

Sección Agrícola

Método para evaluar el daño de los salivazos (Hemiptera: Cercopidae) sobre caña de azúcar, *Saccharum* spp.

Method to evaluate spittlebug (Hemiptera: Cercopidae) damage on sugar cane *Saccharum* spp.

VIVIANA LUCÍA CUARÁN¹, ULISES CASTRO VALDERRAMA², ALEX ENRIQUE BUSTILLO PARDEY³,
NORA CRISTINA MESA COBO⁴, GERSON DARÍO RAMÍREZ SÁNCHEZ⁵, CARLOS ARTURO MORENO GIL⁶
y LUIS ANTONIO GÓMEZ LAVERDE⁷

Resumen: Los salivazos, entre ellos *Aeneolamia varia*, son uno de los mayores limitantes de la producción de caña de azúcar en América. La detección de esta especie en el Valle del Cauca en 2007 generó una serie de investigaciones para enfrentar este problema. Una de ellas fue la búsqueda de resistencia varietal a esta plaga. Por lo tanto, se buscó adaptar una metodología para evaluar el ataque de los salivazos en caña de azúcar. Debido a la situación cuarentenaria de la plaga, otra especie de salivazo presente en la región, *Zulia carbonaria*, fue usada a cambio. Para la adecuación de la metodología se usaron las variedades CC 84 - 75 y CC 85 - 92. Se realizaron tres ensayos en arreglo factorial en un diseño completamente aleatorio para determinar aspectos básicos como: tipo de maceta para el desarrollo de las raíces secundarias superficiales necesarias para los primeros estadios ninfales; edad de la planta para infestar con ninfas de salivazo; y densidad de infestación óptima por planta. Los resultados indicaron que la mejor expresión de daño se dio cuando se infestaron ocho huevos de *Z. carbonaria* en plantas de 12 semanas de sembradas, con índice de desarrollo de raíz mínima de tres, esto en una maceta consistente de una unión de PVC, un buje reductor del mismo material como tapa y una base de poliestireno. La metodología resultante, con algunos ajustes en cuanto a la densidad de infestación, se puede aplicar con *Aeneolamia varia* y otros salivazos de la caña de azúcar.

Palabras clave: Caña de azúcar. Mión de los pastos. *Aeneolamia varia*. *Zulia carbonaria*.

Abstract: Spittlebugs, among them *Aeneolamia varia*, are one of the greatest limits to the production of sugar cane in America. The detection of this species in the Cauca Valley in 2007 generated a series of investigations to confront this problem. One of them was the search for host plant resistance to this pest. Therefore we sought to adapt a methodology for evaluating the attack of spittlebugs on sugar cane. Due to the pest's quarantine situation, *Zulia carbonaria*, another spittlebug species present in the region, was used instead. For customizing the methodology we used the sugar cane varieties CC 84 - 75 and CC 85 - 92. Three experiments were carried out in a factorial arrangement under a completely randomized design, to determine basic aspects such as: type of container for the development of secondary surface roots necessary for the first nymphal stages; age of the plant to infest with spittlebug nymphs; and optimal infestation density per plant. The results indicated that the best expression of damage was when infestation was with eight eggs of *Z. carbonaria* on plants that were 12 weeks old since transplanting, with a root development index of at least three, this using a PVC container as a pot, an adjustable cap of the same material, and a base of polystyrene. The resultant methodology, with a few adjustments in terms of the density of infestation, could be used with *A. varia* and other spittlebugs in sugar cane.

Key words: Sugar cane. Spittlebug. *Aeneolamia varia*. *Zulia carbonaria*.

Introducción

En junio de 2007 se encontraron adultos y ninfas del salivazo *Aeneolamia varia* (Fabricius, 1787) (Hemiptera: Cercopidae) en cultivos de caña de azúcar localizados en la zona rural del municipio de Yotoco, lo que constituyó el primer registro de esta especie en la caña sembrada para la producción de azúcar en el valle del río Cauca en Colombia (ICA 2007). En países vecinos como Venezuela, Brasil, Ecuador y México, se han considerado a los salivazos (Hemiptera: Cercopidae) como plagas de importancia económica en la agroindustria azucarera (Gómez 2007). En Venezuela, se han registrado pérdidas hasta del 25% en producción debido a *A. varia* (Salazar y Proaño 1989); en Brasil, las pérdidas agrícolas e industriales causadas por *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) han ascendido a un 60% (Mendonça

2001); en Ecuador, *Mahanarva andigena* (Jacobi, 1908) reduce el contenido de sacarosa entre 15 y 34% (Mendoza 2001); en México, *Aeneolamia albofasciata* (Lallemand, 1939) causa pérdidas hasta de 9 ton/ha (De la Cruz-Llanas *et al.* 2005). Las pérdidas ocasionadas se deben a que la mayoría de las variedades comerciales de caña de azúcar en Brasil, Venezuela, México y Colombia son susceptibles al ataque de tres géneros de salivazos, *Mahanarva*, *Prosapia* y *Aeneolamia* (Sáenz *et al.* 1999; Peck *et al.* 2004; Madaleno *et al.* 2008).

Diferentes autores han propuesto metodologías para la cría de salivazos con el fin de evaluar la resistencia en pastos o en caña de azúcar bajo condiciones de campo, laboratorio e invernadero. En Venezuela, Linares (1984) introdujo la utilización de una escala gráfica para evaluar el daño foliar y seleccionar variedades resistentes o tolerantes

¹ Estudiante Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, vivianacuaran@gmail.com. ² M. Sc. Entomólogo II, Cenicaña, ucaastro@cenicana.org; ucaastro.11@gmail.com, autor para correspondencia. ³ Ph. D. Entomólogo I, Cenicaña, aebustillo@cenicana.org. ⁴ Profesora Asociada, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, ncmesac@palmira.unal.edu.co. ⁵ I. A. Cenicaña, gerson.85@hotmail.com. ⁶ Biometrista, Cenicaña, camoren@cenicana.org. ⁷ Ph. D. Cenicaña, entom.lag@gmail.com.

a *A. varia* en condiciones de campo. La metodología consistía en evaluar las hojas 3, 4, 5 y 6 y compararlas con la escala establecida. Figueroa *et al.* (2003) al usar la misma escala gráfica y unido a la captura de adultos en trampas adherentes lograron identificar a SP 70 - 1284, Caña Blanca y B 75 - 403 como variedades tolerantes contra *A. varia*. Dinardo-Mirando *et al.* (1999), al evaluar en condiciones de campo los daños de *M. fimbriolata* sobre genotipos de caña de azúcar, encontraron que IAC82-3092 e IAC83-2405 fueron los más productivos a través de tres cortes, a pesar de que durante la evaluación se presentó una alta infestación de este salivazo. Por otra parte, Cardona *et al.* (1999) propusieron una metodología para evaluar la resistencia del pasto *Brachiaria* spp., a infestaciones de *A. varia*. La metodología consistió en usar una planta sembrada en un tubo de policloruro de vinilo (PVC) de 5,3 cm de diámetro por 6,5 cm de longitud y una tapa del mismo material de 4,8 cm de diámetro por 3,0 cm de longitud con un orificio central de 2,5 cm de diámetro. Ellos infestaron plantas con densidades crecientes desde 2 hasta 12 ninfas por planta y encontraron que la densidad óptima era de 10 huevos por planta. La variable de evaluación fue el daño foliar de la planta, a través de una escala de calificación previamente establecida. Para los ensayos de selección de variedades definieron que finalizaba una vez emergieron los primeros adultos. Con este método, encontraron que las variedades BR93NO/1371 FM9406/1044/025 y CIAT 6294 eran resistentes a *A. varia*. De la Cruz *et al.* (2005) establecieron un método en caña de azúcar para desarrollar tablas de vida de *A. albofasciata* (= *postica*) al sembrar trozos de tallos en bolsas de polietileno de color negro de 25 x 30 cm. Después de tres semanas de sembradas las plantas, las raíces fueron expuestas, mediante cortes hechos en los costados de las bolsas e infestadas con 1 a 5 ninfas. A los 23 días después de infestadas las plantas, los adultos emergieron y obtuvieron una supervivencia promedio del 16,3%. García *et al.* (2006) también desarrollaron un método de cría para estudiar la biología y fertilidad de *M. fimbriolata*. La metodología consistió en plántulas de caña de azúcar situadas en recipientes de 500 ml cerrados con una tapa de plástico que contenía un orificio de ventilación en el medio (2 cm de diámetro) y cada recipiente se infestó con 10 ninfas. En este estudio se obtuvo una supervivencia de 94% de ninfas. Asimismo, Guimarães *et al.* (2007) al evaluar la resistencia de la caña de azúcar a *M. fimbriolata*, infestaron plantas (94 días de sembradas) que se encontraban en recipientes de 15 L con 10 ninfas de 21 días de edad; 17 días antes de la infestación cubrieron la superficie de la planta con una capa de hojas y cogollos secos para simular los residuos de la cosecha y así favorecer la proliferación de las raíces y el desarrollo de las ninfas. También, usaron plantas sin infestar como testigos. A pesar que Guimarães *et al.* (2007) evaluaron varios parámetros sobre la planta, no evaluaron en forma visual el daño causado en las hojas. La supervivencia alcanzada en la variedad SP 80 -1816 fue de 80%. Sin embargo, la variedad SP 83-5073 solo tuvo un 30% de supervivencia atribuido a la resistencia de esta variedad a *M. fimbriolata*.

Con motivo de la detección de *A. varia* en el valle del río Cauca, y ante la necesidad de disponer de una metodología confiable para evaluar el comportamiento de las variedades de caña de azúcar producidas por Cenicaña ante el ataque de salivazos, se planteó como objetivo general de esta investigación, el adaptar una metodología desarrollada por

Cardona *et al.* (1999) en pasto braquiaria, para evaluar el daño del salivazo sobre caña de azúcar con los siguientes objetivos específicos: a) Determinar el tipo de maceta para la proliferación de las raíces secundarias superficiales necesarias para el desarrollo de los primeros estadios ninfales; b) Determinar la edad de la planta para infestar con ninfas de salivazo y c) Determinar la densidad de infestación óptima por planta.

Materiales y Métodos

Los ensayos se llevaron a cabo bajo condiciones de invernadero (temperatura media anual de 23°C y humedad relativa del 86%), en la estación experimental de CENICAÑA, localizada en San Antonio de los Caballeros, municipio de Florida, Valle del Cauca, Colombia. Para ajustar la metodología en caña de azúcar se utilizó *Zulia carbonaria* (Lallemand, 1939) en lugar de *A. varia* debido a la restricción cuarentenaria de esta última en cultivos de caña, y así evitar su dispersión fuera de la zona de emergencia fitosanitaria comprendida entre los municipios de Yotoco y Tulúa (ICA 2007).

Las variedades evaluadas en los ensayos fueron CC 85-92 y CC 84 - 75, que ocupan el mayor porcentaje del área sembrada comercialmente en el valle del río Cauca. Estas se reprodujeron vegetativamente por yemas (Victoria *et al.* 1997) y se sometieron a un pre-tratamiento térmico en agua a 51 °C durante 10 minutos. Al día siguiente por una hora, a la misma temperatura, seguido de un tratamiento químico con una solución de carboxin (Vitavax® 3,0 g/L) durante 10 minutos para evitar la propagación de enfermedades. Las yemas se sembraron en camas de enraizamiento sobre carbonilla esterilizada y regadas con agua durante dos semanas hasta que se trasplantaron a semilleros plásticos (bandejas de 25 x 40 x 12 cm de alto, con 40 compartimientos de 4,0 cm de diámetro para trasplante), donde permanecieron por cuatro semanas. En el trasplante, las raíces de cada planta se cubrieron con una capa de 40 gramos de suelo humedecido dándole forma de "pera", se colocaron en un maceta de policloruro de vinilo (PVC) o poliestireno expandido que contenía 20 gramos de suelo húmedo y se agregó 30 gramos más de suelo en los bordes de la maceta. Finalmente, se puso la tapa (bujer reductor de PVC o poliestireno) y en el agujero de la tapa se puso una espuma de poliuretano para cerrar la unidad. Las condiciones de oscuridad y alta humedad, además de la forma de "pera" expuesta, originó la proliferación de raíces secundarias necesarias en la superficie para la alimentación de las ninfas del salivazo (Fig. 1). Las plantas se fertilizaron con NPK a los ocho días después del trasplante en las macetas (PVC o vaso de poliestireno) con la concentración de 20 g/L, una semana después con urea a la dosis 2,0 g/L. Finalmente, a los 21 días después del trasplante se realizó la última fertilización con NPK. Cada planta se fertilizó con 15 ml de las soluciones arriba mencionadas. Cuatro semanas después del trasplante, las raíces, en estado óptimo para la alimentación de las ninfas, se infestaron con huevos de *Z. carbonaria* próximos a eclosionar.

Selección del tipo de maceta. Se utilizaron dos tipos de macetas. La primera consistió en una unión de PVC de 6,8 cm de diámetro por 6,5 cm de altura con un buje reductor de 6,0 cm de diámetro por 4,0 cm de alto que funcionó como tapa. En un extremo de la unión contenía una base de poliestireno con siete perforaciones para la filtración del agua. La segunda

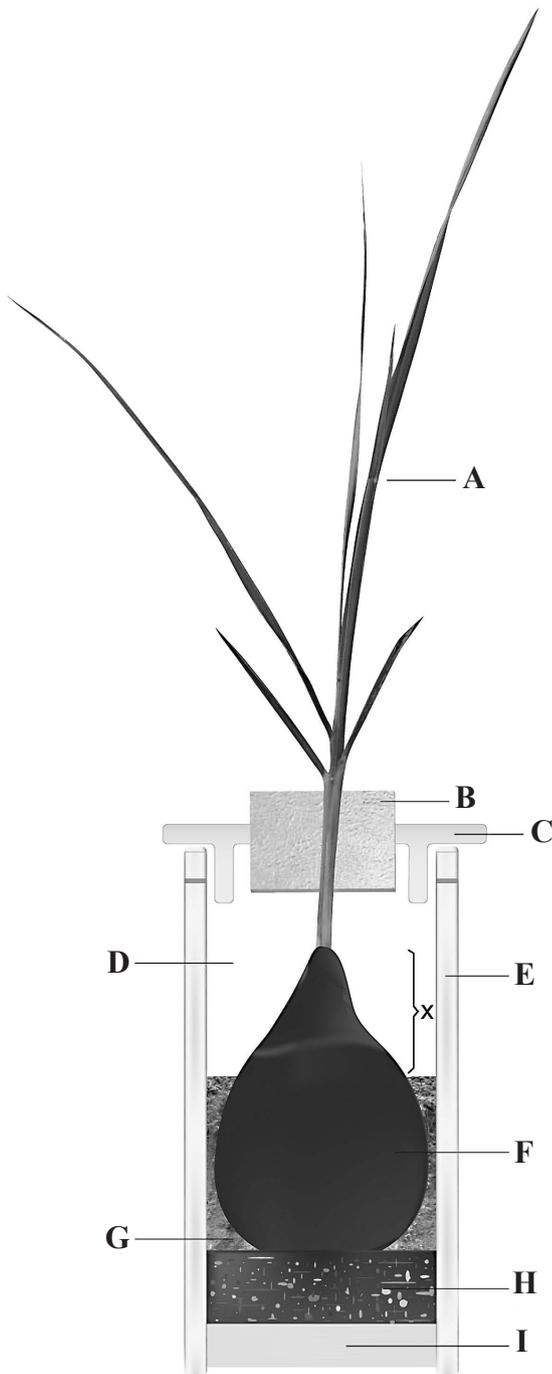


Figura 1. Unidad experimental para la evaluación de las variedades de caña de azúcar con ninfas de *Zulia carbonaria*. A. Planta de caña de azúcar. B. Espuma poliuretano. C. Buje reductor de PVC. D. Espacio vacío. E. Unión de PVC. F. Suelo húmedo en forma de pera. G. Suelo de relleno. H. Suelo base. I. Base de poliestireno. X. Zona para la proliferación de las raíces. Dibujo: Alcira Arias (CENICAÑA).

maceta fue un vaso de poliestireno de 6 onzas de capacidad. En cada tipo de maceta se sembró una planta (con un solo tallo) de caña de azúcar con las variedades CC 84 - 75 o CC 85 - 92. La variable de evaluación fue la calificación visual de las raíces secundarias expuestas en la superficie del suelo donde: 1= raíz ausente, 2 = escasa, 3 = poca raíz, 4 = abundante. Se utilizó un arreglo factorial de 2 x 2 (2 variedades y 2 tipos de macetas) en un diseño completamente aleatorio con 60 repeticiones.

Selección de la edad de la planta. Se utilizó un arreglo factorial 2 x 4 x 2 (2 variedades, CC 84 - 75 y CC 85 - 92; cuatro edades de la planta, 8, 10, 12 y 14 semanas después de la siembra; dos densidades de infestación, el testigo sin huevos y seis huevos por planta) en un diseño experimental completamente aleatorio con 30 repeticiones. Se evaluó: calificación visual de las raíces; calificación visual del daño foliar en una escala de evaluación de 1 - 5, como la propusieron Cardona *et al.* (1999) para pasto braquiaria donde: 1= planta aparentemente no afectada, 2 = planta afectada en 25% del área foliar, 3 = planta afectada en 50% del área foliar, 4 = planta afectada en 75% del área foliar y 5 = planta muerta y afectada en 100% del área foliar; y el porcentaje de supervivencia de las ninfas en cada variedad y edad de siembra.

Selección de la densidad de infestación. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio con 30 repeticiones para un arreglo factorial 2 x 5 (2 variedades, CC 84 - 75 y CC 85 - 92; cinco densidades de infestación: 0, 5, 10, 15 y 20 huevos, próximos a eclosionar por planta). Las variables de evaluación fueron: calificación visual del daño foliar y el porcentaje de supervivencia de las ninfas y adultos en cada variedad por densidad de infestación. El ensayo se concluyó una vez emergieron los primeros adultos.

Análisis. Para el análisis de la información se utilizó el procedimiento *Mixed* del programa estadístico SAS 9.1.3 (Statistical Analysis System 2004). En el análisis de varianza se usó el modelo apropiado al diseño experimental para detectar diferencias significativas entre los tratamientos. Los promedios y las diferencias entre ellos se estimaron por mínimos cuadrados de acuerdo con la opción LSMEANS del procedimiento *Mixed*. Para la separación de medias se usó una probabilidad de $P \leq 0,05$. También se descompuso la variabilidad debida a edades y densidades en sus componentes lineales y cuadráticas y se estimaron los correspondientes modelos de acuerdo con su significancia.

Resultados y Discusión

Selección del tipo de maceta. El análisis de varianza de la escala de calificación visual de la cantidad de raíces secundarias y superficiales mostraron diferencias significativas entre las dos macetas ($F = 92,73$; $df = 1,0$; $P \leq 0,0001$) y no se encontraron diferencias significativas entre las dos variedades ($F = 1,16$; $df = 1,0$; $P \leq 0,2815$). Sin embargo, se encontró interacción significativa "Maceta*variedad" ($F = 14,53$; $df = 1,0$; $P \leq 0,0002$). Al realizar un análisis más detallado de las diferencias de esta fuente de variación se encontró una superioridad significativa de los promedios de la maceta PVC en las dos variedades ($F = 92,73$; $df = 1,0$; $P \leq 0,0001$). De acuerdo con lo anterior, en la calificación visual de las raíces (Escala 1-4) la maceta PVC tuvo un promedio significativamente mayor ($3,05 \pm 0,06$) con relación al vaso de poliestireno ($2,20 \pm 0,06$). Aunque las metodologías usadas por Guimarães *et al.* (2007) y De la Cruz *et al.* (2005) sirvieron para lograr la producción de las raíces, De la Cruz *et al.* (2005) expusieron las raíces, al realizar cortes sobre la bolsa polietileno al momento de la infestación, lo que sucedió a los 21 días de sembradas las plantas. Guimarães *et al.* (2007), cubrieron con hojarasca las plantas 17 días antes de la infestación en los recipientes de 15 L de capacidad, es por esto que la maceta de PVC tiene ventajas, ya que provee condiciones de oscuridad

para evitar que se lignificaran las raíces por acción de los rayos solares y mantiene una humedad y temperatura constante para la producción de las raíces. Guimarães *et al.* (2007) y De la Cruz *et al.* (2005) utilizaron más suelo por planta que la utilizada en este estudio. El resultado de seleccionar la maceta de PVC coincidió con el obtenido por Cardona *et al.* (1999) para pasto braquiaria, quienes señalaron que la maceta PVC fue la mejor para el desarrollo de estas plantas.

Selección de la edad de la planta. Al realizar el análisis de varianza para la calificación visual de las raíces, éste mostró solo diferencias significativas para la fuente de variación “edad de las plantas” de caña de azúcar ($F = 83,55$; $df = 3,0$; $P \leq 0,0022$) (Tabla 1). Se cuantificaron entonces los efectos lineales, cuadráticos y cúbicos de la edad en la variable calificación de la raíz, y se observó un efecto cuadrático ($F = 9,09$; $df = 1,0$; $P \leq 0,0570$) (Tabla 1). La relación funcional cuadrática de la calificación de la raíz se expresó de la siguiente manera: $Y = -2,17 + 0,7152X - 0,02292X^2$, donde: “Y” es la calificación de la raíz estimada y “X” es la edad de siembra de la planta. El valor de edad con el que se consiguió la máxima calificación de raíz fue de 15,6 semanas con un valor de 3,4 en la escala. Sin embargo, se pueden infestar plantas que tengan una calificación promedio mínima 3,0 cuya calificación visual de raíz la alcanzan las plantas de 12 semanas de edad.

El análisis de varianza para la variable calificación visual del daño foliar mostró una interacción significativa de “variedad por edad” ($F = 3,18$; $df = 3,0$; $P \leq 0,0017$) (Tabla 1). Un análisis comparativo de los promedios de calificación visual del daño foliar entre las edades para cada una de las variedades mostró, que la edad de 10 semanas fue la única edad que presentó un promedio significativamente menor que las otras edades para la variedad CC 85 - 92, y con respecto a CC 84 - 75, no hubo diferencias significativas entre las edades (Tabla 2). Estos resultados, permiten concluir que no hay una diferencia marcada entre las edades en cuanto a la calificación visual del daño foliar para las dos variedades, las cuales presentaron un promedio de 3,89 \pm 0,05 y 3,70 \pm 0,05 para CC 85 - 92 y CC 84 - 75, respectivamente (Tabla 2).

No se detectaron diferencias significativas entre edades, variedades y su interacción para la variable supervivencia de

las ninfas de *Z. carbonaria*. Los resultados de supervivencia asociados a las diferentes edades fueron: edad de 8 (80,9 \pm 3,0), 10 (80,9 \pm 3,0), 12 (84,1 \pm 3,0) y 14 (84,4 \pm 3,0). Esta supervivencia promedio estuvo por encima al 16,3% obtenido por De la Cruz (2005), igual al de Guimarães *et al.* (2007) sobre la variedad susceptible SP 80-1816 e inferior al 94% de García *et al.* (2006). Sin embargo, la supervivencia promedio conseguida se considera apropiada para esta metodología.

Con base en los anteriores resultados, se escogieron las plantas de 12 semanas porque presentaron una calificación visual de raíz óptima para ser infestadas, no se detectaron diferencias significativas para la supervivencia de las ninfas ni la calificación visual del daño foliar. Además, el tiempo en que se obtienen raíces para infestar las plantas es menor al encontrado por Guimarães *et al.* (2007).

Selección de la densidad de infestación. El análisis de varianza de la variable porcentaje de supervivencia mostró diferencias significativas entre las densidades de infestación ($F = 5,61$; $df = 4,0$; $P \leq 0,001$) y presentó un comportamiento lineal significativo ($F = 14,23$; $df = 4,0$; $P \leq 0,0002$). La supervivencia de las ninfas fue mayor en plantas infestadas con 5 (82,67 \pm 2,5) y 10 (76,67 \pm 2,5) ninfas con una supervivencia superior al 76% y menor para las plantas con 15 (69,5 \pm 2,5) y 20 (70,67 \pm 2,5) ninfas por planta. Además, no hubo significancia para la interacción “variedad por densidad” en la variables supervivencia ($F = 1,02$; $df = 4,0$; $P \leq 0,3858$) y calificación visual de daño foliar ($F = 0,53$; $df = 4,0$; $P \leq 0,6598$).

Para la calificación visual de daño foliar en las densidades de infestación se encontraron diferencias significativas ($F = 19,36$; $df = 4,0$; $P \leq 0,0001$). Fue significativamente superior con 15 (4,18 \pm 0,07) y 20 (4,21 \pm 0,07) ninfas por planta, seguido de 10 (3,90 \pm 0,07) ninfas y finalmente de las de 5 (3,48 \pm 0,07) ninfas por planta. Además, el análisis de varianza encontró diferencias significativas ($F = 25,61$; $df = 1,0$; $P \leq 0,0001$) entre las variedades ya que CC 85 - 92 presentó mayor daño foliar (4,14 \pm 0,05) comparado con la CC 84 - 75 (3,75 \pm 0,05).

Debido a que las densidades de 5 y 10 ninfas presentaron el mayor porcentaje de supervivencia y la menor calificación visual de daño foliar y a la no interacción significativa “variedad por densidad”, y al hecho de que aún no se han en-

Tabla 1. Valores de F y probabilidad mayor de F del análisis de varianza para las variables calificación visual de las raíces y calificación visual del daño foliar (Cardona *et al.* 1999) en el ensayo edad de la planta.

Variable (Calificación visual)	Fuente de variación	Valor de F	Pr > F
raíces	Variedad	0,01	0,9258
	Edad	83,55	0,0022
	Variedad*Edad	0,23	0,8689
	Lineal	240,43	0,0006
	Cuadrática	9,09	0,0570
daño foliar	Cubica	1,35	0,3287
	Variedad	1,09	0,2968
	Edad	4,05	0,0079
	Variedad*Edad	3,18	0,0017

Tabla 2. Estimación y comparación de promedios de calificación visual del daño foliar (Cardona *et al.* 1999) por edad para cada una de las variedades en el ensayo edad de la planta.

Variedad	Edad	Daño ¹
CC 85-92	8	4,11a
	10	3,38b
	12	4,29a
	14	3,78a
CC 84-75	8	3,64a
	10	3,76a
	12	3,80a
	14	3,96a
CC 85-92	Promedio	3,89
CC 84-75	Promedio	3,70

¹ Promedios con la misma letra no difieren significativamente ($P \leq 0,05$).

Tabla 3. Densidades de infestación por planta con ninfas de *Zulia carbonaria* y su correspondiente calificación visual de daño foliar estimado (F = 6,18; df = 1,0; P ≤ 0,0136) (Cardona *et al.* 1999).

Densidad	Daño foliar	Densidad	Daño foliar
5	3,48	13	4,08
6	3,58	14	4,13
7	3,67	15	4,16
8	3,76	16	4,19
9	3,84	17	4,21
10	3,91	18	4,22
11	3,98	19	4,22
12	4,03	20	4,22

contrado variedades resistentes o susceptibles, se tomó como referencia en este experimento, el daño promedio ocasionado en la variedad menos afectada, la cual correspondió a la CC 84 - 75 (3,70 ± 0,05). Con base en la significancia del comportamiento cuadrático de la calificación visual de daño foliar (F = 6,18; df = 1,0; P ≤ 0,0136) como una función de la densidad, la calificación visual de daño foliar estimada se pudo expresar a través de la fórmula $Y = 2,85031 + 0,14388X - 0,00377X^2$ donde: "Y" es la calificación visual de daño foliar estimada y "X" es la densidad de infestación o número de ninfas por planta.

Con esta ecuación, se estimaron los diferentes daños ocasionados por el aumento de las ninfas en el intervalo comprendido entre 5 y 20 ninfas por planta (Tabla 3). Al interpolar el número de ninfas y el daño que causaban, se obtuvo una densidad óptima de ocho ninfas por planta de caña de azúcar, con una calificación de visual de daño foliar estimada de 3,76 muy cercana a la observada 3,75 en la variedad CC 84 - 75. Guimarães *et al.* (2007) y García *et al.* (2011) indicaron que infestaron las plantas con 10 ninfas por planta pero no dicen cómo calcularon esta densidad de infestación y si ésta fue la óptima. Además, Guimarães *et al.* (2007) lograron identificar a la variedad SP 83-5073 como resistente a causa de la baja supervivencia de *M. fimbriolata*, pero no se puede descartar que parte de esta mortalidad pudiera ser debida a competencia de las ninfas por el alimento. Por otro lado, la metodología para encontrar la densidad de infestación de ocho ninfas por planta en caña de azúcar, es similar a la hallada por Cardona *et al.* (1999) al usar densidades crecientes de ninfas por planta, lo que permitió encontrar una densidad óptima de infestación de las plantas de *Brachiaria* spp. Esto permite descartar mortalidad debida a competencia intraespecífica, subvaloración del daño de la planta por baja infestación, y evita que una sobrepoblación del insecto muestre una falsa susceptibilidad de las plantas a su ataque.

Se estableció una metodología para evaluar la resistencia/susceptibilidad de las variedades de caña de azúcar al ataque de ninfas de *Z. carbonaria* al usar plantas de caña de azúcar sembradas en una unión de PVC de 6,8 cm de diámetro por 6,5 cm de altura con un buje reductor de 6,0 cm de diámetro por 4,0 cm de alto, que funciona como tapa y en el extremo una base de poliestireno (Fig. 1). Las plantas tendrán 12 semanas de edad con calificación visual de las raíces mínima de tres (escala 1 - 4) para ser infestadas con ocho huevos de *Z. carbonaria*. Esta metodología tiene ventajas con relación a otras desarrolladas para condiciones de campo para

identificar y seleccionar variedades resistentes o susceptibles (Figueroa *et al.* 2003, Dinardo-Mirando *et al.* 1999, Linares 1984) porque evita que variedades aparentemente resistentes sean seleccionadas a causa de un escape por baja población del insecto plaga. Asimismo, es más rápida porque acorta el tiempo de evaluación comparadas con las usadas en campo. Guimarães *et al.* (2007), emplea muchas variables dispendiosas de medir y que, además, demandan mucho tiempo. En contraste, la metodología aquí establecida, solo evalúa la supervivencia de las ninfas y la calificación visual del daño foliar sobre la planta. Esta metodología se podrá usar para otras especies de salivazo que ataquen caña de azúcar, como *A. varia* y *Prosapia simulans* (Walker) reportadas en el Valle del Cauca (Castro *et al.* 2009) y permitirá agilizar el proceso y la estrategia de mejoramiento en la obtención de nuevas variedades de caña de azúcar en donde se introduzcan las fuentes de resistencia detectadas y seleccionadas.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia por la financiación de este trabajo dentro del proyecto 213-2008G42065-6647. Al personal de Cenicaña Alcira Arias, Álvaro Tulio Urresti, Orlando Rojas, Edison Quiñones, Luis Arboleda, Gustavo Botina, Bernardo Portilla, Daniel Díaz, Luis Bolaños, Carlos A. Sendoya (UN-Palmira) y Donny E. Fernández (SENA-Buga).

Literatura citada

- CARDONA, C.; MILES J. W.; SOTELO, G. 1999. An improved methodology for massive screening of *Brachiaria* spp. Genotypes for resistance to *Aeneolamia varia* (Homoptera: Cercopidae). *Journal Economic Entomology* 92 (2): 490-496.
- CASTRO, U.; GÓMEZ, L. A.; GUTIÉRREZ, Y.; ANDRADE, L. P.; VILLEGAS, A.; BERNAL, N. 2009. Distribución y especies de salivazo (Hemiptera: Cercopidae) asociados con la caña de azúcar (*Saccharum* spp. L.) en el Valle del Cauca y Colombia. *Memorias VIII Congreso Tecnicaña, Cali, Colombia, Tecnicaña: 144-151.*
- DE LA CRUZ-LLANAS, J. J.; VERA-GRACIANO, J.; LÓPEZ-COLLADO, J.; PINTO, V. M.; GARZA-GARCÍA, R. 2005. Una técnica simple para el desarrollo de ninfas de *Aeneolamia postica* (Homoptera: Cercopidae). *Folia Entomológica Mexicana* 44 (1): 91-93.
- DINARDO-MIRANDA, L. L.; FIGUEIREDO P.; LANDELL, M. G. A.; FERREIRA, J. M. G.; DE CARVALHO, P. A. M. 1999. Danos causados pelas cigarrinhas das raízes (*Mahanarva fimbriolata*) a diversos genótipos de cana-de-açúcar. *Stab* 17 (5): 48-52.
- FIGUEROA, L.; HERNÁNDEZ L., L.; LINARES, B. 2003. Determinación de umbrales de daño fisiológico causados por la candelilla de la caña de azúcar, *Aeneolamia varia* F. (Homoptera: Cercopidae) en los valles Turbio y Yaracuy, Venezuela. *Año 2003. Caña de Azúcar* 21 (2): 3-19.
- GARCÍA, J. F.; MACHADO BOTELHO, P. S.; POSTALI PARRA, J. R. 2006. Biology and fertility life table of *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane. *Scientia Agricola* 63 (4): 317-320.
- GÓMEZ, L. A. 2007. Manejo del salivazo *Aeneolamia varia* en cultivos de caña de azúcar en el valle del río Cauca. *Carta trimestral* 29 (2-3): 10-17.
- GUIMARÃES, E. R.; MUTTON, M. A.; FERRO M. I. T.; SILVA, J. A.; MUTTON, M. J. R.; KALAKI, D. B.; MADALENO, L. L. 2007. Evidence of sugarcane resistance against *Mahanarva*

- fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae). Proceedings International Society of Sugarcane Technology 26: 901-908.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) 2007. Resolución No. 1932, 18 de julio de 2007. Por la cual se declara la emergencia fitosanitaria en una zona productora de caña de azúcar del Valle del Cauca. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/getattachment/aab3f491-d05a-4cf0-b2dd-9db3f1263c36/1932.aspx>. [Fecha revisión: 16 enero 2012].
- LINARES F., B. A. 1984. Metodología de evaluación de candelilla y *Diatraea* en ensayos de variedades de caña de azúcar. Caña de Azúcar 2(2):109-113.
- MADALENO, L. L.; RAVANELLI, G. C.; PRESOTTI, L. E.; MUTTON, M. A.; FERNANDES, O. A.; MUTTON, M. J. R. 2008. Influence of *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) injury on the quality of cane juice. Neotropical Entomology 37 (1):68-73.
- MENDONÇA, A. F. 2001. Manejo integrado del salivazo de la raíz de la caña de azúcar. *Mahanarva fimbriolata* en Brasil. Memorias del I Taller Latino Americano sobre plagas de la Caña de Azúcar. Guayaquil, Nov. 28-30. Aeta-Atalac: 48-55.
- MENDOZA, J. R. 2001. Bioecología del Salivazo de la caña de azúcar, *Mahanarva andigena* (Hom: Cercopidae) en el Ecuador. Memorias del I Taller Latino Americano sobre plagas de la Caña de Azúcar. Guayaquil, Nov. 28-30. Aeta-Atalac.: 40-47.
- PECK, D. C.; RODRÍGUEZ, J.; GÓMEZ, L. A. 2004. Identity and first record of the spittlebug *Mahanarva bipars* (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cercopidae) on sugarcane in Colombia. Florida Entomologist 87 (1): 82-84.
- SÁENZ, C.; ALFARO, D.; SALAZAR, J. D.; RODRÍGUEZ, A.; OVIEDO, R. 1999. Evolución histórica del manejo de plagas en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. Disponible en: <http://www.infoagro.go.cr/Agricola/tecnologia/cazucar/cana6.htm>. [Fecha revisión: 16 enero 2012].
- SALAZAR, J.; PROAÑO, L. 1989. Pérdidas ocasionadas por la candelilla de la caña de azúcar (*Aeneolamia varia*) en el área de influencia del central Río Turbio: Estudio comparativo de las zafras 84/85 y 85/86. Caña de Azúcar 7 (2): 49-54.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. 2004. Software SAS: version 9.1.3. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- VICTORIA, J. I.; VIVEROS, C. A.; CASSALETT, C.; CALDERÓN, H. 1997. Establecimiento de semilleros limpios, CENICAÑA, 20 p.

Recibido: 20-ene-2012 • Aceptado: 6-nov-2012