

Desarrollo de híbridos de *Brachiaria* resistentes a cuatro especies de salivazo (Homoptera: Cercopidae)

Development of *Brachiaria* hybrids resistant to four species of spittlebug (Homoptera: Cercopidae)

GUILLERMO SOTELO¹, CÉSAR CARDONA M.², JOHN MILES²

Revista Colombiana de Entomología 29 (2): 157-163 (2003)

Resumen. La generación e identificación de híbridos de *Brachiaria* spp. con altos niveles de resistencia a *Aeneolamia varia* (F.) y la caracterización de los mecanismos de resistencia a otras especies de salivazo, son aspectos muy importantes en un programa de mejoramiento de forrajes que se basa en el siguiente ciclo bianual de selección recurrente: a) Generación y siembra en campo de miles de híbridos; b) Selección de los híbridos con mejor respuesta agronómica; c) Evaluación en invernadero y descarte masivo por susceptibilidad al ataque de *A. varia* (500-1.000 híbridos, dos repeticiones por híbrido); d) Evaluación más detallada de la resistencia varietal a *A. varia* y a otras especies de salivazo (aproximadamente 100 híbridos, 10 repeticiones por especie de salivazo); e) Selección en campo por resistencia a salivazo y comportamiento agronómico de aquellos materiales que hayan mostrado la resistencia mayor al insecto en condiciones de invernadero. Al comparar las medias de daño entre poblaciones de los dos últimos ciclos de selección, se encontró una disminución significativa ($P < 0.05$) de 3,2 a 2,3 en una escala de 1 a 5, es decir, un 28% de ganancia en resistencia. Esto confirma la utilidad del esquema de mejoramiento y la confiabilidad de la metodología de evaluación. También se lograron avances significativos en la comprensión de los mecanismos de resistencia de los híbridos de *Brachiaria* spp. a cuatro especies de salivazo y en la identificación de híbridos con resistencia múltiple a dos o más especies.

Palabras clave: Mión de los pastos. Resistencia. *Aeneolamia varia*. *Aeneolamia reducta*. *Zulia carbonaria*. *Zulia pubescens*. *Brachiaria decumbens*. *Brachiaria brizantha*.

Summary. The production and identification of *Brachiaria* hybrids with high levels of resistance to *Aeneolamia varia* (F.) and the characterization of mechanisms of resistance to other spittlebug species are very important steps in a *Brachiaria* breeding scheme. This scheme is based on the following bianual cycle of recurrent selection: a) Production and field testing of thousand of hybrids; b) Selection for agronomic adaptation and performance; c) Greenhouse evaluation for resistance to *A. varia* (500-1000 hybrids with two repetitions per hybrid); d) Detailed evaluation for resistance to *A. varia* and other spittlebug species (ca. 100 hybrids, ten repetitions per hybrid); e) Field testing for resistance and agronomic performance of those hybrids selected for resistance under greenhouse conditions. Comparison of average damage scores in two consecutive cycles of selection showed that damage levels decreased from 3,2 to 2,3 ($P < 0.05$) in a scale of 1 to 5, i. E., about 28% gain in resistance. These data confirm the reliability of both the selection scheme and the evaluation methodology. Significant advances were made in the understanding of differential mechanisms of resistance of *Brachiaria* sp. to four species of spittlebug and in the identification of hybrids with multiple resistance to two or more spittlebug species.

Key words: Spittlebug. Resistance. *Aeneolamia varia*. *Aeneolamia reducta*. *Zulia carbonaria*. *Zulia pubescens*. *Brachiaria decumbens*. *Brachiaria brizantha*.

Introducción

Con la introducción inicial y el posterior mejoramiento genético de forrajes procedentes de África se ha buscado una mejora sostenible de la producción en suelos ácidos y de baja fertilidad en los cuales se desarrolla la ganadería extensiva en América tropical. Se busca proteger el suelo contra la erosión, así como mejorar su fertilidad, actividad biológica y estructura (CIAT 1993). *Brachiaria decumbens* (Stapf) cv. 'Basilisk' es el cultivar que ha llenado mejor las expectativas de los productores por su buen comportamiento agronómico, amplia adaptación y calidad forrajera. Desafortunadamente, *B. decumbens* es un material altamente susceptible a salivazo (Lapointe *et al.* 1992). La falta de conocimiento sobre la familia Cercopidae, como plaga de gramíneas forrajeras, ha dificultado

el desarrollo de estrategias apropiadas para el manejo de salivazo en pasturas tropicales (Peck 2000). En América tropical, estos insectos están ampliamente distribuidos desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Argentina. Los salivazos de mayor importancia económica pertenecen a los géneros *Aeneolamia*, *Zulia*, *Mahanarva*, *Notozulia*, *Deois* y *Prosapia* (Calderón *et al.* 1982). Los de mayor importancia en Colombia son los géneros *Aeneolamia* y *Zulia*. Las especies más importantes son *A. varia* (Fabricius) en los Llanos Orientales, *A. reducta* (Distant) en la costa norte y en el Magdalena medio, *Z. carbonaria* (Lallemand) y *Z. pubescens* (Lallemand) en el piedemonte de la Amazonia, piedemonte de la Orinoquia, valle geográfico del río Cauca y Magdalena medio (Rodríguez 2001). Debido a que las pasturas se consideran cultivos de va-

lor bajo y ocupan extensiones grandes, el uso de algunas medidas de manejo como los productos químicos para el control del salivazo de los pastos, resulta demasiado oneroso por los costos del producto y la carencia de infraestructuras para su uso, por lo cual se dificulta su aplicación (Valerio *et al.* 1996).

Por esta razón, Lapointe y Sonoda (2001) consideran el uso de cultivares resistentes a enfermedades y plagas como la medida de control más efectiva, económica y ecológicamente viable, de rápida y fácil adopción por los productores de carne y leche. Son varios los trabajos emprendidos desde 1980, en varios países de Sur América, que buscan desarrollar cultivares resistentes a diferentes especies de salivazo (Lapointe *et al.* 1992). *Brachiaria brizantha* (A.Rich) Stapf cv. 'Marandú', fue

1 Autor para correspondencia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, A. A. 6713, Cali. E-mail: gsotelo@cgiar.org.or

2 Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT.

liberado en Brasil en 1984 como un cultivar promisorio por ser resistente a salvazo y por su buen comportamiento agronómico. Los trabajos de Nilakhe (1987), Ferrufino y Lapointe (1989), Lapointe *et al.* (1989), Cosenza *et al.* (1989) y Arango *et al.* (1991) confirmaron los altos niveles de resistencia de 'Marandú'. Desafortunadamente, este cultivar requiere suelos más fértiles que *B. decumbens* (Lapointe y Miles 1992), de allí la necesidad de desarrollar resistencia en materiales con mejor adaptación a suelos ácidos y pobres. Utilizando 'Marandú' como fuente primigenia de resistencia a *A. varia*, se inició una nueva etapa de mejoramiento de la *Brachiaria* cuyo objetivo final es combinar la adaptación edáfica y persistencia de *B. decumbens* con la resistencia a salvazo de *B. brizantha* (Miles *et al.* 1995; Miles y DoValle 1996).

En años recientes, el CIAT ha desarrollado metodologías rápidas y confiables para la evaluación por resistencia a diferentes especies de salvazo en invernadero y campo (Sotelo *et al.* 1998; Sotelo y Cardona 2001), con las cuales se han podido evaluar grandes cantidades de híbridos generados por fitomejoramiento. Se han desarrollado híbridos resistentes a *A. varia*, la especie de salvazo de más amplia distribución y de mayor impacto en los Llanos Orientales de Colombia (Sotelo y Cardona 2001). Posteriormente, se apreció la necesidad de extender los trabajos a otras especies de salvazo de importancia económica porque no se puede asumir que el comportamiento de resistencia de una es-

pecie forrajera sea igual para otras especies de salvazo (CIAT 2001). Un ejemplo de esto es la diversidad de resultados con respecto a la resistencia de CIAT 16203 [*Brachiaria jubata* (Fig. & De Not.) Stapf]. En Colombia, este material es antibiótico a ninfas de *A. varia* (Arango *et al.* 1991). Por el contrario, es susceptible a *Notozulia entrerriana* (Berg) en Brasil (Valerio *et al.* 1996). En el presente trabajo se presentan resultados de avances en la incorporación de resistencia a *A. varia* en *Brachiaria*, y se hace una comparación entre niveles de resistencia a otras especies de salvazo como resultado de trabajos encaminados a desarrollar resistencia múltiple al complejo de especies existentes en Colombia.

Materiales y Métodos

Generación y preselección de híbridos.

Para lograr sus objetivos, el programa de mejoramiento de *Brachiaria* del CIAT está aplicando un esquema de selección recurrente en una población sintética, tetraploide y sexual, de amplia base genética (el primer esquema descrito por Miles y do Valle, 1996). El objetivo es aumentar en cada nuevo ciclo de selección y recombinación, el desempeño promedio de la población en cuanto a resistencia a *A. varia* (y otros atributos) (Fig. 1).

Para el ciclo evaluado entre 1999 y 2000 (denominado "SX99"), se utilizaron como padres 10 clones sexuales identificados como resistentes a *A. varia* en el ciclo anterior. La recombinación genética de es-

tos clones se realizó en 1998. La semilla de estos 10 clones (resultado de polinización abierta entre 20 repeticiones de cada clon distribuido al azar en un bloque aislado) se cosechó y luego se sembró para producir la población "SX99". Después de ser propagada vegetativamente esta población de 3.218 plántulas individuales, se estableció en 1999 (sin repeticiones) en dos localidades: la estación del CIAT en Santander de Quilichao, Cauca (1.110 msnm; 23.8°C; 74% H.R.) y la finca Matazul en Puerto López, Meta (182 msnm; 25.4°C; 80% H.R.).

Preselección de híbridos. Dado el gran volumen de progenies generadas por polinización abierta, fue necesario realizar un descarte inicial por adaptación agronómica en el campo con base en una escala visual de cuatro puntos: 1. desechable; 2. de comportamiento dudoso; 3. satisfactorio; 4. sobresaliente. Los híbridos así preseleccionados se propagaron vegetativamente en CIAT para proveer a los diferentes grupos de trabajo con material suficiente para sus respectivas evaluaciones por resistencia a salvazo, por tolerancia al aluminio y por digestibilidad. Los híbridos entregados a la sección de Entomología de Forrajes se utilizaron inicialmente para hacer un primer descarte masivo por resistencia varietal a *A. varia*.

Evaluación en invernadero y descarte masivo por susceptibilidad a *A. varia*.

Para descartar híbridos susceptibles en forma rápida y confiable, se hizo en cada ciclo

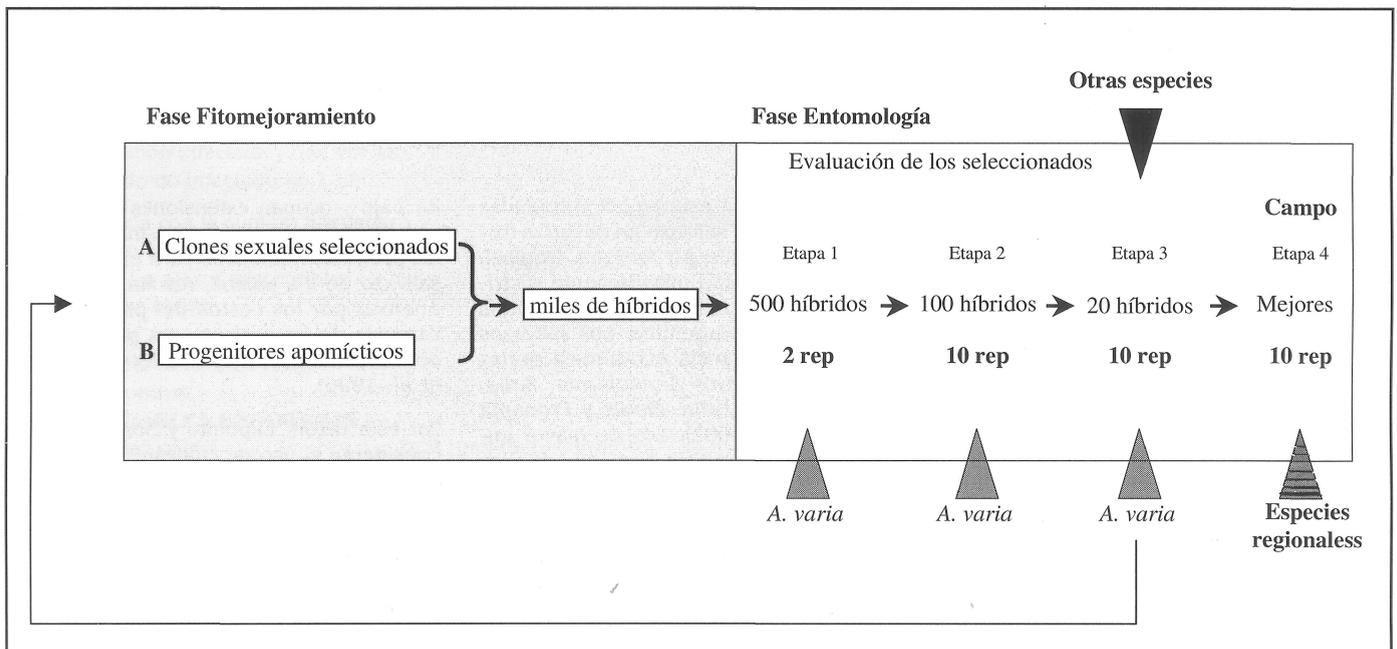


Figura 1. Ciclo bianual de selección recurrente para la obtención de híbridos de *Brachiaria* resistentes a *Aeneolamia varia* y a otras especies de salvazo. La fase de Fitomejoramiento comprende la generación de híbridos en casa de malla, su siembra en campo y la selección agronómica para entregar a Entomología. La fase de Entomología comprende una primera etapa en la cual se hace evaluación y descarte masivo en invernadero por susceptibilidad al ataque de *A. varia*. En la segunda etapa ocurre la evaluación detallada por resistencia a *A. varia*. En la tercera etapa se evalúan los materiales por resistencia a otras especies de salvazo para iniciar un nuevo ciclo de selección recurrente. La cuarta etapa comprende todas las labores encaminadas a evaluar por resistencia en campo y por comportamiento agronómico de aquellos híbridos que mostraron la mayor resistencia al insecto en condiciones de invernadero.

un tamizado preliminar de los centenares de híbridos entregados por la sección de Mejoramiento, usando dos repeticiones por material. Para confirmar niveles comparativos de resistencia o susceptibilidad, los testigos susceptibles CIAT 0606 y CIAT-0654 y los testigos resistentes CIAT 6294 y CIAT 36062 se evaluaron con 10 repeticiones. La evaluación por resistencia a *A. varia* se hizo con el método desarrollado por Sotelo *et al.* (1998). Las plantas se infestaron con 10 huevos previamente seleccionados en laboratorio y próximos a eclosionar por repetición. Luego de la eclosión, la infestación se dejó transcurrir sin interferencias hasta cuando las ninfas llegaron al quinto ínstar o aparecieron los primeros adultos. En este punto, cada uno de los híbridos y testigos se evaluaron mediante una escala de daño de 1 a 5 (Sotelo *et al.* 1998). Los materiales con calificaciones de daño mayores de 2,0 se descartaron. Aquellos con calificaciones de daño inferiores a 2,0, se evaluaron por supervivencia de ninfas mediante el recuento de ninfas supervivientes y/o adultos emergidos y se clasificaron por su respuesta como resistentes (< 30% de supervivencia), intermedios (31–50%) o susceptibles (> 51%). Los híbridos resistentes e intermedios se reevaluaron posteriormente utilizando 10 repeticiones por material. Los mejores por resistencia a *A. varia* en el ciclo de 2000, fueron luego evaluados por resistencia a otras especies de salivazo importantes en Colombia (*Z. carbonaria*, *Z. pubescens*, *A. reducta*). Para esta fase se utilizó el método anterior (Sotelo *et al.* 1998), trabajando cada especie de insecto por separado.

Evaluación en campo. La evaluación por resistencia a salivazo en condiciones de campo, es una de las etapas más importantes en el proceso de selección de materiales resistentes, debido a la necesidad de validar los resultados obtenidos en invernadero y conocer la respuesta agronómica de los híbridos bajo presión de la plaga. Aunque las evaluaciones por resistencia bajo condiciones de infestación natural en campo son generalmente muy difíciles debido a la ocurrencia focal e impredecible de la infestación, la técnica desarrollada por Sotelo y Cardona (2001), garantiza una infestación uniforme. Esto se debe a que las plantas son infestadas en el invernadero y mantenidas allí hasta cuando las ninfas alcanzan el segundo ínstar. Por consiguiente, todas las plantas que se trasplantan están infestadas uniformemente cuando llegan al campo. Con este método se evaluaron los híbridos seleccionados en el ciclo del 2000, en la estación experimental de Corpoica en Macagual, Caquetá (Colombia) a 300 msnm, 25°C y 85% H.R. Los híbridos de *Brachiaria*, generalmente 10 repeticiones por híbrido, se infestaron en invernadero con 10 huevos próximos a eclosionar por tallo. Cuando la infestación estuvo bien establecida y las ninfas alcanzaron el segundo ínstar (10–15 días después de la infestación), las plantas infestadas se lleva-

ron al campo y se trasplantaron. La infestación se dejó proceder sin interferencias hasta cuando todas las ninfas se desarrollaron o los adultos emergieron, unos 35–40 días después de la infestación inicial. Las plantas se calificaron por daño sobre la base de una escala visual de 1 a 5, igual a la utilizada en el invernadero. Además se contó el número de tallos por macolla antes y después de la infestación.

Todas las pruebas en invernadero o en campo tuvieron un diseño estadístico totalmente aleatorio. Los datos generados en estas pruebas se sometieron a análisis de varianza, con separación de medias mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan. Las estadísticas descriptivas y los análisis de correlación lineal simple entre variables y entre ensayos se determinaron utilizando SAS (SAS 1982).

Resultados y Discusión

Evaluaciones en invernadero de los híbridos generados y preseleccionados por adaptación agronómica en los ciclos de 1998 y 2000. De los híbridos generados en el ciclo 1998 se seleccionaron 598 en la estación experimental de CIAT en Santander de Quilichao (Cauca) y 928 en la finca Matazul en Puerto López (Meta). Estos se evaluaron en dos repeticiones en invernadero por resistencia a *A. varia*. Como resultado de esta prueba preliminar, se identificaron 61 materiales que mostraron niveles de daño iguales o inferiores a 3, posible tolerancia, por lo cual se sometieron a recuentos de supervivencia de ninfas para medir la antibiosis. La mayoría presentaron valores de supervi-

encia superiores a 40%, valor registrado para el testigo resistente CIAT 6294. Sin embargo, los híbridos BR97NO/0235 y BR97NO/0047, se clasificaron como altamente resistentes en comparación con el testigo más resistente, el híbrido BR93/1371. En la figura 2 se muestran los niveles de tolerancia y antibiosis presentes en algunos de los materiales evaluados en la primera etapa del ciclo de 1998. Cuando estos 61 materiales se evaluaron de nuevo usando 10 repeticiones de cada uno, se confirmaron los excelentes niveles de resistencia presentes en los híbridos BR97NO/0235 y BR97NO/0047 (Tabla 1). Otros tres híbridos se clasificaron como intermedios con niveles de antibiosis estadísticamente iguales a los registrados para el padre resistente, CIAT 6294 (cv. 'Marandú').

En el segundo ciclo de selección recurrente (año 2000), se seleccionaron 111 híbridos resistentes a *A. varia* en la etapa de evaluación preliminar para descarte masivo con dos repeticiones. Estos se reconfirmaron utilizando 10 repeticiones. Como resultado de esta reconfirmación, se identificaron 41 híbridos sexuales con niveles de resistencia igual o más alta a *A. varia* que el cultivar resistente 'Marandú'. Los híbridos seleccionados por resistencia a *A. varia*, pasaron a ser padres de nuevas cruces dentro del esquema de selección recurrente y fueron luego evaluados por resistencia a otras especies de salivazo en invernadero y campo. Al comparar los datos obtenidos en los dos ciclos de selección por resistencia a *A. varia* (Fig. 3), se observa que las poblaciones híbridas en

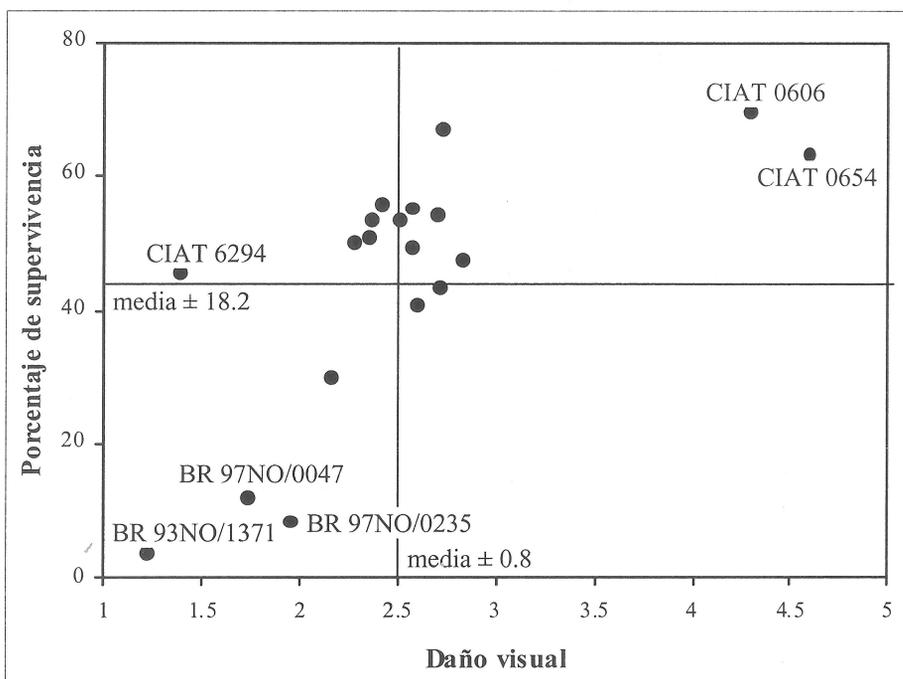


Figura 2. Relación entre daño y porcentaje de supervivencia de ninfas de *Aeneolamia varia* en algunos híbridos de *Brachiaria* evaluados en prueba preliminar de invernadero (dos repeticiones por genotipo). BR93NO/1371 y CIAT 6294 son testigos resistentes; CIAT 0606 y CIAT 0654 son testigos susceptibles.

Tabla 1. Niveles de resistencia a *Aeneolamia varia* en los cinco híbridos mejores de *Brachiaria* seleccionados en 1998. Medias de 10 repeticiones por genotipo

Genotipo	Daño ^a	% supervivencia ^b	Clasificación ^c
BR97NO/0047	1,9de	13,3c	R
BR97NO/0235	2,1cd	10,0c	R
BR97NO/0155	2,4bcd	34,0b	I
BR97NO/0402	2,7bc	40,0b	I
BR97NO/0457	2,9b	40,0b	I
BR93NO/1371 ^d	1,4e	0,0d	R
CIAT 6294 ^d	1,4e	40,0b	R
CIAT 0606 ^e	4,7a	60,0a	S
CIAT 0654 ^e	4,8a	65,7a	S
C. V. (%)	24,5	39,4	

a En una escala de 1 a 5 (1, no daño; 5, planta muerta).

b Analizado como arcoseno raíz de proporción. Se presentan los datos sin transformar.

c R, resistente; I, intermedia; S, susceptible.

d Testigos resistentes. CIAT 6294 ('Marandú') es el padre resistente.

e Testigos susceptibles.

Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Prueba de Rangos Múltiples de Duncan).

1998 mostraron una distribución de frecuencia con tendencia hacia la susceptibilidad, calificaciones de daño altas; por el contrario, las poblaciones evaluadas en el ciclo del 2000 mostraron una distribución de frecuencias con tendencia hacia la resistencia. Al comparar las medias de población para la variable daño, se encontró una disminución significativa de 3,2 a 2,3 en la escala de 1 a 5, es decir, un 28% de ganancia en resistencia en el ciclo 2000 con respecto al ciclo 1998.

Identificación de híbridos de *Brachiaria* resistentes a varias especies de salivazo en invernadero. El grupo de 41 híbridos sexuales seleccionados por resistencia a *A. varia* se probaron por resistencia a *Z. carbonaria* y *Z. pubescens* en comparación con *A. varia*, con el fin de buscar resistencia combinada a dos o más especies. Los híbridos que se seleccionaron por resistencia a las tres especies de

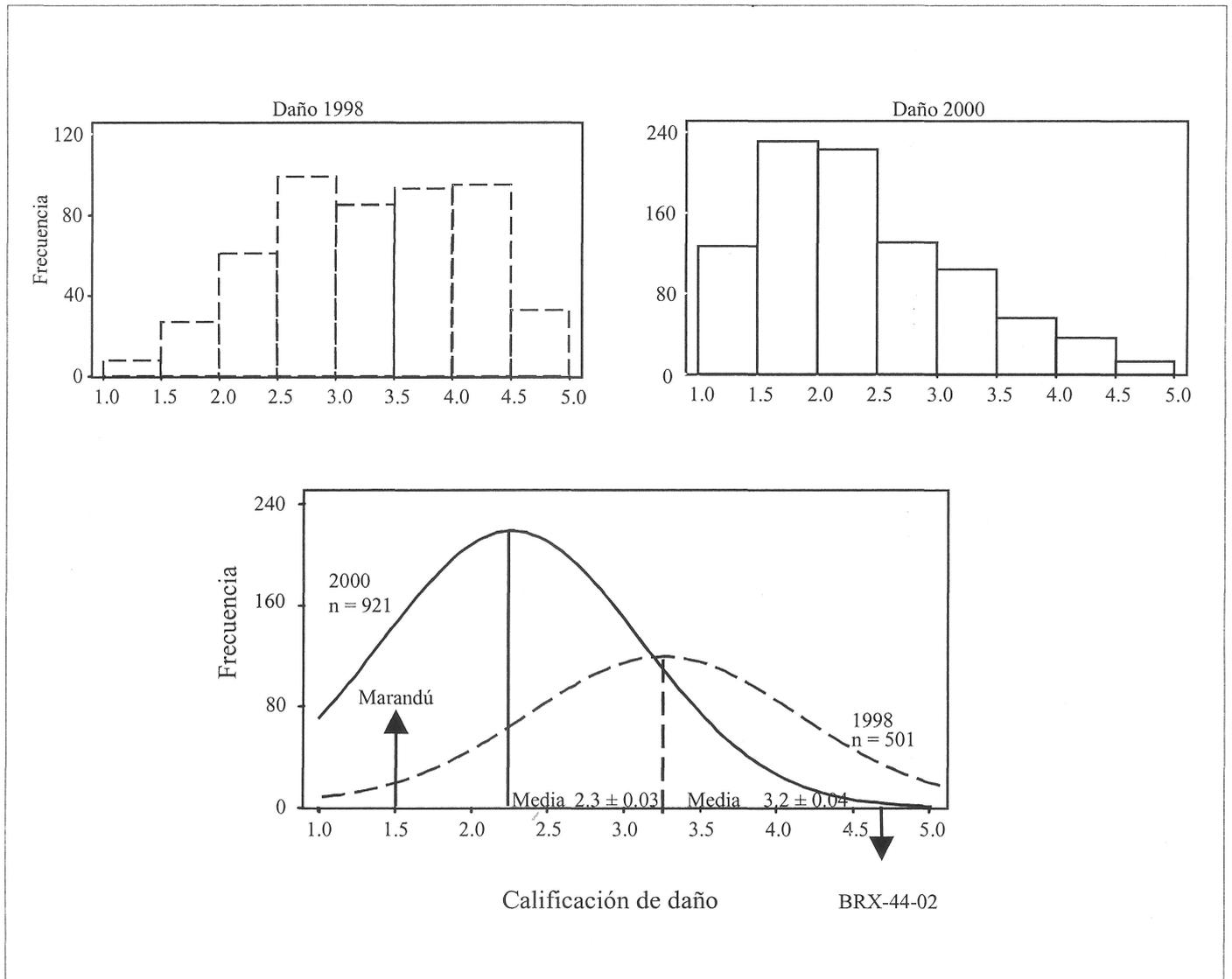


Figura 3. Histogramas de frecuencia de calificación de daño en dos poblaciones de híbridos de *Brachiaria* y cinco testigos evaluados por resistencia a *Aeneolamia varia* bajo condiciones de invernadero. 'Marandú' y BRX44-02 son los padres resistente y susceptible, respectivamente.

salivazo mostraron niveles bajos de daño y una sobrevivencia ninfal reducida, en muchos casos superando la resistencia del cultivar 'Marandú' (Tabla 2). Un número de materiales combinó la resistencia a dos o más especies de salivazo. Así, 15 híbridos fueron resistentes a las 3 especies de salivazo (Tabla 3). Más importante aún, 3 de los híbridos (SX99NO/0164, SX99NO/0236, Y SX99NO/0823) mostraron antibiosis (sobrevivencia ninfal reducida) a todas las especies probadas. Este resultado se considera muy importante para el proceso de mejoramiento porque indica que sí es posible la recombinación de genes de antibiosis a *A. varia* para lograr resistencia a otras especies importantes como lo son *Z. carbonaria* y *Z. pubescens*.

Evaluación de híbridos de *Brachiaria* por resistencia a *A. reducta* en invernadero. Por primera vez se hicieron estudios sobre la resistencia de genotipos de *Brachiaria* a *A. reducta*, la especie de salivazo más importante en la región Caribe de Colombia. Esta es una especie agresiva que causa pérdidas importantes en sabanas nativas y que puede, en el futuro, tener un impacto significativo sobre nuevos cultivares liberados por el proyecto. Las pruebas fueron conducidas con el mismo grupo de 41 materiales derivados de híbridos sexuales que fueron iguales o más resistentes a *A. varia* que 'Marandú'. Cinco de los híbridos mostraron niveles altos de antibiosis a *A. reducta* comparables con

Tabla 2. Niveles de resistencia a tres especies de salivazo en 41 híbridos sexuales de *Brachiaria* previamente seleccionados por resistencia a *Aeneolamia varia*

Genotipo	Calificación de daño ^a			% de sobrevivencia de ninfas		
	<i>Aeneolamia varia</i>	<i>Zulia carbonaria</i>	<i>Zulia pubescens</i>	<i>Aeneolamia varia</i>	<i>Zulia carbonaria</i>	<i>Zulia pubescens</i>
BRX 44-02 ^b	4,8	3,7	3,0	88,3	78,3	63,3
CIAT 0606 ^b	4,3	4,2	4,1	95,0	76,7	91,7
CIAT 6294 ^c	1,2	2,0	2,0	18,3	56,7	53,3
Resistentes	1,3	1,6	1,6	15,7	26,9	23,3
Intermedios	2,3	2,3	2,3	42,3	40,0	41,1
Susceptibles	-	3,7	3,2	60,0	63,5	57,8

a Escala de daño de 1 - 5 (1, sin daño; 5, daño severo, planta muerta).

b Testigo susceptible.

c Testigo resistente.

los detectados con *A. varia* (Tabla 4). Las pérdidas de peso seco en los genotipos resistentes fueron bajas, reflejo de los niveles altos de antibiosis presentes en ellos.

Evaluaciones en campo de híbridos de *Brachiaria* por resistencia a salivazo. En la estación experimental de Corpoica en Macagual (Caquetá) se llevaron a cabo siete ensayos en el 2001. Tres fueron hechos con *A. varia*, tres con *Z. pubescens*, y uno con *Z. carbonaria*. En la tabla 5 se resumen los resultados más notables de la evaluación de 50 genotipos: 41 híbridos sexuales seleccionados en el ciclo del 2000, tres híbridos apomicticos, 4 testigos resis-

tentes, y dos testigos susceptibles. Al observar los resultados, los promedios de los ensayos muestran que algunos híbridos resistentes se desempeñaron tan bien como los testigos resistentes. En general, los niveles de resistencia a *Z. carbonaria* fueron más bajos que los encontrados con las otras dos especies de salivazo probadas pero, aún así, se detectaron varios híbridos con resistencia muy aceptable a esta especie (Tabla 5). Hubo una correlación alta ($r = 0.841$; $P < 0.001$; $n = 1500$) entre ensayos para la variable daño y una muy significativa correlación ($r = 0.876$; $P < 0.001$) entre la calificación de daño y el número de macollas muertas como resul-

Tabla 3. Frecuencia de distribución de reacciones de resistencia a tres especies de salivazo en 41 híbridos sexuales de *Brachiaria* previamente seleccionados por resistencia a *Aeneolamia varia*

Categoría	Por calificación de daño				Por porcentaje de sobrevivencia			
	<i>Aeneolamia varia</i>	<i>Zulia carbonaria</i>	<i>Zulia pubescens</i>	Las tres especies	<i>Aeneolamia varia</i>	<i>Zulia carbonaria</i>	<i>Zulia pubescens</i>	Las tres especies
Resistente	38	21	28	15	32	8	9	3
Intermedia	3	19	13	1	5	9	15	0
Susceptible	0	1	0	0	4	24	17	0

Tabla 4. Comparación de niveles de resistencia a *Aeneolamia varia* y *Aeneolamia reducta* en híbridos de *Brachiaria* previamente identificados como resistentes a *A. varia*

Genotipo	Daño		Porcentaje de supervivencia		Porcentaje de pérdida de peso seco	
	<i>Aeneolamia varia</i>	<i>Aeneolamia reducta</i>	<i>Aeneolamia varia</i>	<i>Aeneolamia reducta</i>	<i>Aeneolamia varia</i>	<i>Aeneolamia reducta</i>
Mejores híbridos						
SX99NO/0029	2,0	2,5	1,7	21,7	11,8	19,2
SX99NO/0164	2,8	2,7	10,0	17,0	34,7	23,9
SX99NO/0236	1,4	1,9	0,2	10,0	0,02	0,0
SX99NO/0823	1,8	1,9	15,0	29,9	3,2	6,5
SX99NO/2606	2,8	2,2	15,0	24,8	18,3	4,5
Testigos susceptibles						
BRX-44-02	4,7	4,3	88,3	68,3	45,8	35,4
CIAT 0606	4,3	4,6	94,9	80,0	28,0	42,3
Testigo resistente						
CIAT 6294	2,1	3,3	18,3	53,3	16,5	6,4

Tabla 5. Resistencia de campo a tres especies de salivazo en híbridos sexuales de *Brachiaria* y testigos. Promedio de tres ensayos de campo con *Aeneolamia varia*, tres ensayos con *Zulia pubescens* y uno con *Zulia carbonaria*

Genotipo	Daño visual			Relación de macolla ^b		
	<i>Aeneolamia varia</i>	<i>Zulia pubescens</i>	<i>Zulia carbonaria</i>	<i>Aeneolamia varia</i>	<i>Zulia pubescens</i>	<i>Zulia carbonaria</i>
Mejores híbridos						
SX99NO/2173	1,5	2,0	2,1	1,96	1,30	0,92
SX99NO/1630	1,5	2,1	2,1	1,96	1,43	0,96
SX99NO/2115	1,5	2,0	2,0	1,96	1,12	1,38
SX99NO/2663	1,5	2,1	2,1	1,80	1,59	1,11
SX99NO/0029	1,7	2,2	2,1	1,89	1,48	1,30
SX99NO/1370	1,4	2,1	2,2	1,85	1,17	1,11
SX99NO/2857	1,5	2,1	2,0	1,58	1,48	1,66
SX99NO/2822	1,4	2,2	2,1	1,40	1,35	1,18
SX99NO/3690	1,5	2,1	2,0	1,45	1,29	0,89
SX99NO/0835	2,1	2,2	2,0	1,89	1,55	1,49
SX99NO/0246	2,0	2,0	2,0	1,67	1,28	1,32
SX99NO/2349	1,5	2,1	2,2	2,23	1,70	1,02
Promedio	1,6ab	2,1b	2,1ab	1,80a	1,39a	1,19a
Testigos susceptibles						
CIAT 0606	4,1	4,1	3,7	0,39	0,37	0,52
CIAT 0654	3,5	4,1	3,3	0,62	0,54	0,54
Promedio	3,8a	4,1a	3,5a	0,50b	0,44b	0,53
Testigos resistentes						
CIAT 6133	1,7	2,0	2,0	1,61	1,25	1,44
FM9503/4624	1,4	1,9	2,0	1,79	1,20	1,02
CIAT 36062	1,1	1,3	1,7	1,72	1,72	1,15
CIAT 6294	1,0	1,4	1,1	1,67	1,63	1,31
Promedio	1,3b	1,6b	1,7b	1,69a	1,40a	1,23a

Promedios dentro de una columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($P < 0.05$). Análisis por prueba de *F* mediante el método de Scheffe para hacer contrastes lineales arbitrarios.

^a En una escala de 1 a 5 (1, no hay daño; 5, daño muy severo, muerte de la planta).

^b Número de tallos o macollas al fin del proceso de infestación/ Número de tallos o macollas al inicio de la infestación.

tado del ataque por ninfas. Los testigos susceptibles CIAT 0606 y CIAT 0654 perdieron 48-63 y 38-46% de sus macollas, respectivamente. En contraste, no hubo mortalidad de macollas en los testigos resistentes CIAT 6294 ('Marandú') y CIAT 36062.

La ocurrencia de resistencia múltiple a tres especies de salivazo, en por lo menos 12 de los híbridos sexuales estudiados, representa un avance muy importante en el mejoramiento de *Brachiaria* para resistencia múltiple al complejo de salivazos presentes en Colombia. Constituye también una demostración sobre la necesidad de exponer nuevos materiales a tantas especies como sea posible, con el fin de asegurar que los niveles de resistencia así logrados protegen a los nuevos híbridos de ataques simultáneos por dos o más especies. Por otra parte, los estudios aquí reseñados muestran que el método de selección es apropiado, ya que hubo una muy buena correlación entre los niveles de resistencia detectados en invernadero con aquellos medidos en el campo. Los resultados también muestran que el método de campo recientemente desarrollado, sirve tanto para medir resistencia como para estimar las pérdidas causadas por salivazo en híbridos de *Brachiaria* con niveles diferenciales de resistencia a varias especies.

Literatura citada

- ARANGO, G. L.; LAPOINTE, S. L.; SERRANO, M. S. 1991. Antibiosis en *Brachiaria jubata* a los cercópodos *Zulia colombiana* Lallemand y *Aeneolamia reducta* Lallemand. Revista Colombiana de Entomología 17 (1): 16-20.
- CALDERÓN, C.; ARANGO, S. G.; VARELA, F. 1982. Descripción de las plagas que atacan los pastos tropicales y características de sus daños. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Guía de Estudio 52 p.
- CIAT. 1993. Bienal Report 1992-1993. Tropical Forages Program. Working Document No. 166, 1993. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p. 1-1, 9-1.
- CIAT. 2001. Annual Report 2001. Project IP-5. Tropical Grasses and Genetic Diversity for Multipurposes Use. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 62-77.
- COSENZA, G.W.; ANDRADE, R. P. DE.; GOMES, D.T.; ROCHA, C. M. C. da. 1989. Resistencia de gramíneas forrageiras a cigarrinhadas-pastagens. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 24 (8): 961-968.
- FERRUFINO, A.; LAPOINTE, S. L. 1989. Host plant resistance in *Brachiaria* grasses to the spittlebug *Zulia colombiana*. Entomologia Experimentalis et Applicata 51 (2): 155-162.
- LAPOINTE, S. L.; MILES, J. W. 1992. Germplasm case study: *Brachiaria* species. p. 43-55. En: Pastures for the Tropical Lowlands. CIAT, Cali, Colombia.
- LAPOINTE, S. L.; SONODA, R. M. 2001. The effect of arthropods, disease, and nematodes on tropical pastures. p. 201-218. En: A. Sotomayor-Ríos and W.D. Pitman [Eds.], Tropical Forage Plants: Development and Use. CRC Press. Boca Raton, USA.
- LAPOINTE, S. L.; ARANGO, G.; SOTELO, G. 1989. A methodology for evaluation of host plant resistance in *Brachiaria* to spittlebugs (Homoptera: Cercopidae). p. 731-732. En: Proceedings, XVI Internacional Grassland Congress, October 1989, Nice, France. Jarrige, R. (Ed.).
- LAPOINTE, S. L.; SERRANO, M. S.; ARANGO, G. L.; SOTELO, G.; CÓRDOBA, F. 1992. Antibiosis to spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in accessions of *Brachiaria* spp. Journal of Economic Entomology 85: 1485-1490.
- MILES, J. W.; DO VALLE, C. B. 1996. Manipulation of apomixis in *Brachiaria* breeding. p. 164-177. En: J.W. Miles, B.L. Maass, and C.B. do Valle [Eds.], *Brachiaria*: Biology, Agronomy and Improvement. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Colombia.

- MILES, J. W.; LAPOINTE, S. L.; ESCANDON, M. L.; SOTELO, G. 1995. Inheritance of resistance to spittlebug (Homoptera: Cercopidae) in interspecific *Brachiaria* spp. hybrids. *Journal of Economic Entomology* 88: 1477-1481.
- NILAKHE, S. S. 1987. Evaluation of grasses for resistance to spittlebug. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 22 (8): 767-783.
- PECK, D. 2000. New perspectives for managing grassland spittlebug. Poster. *Internacional Congress of Entomology*, 20-26 August. [Foz do Iguasu, Brasil] Abstracts. Book II.
- RODRÍGUEZ, J. 2001. Biología comparada de tres especies de salivazo del género *Zulia* (Homoptera: Cercopidae). Trabajo de Grado, Ingeniero Agrónomo. Universidad del Tolima, Facultad de Ingeniería. 98 p.
- SAS INSTITUTE. 1982. SAS user's guide. SAS Institute, Cary, N. C.
- SOTELO, G.; CARDONA, C. 2001. Metodología de campo para la evaluación de *Brachiaria* spp. por resistencia al salivazo de los pastos, *Aeneolamia varia* (Homoptera: Cercopidae). *Revista Colombiana de Entomología* 27 (1-2): 17-20.
- SOTELO, G.; CARDONA, C.; MILES, J. W. 1998. Metodología mejorada para evaluación de resistencia de *Brachiaria* spp. al salivazo (Homoptera: Cercopidae) en invernadero. *Revista Colombiana de Entomología*. 24 (1-2): 17-22.
- VALÉRIO, J. R.; LAPOINTE, S. L.; KELEMU, S.; FERNÁNDEZ, C. D.; MORALES, F. J. 1996. Pests and diseases of *Brachiaria* species. p. 87-105. En: J.W. Miles, B.L. Maass, and C.B. do Valle [Eds.], *Brachiaria: Biology, Agronomy and Improvement*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia.

Recibido: Jun. 30 / 2002

Aceptado: Oct. 11 / 2002