Para ello, cinco semillas de cada cultivar fueron sembradas en el invernadero, en materos de 9,5 cm de alto × 11,5 cm de diámetro, bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. A los 8 dds se procedió a ralear a razón de una planta por matero y se fertilizó con 8 g de urea (46%N). A los 29 dds los materos fueron cubiertos con micro jaulas plásticas elaboradas con botellas de plástico transparente de 2 L; seguidamente se liberó una pareja de adultos jóvenes (35 días) por matero, por parental y por repetición, para un total de 24 parejas de insectos (48 insectos), los cuales provenían de una colonia secuencial sana (González-Vera *et al.*, 2012). Después de 7 u 8 d de la inoculación, se procedió a realizar el conteo por planta de los huevos colocados en la vena principal de cada hoja, utilizando para ello una aguja de disección y con la ayuda de una lupa estereoscópica (10X). Los datos fueron analizados con el paquete estadístico Infostat (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico mostró diferencias significativas ($P < 0,05$) para la resistencia al daño mecánico a sogata y número de plantas muertas entre los cultivares de arroz evaluados. La prueba de comparación de medias de Duncan arrojó la formación de dos grupos, uno constituido por los cultivares 'D-sativa', 'Venezuela 21', 'Zeta-15', 'Cimarrón' y el testigo de resistencia 'Makalioka' y el otro grupo formado únicamente por el testigo de susceptibilidad 'Bluebonnet 50' (Cuadro 2). De acuerdo a la escala de daño, se puede observar que todos los cultivares, a excepción de 'Zeta-15', mostraron un valor en escala menor a 3, siendo considerados estos cultivares como resistentes al daño mecánico producido por el insecto. El cultivar 'Zeta-15' mostró un valor promedio superior a 4, presentando así una resistencia intermedia al daño, lo que probablemente esté asocia-

do con alguna característica morfo-anatómica del tejido foliar, como ha sido señalado por Velásquez-Salazar y Diamont (2013).

Al analizar el número de plantas muertas igualmente se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los materiales, donde se evidencio que el número de plantas muertas encontradas fue igual o menor al 25% del total de las plantas analizadas para cada cultivar, lo que nos demuestra que los cultivares 'D-Sativa', 'Venezuela-21' y 'Cimarrón' presentan resistencia al daño mecánico igual que el control de resistencia. Sin embargo, a pesar de que 'Zeta-15' se encuentra en el mismo grupo estadístico que 'Makalioka', éste presentó mayor número de plantas muertas, lo que nos induce a pensar que 'D-Sativa', 'Venezuela-21' y 'Cimarrón' presentan algún carácter anatómico y/o químico diferente en el tejido foliar que pueda estar asociado con la resistencia (Ramiro *et al.*, 2004; Massey *et al.*, 2006; Velásquez-Salazar y Diamont, 2011).

Mecanismos de resistencia

Antixenosis

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0,10$) para la variable número de insectos posados a las 24, 48 y 72 hdi sobre los cultivares evaluados, por lo que no hubo ninguna preferencia de los insectos en posarse, siendo todos los cultivares, incluyendo el testigo de resistencia 'Makalioka', atrayentes para los insectos durante las primeras 72 hdi. Sin embargo, se observaron diferencias en el número de insectos posados a las 96 hdi, donde la prueba de medias de Duncan (Cuadro 2) mostró la formación de dos grupos estadísticamente diferenciados, donde D-Sativa se presentó antixenóticamente igual que el testigo de resistencia 'Makalioka'. Sin embargo, 'Cimarrón', 'Zeta-15', 'Venezuela 21' y el testigo de susceptibilidad 'Bluebonnet 50' resultaron ser atrayentes para el insecto ya que fueron capaces de posarse sobre el tejido foliar y alimentarse de él. Estos resultados demuestran la presencia de un mecanismo de no preferencia para el insecto en 'D-Sativa' y 'Makalioka', los cuales a su vez pueden estar asociados con alguna característica física o química presente en estos materiales, tal como lo reportan Pathak (1977) y Eickhoff *et al.* (2008) impidiendo su alimentación y postura.

Los resultados obtenidos difieren del registrado por González-Vera *et al.* (2012) cuando refieren que el cultivar 'D-Sativa' exhibe una antixenosis intermedia, reflejada por una baja preferencia de los insectos a medida que pasa el tiempo, y a la variedad 'Venezuela 21', como un material altamente antixenótico. Sin embargo, es importante señalar que esta diferencia

observada entre ambas investigaciones pudiera estar asociada con el biotipo de sogata utilizado, razón por la cual es imperante evaluar la presencia de biotipos de sogata en los campos de arroz venezolano.

Antibiosis para sobrevivencia

No se observaron diferencias significativas para la sobrevivencia de los insectos, lo que indica que los cultivares utilizados no presentan un mecanismo antibiótico o de repulsión a los biotipos de insectos utilizados, ya que los insectos fueron capaces de alimentarse hasta de las plantas resistentes. Sin embargo, estos hallazgos difieren de los encontrados por González-Vera *et al.* (2012), quienes citan una antibiosis intermedia para sobrevivencia de los cultivares 'D-Sativa' y 'Venezuela 21', utilizando insectos provenientes de arrozales de Calabozo, estado Guárico.

Antibiosis para ovoposición

Al utilizar la metodología de alimentación forzada para ovoposición, se detectaron diferencias significativas ($P = 0,05$) entre los genotipos, lo que indica la presencia de un mecanismo de antibiosis para ovoposición, donde la prueba de comparación de medias de Duncan (Cuadro 2), mostró la formación de dos grupos estadísticamente diferentes. Un primer grupo formado por el cultivar 'Makalioka' (testigo universal de resistencia), 'D-Sativa' y 'Venezuela 21', los cuales mostraron los niveles más bajos de ovoposición, indicativo de un alto nivel antibiótico. Un segundo grupo conformado por el cultivar susceptible 'Bluebonnet 50' y los cultivares 'Zeta-15' y 'Cimarrón' que mostraron un alto número de huevos en su tejido foliar demostrando su bajo nivel antibiótico.

En la Figura 1 se observa el número de huevos presentes en la nervadura principal de las hojas de las plantas afectadas. Los resultados indican que existe una relación inversa con el grado de antibiosis encontrado, ya que a menor número de huevos mayor antibiosis o repelencia a la ovoposición, como ocurre con el cultivar 'Makalioka'. Estos resultados coinciden con los encontrados por Pardey *et al.* (1996) y González-Vera *et al.* (2011) quienes coinciden en el comportamiento de los testigos de resistencia ('Makalioka') y susceptibilidad ('Bluebonnet 50'), al presentar alta y baja antibiosis para ovoposición respectivamente. Por otro lado, el número de huevos encontrados en 'D-Sativa' y 'Venezuela 21' están muy cercanos a los valores citados por González-Vera *et al.* (2012), las cuales pueden ser clasificadas como antibiosis intermedia para la ovoposición.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Senguttayan *et al.* (2003) para ovoposición del salta hojas marrón del arroz, *N. lugens*. Así mismo, esto

Cuadro 2. Daño mecánico (DM), número de plantas muertas (PM), número de insectos posados (NIP) a las 96 hdi y número de huevos (NH) en diez cultivares de arroz.

Cultivar	DM	PM	NIP	NH
‘Makalioka’	1,33a†	1,67a	7,75a	27,3a
‘D-Sativa’	1,67a	1,33a	9,75a	41,5ab
‘Venezuela 21’	2,33a	1,33a	16,0ab	55,5ab
‘Cimarrón’	3,00a	2,67a	12,25ab	93,5b
‘Zeta’	4,33a	3,33a	20,25ab	84,0b
‘Bluebonnet 50’	8,33b	9,00b	24,0b	84,3b

† Letras distintas indican diferencias significativas entre medias ($P < 0,05$).

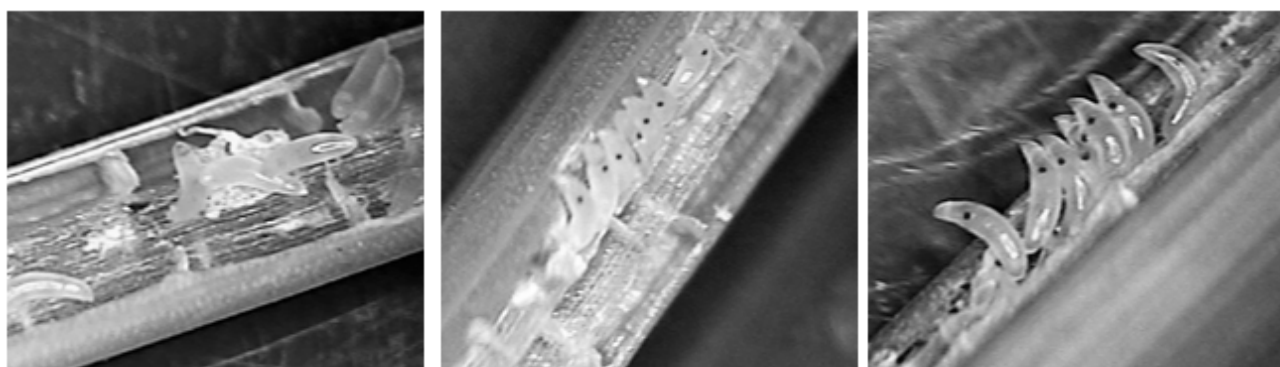


Figura 1. Huevos de *T. orizicolus* observados en la nervadura principal de la hoja de arroz.

autores demostraron que la resistencia de la variedad ‘PTB33’ estuvo asociada con la menor cantidad de huevos colocados en comparación con el material susceptible TN1.

Se ha señalado, que el efecto de alta e intermedia antibiosis puede deberse a diferencias morfo-anatómicas del tejido foliar, como presencia de micropelos y grosor de las cutículas adaxial y abaxial (Bakus, 1988; Vijaykumar *et al.*, 2009). De igual manera, el grado de antibiosis también se atribuye a la activación de algún mecanismo bioquímico debido a la presencia del insecto y que estos mecanismos se expresan constitutivamente como factores que mejoran la resistencia, puesto que se inducen una vez que ataca el insecto (Howe y Schaller, 2008; Vijaykumar *et al.*, 2009).

CONCLUSIONES

La evaluación de la resistencia al daño mecánico en los cultivares de arroz venezolano bajo condiciones de invernadero evidenció que los mecanismos de resistencia pueden estar asociados con las características morfo-anatómicas propias de cada cultivar y al biotipo del

insecto utilizado. El cultivar ‘D-Sativa’, junto con el testigo de resistencia ‘Makalioka’, fue el único cultivar que presentó un mecanismo de antixenosis después de 96 h de infestación. Sin embargo, la antibiosis para ovoposición se observó únicamente en ‘Makalioka’.

Por los resultados aquí encontrados, se recomienda realizar estudios moleculares de los biotipos de sogata presentes en el país, a objeto de corroborar que la resistencia al daño mecánico producido por el insecto en los cultivares de arroz venezolano puede ser debida a la variabilidad genética presente en el insecto, lo que le ha permitido alimentarse y posarse en los cultivares que han sido considerados resistentes al daño producido.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresamos nuestro agradecimiento a la Fundación DANAC por el apoyo prestado en la realización de la Investigación y al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la UCV por el aporte financiero en la realización del proyecto N° PI-01-6775-2007/1.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, R.; C. Gamboa; M. Triana; M. Duque; J. Silva. 2000. Mecanismo de resistencia a *Tagosodes orizicolus* Muir (Homóptera: Delphacidae) de tipo antibiótico y no preferencia en algunas líneas de arroz (*Oryza sativa* L.). *Inves. Agr.* 5: 1-12.
- Bakus, E. 1988. Sensory system and behaviors which mediate hemipteran plant feeding: a taxonomy overview. *J. Insect Physiol.* 34: 151-165.
- Calvert, L.; C. Pardey; M. Triana; R. Meneses. 2004. Avances en la búsqueda de mecanismos de resistencia a *Tagosodes orizicolus* (Muir). Plaga del arroz en América Latina. Simposio Manejo Agroecológico de Plagas en la Agricultura Tropical. *Rev. Prot. Veg.* 19: 3-4.
- Calvert, L.; I. Lozano; N. Villareal; L. Reyes; L. Romero; M. Lorieux; A. Garabito; M. Duque; C. Martínez. 2005. Hacia la comprensión de la base genética de la resistencia al complejo virus de la hoja blanca y *Tagosodes orizicolus* (Muir) en arroz. XLV Reunión Anual APS. San José, Costa Rica. pp. 105-118.
- Eickhoff, T.; T. Heng-Moss; F. Baxendale; J. Foster. 2008. Levels of tolerance, antibiosis, and antixenosis among resistant buffalo grass and *Zoysia* grasses. *J. Econ. Entomol.* 101: 533-540.
- Granado-Sánchez, D.; P. Ruiz-Puga; H. Barrera-Escorcia. 2008. Ecología de la herbivoría. *Rev. Chapingo. Serie Cien. For. Amb.* 14: 51-63.
- González-Vera A.; E. Graterol; B. Borges; F. Hernández. 2011. Métodos de evaluación y reacción de cultivares para resistencia al añublo de la vaina del arroz causado por *Rhizoctonia solani* AG-1 IA. *Bioagro* 23: 3-12.
- González-Vera, A.; N. Labrín; R. M. Álvarez; Y. Jayaro; C. Gamboa; V. Barrientos; E. Reyes. 2012. Mechanisms of *Oryza sativa* (Poaceae) resistance to *Tagosodes orizicolus* (Homoptera: Delphacidae) under greenhouse condition in Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 60: 105-117.
- Gutiérrez, C. 2009. Señales en la interacción planta insecto. *Rev. Chapingo. Serie Cien. For. Am.* 15:81-85.
- Howe G.; G. Hander. 2008. Plant immunity to insect herbivorous. *Ann. Rev. Plant Biol.* 59: 41-66.
- Howe G.; A. Schaller. 2008. Direct defense in plants and their induction by wounding and insect herbivores. *In* Schaller, A. (Ed.) *Induced Plant Resistance to Herbivory*. Springer Science. Berlin, Alemania. pp. 7-29.
- InfoStat. 2002. User's manual. Ver. Profesional 1.1. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.
- IRRI (International Rice Research Institute). 1996. Sistema de Evaluación Estándar para Arroz. 4^a ed. International Rice Research Institute. Manila, Filipinas.
- Labrín, N. 2007. Estudio de la resistencia en variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) venezolanas al virus de la hoja blanca. Tesis de Maestría. CATIE. San José, Costa Rica. 83p.
- Massey, F.P., A.R. Ennos; S. Hartley. 2006. Silica in grasses as a defense against insect herbivorous; contrasting effects on folivorous and a phloem feeder. *J. Anim. Ecol.* 75: 595-603.
- Meneses, C.R.; A. Gutiérrez; A. García; G. Antigua; J. Gómez; F. Correa. 1998. Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz. IIA, CIAT, FLAR. Cali, Colombia. pp 3-7.
- Painter, R.H. 1951. *Insect Resistance in Crop Plants*. The University Press of Kansas. Lawrence. EUA. 520p.
- Pardey, C.; D. Baena; F. Cuevas. 1996. Caracterización de la resistencia al daño mecánico de *Tagosodes orizicolus* (Muir) (Homóptera: Delphacidae) en doce cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). *Acta Agron.* 46: 9-14.
- Pathak, M.D. 1977. Defense of the rice crop against insect pests. *Ann. New York Acad. Sci.* 287: 287-295.
- Ramiro, D.A., O. Guerrero-F.; R.B. Queiroz-Voltan; S.C. Matthiesen. 2004. Caracterização anatômica de folhas de cafeeiros resistentes e susceptíveis ao bicho-mineiro. *Bragantia* 63: 363-372.
- Senguttayan, T.; M. Gopalan; S. Chelliah. 2003. Impact of resistance mechanisms in rice against the brown plant hopper, *Nilaparvata lugens* Stål (Homoptera: Delphacidae). *Crop Prot.* 10: 125-128.

- Triana, M.; M. Cruz; R. Meneses; L. Calvert. 2002. Metodologías para la cría y evaluación de *Tagosodes orizicolus* (Muir). Manual Técnico. CIAT, FLAR. Cali, Colombia. 35p.
- Triana, M.; I. Lozano; L. Calvert; R. Meneses; C. Martínez. 2004. Marcadores moleculares asociados con la resistencia a *Tagosodes orizicolus* (Muir). CIAT. Cali, Colombia. Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_ciat/arroz/marmoleculares.pdf. [Consultado: 20/07/2005].
- Velásquez-Salazar, R.; D. Diamont. 2014. Micromorfología de la epidermis foliar de cultivares de arroz Venezolano (Poaceae) asociado con el daño mecánico a sogata *Tagosodes orizicolus* (Homoptera: Delphacidae). *Rev. Biol. Trop.* 62(2): 819-827.
- Vijaykumar, L.; A. K. Chakravarthy; S.U. Patil; D. Rajanna. 2009. Resistance mechanism in rice to the midge *Orseoliaoryzae* (Diptera: Cecidomyiidae). *J. Econ. Entom.* 102(4): 1628-1639.
- Vivas, L.E.; S. Clavijo. 2000. Fluctuación poblacional de *Tagosodes orizicolus* (Muir) 1926 (Homoptera-Delphacidae) en el sistema de riego del río Guárico, Venezuela. *Ministerio de Agricultura y Cría. Bol. Entom. Ven.* 15: 217-227.