

**ALEJANDRO HIPÓLITO PABÓN VALVERDE**

**RESISTÊNCIA EM GENÓTIPOS DE *Brachiaria* A NINFAS DE TRÊS  
ESPÉCIES DE CIGARRINHAS-DAS-PASTAGENS  
(HEMIPTERA: CERCOPIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2006**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

P113r  
2006

Pabón Valverde, Alejandro Hipólito, 1978-  
Resistência em genótipos de *Brachiaria* a ninfas de  
três espécies de cigarrinhas-das-pastagens (Hemiptera:  
cercopidae) / Alejandro Hipólito Pabón Valverde.  
– Viçosa : UFV, 2006.  
xi, 55f. : il. col. ; 29cm.

Orientador: Evaldo Ferreira Vilela.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 48-55.

1. Capim- braquiária - Resistência a doenças e pragas.  
2. Cigarrinha-das-pastagens. 3. Relação inseto-planta.  
4. Pragmas - Controle. 5. Plantas forrageiras - Doenças e  
pragas. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 633.2089754

**ALEJANDRO HIPÓLITO PABÓN VALVERDE**

**RESISTÊNCIA EM GENÓTIPOS DE *Brachiaria* A NINFAS DE TRÊS  
ESPÉCIES DE CIGARRINHAS-DAS-PASTAGENS  
(HEMIPTERA: CERCOPIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de Março de 2006

---

**Dra. Cacilda Borges do Valle**  
(Co-orientador)

---

**Dr. Domingos Sávio Queiroz**  
(Co-orientador)

---

**Prof. Angelo Pallini Filho**

---

**Prof. Eraldo Rodrigues de Lima**

---

**Prof. Evaldo Ferreira Vilela**  
(Orientador)

**Dedicatória:**

A mi madre, Mary Valverde Rizo.

A mi padre, Hipólito Pabón Lasso.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Domingos S. Queiroz y a la Dra. Juliana C. Vieccelli del CTZM / EPAMIG.

Al Dr. Evaldo Ferreira Vilela, profesor del Departamento de Biología Animal / UFV.

Al Postgrado en Entomología de la Universidad Federal de Viçosa / UFV.

A la Dra. Cacilda Borges do Valle, investigadora del CNPQC / EMBRAPA.

Al Dr. César Cardona y a Guillermo Sotelo, investigadores de la sección de Entomología de Forrajes del CIAT.

Al Programa de Forrajes Tropicales y Leguminosas del CIAT.

Al Dr. Gervasio Silva Carvalho de la Pontificia Universidad Católica de Río Grande del Sur (PUCRS).

A la Dra. Maria Goreti A. Oliveira, profesora del Departamento de Bioquímica/ UFV.

A Ronan Carlos Saraiva Santana, estudiante de Zootecnia de la UFV.

A los funcionarios del CTZM de Viçosa, de la Hacienda Experimental de Leopoldina y de la Hacienda Experimental del Valle de Piranga de EPAMIG.

A mi familia, novia y amigos de Brasil y Colombia.

## **BIOGRAFIA**

ALEJANDRO HIPOLITO PABON VALVERDE, hijo de Hipólito Pabón Lasso y Mary Valverde Rizo, nació el 6 de Octubre de 1978 en la ciudad de Cali, departamento del Valle del Cauca, Colombia.

En el periodo de 1986 a 1996, realizó los cursos de primaria y bachillerato en el Colegio San Juan Berchmans, en Cali, Colombia.

Ingresó a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Colombia, en Septiembre de 1996. Obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo en Abril 2004.

En Enero del 2001, ingresó a la sección de Entomología de Forrajes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, donde realizó su trabajo de tesis de grado y desempeño funciones de técnico y asistente de investigación.

En Marzo del 2004 comenzó el curso de Maestría en Entomología en la Universidad Federal de Viçosa, bajo la orientación del Dr. Evaldo Ferreira Vilela. Defendió su trabajo de tesis el 28 de Marzo de 2006.

## INDICE

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	ix
<b>RESUMO</b>	x
<b>ABSTRACT</b>	xi
<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
Importancia del genero <i>Brachiaria</i> .....	1
Diversidad y distribución del salivazo.....	2
Biología del salivazo.....	6
Dinámica poblacional del salivazo.....	7
Daños e importancia económica.....	9
Resistencia de gramíneas forrajeras al salivazo.....	11
Resistencia de <i>Brachiaria</i> al salivazo.....	12
<b>2. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>17</b>
2.1 Material vegetal, insectos y metodología de evaluación .....	17
2.2 Evaluación de la reacción de genotipos de <i>Brachiaria</i> a ninfas de tres especies de salivazo .....	20
2.3 Evaluación de mecanismos de resistencia de dos accesiones de <i>B. brizantha</i> a ninfas de dos especies de salivazo.....	21
2.4 Análisis estadísticos.....	22
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
3.1 Niveles de daño y sobrevivencia de ninfas de tres especies de	23

salivazo en genotipos de <i>Brachiaria</i> .....	
3.2 Caracterización de mecanismos de resistencia de dos accesiones de	
<i>B. brizantha</i> a ninfas de <i>N. entreriana</i> y <i>D. schach</i> .....	31
3.2.1 Estudios de antibiosis.....	31
3.2.2 Estudios de tolerancia.....	34
<b>4. DISCUSION.....</b>	<b>37</b>
4.1 Respuesta de genotipos de <i>Brachiaria</i> a ninfas de tres especies de	
salivazo .....	37
4.2. Mecanismos de resistencia en accesiones de <i>B. brizantha</i> a dos	
especies de salivazo .....	41
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>6. PERSPECTIVAS.....</b>	<b>47</b>
<b>7. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>48</b>

## LISTA DE TABLAS

		<b>Página</b>
<b>Tabla 1</b>	Distribución de las especies de salivazo de mayor importancia asociadas a pasturas en varios estados de Brasil.....	4
<b>Tabla 2</b>	Ciclo de vida de diferentes especies de salivazo de los pastos.....	7
<b>Tabla 3</b>	Genotipos de <i>Brachiaria</i> evaluados.....	18
<b>Tabla 4</b>	Respuesta de genotipos de <i>Brachiaria</i> al ataque de ninfas de <i>N. entreriana</i> (Marzo/2005).....	24
<b>Tabla 5</b>	Respuesta de genotipos de <i>Brachiaria</i> al ataque de ninfas de <i>N. entreriana</i> (Octubre/2005).....	25
<b>Tabla 6</b>	Respuesta de genotipos de <i>Brachiaria</i> al ataque de ninfas de <i>D. schach</i> .....	27
<b>Tabla 7</b>	Respuesta de genotipos de <i>Brachiaria</i> al ataque de ninfas de <i>D. flavopicta</i> .....	29
<b>Tabla 8</b>	Ancho medio de la capsula cefálica de ninfas de dos especies de salivazo criadas en tres accesiones de <i>Brachiaria</i> .....	32
<b>Tabla 9</b>	Longitud media del cuerpo de ninfas de dos especies de salivazo criadas en tres accesiones de <i>Brachiaria</i> .....	32
<b>Tabla 10</b>	Tiempo medio de sobrevivencia de ninfas de dos especies de salivazo criadas en tres accesiones de <i>Brachiaria</i> .....	34
<b>Tabla 11</b>	Sobrevivencia, daño y pérdida de peso seco de las plantas causado por ninfas de <i>N. entreriana</i> en cuatro niveles de infestación criadas en tres accesiones de <i>Brachiaria</i> .....	35
<b>Tabla 12</b>	Sobrevivencia, daño y pérdida de peso seco de las plantas causado por ninfas de <i>D. schach</i> en cuatro niveles de infestación criadas en tres accesiones de <i>Brachiaria</i> .....	36
<b>Tabla 13</b>	Respuesta de genotipos de <i>Brachiaria</i> a ninfas de tres especies de salivazo .....	38

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Página</b>
<b>Figura 1</b>	División política de Brasil.....	4
<b>Figura 2</b>	Distribución de especies de salivazo de mayor importancia asociados a pasturas en Minas Gerais, Brasil.....	5
<b>Figura 3</b>	Adultos de tres especies de salivazo de los pastos que ocurren en Minas Gerais, Brasil.....	7
<b>Figura 4</b>	Daño por salivazo de los pastos y degradación en <i>B. decumbens</i> .....	10
<b>Figura 5</b>	Unidades de evaluación de resistencia.....	19
<b>Figura 6</b>	Unidad de evaluación de resistencia a ninfas de salivazo.....	20
<b>Figura 7</b>	Escala de daño en <i>Brachiaria</i> .....	21
<b>Figura 8</b>	Relación entre daño y sobrevivencia de ninfas de <i>N. entreriana</i> en genotipos de <i>Brachiaria</i> (Marzo/2005).....	26
<b>Figura 9</b>	Relación entre daño y sobrevivencia de ninfas de <i>N. entreriana</i> en genotipos de <i>Brachiaria</i> (Octubre/2005).....	26
<b>Figura 10</b>	Relación entre daño y sobrevivencia de ninfas de <i>D. schach</i> en genotipos de <i>Brachiaria</i> .....	28
<b>Figura 11</b>	Relación entre daño y sobrevivencia de ninfas de <i>D. flavopicta</i> en genotipos de <i>Brachiaria</i> .....	29
<b>Figura 12</b>	Daño y sobrevivencia de ninfas de tres especies de salivazo en tres accesiones de <i>Brachiaria</i> .....	30
<b>Figura 13</b>	Espuma producida por ninfas de <i>D. flavopicta</i> criadas en dos accesiones de <i>Brachiaria</i> .....	31
<b>Figura 14</b>	Duración media del periodo ninfal de <i>N. entreriana</i> y <i>D. schach</i> en tres accesiones de <i>Brachiaria</i> .....	33
<b>Figura 15</b>	Curvas de sobrevivencia de ninfas dos especies de salivazo criadas en tres accesiones de <i>Brachiaria</i> .....	33

## RESUMEN

VALVERDE, Alejandro Hipólito Pabón, M.S., Universidad Federal de Viçosa, marzo de 2006. **Resistencia en genotipos de *Brachiaria* a ninfas de tres especies de salivazo de los pastos (Hemiptera: Cercopidae)**. Orientador: Evaldo Ferreira Vilela. Co-orientadores: Cacilda Borges do Valle y Domingos Sávio Queiroz.

Varias especies del salivazo de los pastos (Hemiptera: Cercopidae) son plagas de importancia económica en pasturas en el Brasil. Tienen el potencial de causar grandes pérdidas en millones de hectáreas de pasturas mejoradas de Braquiária. En cultivos de bajo valor económico como las pasturas, es necesario desarrollar medidas de control de bajo costo, como la resistencia de plantas a insectos. La introducción de germoplasma de *Brachiaria* por el CIAT, ha estimulado la búsqueda de genotipos resistentes a esta plaga. En este trabajo, conducido en el CTZM de EPAMIG, Viçosa-MG, se evaluó el comportamiento de 17 genotipos de *Brachiaria* frente a tres de las especies de salivazo de mayor importancia en el Brasil: *Notozulia entreriana* (Berg), *Deois schach* (Fabricius) y *Deois flavopicta* (Stal). Los experimentos se condujeron en invernadero (23.2° C; 71% RH). La respuesta de los genotipos se estudió mediante la técnica de evaluación de resistencia de *Brachiaria* al salivazo desarrollada en el programa de mejoramiento genético del CIAT. Dos genotipos de respuesta contrastante al ataque del salivazo, fueron usados para comparar los niveles de resistencia: BRA001058 (testigo susceptible) y BRA000591 (testigo resistente). Se realizaron además estudios para caracterizar la antibiosis y tolerancia como mecanismo de resistencia en la accesión BRA004308, recientemente liberada como cv. Xaraés. Diferentes niveles de daño y sobrevivencia de ninfas se encontraron en los genotipos de *Brachiaria*, sugiriendo la expresión de antibiosis y/o de tolerancia como mecanismos de resistencia a las ninfas de salivazo. La accesión BRA004308 mostró alta antibiosis a *D. schach*, antibiosis moderada a *D. flavopicta* y tolerancia a *N. entreriana*. Se encontró que los mecanismos y niveles de resistencia en genotipos de *Brachiaria* pueden variar dependiendo de la especie de salivazo evaluada. Para identificar genotipos superiores con resistencia antibiótica múltiple, es necesario conducir ciclos de selección basados en la reacción simultánea a varias especies de salivazo.

## RESUMO

VALVERDE, Alejandro Hipólito Pabón, M.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2006. **Resistência em genótipos de *Brachiaria* a ninfas de três espécies de cigarrinha-das-pastagens (Hemiptera: Cercopidae)**. Orientador: Evaldo Ferreira Vilela. Co-orientadores: Cacilda Borges do Valle e Domingos Sávio Queiroz.

Varias espécies de cigarrinha-das-pastagens (Hemiptera: Cercopidae) são pragas de importância nas pastagens do Brasil. Elas têm o potencial de ocasionar grandes perdas em milhões de hectares de pastagens melhoradas de Braquiária. Em culturas de baixo valor econômico como as pastagens, é necessário desenvolver métodos de controle de baixo custo, como a resistência de plantas a insetos. A introdução de germoplasma de *Brachiaria* pelo CIAT, tem estimulado a avaliação de genótipos com resistência a esta praga. Neste trabalho, conduzido no CTZM da EPAMIG, Viçosa-MG, avaliou-se o comportamento de 17 genótipos de *Brachiaria* ao ataque de ninfas de três das principais espécies de cigarrinha presentes no Brasil: *Notozulia entreriana* (Berg), *Deois schach* (Fabricius) y *Deois flavopicta* (Stal). Os experimentos conduziram-se em casa de vegetação (23.2° C; 71% RH). A resposta dos genótipos estudou-se mediante a técnica de avaliação de resistência de *Brachiaria* às cigarrinhas, desenvolvida pelo programa de melhoramento genético do CIAT. Dois genótipos de resposta contrastante ao ataque das cigarrinhas usaram-se para comparar os níveis de resistência: BRA001058 (testemunha suscetível) e BRA000591 (testemunha resistente). De maneira complementar, realizaram-se estudos para caracterizar a antibiose e a tolerância como mecanismos de resistência no aceso de *B. brizantha* BRA004308, recentemente lançado como cv. Xaraés. Encontraram-se diferentes níveis de dano e sobrevivência de ninfas nos genótipos de *Brachiaria*, sugerindo a expressão de antibiosis e/ou de tolerância como mecanismos de resistência às ninfas das cigarrinhas. O aceso BRA004308 mostrou alta antibiose a *D. schach*, antibiose moderada a *D. flavopicta* e tolerância a *N. entreriana*. Encontrou-se que os mecanismos e níveis de resistência em genótipos de *Brachiaria* podem variar dependendo da espécie de cigarrinha. Para identificar genótipos superiores com resistência múltipla, é necessário conduzir ciclos de seleção baseadas na reação simultânea a varias espécies de cigarrinha.

## ABSTRACT

VALVERDE, Alejandro Hipólito Pabón, M.S., Universidad Federal de Viçosa, March of 2006. **Resistance in genotypes of *Brachiaria* spp. to nymphs of three species of spittlebug (Hemiptera: Cercopidae).** Adviser: Evaldo Ferreira Vilela. Co-Advisers: Domingos Sávio Queiroz and Cacilda Borges do Valle.

Several species of spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae) are economic pests of grasses in Brazil. They have the potential to cause serious losses on millions of hectares of improved *Brachiaria* pastures. For low-value crops like pastures, effective low-cost control measures, such the use of pest-resistance cultivars, need to be developed. The introduction of a collection of *Brachiaria* germplasm by CIAT has stimulated the search for resistance to these insects. In the present work, conducted at the CTZM - EPAMIG, in Viçosa, MG, the behavior of 17 genotypes of the genus *Brachiaria* were evaluated when exposed to three of the major spittlebug species affecting *Brachiaria* in Brazil: *Notozulia entreriana* (Berg), *Deois schach* (Fabricius) and *Deois flavopicta* (Stal). The assays were conducted in a greenhouse under 23.2°C and 71%RH. A single stem (vegetative propagule), in a small plant growth unit, was artificially infested with spittlebug eggs, as evaluation method. Two host genotypes, well known for their reaction to spittlebugs were used for comparison of resistance: BRA001058 (susceptible) and BRA000591 (resistant). Furthermore, studies of antibiosis and tolerance as possible mechanisms of resistance were made with *B. brizantha* BRA004308, recently released as cv. Xaraés. Different levels of insect damage and nymphal survival were found in the *Brachiaria* genotypes, suggesting the expression of tolerance and antibiosis as mechanisms of resistance to the three spittlebug species. The accession BRA004308 showed high antibiosis to *D. schach*, moderate antibiosis to *D. flavopicta* and tolerance to *N. entreriana*. Therefore, the mechanisms and level of resistance of *Brachiaria* genotypes to spittlebugs varies depending on the spittlebug species. To identify superior genotypes with multiple antibiotic resistance is necessary to conduct cycles of selection based on simultaneous reactions to these three and additional spittlebug species.

## 1. INTRODUCCION

### **Importancia del genero *Brachiaria***

La ganadería en el Brasil emplea sistemas extensivos de producción animal que dependen de las pasturas para la producción de carne y leche. Se estima que el área de pasturas cultivadas en el Brasil alcanza los 100 millones de hectáreas (IBGE 1996), las cuales sirven de sustento a un rebaño de cerca de 204 millones de animales, distribuidos principalmente en las regiones Centro – Oeste, Norte y Sureste de Brasil (IBGE 2004). Entre las pasturas de mayor importancia por sus cualidades forrajeras y área sembrada se encuentran varias especies del género *Brachiaria* (Trin.) Griseb., que han tenido una gran diseminación debido a su productividad y persistencia en suelos ácidos de baja fertilidad comunes en varias de las regiones del país (Pizarro *et al.* 1998).

El genero *Brachiaria* de la tribu Paniceae, comprende de cerca de 100 especies, la gran mayoría originarias de África y en una menor proporción de Australia, América y Asia (Renvoize *et al.* 1998). En América tropical los cultivares de mayor importancia agrícola provienen de cuatro especies: *Brachiaria decumbens* Stapf, *B. brizantha* (A. Rich.) Stapf, *B. humidicola* (Rendle) Schweick y *B. ruziziensis* Germain y Evrard (Keller-Grein *et al.* 1998, Miles *et al.* 2004).

En Brasil, se estima que cerca del 85% de las pasturas de *Brachiaria* se constituyen de dos cultivares: *B. decumbens* cv. Basilisk y *B. brizantha* cv. Marandu (Keller-Grein *et al.* 1998). El cultivar Basilisk provino de Australia y fue introducido en Brasil a comienzos de la década del 60. Tuvo una rápida diseminación debido a su buena adaptación, persistencia y productividad en suelos ácidos de baja fertilidad característicos de la región de los Cerrados brasileiros. La adopción de este cultivar aumento la capacidad de carga de tierras de pastizal ocupadas anteriormente por gramíneas nativas de bajo rendimiento (Pizarro *et al.* 1998; Miles *et al.* 2004). En las décadas de 1970 y 1980 se plantaron millones de hectáreas formando un extenso monocultivo en la regiones Centro – Oeste, Norte y Sureste de Brasil, sin embargo la expansión de este cultivar se vio limitada debido a su alta susceptibilidad a un complejo

de insectos plaga, chupadores de savia, conocido como salivazo de los pastos (Lapointe & Miles 1992; Valério *et al.* 1998, Pizarro *et al.* 1998).

La alta susceptibilidad del cultivar Basilisk al salivazo de los pastos estimuló la búsqueda de nuevos cultivares de *Brachiaria* resistentes pero a su vez con adaptación a los suelos de baja fertilidad. En 1984 fue liberado *B. brizantha* cv. Marandu por la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) (Nunes *et al.* 1984). El cultivar Marandu presenta una alta resistencia antibiótica a varias especies de salivazo (Nunes *et al.* 1984, Cosenza *et al.* 1989, Valério & Koller 1995, Valério *et al.* 1998), pero a diferencia del cv. Basilisk, requiere de suelos de mayor fertilidad para persistir en el campo. Por su resistencia al salivazo y moderada adaptación a suelos pobres, este cultivar se expandió rápidamente en las áreas problema con *B. decumbens* cv. Basilisk, siendo actualmente la gramínea forrajera de mayor cultivo en las regiones del Centro – Oeste y Norte de Brasil (Andrade & Valentim 2006, Macedo 2006, Valério 2006).

El cultivar Tully de *B. humidicola*, tolera suelos con mal drenaje de baja fertilidad, y presenta resistencia del tipo tolerancia a las especies de salivazo (Miles *et al.* 2004). A diferencia de la antibiosis, la tolerancia no afecta la sobrevivencia del insecto permitiendo el incremento de las poblaciones de la plaga a través del tiempo (Smith 1989, Panda & Khush 1995). Esto explica los daños ocasionados por esta plaga en pasturas de *B. humidicola* reportados en Brasil y Colombia (Oliveira & Alves 1984, Lapointe & Miles 1992, Valério *et al.* 1998). Finalmente, *B. ruziziensis* cv. Kennedy proporciona forraje de alto valor nutricional pero solo se adapta a suelos fértiles y es altamente susceptible al salivazo (Keller-Grein *et al.* 1998, Miles *et al.* 2004).

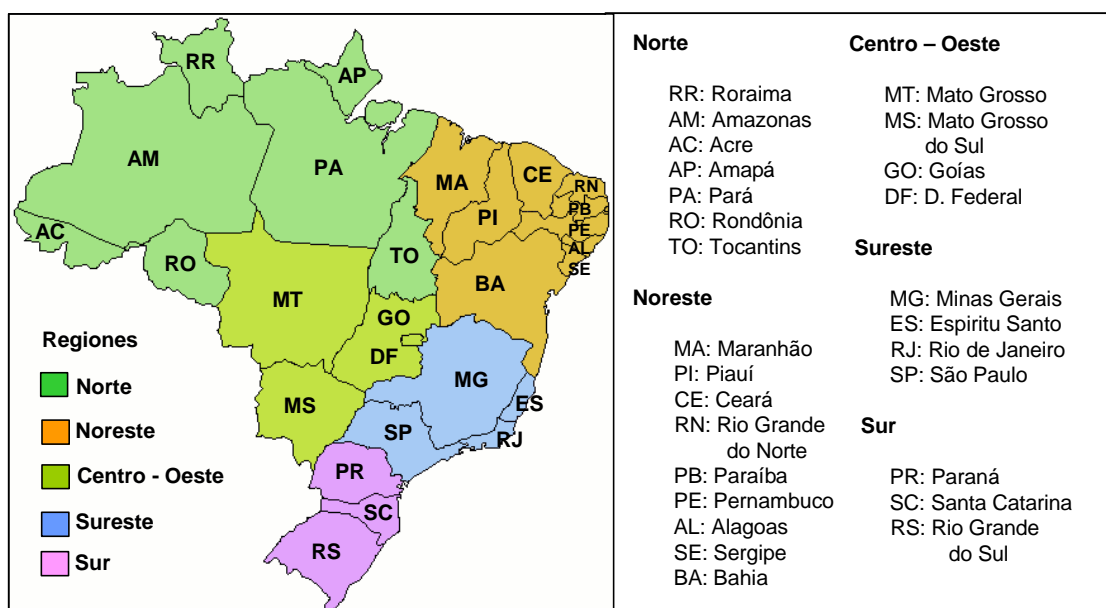
### **Diversidad y distribución del salivazo**

El complejo de insectos conocido como salivazo de los pastos se compone de varias especies pertenecientes al orden Hemiptera, suborden Auchenorrhyncha y familia Cercopidae (Carvalho & Webb 2005). A los estados inmaduros o ninfas se les conoce comúnmente como: salivazo en Colombia, baba de culebra en México y "spittlebug" en Estados Unidos. Al adulto se le conoce como: mión de los pastos en Colombia, "cigarrinha-das-pastagens" en Brasil, mosca pinta en México y "frogopper" en Estados Unidos (Peck, 2000). En diferentes países de Centro y Sur América, varias especies son de importancia económica por ser plagas en cultivos de caña de azúcar y gramíneas forrajeras cultivadas (Gallo *et al.* 2002, Valério *et al.* 2001).

El salivazo de los pastos es considerada la plaga clave de pasturas susceptibles de *Brachiaria* por ocasionar daños graves, alcanzar altos niveles poblacionales y ser endémica (Lapointe & Miles 1992, Valério & Koller 1995, Valério *et al.* 2001). Los géneros *Aeneolamia*, *Deois*, *Mahanarva*, *Notozulia*, *Prosapia* y *Zulia* contienen las especies de mayor importancia en América tropical (Valério *et al.* 2001).

En el Brasil, las especies de salivazo de mayor importancia económica asociadas a gramíneas forrajeras son: *Deois flavopicta* (Stål), *Deois incompleta* (Walker) y *Notozulia entreriana* (Berg) (Cosenza *et al.* 1989, Valério & Koller 1995, Valério 2006). Las especies *Deois schach* (Fabricius) y *Aeneolamia selecta* (Walker) son también de importancia pero a nivel regional. Es importante aclarar que hasta hace poco, la especie *N. entreriana* era conocida en el Brasil como *Zulia entreriana* (Berg) debido a que *Notozulia* Fennah era considerado un subgénero de *Zulia* Fennah (Fennah 1968). Recientemente *Notozulia* fue redescrito y elevado a la categoría de género (Carvalho 1995, Carvalho & Webb 2005).

La especie *D. flavopicta* presenta una amplia distribución en el Brasil. Con excepción de la región Noreste, esta especie ocurre en la mayoría de estados de las regiones Norte, Centro Oeste y Sureste de Brasil (Tabla 1, Fig. 1). La especie *D. incompleta* se presenta principalmente en los estados del Norte, aunque también ha sido encontrada en el estado de Mato Grosso (Centro Oeste) y en Minas Gerais (Sureste) (Tabla 1). *N. entreriana* ocurre en los estados de Acre, Rondônia (Norte) y Bahia (Noreste), sin embargo esta especie se localiza principalmente en los estados de la región Sureste y en el estado de Mato Grosso do Sul (Centro Oeste). *D. schach* se presenta en los estados de la región Sureste y en el estado de Bahia (Noreste). Finalmente *A. selecta* ha sido registrada en Bahia (Tabla 1) así como en otros estados del Noreste Brasileño (Valério & Koller 1995). Mas recientemente, han sido reportadas altas poblaciones de *Mahanarva fimbriolata* Stål en pasturas de *Brachiaria* en los estados de Acre, Rondônia, Pará (Norte) y Mato Grosso (Centro - Oeste). Las especies del género *Mahanarva* no son típicas de pasturas e históricamente han estado asociadas a gramíneas de mayor porte, como pasto elefante y caña de azúcar (Valério 2006).



**Figura 1.** División política de Brasil.

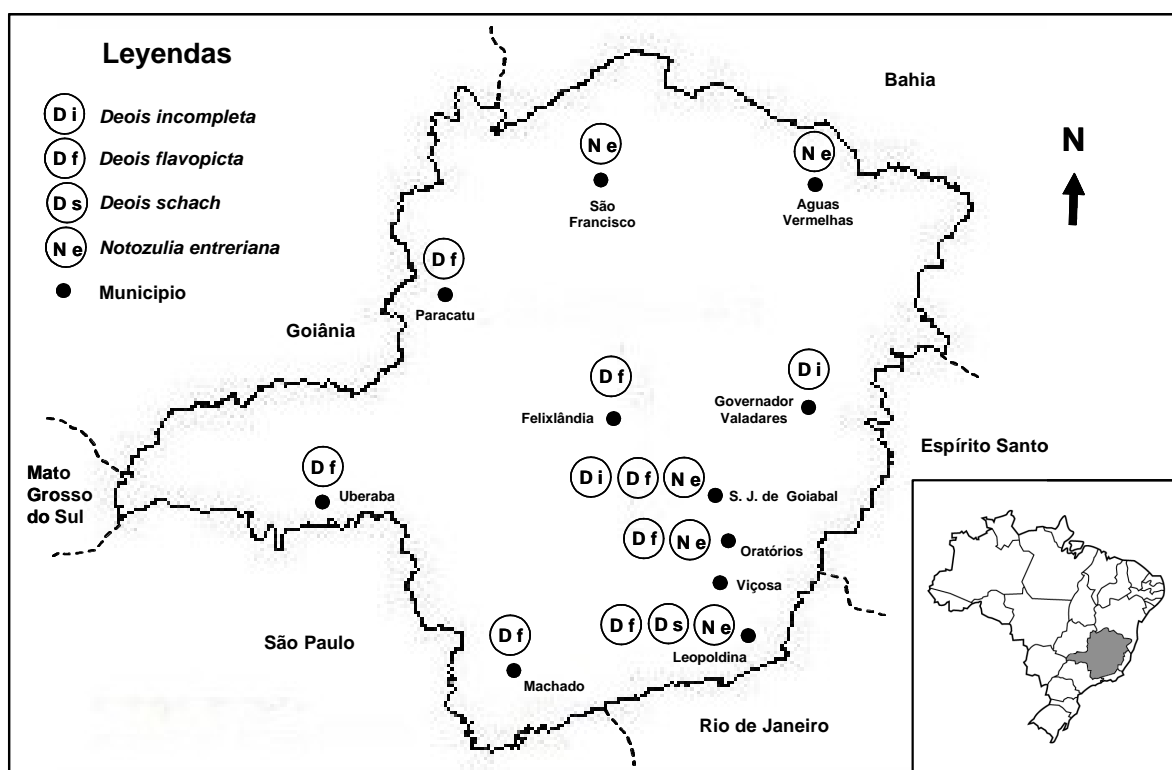
**Tabla 1.** Distribución de las especies de salivazo de mayor importancia asociadas a pasturas en varios estados de Brasil <sup>1</sup>.

Región	Estado	Especie	Fuente
Norte	Tocantins	<i>D. flavopicta</i>	Souza <i>et al.</i> 2000
		<i>D. incompleta</i>	Balsalobre & Santos 2005
		<i>Mahanarva</i> spp.	Valério 2006
	Pará	<i>D. flavopicta</i>	Souza <i>et al.</i> 2000
		<i>D. incompleta</i>	Valério 2006
		<i>M. fimbriolata</i>	
Rondônia	<i>D. flavopicta</i>	Oliveira & Alves 1984	
	<i>D. incompleta</i>	Boas & Trevisan 2004	
	<i>N. entreriana</i>	Townsend <i>et al.</i> 1999	
	<i>M. fimbriolata</i>		
Acre	<i>N. entreriana</i> <i>D. flavopicta</i> <i>M. fimbriolata</i>	Thomazini & Barros 2002 Fazolin <i>et al.</i> 1984	
Nordeste	Bahia	<i>A. selecta</i> <i>D. schach</i> <i>N. entreriana</i>	Sá 1981 Valério & Koller 1995
Centro Oeste	Mato Grosso	<i>D. flavopicta</i>	Bernardo <i>et al.</i> 2003
		<i>D. incompleta</i>	Valério <i>et al.</i> 2000a
		<i>M. fimbriolata</i>	Valério 2006
	Goiás	<i>D. flavopicta</i>	Sá 1981
Mato Grosso do Sul	<i>D. flavopicta</i> <i>N. entreriana</i>	Sá 1981 Valério & Koller 1983	
Sudeste	Minas Gerais	<i>D. flavopicta</i>	Melo <i>et al.</i> 1980
		<i>D. incompleta</i>	Sá 1981
		<i>D. schach</i> <i>N. entreriana</i>	Melo <i>et al.</i> 1984a
	Rio de Janeiro	<i>D. schach</i> <i>N. entreriana</i>	Sá 1981
	Espírito Santo	<i>D. schach</i> <i>N. entreriana</i>	Sá 1981
	São Paulo	<i>D. flavopicta</i> <i>D. schach</i> <i>N. entreriana</i>	Sá 1981
Sur	Paraná	<i>D. flavopicta</i>	Valério & Koller 1995

<sup>1</sup> Composición de especies de los estados para los que se encontró información.

Es importante destacar, que en varios de los estados de mayor producción ganadera del Brasil, el complejo del salivazo de los pastos se compone de varias especies. En los estados de Pará, Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul y Minas Gerais es común encontrar pastizales donde coexisten simpátricamente dos o más especies de salivazo (Sá 1981, Melo *et al.* 1984a, Souza *et al.* 2000, Bernardo *et al.* 2003). La coexistencia de varias especies de salivazo, también ha sido reportada en varias zonas ganaderas de Colombia (Peck 2001) y México (Enkerlin & Morales 1979).

En el Estado de Minas Gerais localizado en la región Sur-Este de Brasil, las principales especies de salivazo asociadas a pasturas son *Notozulia entreriana* y *Deois flavopicta* (Reis *et al.* 1983, Melo *et al.* 1984a). *N. entreriana* ocurre en todo el estado, predominando en las regiones Norte, Noreste y Este, mientras que *D. flavopicta* predomina en la regiones Oeste, Centro y Sur (Fig. 2). En varias de estas regiones, es frecuente encontrar pastizales donde coexisten simpátricamente ambas especies de salivazo. Además de las anteriores, otras dos especies son de importancia a nivel regional. *D. incompleta* predomina en la región del Rio Doce (municipio de Governador Valadares), al Centro-este de Minas Gerais; mientras que *D. schach* es de importancia en la región de la Zona da Mata (municipio de Leopoldina), al Sur-este del estado (Fig. 2). Finalmente, *M. fimbriolata* ha sido también encontrada en pasturas en Minas Gerais pero en bajas poblaciones (Melo *et al.* 1980, Melo *et al.* 1984a).



**Figura 2.** Distribución de especies de salivazo de mayor importancia asociadas a *Brachiaria* en Minas Gerais, Brasil (Tomado y adaptado de Melo *et al.* 1984a).

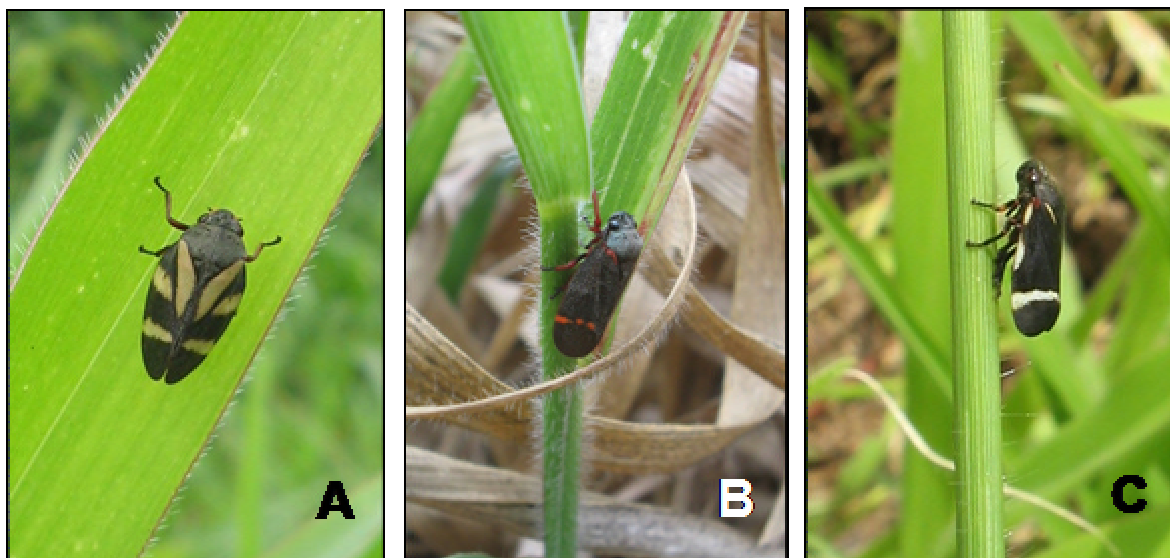
## Biología del salivazo

El salivazo de los pastos es un insecto de metamorfosis incompleta que atraviesa por tres estados de vida: huevo, ninfa y adulto. Los huevos son de forma ovoide e alargada y miden cerca de 1 mm x 0.3 mm. Las hembras ovipositan en las raíces, en los residuos vegetales o en la superficie del suelo. En condiciones ideales de humedad los huevos incuban en un período promedio de 15 días. La mayoría de los huevos ovipositados al final de la estación lluviosa permanecen en el suelo en estado de diapausa (Calderón *et al.* 1982). La diapausa es un mecanismo que permite a los huevos tolerar condiciones extremas de frío y sequía, y superar el periodo desfavorable para el desarrollo de las poblaciones en el campo, que en las regiones Sureste y Centro-Oeste de Brasil comprende los meses de Mayo a Septiembre (Koller & Honer 1993).

Las ninfas de salivazo pasan por cinco instares y dependiendo de la especie requieren de 30 a 50 días para completar su desarrollo. Los instares son distinguibles mediante varias características morfológicas (Fewkes 1969). El ancho de la capsula cefálica es considerada la característica diagnóstica para la diferenciación entre instares. Las mediciones de este parámetro han permitido separar un instar de otro, ajustándose a la ley de Dyar, que establece que las dimensiones de la cápsula cefálica siguen una progresión geométrica regular de 1.4 veces en cada muda (Kuenzi & Coppel 1985). El aparato bucal es del tipo picador-chupador. Durante el estado ninfal, el insecto produce una espuma con la que recubre su cuerpo. Esta espuma protege a las ninfas de sus enemigos naturales, de la desecación y de las altas temperaturas, creando un microclima favorable para su crecimiento (Calderón *et al.* 1982).

Los adultos de salivazo son de forma suboval y miden de 7 a 12 mm de longitud. Tienen frente convexa y sobresaliente, con dos pequeños ocelos en medio de los ojos compuestos. Sus antenas son cortas y setáceas, con dos segmentos basales cortos y el resto filiforme. El pronoto es relativamente grande y de forma hexagonal. Las alas anteriores (élitros) son convexas, coriáceas, relativamente pubescentes y con diferentes patrones de coloración (Calderón *et al.* 1982). Los patrones de coloración de los élitros son características que varían con la especie. En este trabajo se realizaron experimentos con tres especies de salivazo: *D. flavopicta*, *D. schach* y *N. entreriana* (Fig. 3). Los adultos de *D. flavopicta* son negros con dos franjas transversales amarillas en las alas anteriores. Los adultos de *D. schach* son de color café oscuro con una franja transversal anaranjada o roja en el tercio apical de las alas. Los adultos de *N. entreriana* son negros y presentan un marcado polimorfismo cromático en sus patrones alares, con franjas

transversales blancas o amarillas, y una franja del mismo color en el tercio inferior de las alas (Gallo *et al.* 2002).



**Figura 3.** Adultos de tres especies de salivazo de los pastos que ocurren en Minas Gerais, Brasil: (A) *D. flavopicta*, (B) *D. schach*, (C) *N. entreriana*. Fotos: Alejandro Pabón.

En la Tabla 2 se presenta la duración del ciclo de vida de las tres especies de salivazo utilizadas en este estudio. Según la especie, el ciclo de vida puede tardar desde 49,3 días en *D. flavopicta* hasta 65 días como en *D. schach*.

**Tabla 2.** Ciclo de vida (días) de diferentes especies de salivazo de los pastos.

Estadio	Especie		
	<i>D. flavopicta</i>	<i>D. schach</i>	<i>N. entreriana</i>
Huevo	11.1	14.3	19.6
Ninfa	34.2	47.7	33.0
Pre-oviposición	4.0	3.0	3.0
Total	49.3	65.0	55.6
Longevidad adultos			
Machos	10.4	10.4	10.4
Hembras	10.9	19.0	19.0

Fuente: Silveira Neto 1994.

### Dinámica poblacional del salivazo

La dinámica de las poblaciones de salivazo en el campo está en función de las condiciones climáticas de cada región, la disponibilidad y características del pasto

hospedante y la abundancia de enemigos naturales (Silveira Melo 1984, Silveira Neto *et al.* 1986, Sujii 1998, Sujii *et al.* 2001).

Los factores climáticos que mas influyen en la dinámica de las poblaciones del salivazo son: la precipitación, la temperatura, la humedad relativa y el fotoperíodo (Silveira Melo 1984, Silveira Neto *et al.* 1986, Koller & Honer 1993, Sujii *et al.* 1995). En las regiones Centro-Oeste y Sureste de Brasil, las mayores poblaciones de salivazo se presentan entre los meses de Octubre a Abril, en la época donde se concentran las mayores precipitaciones y la mayoría de días son calientes (temperatura media  $> 20^{\circ}$  C), húmedos (humedad relativa  $> 40\%$ ) y de larga duración ( $> 10$  horas de luz/día). Durante este periodo alcanzan a ocurrir tres picos poblacionales de la especie *D. flavopicta*. En estas mismas regiones, la época desfavorable para el desarrollo del salivazo (de Mayo a Septiembre) es superado por el insecto, gracias al mecanismo de diapausa en parte de los huevos producidos, el cual los torna aptos para soportar situaciones extremas de frío y sequía (Koller & Honer 1993, Sujii *et al.* 1995). En la región norte del país, predominan las condiciones climáticas de trópico húmedo, con temperaturas prácticamente uniformes a lo largo del año y periodos secos relativamente menos severos y extensos que en otras regiones del país, lo cual permite el desarrollo de poblaciones de salivazo durante todo el año (Silveira Neto *et al.* 1986).

En el estado de Minas Gerais, las mayores poblaciones de salivazo ocurren en los meses de Octubre a Abril en sincronía con el periodo de mayor precipitación. De Mayo a Septiembre, la precipitación disminuye y las poblaciones de ninfas y adultos salivazo prácticamente desaparecen. Reis *et al.* (1980) en cuatro años de estudios en varias regiones de Minas Gerais, encontró que las primeras poblaciones de ninfas ocurren 15 a 60 días de comenzadas las lluvias, mientras que los adultos aparecen 30 a 75 días después. El período de actividad del salivazo en campo fue en promedio de siete meses; el mayor pico de ninfas fue en Octubre y de adultos en Noviembre.

Los factores climáticos también influyen indirectamente en las poblaciones de salivazo al afectar la disponibilidad del pasto hospedante. La época seca coincide con el invierno, caracterizada por reducción de temperatura y ausencia de lluvias, ocurriendo una drástica reducción en la velocidad de crecimiento y producción de follaje de las plantas. Con la llegada de las lluvias e incremento de la temperatura, se generan las condiciones ambientales en que las plantas recuperen su actividad metabólica y velocidad de crecimiento, aumentando la producción y disponibilidad de raíces, tallos y hojas, que son aprovechados por las ninfas y adultos de salivazo para su alimentación y crecimiento (Valério & Koller 1995).

Las características morfológicas y nutricionales del pasto hospedante, tienen también una gran influencia en la proliferación de esta plaga. Los pastos de hábito de crecimiento decumbente y estolonífero, forman un césped denso de difícil acceso para los enemigos naturales y con un microclima favorable (alta humedad, baja temperatura y baja radiación solar) para el crecimiento de las ninfas. Por el contrario, las gramíneas de hábito de crecimiento erecto, con hojas angostas o poco follaje, permiten una mayor penetración de los rayos solares, creando en su base un microclima desfavorable (mayor temperatura y menor humedad) para las ninfas, que a su vez se ven más expuestas a la acción de enemigos naturales (Koller & Honer 1994, Pires *et al.* 2000).

Las características nutricionales del pasto hospedante influyen en el tamaño de las poblaciones de salivazo, al afectar la fecundidad de las hembras y ser uno de los factores relacionados con la oviposición de huevos diapaúsicos. Las hembras de *D. flavopicta* colocan una menor cantidad de huevos cuando se alimentan de las gramíneas *Axonopus marginatus* (Trinius) y *Paspalum guenoarum* Arechav, en comparación con *Brachiaria* spp. (Nilakhe 1987, Cosenza *et al.* 1989, Sujii *et al.* 2001). Hasta el momento se desconocen los componentes químicos que contribuyen con la reducción de la fecundidad, sin embargo es una de las causas que explican las bajas poblaciones de salivazo en pasturas de estas gramíneas en la región de los Cerrados de Brasil (Pires *et al.* 2000, Sujii *et al.* 2001). De otro lado, la cualidad nutricional de las gramíneas hace parte de los indicadores ambientales que afecta la fisiología materna y lleva a la producción de huevos diapaúsicos. Sujii *et al.* (1991), encontraron una alta correlación entre los aumentos de fibra en la planta hospedera y el porcentaje de huevos diapaúsicos de *D. flavopicta*, en el sentido del inicio para el final del periodo de infestación.

Finalmente, la diversidad y abundancia de enemigos naturales presentes en las pasturas, pueden afectar el tamaño de las poblaciones de salivazo. Varias especies de hongos, insectos, ácaros, nematodos y pájaros son citados como enemigos naturales de huevos, ninfas y adultos de salivazo (Valério *et al.* 2001, Sujii *et al.* 2002).

### **Daños e importancia**

Con la llegada de las lluvias, las pasturas se recuperan iniciando un nuevo periodo en que los animales se desarrollan, adquiriendo condiciones para su reproducción o sacrificio. Sin embargo, después de haber enfrentado el problema del periodo de sequía, los productores enfrentan otro inconveniente: el salivazo de los pastos. Como ocurre en todos los años, la llegada de las lluvias representa también el inicio de la infestación del salivazo. Estos insectos en grandes poblaciones, pueden

amarillear las pasturas resultando en paisajes muy similares a los observados en el periodo de sequía, y mas una vez, el productor puede enfrentar problemas de disponibilidad de pasto para sus animales (Valério 1995)

Tanto las ninfas como los adultos de salivazo ocasionan daños en las plantas de gramíneas susceptibles (Fig. 4). Las ninfas se alimentan en las raíces, rebrotes y base del tallo de las plantas. Introducen su aparato bucal en los tejidos hasta alcanzar el xilema, con lo que interrumpen y disminuyen el transporte de agua y sales minerales. Inicialmente, los síntomas de daño aparecen en las hojas basales, estos consisten en áreas cloróticas seguidas de necrosis que se extienden desde el ápice hasta la base de las hojas. Posteriormente, estos síntomas se manifiestan en las otras hojas hasta alcanzar la hoja bandera de la planta (Díaz 1999, Fory 2001). No obstante los daños más severos son causados por los adultos de salivazo, ya que estos además de alimentarse, inyectan toxinas en el tejido que ocasionan la disolución del parénquima foliar. Los síntomas de daño consisten en manchas cloróticas que se alargan formando franjas paralelas a la nervadura central. Al final las hojas se necrosan y adquieren un color pardo de apariencia pajiza (Valério & Nakano 1989).

El salivazo de los pastos es considerado la plaga más perjudicial de las gramíneas forrajeras en América tropical, al afectar la disponibilidad, la calidad y la persistencia de las pasturas (Lapointe & Miles 1992, Valério *et al.* 2001). Holmann & Peck (2002) calcularon que en el trópico húmedo y seco de Colombia, las pérdidas económicas ocasionadas en pasturas susceptibles pueden llegar a US\$ 273 millones/ año.



**Figura 4.** Daño por salivazo de los pastos y degradación en pastura de *B. decumbens*. Leopoldina, MG, 2005. Foto: Alejandro Pabón.

## Resistencia de gramíneas forrajeras al salivazo

Debido a la fuerte interacción entre el insecto, la planta hospedante y el ecosistema, el programa de manejo para controlar las poblaciones de salivazo, debe basarse en un adecuado conocimiento de la biología de las especies presentes en cada región, de las características de las pasturas existentes y de las condiciones ambientales del ecosistema local. El control de las poblaciones de esta plaga depende de un adecuado programa de manejo integrado, el cual se aplique oportunamente los métodos de control disponibles: cultural, biológico, químico y resistencia genética (Valério & Koller 1995, Valério *et al.* 2001).

En el Brasil, las pasturas son cultivos perennes de bajo valor por unidad de área, presentes en sistemas de ganadería extensiva que abarcan millones de hectáreas. Por lo tanto, los métodos para el control del salivazo se deben ajustar a estas características, debiendo ser de bajo costo, fácil adopción y bajo impacto ambiental. Entre los métodos de control, la diversificación de pasturas con cultivares de gramíneas resistentes es considerado el mas favorable a nivel económico y ambiental. Es un método de bajo costo porque gran parte del control se obtiene con la adopción de los cultivares; como estos deben de tener un alto valor forrajero y adaptación a diferentes condiciones ambientales, esto lo hace un método de fácil aceptación por los productores; además, con el aumento de la diversificación de las pasturas, se reducen los riesgos potenciales abióticos y bióticos que enfrentan las grandes extensiones de gramíneas forrajeras de baja diversidad genética (Lapointe & Miles 1992; Valério *et al.* 1998; Valério *et al.* 2001). Sin embargo este método presenta varias limitaciones para su uso: requiere de un largo período de tiempo para la selección o obtención de cultivares resistentes, existe el riesgo de aparición de insectos biotipo, la susceptibilidad a otros factores bióticos o abióticos y la presencia de caracteres genéticos en conflicto (Cardona 1998, Valle *et al.* 2003, Miles *et al.* 2004).

La resistencia genética se define como la cantidad relativa de caracteres heredables de una planta que pueden influir en el daño causado por un insecto. Existen tres tipos de resistencia: antibiosis, antixenosis (no preferencia) y tolerancia. La antibiosis perjudica la biología del insecto afectando su crecimiento, desarrollo y/o reproducción. La antixenosis es el conjunto de características de una planta que interfiere con la conducta del insecto, afectando la cópula, la oviposición, la alimentación y la ingestión del alimento. La tolerancia se define como la habilidad de la

planta para soportar la infestación o para recuperarse y producir nuevos tejidos después del ataque del insecto (Smith 1989, Panda & Kush 1995).

Los cultivares de gramíneas forrajes tropicales, además de poseer características agronómicas y de adaptabilidad sobresalientes, deben de ser resistentes al salivazo, así como a otras plagas y enfermedades. Varios cultivares presentan resistencia al salivazo y son recomendados para la diversificación de pasturas: *B. brizantha* cv. Marandu, *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, *A. gayanus* cv. Baeti, *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *P. maximum* cv. Mombaça, *P. maximum* cv. Massai y *Paspalum atratum* cv. Pojuca (Valle *et al.* 2003, Jank *et al.* 2005).

### **Resistencia de *Brachiaria* al salivazo**

Actualmente los cultivares de gramíneas forrajeras de mayor uso en América tropical pertenecen al género *Brachiaria*. Tan solo en Brasil, se estima que existen cerca de 100 millones de hectáreas de pasturas cultivadas, de las cuales más del 85% están ocupadas por las braquiárias. Esta amplia adopción se debe principalmente, a que en comparación con las otras opciones de gramíneas forrajeras tropicales (de los géneros *Panicum*, *Andropogon*, *Pennisetum*, *Paspalum* y *Cynodon*), las braquiárias poseen la mayor productividad y capacidad de adaptación en suelos ácidos de baja fertilidad, característicos de la región de los Cerrados y Amazonia en el Brasil (Miles *et al.* 2004).

*B. brizantha* cv. Marandu y *B. decumbens* cv. Basilisk son los cultivares comerciales mas utilizados. El cultivar Marandu domina el mercado brasilero de semillas forrajeras, debido principalmente a su resistencia al salivazo de los pastos; sin embargo en ausencia de esta plaga, Marandu no es tan persistente como Basilisk sobre suelos infértiles, y no tiene un merito especial en zonas donde el salivazo no es un riesgo (Miles *et al.* 2004). De otro lado, el cultivar Basilisk presenta una alta adaptación y productividad en suelos ácidos de baja fertilidad; no obstante su expansión y persistencia se ha visto fuertemente limitada por su alta susceptibilidad al salivazo (Lapointe & Miles 1992, Miles *et al.* 2004).

El potencial de *Brachiaria* para continuar impactando positivamente la ganadería de América tropical, los limitantes bióticos y abióticos de los principales cultivares y la necesidad de diversificar genéticamente los extensos monocultivos de gramíneas forrajeras, fueron las justificativas para que la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia, iniciaron un programa de mejoramiento genético de *Brachiaria*, que

busco fundamentalmente, combinar en nuevos cultivares comerciales los atributos de adaptación, productividad y persistencia en suelos ácidos de baja fertilidad de *B. decumbens*, con la resistencia antibiótica al salivazo de los pastos de *B. brizantha* cv. Marandu (Miles & Valle 1998, Miles *et al.* 2004).

A mediados de la década de los 80, los bancos de germoplasma de EMBRAPA y el CIAT disponían de una pequeña diversidad genética de *Brachiaria*. Esta base tan estrecha impedía iniciar un programa de mejoramiento genético. Para expandir la base genética se realizó una misión de recolección de materiales de *Brachiaria* spp. en África durante 1984 y 1985. El germoplasma fue introducido y distribuido en diferentes zonas de América tropical para ser evaluado en ensayos regionales. En los centros de investigación de Planaltina – DF y Campo Grande - MS de EMBRAPA en el Brasil, así como en la estación de Carimagua, en los Llanos Orientales de Colombia, se seleccionaron varias accesiones como promisorias, por su buena adaptación edafoclimática y ocurrencia de niveles bajos de salivazo (Pizarro *et al.* 1998).

Todo programa de mejoramiento vegetal para resistencia a insectos debe tener como base una constante disponibilidad de plantas y de insectos para evaluar. Estos requisitos son difíciles de cumplir con el salivazo de los pastos, debido al comportamiento errático de sus infestaciones en el campo tanto en sentido temporal como espacial. La carencia del insecto en las épocas secas del año y su distribución agregada en campo, que lleva a una errática y deficiente presión de infestación en los genotipos a evaluar, son dos dificultades que limitan la realización de trabajos de manera continua, tanto en condiciones naturales como en invernadero (Ferrufino & Lapointe 1989, Sotelo & Cardona 2001). El desarrollo de técnicas de cría masiva y manejo de huevos (Lapointe *et al.* 1989a) constituyó la primera solución al problema de la estacionalidad dado que permite disponer de insectos durante todo el año. Con el desarrollo de técnicas para la evaluación de genotipos de *Brachiaria* al ataque de ninfas en condiciones de invernadero, inicialmente con la metodología descrita por Lapointe *et al.* (1989b) y posteriormente con la desarrollada por Cardona *et al.* (1999), se solucionó el problema de la desigualdad de infestación del insecto en campo.

La resistencia de genotipos de *Brachiaria* spp. al salivazo de los pastos puede ser evaluada para la fase de ninfa y de adulto del insecto. La mayoría de trabajos han sido realizados con ninfas en condiciones de invernadero (Lapointe *et al.* 1992, Valério & Koller 1995, Valério *et al.* 1998, Valério *et al.* 2000b, Sotelo *et al.* 2003, Cardona *et al.* 2004), gracias a las técnicas desarrolladas para la evaluación de genotipos. Mediante estas es posible evaluar el daño en la planta ocasionado por el insecto, así como los

efectos de la planta en el crecimiento y desarrollo de las ninfas (Cardona *et al.* 1999). Recientemente se desarrollo una técnica que permite determinar como la resistencia a los estados inmaduros se traduce en efectos subletales sobre los adultos (Sotelo 2004). En comparación con las ninfas, con los adultos se han realizado una menor cantidad de trabajos, a pesar de los daños importantes que estos ocasionan en las plantas. Los estudios de resistencia con adultos se han destinado a la caracterización del tipo de daño (Valério & Nakano 1988, Valério & Nakano 1989), a la preferencia de alimentación, tasas de excreción e intensidad de daño en diferentes genotipos (Valério & Nakano 1987, Nilakhe 1987, Lapointe *et al.* 1992, Cardona *et al.* 1999, Boas & Trevisan 2004) y mas recientemente, en los efectos de los genotipos sobre la fecundidad del insecto (Sujii *et al.* 2001, Sotelo 2004, Miller 2005).

La antibiosis y la tolerancia al ataque de ninfas, son los principales mecanismos de resistencia de genotipos de *Brachiaria* al salivazo de los pastos. La antibiosis se manifiesta con la reducción del tamaño, peso y producción de espuma del insecto, en la prolongación de la fase ninfal, en el aumento de la mortalidad de ninfas y la reducción de la emergencia de adultos (Valério & Koller 1995, Valério *et al.* 1997, Lapointe *et al.* 1992, Cardona *et al.* 1999, Cardona *et al.* 2004). Producto de la antibiosis a las ninfas, la plantas infestadas son poco afectadas y muestran niveles bajos de daño (Cardona *et al.* 1999, Cardona *et al.* 2004). De otro lado, como la tolerancia no afecta ni el crecimiento ni el desarrollo del insecto, en los genotipos tolerantes, la sobrevivencia de las ninfas es alta y la gran mayoría completa su ciclo biológico; no obstante las plantas soportan el ataque y desarrollan niveles bajos de daño, hasta un determinado nivel de infestación (Ferrufino & Lapointe 1989, Valério & Koller 1995, Cardona *et al.* 2004).

De los cultivares comerciales, *B. brizantha* cv. Marandu, lanzado en 1984 por EMBRAPA, continúa siendo el único con resistencia antibiótica a varias especies de salivazo (Miles *et al.* 2004). En trabajos posteriores con accesiones experimentales de *B. brizantha* se han encontrado genotipos antibióticos y tolerantes. Los genotipos antibióticos fueron seleccionados y utilizados como fuente de resistencia en los programas de mejoramiento genético de *Brachiaria* (Lapointe & Miles 1992, Valério *et al.* 2000). En la especie *Brachiaria jubata* (Fig. & De Not.) Staff, fueron también encontradas accesiones con altos niveles de antibiosis para las ninfas de algunas especies de salivazo (Lapointe *et al.* 1992, Lapointe & Miles 1992), no obstante esta especie es de poca importancia como gramínea forrajera. De otro lado, varias accesiones de *B. humidicola* han sido evaluadas al ataque de ninfas y todas han sido caracterizadas como tolerantes (Nilakhe 1987, Cosenza *et al.* 1989, Valério & Koller 1995, Valério *et*

al. 1997). De la especie *Brachiaria arrecta* (Dur. & Schinz) Stent, se dispone de poca información en relación a su respuesta al ataque del salivazo, a pesar de esta, ser de interés como forrajera por su adaptación a suelos de mal drenaje (Keller-Grein *et al.* 1998, Dias-Filho 2005).

De las especies de salivazo, *N. entreriana* de importancia en las regiones Sureste y Centro Oeste de Brasil y *Aeneolamia varia* (Fabricius) que predomina en los Llanos Orientales de Colombia, han recibido la mayor atención en los estudios de resistencia de *Brachiaria* (Valério *et al.* 1998). Los primeros trabajos sugirieron que los mecanismos y niveles de resistencia en genotipos de *Brachiaria* son similares para las diferentes especies de salivazo (Nilakhe 1987). Hasta 1998, solo se utilizaba la especie *A. varia* en las pruebas de selección de genotipos del programa de mejoramiento genético de *Brachiaria* del CIAT. No obstante, debido a las variaciones biológicas y ecológicas entre especies de salivazo (Silveira Neto 1994, Peck 2000, Peck 2001, Rodríguez *et al.* 2002), no se puede asumir que la resistencia a *A. varia* se aplica a todas las demás especies que afectan a *Brachiaria* en el trópico (Cardona *et al.* 2000). Valério (1995) comparó la respuesta de la accesión CIAT 16203 de *B. jubata* a dos especies de salivazo; esta fue antibiótica a las ninfas de *A. varia* en Colombia, pero susceptible a *N. entreriana* en Brasil. Posteriormente, Cardona *et al.* (2004) comparó la respuesta de varios genotipos al ataque de ninfas de cinco especies de salivazo; encontró que estos expresaron diferentes mecanismos de resistencia: antibiosis y tolerancia, dependiendo de la especie de salivazo evaluada. A diferencia de la antibiosis, la tolerancia no afecta el desarrollo de las ninfas, lo que permite que en el campo las poblaciones de salivazo se incrementen a través del tiempo, hasta llegar a un nivel de infestación intolerable por la planta y se generen daños y degradación de la pastura (Lapointe & Miles 1992). En varias regiones de América Latina se han reportado daños y degradación en pasturas de *B. humidicola*, especie tolerante a varias especies de salivazo (Lapointe & Miles 1992, Valério *et al.* 1998).

Producto de las variaciones en la expresión de mecanismos de resistencia de *Brachiaria*, las especies *Aeneolamia reducta* (Lallemand), *Mahanarva trifissa* (Jacobi), *Prosapia simulans* (Walker) *Zulia carbonaria* (Lallemand) y *Zulia pubescens* (Fabricius) presentes en diferentes regiones de Colombia (Peck 2001) y las especies *D. flavopicta* y *M. fimbriolata* de importancia en varias regiones de Brasil (Tabla 1), se incluyeron en las pruebas para la selección de genotipos resistentes al salivazo, de los programas de mejoramiento genético del CIAT (Sotelo *et al.* 2003, Cardona *et al.* 2004, CIAT 2004) y EMBRAPA (Valério *et al.* 2004a, Valério *et al.* 2004b). El objetivo de

estas pruebas fue seleccionar genotipos con resistencia antibiótica a las ninfas de varias especies de salivazo. Como resultado de esta estrategia de mejoramiento, se encontró que es posible producir y seleccionar genotipos híbridos de *Brachiaria* que combinen una alta resistencia antibiótica a varias especies de salivazo (Cardona *et al.* 2004, CIAT 2004).

La resistencia en genotipos de *Brachiaria* al complejo de especies del salivazo de los pastos no es horizontal. La expresión, los mecanismos y los niveles de resistencia pueden variar completamente dependiendo de la especie de salivazo. Como en las principales regiones ganaderas del Brasil es común encontrar pasturas de *Brachiaria* infestadas por dos o más especies de salivazo (Tabla 1), es de gran importancia para el delineamiento de las futuras estrategias de mejoramiento genético, conocer las variaciones de los mecanismos y niveles de resistencia de genotipos de *Brachiaria* al ataque de varias especies del salivazo. Este estudio tuvo como objetivos, evaluar la respuesta de un grupo diversificado de genotipos de *Brachiaria* al ataque de ninfas de tres de las principales especies de salivazo del Brasil, identificar genotipos resistentes y caracterizar sus mecanismos de resistencia.

## 2. MATERIALES Y METODOS

Este trabajo fue realizado en el Centro Tecnológico de la Zona da Mata (CTZM) de la Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais (EPAMIG), municipio de Viçosa – MG; localizado geográficamente a 20° 45' 14" latitud sur y 42° 52' 53" longitud oeste, a una altura 648 m.s.n.m. Los experimentos se condujeron bajo condiciones de casa de malla a una temperatura promedio de 23.2°C (rango, 14 – 32) y humedad relativa de 71% (rango, 44 – 97%), entre los meses de Marzo a Mayo y Octubre a Diciembre de 2005.

### 2.1. Material vegetal, metodología de evaluación e insectos

Se evaluaron 17 genotipos de *Brachiaria*: 15 accesiones y 2 híbridos (Tabla 3). Las 15 accesiones pertenecen a las cinco especies de *Brachiaria* de mayor cultivo en el Brasil: *B. brizantha*, *B. decumbens*, *B. ruziziensis*, *B. humidicola* y *B. arrecta*. Estas especies de *Brachiaria* han mostrado respuesta contrastante y diferentes mecanismos de resistencia al salivazo de los pastos (Nilakhe 1987, Valério *et al.* 1997, Valério *et al.* 1998). Se destacan la accesiones *B. decumbens* cv. Basilisk (BRA001058), *B. brizantha* cv. Marandu (BRA000591) y *B. brizantha* cv. Xaraés (BRA004308). El cultivar Xaraés fue liberado por EMBRAPA en el 2003 y ha mostrado tolerancia a varias especies de salivazo (Valle *et al.* 2004, Miles *et al.* 2004).

Los dos híbridos evaluados son producto de mejoramiento genético. BRA006661 es un híbrido facultativo apomíctico resultado del cruzamiento entre el clon tetraplóide 44-3 de *B. ruziziensis* y la accesión CIAT 16829 de *B. brizantha*. Experimentalmente este híbrido es de gran importancia porque en Colombia mostró resistencia antibiótica y tolerancia a varias especies de salivazo (Cardona *et al.* 2004). De otro lado, BRA006653 es un híbrido apomíctico derivado del cruzamiento entre el clon 44-6 de *B. ruziziensis* y la accesión CIAT 6294 de *B. brizantha*. En Colombia fue evaluado y clasificado como susceptible a varias especies de salivazo (base de datos de

la sección de Entomología de Forrajes Tropicales, CIAT). Su importancia radica en que es el primer híbrido de *Brachiaria* liberado como cultivar comercial. Fue lanzado en el 2001 con el nombre de cultivar Mulato (Miles *et al.* 2004). Las semillas de los genotipos fueron suministradas por el CNPGC de EMBRAPA, localizado en Campo Grande, MS.

**Tabla 3.** Genotipos de *Brachiaria* evaluados.

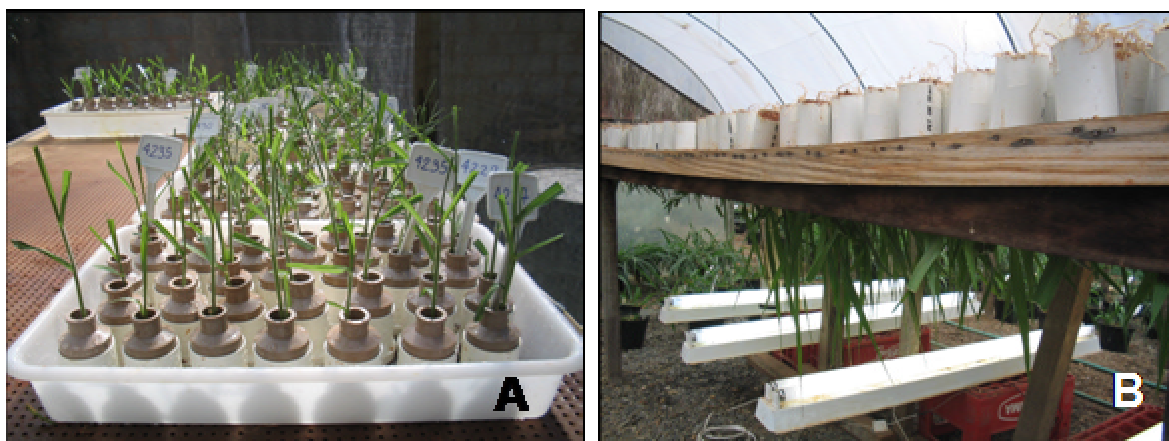
<b>Genotipo</b>	<b>No. Embrapa</b>	<b>No. CIAT</b>
<i>B. decumbens</i>	001058 <sup>1</sup>	00606
	004600	26288
	004430	16493
<i>B. ruziziensis</i>	001911	-
<i>B. brizantha</i>	000591 <sup>2</sup>	06294
	004308	26110
	004219	16827
	002682	16106
	004227	16829
	004235	16830
	006017	16835
<i>B. humidicola</i>	004863	16867
	005011	16886
<i>B. arrecta</i>	005746	16843
	005754	16844
<i>Brachiaria</i> híbrido	006653	36061
	006661	36062

<sup>1</sup> Testigo susceptible: cv. Basilisk, <sup>2</sup> Testigo resistente: cv. Marandu

Se usaron bandejas con arena para la germinación de las semillas. Las plántulas obtenidas se transplantaron a vasos con suelo con capacidad de 3.0 Kg. Después de establecidas, el follaje de las plantas se cortaba y fertilizaba mensualmente para estimular la producción de rebrotes y tallos jóvenes. Estas plantas se usaron como fuente de esquejes (material vegetativo) para la siembra de los experimentos de evaluación de resistencia.

Los experimentos se desarrollaron, siguiendo la metodología de la evaluación de resistencia de *Brachiaria* al ataque de ninfas de salivazo, desarrollada por Cardona *et al.* (1999). De acuerdo con esta, los esquejes de los genotipos se sembraron en tubos de PVC (5.3 cm de diámetro, 6.5 cm de altura) de base plástica en 40g de suelo (pH 6.1).

Cada tubo se cubría con una tapa de PVC (4.8 cm de diámetro, 3.0 cm de altura) con un orificio central (2.5 cm de diámetro) por donde pasaban los tallos de los esquejes (Fig. 5). Después de 15 días, se introducía un disco plástico en el tubo rodeando la base de las plantas, se volteaban 180° y se disponían en una estructura de madera durante 8 días (Fig. 5). Esto se hacía para estimular el crecimiento y proliferación de raíces superficiales en las plantas, las cuales son el sitio de alimentación de las ninfas de salivazo. Durante esta etapa, el follaje de las plantas se iluminó con lámparas de luz blanca dispuestas en la parte inferior de la estructura. A continuación, las plantas se volteaban 180°, se extraían los discos plásticos y rodeaba el tallo con espuma, permaneciendo así durante 7 días antes de la infestación (Fig. 6). De esta forma se creaba un microclima de alta humedad, oscuridad y baja temperatura, favorable para el crecimiento de las ninfas. Las plantas se infestaron 30 días después de la siembra.



**Figura 5.** Unidades de evaluación de resistencia. A: Crecimiento de esquejes en tubos de PVC. B: Plantas en estructura de madera. Fotos: Alejandro Pabón.

Las especies de salivazo estudiadas fueron: *Notozulia entreriana*, *Deois schach* y *Deois flavopicta*. La identificación taxonómica de los insectos fue realizada por el especialista Gervasio Silva Carvalho, profesor de la Pontificia Universidad Católica de Río Grande del Sur (PUCRS), Porto Alegre, RS, Brasil. Los insectos se colectaron en los meses de Enero a Marzo y de Octubre a Diciembre de 2005 en pasturas de *B. decumbens* en tres municipios del sureste de Minas Gerais (Fig. 2.): Leopoldina (212 m.s.n.m.), Oratórios (494 m.s.n.m.) y São José do Goiabal (287 m.s.n.m.).

Coexistiendo con las anteriores especies, se encontraron e identificaron poblaciones de *M. fimbriolata* y *D. incompleta* en São José de Goiabal y de *M. fimbriolata* en Leopoldina. Por falta de recursos físicos y de tiempo, estas especies no fueron estudiadas en este trabajo.



**Figura 6.** Unidad de evaluación de resistencia de *Brachiaria* a ninfas de salivazo. Componentes y unidad completa.  
Foto: Alejandro Pabón.

Se siguió la metodología de cría masiva y manejo de huevos de salivazo desarrollada por Lapointe *et al.* (1989a), para la obtención de los insectos usados en la infestación de las plantas. Los adultos colectados en campo se confinaron durante 5 a 7 días en jaulas de malla (50 cm de base x 50 cm de ancho x 100 cm de alto) usando barro tamizado como sustrato de oviposición y de plantas de *B. decumbens* para su alimentación. Los huevos se separaron del sustrato de oviposición por flotación en solución salina, se desinfectaron con hipoclorito de sodio e incubaron en cajas petri con papel filtro humedecido por 15 a 20 días a temperatura ambiente. Las plantas se infestaron con huevos próximos a eclosionar.

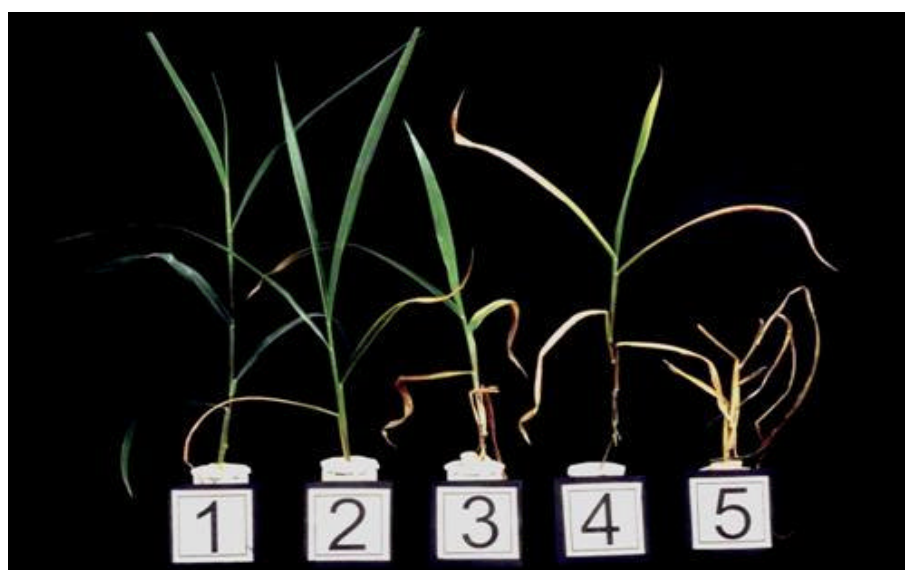
## **2.2 Evaluación de la reacción de genotipos de *Brachiaria* a ninfas de tres especies de salivazo**

De desarrollaron varios experimentos para evaluar la reacción de los genotipos (Tabla 3) al ataque de ninfas de las tres especies de salivazo. Se utilizaron 10 repeticiones por genotipo en un diseño experimental completamente al azar. Cada repetición fue infestada con seis ninfas por planta. Los genotipos *B. decumbens* cv.

Basilisk y *B. brizantha* cv. Marandu, se usaron como testigo susceptible y resistente, respectivamente.

La infestación de las plantas ocurrió sin ninguna interferencia hasta la época de la evaluación. La emergencia de los primeros adultos y la presencia de síntomas avanzados de daño foliar en las plantas del testigo susceptible, fueron los criterios para determinar las épocas evaluación, a los 30, 45 y 50 días después de infestación (DDI) para *N. entrecoriana*, *D. flavopicta* y *D. schach* respectivamente.

Las variables de respuesta evaluadas fueron: daño foliar y porcentaje de sobrevivencia de ninfas (Cardona *et al.* 1999). El daño se cuantificó, a través de la escala de daño visual en *Brachiaria* causado por ninfas de salivazo descrita por Cardona *et al.* (1999). Esta escala asigna valores de 1 hasta 5 de acuerdo a la magnitud del daño ocasionado (1: planta con daño no visible, 2: planta con 25% del follaje afectado, 3: 50%, 4: 75% y 5: 100% del follaje afectado) (Fig. 7). Para facilitar la descripción y discusión de los resultados, los valores de daño se clasificaron en tres categorías: bajo de 1 a 2, intermedio de 2 a 3 y alto cuando fue superior a 3. El porcentaje de sobrevivencia de ninfas se determinó, contando el número de ninfas vivas y/o adultos encontrados en cada planta.



**Figura 7.** Escala de daño en *Brachiaria*. 1: planta con daño no visible, 2: planta con 25% del follaje afectado, 3: 50%, 4: 75% y 5: 100% del follaje afectado. Foto: cortesía del CIAT.

### **2.3 Evaluación de mecanismos de resistencia de dos accesiones de *B. brizantha* a ninfas de dos especies de salivazo**

Se desarrollaron dos clases de experimentos para caracterizar los mecanismos de resistencia de las accesiones de *B. brizantha* BRA000591 (cv. Marandu) y

BRA004308 (cv. Xaraés), al ataque de ninfas de *N. entreriana* y *D. schach*. La accesión de *B. decumbens* BRA001058 se uso como testigo susceptible.

Con el fin de identificar la antibiosis como mecanismo de resistencia, se evaluaron algunos efectos de las accesiones de *B. brizantha* en el crecimiento de los insectos durante el desarrollo de la fase ninfal. En un diseño completamente al azar, 50 plantas de cada accesión se infestaron con seis huevos próximos a eclosionar de cada especie de salivazo. A partir de la emergencia de las ninfas, cada dos días se colectaron las ninfas vivas presentes en dos plantas de cada accesión. Los muestreos se realizaron hasta que se encontraron insectos adultos. A las ninfas colectadas se les determinó el instar con base en el ancho de la cápsula cefálica (Fewkes 1969, Rodríguez *et al.* 2002), midió la longitud del cuerpo y calculó el porcentaje de sobrevivencia hasta adulto.

Con el objetivo de identificar la tolerancia como mecanismo de resistencia, se evaluó la capacidad de las accesiones de soportar niveles crecientes de infestación de ninfas. En un diseño de bloques al azar, diez plantas de cada accesión se infestaron con 2, 4, 6 y 8 huevos próximos a eclosionar. La infestación de las plantas ocurrió sin ninguna interferencia hasta la época de la evaluación, a los 30 y 50 DDI para *N. entreriana* y *D. schach* respectivamente. Se evaluó el daño foliar mediante la escala propuesta por Cardona *et al.* (1999), el porcentaje de pérdida de peso seco de las plantas y el porcentaje de sobrevivencia de ninfas. La pérdida de peso seco se calculó en relación a 10 plantas por accesión que no se infestaron. Las plantas se cortaron por la base del tallo, secaron a 60° C durante 48 horas y pesaron en una balanza analítica.

#### **2.4. Análisis estadísticos**

Los datos de daño foliar, porcentaje de sobrevivencia y porcentaje de pérdida de peso seco, se sometieron a análisis de varianza por medio del programa Statitix 8.0 (Analytical Software, 2000). Los porcentajes de sobrevivencia y de pérdida de peso seco se transformaron por medio del arco seno  $\sqrt{x}$ , para tener homogeneidad en las varianzas de los tratamientos. Cuando la razón *F* de los análisis de varianza fue significativa, se hicieron separaciones de medias usando la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) al 5% de probabilidad. Se presentan las medias y los errores estándar de los datos sin transformar. Los datos de las ninfas colectadas en los experimentos de antibiosis, se sometieron a varias pruebas para probar estadísticamente las diferencias entre accesiones. La prueba *t* se uso para comparar la duración de la fase ninfal. A través de la prueba de Kaplan-Meier se realizó el análisis de sobrevivencia de las ninfas (Lee 1992, Hosmer & Lemeshow 1999).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Niveles de daño y sobrevivencia de ninfas de tres especies de salivazo en genotipos de *Brachiaria*

Los adultos colectados de *N. entreriana* ovipositaron huevos diapaúsicos. Los huevos de desarrollo normal, fueron insuficientes para infestar las plantas de los 17 genotipos en una sola época. Por este motivo, 13 de los genotipos se infestaron en Marzo y los 4 restantes en Octubre del 2005.

Los genotipos de *Brachiaria* infestados con ninfas de *N. entreriana*, mostraron diferentes niveles de daño y de sobrevivencia del insecto. En las dos épocas de evaluación (Marzo y Octubre del 2005), el testigo susceptible (BRA001058) presentó los mayores niveles de daño y de sobrevivencia de ninfas (Tablas 4 y 5). El daño de las otras dos accesiones de *B. decumbens* (BRA004430 y 004600) fue también alto ( $> 3.0$ ) y la sobrevivencia de ninfas fue significativamente similar a la del testigo susceptible (Tabla 4). La accesión BRA001911 de *B. ruziziensis*, presentó sobrevivencia de ninfas estadísticamente similar a la del testigo susceptible, no obstante el daño fue inferior (Tabla 5). En las dos accesiones de *B. humidicola* (BRA005011 y BRA004863) la sobrevivencia de las ninfas fue estadísticamente semejante a la del testigo susceptible, no obstante, los daños ocasionados fueron bajos ( $< 2.0$ ) y significativamente inferiores (Tabla 4). De otro lado, las dos accesiones de *B. arrecta* y las accesiones de *B. brizantha* con excepción de BRA004308, afectaron significativamente la sobrevivencia del insecto con respecto al testigo susceptible, consecuentemente los daños ocasionados fueron intermedios (entre 2 y 3) o bajos ( $< 2$ ) (Tablas 4 y 5). Cabe destacar que entre todos los genotipos, la accesión BRA004219 fue la que más afectó la sobrevivencia de las ninfas (Tabla 5). La accesión BRA004308 no afectó significativamente la sobrevivencia del insecto, no obstante el daño causado fue intermedio y estadísticamente inferior (Tabla 4). Los dos híbridos presentaron comportamientos contrastantes, mientras BRA006653 mostró daño intermedio y la sobrevivencia de ninfas fue estadísticamente similar con relación a la accesión susceptible (Tabla 4). Por

el contrario, BRA006661 presento daño bajo y afecto significativamente la sobrevivencia del insecto (Tabla 5).

El testigo susceptible (BRA001058) y resistente (BRA000591) presentaron menores niveles de sobrevivencia de ninfas (Tabla 5) en la segunda época de evaluación (Octubre/2005). Estas diferencias se pueden atribuir a que las condiciones climáticas (por ejemplo menores temperaturas diurnas y nocturnas) presentadas en esta época, afectaron el vigor de las plantas y desarrollo de los insectos. No obstante, esto no significa que los resultados no son validos, ya que al igual que en la primera época de evaluación (Marzo/2005), los testigos (susceptible y resistente) presentaron niveles de daño y de sobrevivencia de ninfas contrastantes y estadísticamente diferentes.

**Tabla 4.** Respuesta de genotipos de *Brachiaria* al ataque de ninfas de *N. entreriana* (Marzo/2005).

Genotipo	Especie	Daño <sup>1</sup>	Sobrevivencia de ninfas (%)
BRA001058 <sup>2</sup>	<i>B. decumbens</i>	3.7 ± 0.14 a	75.0 ± 3.30 a
BRA004430	<i>B. decumbens</i>	3.4 ± 0.14 ab	79.6 ± 4.58 a
BRA004600	<i>B. decumbens</i>	3.3 ± 0.11 b	69.3 ± 6.90 a
BRA005746	<i>B. arrecta</i>	2.7 ± 0.16 c	47.0 ± 5.19 c
BRA004308	<i>B. brizantha</i>	2.6 ± 0.10 cd	67.5 ± 5.30 a
BRA006653	Híbrido	2.6 ± 0.10 cd	73.5 ± 5.16 a
BRA005754	<i>B. arrecta</i>	2.3 ± 0.12 de	43.5 ± 4.29 c
BRA004235	<i>B. brizantha</i>	2.2 ± 0.17 e	51.6 ± 5.39 bc
BRA000591 <sup>3</sup>	<i>B. brizantha</i>	1.9 ± 0.12 ef	46.6 ± 6.90 c
BRA006017	<i>B. brizantha</i>	1.8 ± 0.12 fg	44.7 ± 5.26 c
BRA004863	<i>B. humidicola</i>	1.7 ± 0.10 fg	64.0 ± 6.40 ab
BRA004227	<i>B. brizantha</i>	1.7 ± 0.13 fg	46.3 ± 3.94 c
BRA005011	<i>B. humidicola</i>	1.5 ± 0.09 g	67.6 ± 5.43 a

<sup>1</sup> Escala de daño de 1 a 5 (1, daño no visible; 5, daño severo). <sup>2</sup> Testigo susceptible.

<sup>3</sup> Testigo resistente. Promedios ± EEM de 10 repeticiones. Promedios en una columna seguidos por letras iguales no son significativamente diferentes, prueba de separación de medias por DMS ( $P < 0.05$ ).

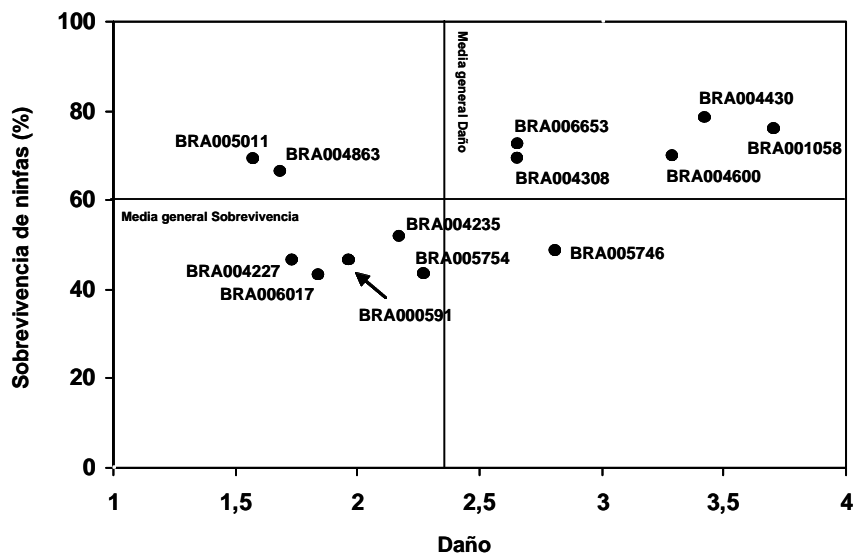
**Tabla 5.** Respuesta de genotipos de *Brachiaria* al ataque de ninfas de *N. entreriana* (Octubre/2005).

Genotipo	Especie	Daño <sup>1</sup>	Sobrevivencia de ninfas (%)
BRA001058 <sup>2</sup>	<i>B. decumbens</i>	3.2 ± 0.15 a	61.9 ± 7.00 a
BRA001911	<i>B. ruziziensis</i>	3.1 ± 0.17 a	45.8 ± 9.30 a
BRA002682	<i>B. brizantha</i>	2.7 ± 0.15 b	35.0 ± 6.30 b
BRA000591 <sup>3</sup>	<i>B. brizantha</i>	1.6 ± 0.18 c	14.8 ± 5.15 c
BRA004219	<i>B. brizantha</i>	1.5 ± 0.10 c	6.6 ± 3.68 c
BRA006661	Híbrido	1.1 ± 0.05 d	15.0 ± 5.79 c

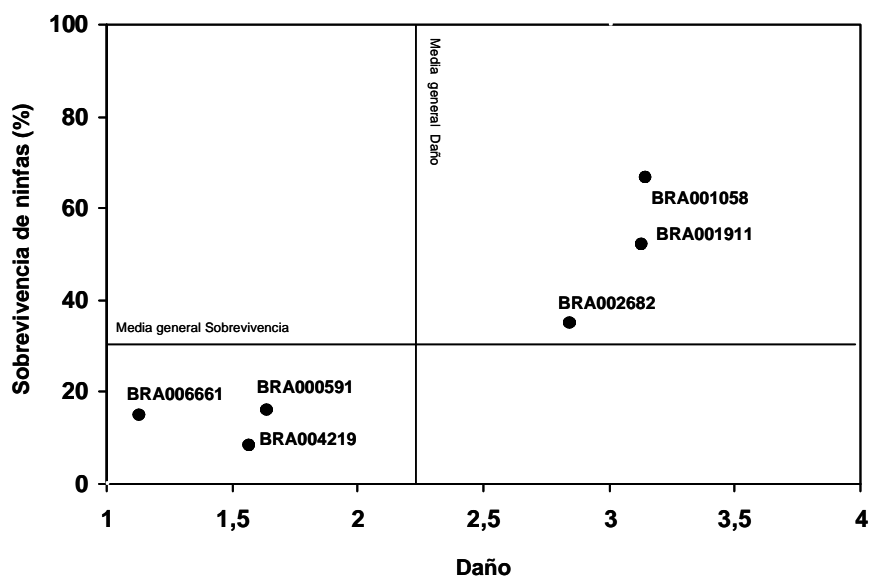
<sup>1</sup> Escala de daño de 1 a 5 (1, daño no visible; 5, daño severo). <sup>2</sup> Testigo susceptible.

<sup>3</sup> Testigo resistente. Promedios ± EEM de 10 repeticiones por genotipo. Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no son significativamente diferentes, prueba de separación de medias por DMS ( $P < 0.05$ ).

Las diferencias entre genotipos se observaron también al representar la relación entre daño y sobrevivencia de ninfas. El testigo susceptible BRA001058 y las accesiones de *B. decumbens* (BRA004430 y BRA004600) se agruparon en el cuadrante superior derecho producto de los altos niveles de daño y de sobrevivencia de ninfas (Fig. 8). La accesión BRA004308 de *B. brizantha* y el híbrido BRA006653 se ubicaron también en este cuadrante, ambos mostraron daños intermedios pero presentaron niveles de sobrevivencia de ninfas similares a los del testigo susceptible (Fig. 8). De otro lado, las accesiones de *B. humidicola* (BRA005011 y 004863) se agruparon en el cuadrante superior izquierdo resultado de la alta sobrevivencia de ninfas pero reducido daño foliar (Fig. 8). Al contrario del testigo susceptible, el testigo resistente (BRA00591) y la mayoría de accesiones de *B. brizantha*, se agruparon en el cuadrante inferior izquierdo producto de niveles bajos de daño y de sobrevivencia de ninfas (Fig. 8 y Fig. 9). El híbrido BRA006661 presentó comportamiento similar al testigo resistente (Fig. 9).



**Figura 8.** Relación entre daño y sobrevivencia de ninfas de *N. entreriana* en genotipos de *Brachiaria* (Marzo/2005). BRA000591: testigo resistente, BRA001058: testigo susceptible. Líneas de media general de daño y sobrevivencia de ninfas (daño: 2.4; sobrevivencia: 60.0%).



**Figura 9.** Relación entre daño y sobrevivencia de ninfas de *N. entreriana* en genotipos de *Brachiaria* (Octubre/2005). BRA000591: testigo resistente, BRA001058: testigo susceptible. Líneas de media general de daño y sobrevivencia de ninfas (daño: 2.2, sobrevivencia: 28.0%).

Los adultos colectados de *D. schach* ovipositaron pocos huevos diapaúsicos. Los huevos de desarrollo normal fueron suficientes para infestar las plantas de los 17 genotipos en una sola época (Octubre/2005). Con *D. schach* los genotipos de *Brachiaria* mostraron diferentes niveles de daño y de sobrevivencia de ninfas (Tabla 6). El testigo susceptible, las accesiones de *B. decumbens* y la accesión de *B. ruziziensis* fueron las más afectadas (daño de 3.5 a 4.1) producto de los altos niveles de sobrevivencia del insecto. La sobrevivencia de ninfas en las accesiones de *B. humidicola* fue estadísticamente similar a la del testigo susceptible, no obstante los daños mostrados

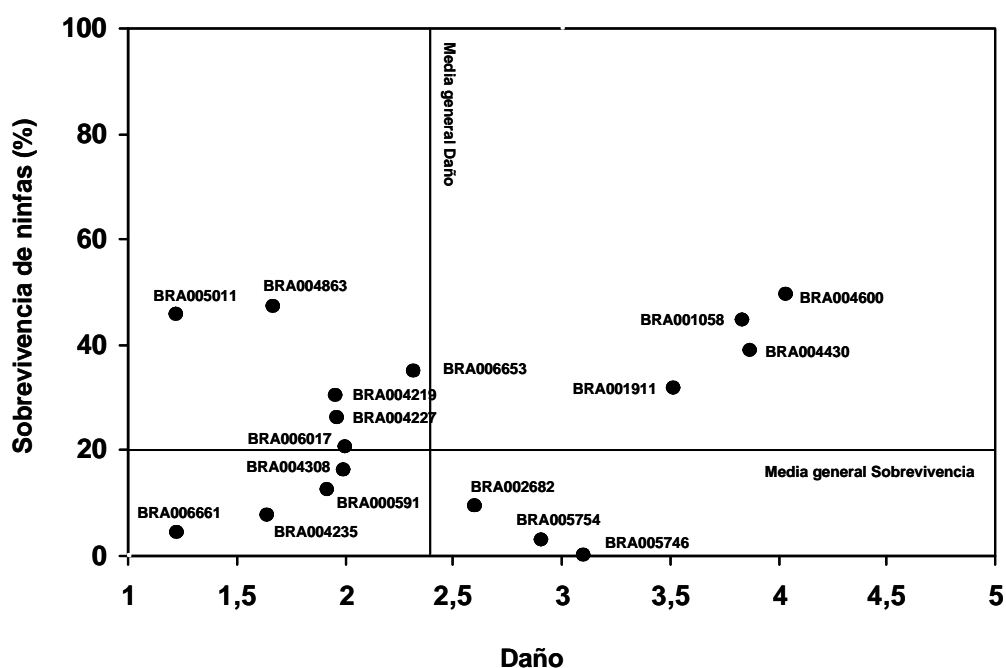
fueron significativamente inferiores. El testigo resistente y las accesiones de *B. brizantha* mostraron daños estadísticamente inferiores al testigo susceptible. Con excepción de las accesiones BRA004227 y BRA004219, las accesiones de *B. brizantha* afectaron significativamente la sobrevivencia de ninfas. Los híbridos presentaron comportamientos contrastantes; mientras en BRA006661 la sobrevivencia de ninfas y el daño fueron bajos, estadísticamente diferentes al testigo susceptible, en BRA006653, aunque el daño fue intermedio, la sobrevivencia del insecto no se diferenció del testigo susceptible. Las accesiones de *B. arrecta*, presentaron las menores sobrevivencia de ninfas y los daños fueron estadísticamente inferiores con respecto al testigo susceptible. Es necesario aclarar, que las plantas de estas dos accesiones presentaron síntomas de senescencia natural (clorosis de hojas basales) que se tuvieron en cuenta en la evaluación de daño, lo que explica los niveles presentados a pesar de la muy baja sobrevivencia de ninfas

**Tabla 6.** Respuesta de genotipos de *Brachiaria* al ataque de ninfas de *D. schach*.

Genotipo	Especie	Daño <sup>1</sup>	Sobrevivencia de ninfas (%)
BRA004600	<i>B. decumbens</i>	4.1 ± 0.25 a	48.3 ± 11.76 a
BRA004430	<i>B. decumbens</i>	3.8 ± 0.23 a	36.6 ± 9.87 abc
BRA001058 <sup>2</sup>	<i>B. decumbens</i>	3.7 ± 0.08 ab	40.7 ± 4.90 ab
BRA001911	<i>B. ruziziensis</i>	3.5 ± 0.26 ab	31.6 ± 10.07 abc
BRA005746	<i>B. arrecta</i>	3.2 ± 0.29 bc	0 g
BRA005754	<i>B. arrecta</i>	2.7 ± 0.22 cd	3.7 ± 3.70 fg
BRA002682	<i>B. brizantha</i>	2.7 ± 0.24 cd	10.0 ± 5.66 defg
BRA006653	Híbrido	2.3 ± 0.18 de	36.6 ± 9.23 abc
BRA006017	<i>B. brizantha</i>	2.0 ± 0.14 ef	18.5 ± 5.85 cde
BRA004308	<i>B. brizantha</i>	2.0 ± 0.29 ef	11.1 ± 5.55 defg
BRA000591 <sup>3</sup>	<i>B. brizantha</i>	1.9 ± 0.11 ef	16.6 ± 4.96 cdef
BRA004219	<i>B. brizantha</i>	1.8 ± 0.18 efg	25.0 ± 2.76 abc
BRA004227	<i>B. brizantha</i>	1.8 ± 0.07 efg	28.3 ± 9.95 bcd
BRA004863	<i>B. humidicola</i>	1.7 ± 0.30 efgh	40.7 ± 2.93 ab
BRA004235	<i>B. brizantha</i>	1.6 ± 0.14 fgh	6.6 ± 5.09 efg
BRA006661	Híbrido	1.2 ± 0.08 gh	3.7 ± 3.70 fg
BRA005011	<i>B. humidicola</i>	1.2 ± 0.10 h	42.8 ± 3.37 ab

<sup>1</sup> Escala de daño de 1 a 5 (1, daño no visible; 5, daño severo). <sup>2</sup> Testigo susceptible. <sup>3</sup> Testigo resistente. Promedio ± EEM. Promedio en una columna seguidos por letras iguales no son significativamente diferentes, de separación de medias por DMS ( $P < 0.05$ ).

La figura 10 muestra la relación entre daño y sobrevivencia de ninfas presentada por los genotipos de *Brachiaria* al ataque de *D. schach*. El testigo susceptible, las accesiones de *B. decumbens* y *B. ruziziensis* se ubicaron en el cuadrante superior derecho por presentar los mayores niveles de daño y de sobrevivencia de ninfas; en el otro extremo se agruparon las accesiones de *B. humidicola* y el híbrido BRA006653 por presentar niveles bajos de daño. Las accesiones de *B. brizantha* y el híbrido BRA006661 se situaron en el cuadrante inferior izquierdo porque presentaron los menores niveles de daño y de sobrevivencia de ninfas. Finalmente, las accesiones de *B. arrecta* se localizaron en el cuadrante inferior derecho por afectar la sobrevivencia del insecto y presentar daño intermedio.



**Figura 10.** Relación entre daño y sobrevivencia de ninfas de *D. schach* en genotipos de *Brachiaria*. BRA000591: testigo resistente, BRA001058: testigo susceptible. Líneas de media general de daño y sobrevivencia de ninfas (daño: 2.4, sobrevivencia: 20.0%).

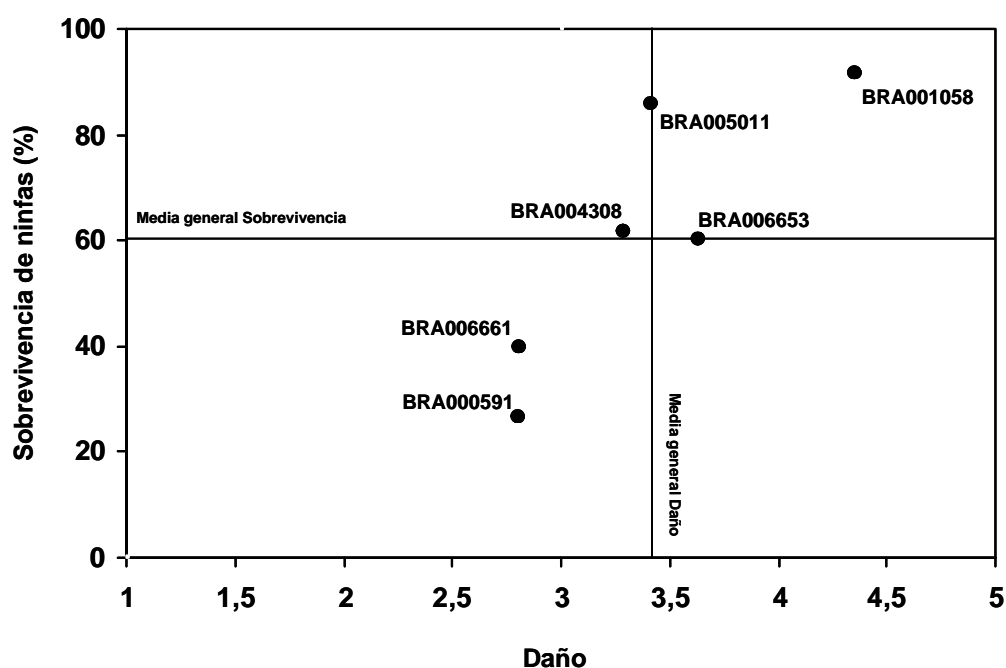
En comparación con las otras dos especies, los adultos de *D. flavopicta* ovipositaron menores cantidades de huevos y una gran parte estos fueron diapaúsicos. Los huevos de desarrollo normal, solo fueron suficientes para infestar las plantas de 6 genotipos. Se evaluaron los cuatro genotipos de mayor importancia y los dos testigos (susceptible y resistente). Los genotipos afectaron de diferente forma la sobrevivencia de las ninfas de *D. flavopicta*, consecuentemente presentaron distintos niveles de daño (Tabla 7). El testigo susceptible fue el más afectado a causa de la mayor sobrevivencia de ninfas. En la accesión de *B. humidicola* la sobrevivencia del insecto fue también elevada, no obstante el daño ocasionado fue estadísticamente menor al mostrado por el

testigo susceptible. El testigo resistente (BRA000591) y el híbrido BRA006661 perjudicaron significativamente la sobrevivencia de las ninfas y el daño ocasionado fue estadísticamente menor al mostrado por el testigo susceptible. La accesión de *B. brizantha* BRA004308 alcanzo a afectar estadísticamente la sobrevivencia del insecto y el daño fue significativamente menor en comparación con el testigo susceptible. Finalmente, el híbrido BRA006653 presento daño estadísticamente semejante al testigo susceptible, a causa de la alta sobrevivencia de ninfas. En la Figura 11 se muestra la relación entre el daño y la sobrevivencia del insecto. Con excepción del testigo resistente y el híbrido BRA006661, los otros genotipos tendieron a agruparse en el cuadrante superior derecho a causa de altos valores de daño y sobrevivencia de ninfas.

**Tabla 7.** Respuesta de genotipos de *Brachiaria* al ataque de ninfas de *D. flavopicta*

Genotipo	Especie	Daño <sup>1</sup>	Sobrevivencia de ninfas (%)
BRA001058 <sup>2</sup>	<i>B. decumbens</i>	4.3 ± 0.07 a	88.3 ± 4.33 a
BRA006653	Híbrido	3.6 ± 0.21 ab	60.0 ± 8.80 b
BRA005011	<i>B. humidicola</i>	3.4 ± 0.28 bc	83.3 ± 4.96 a
BRA004308	<i>B. brizantha</i>	3.3 ± 0.27 bcd	61.1 ± 7.35 b
BRA006661	Híbrido	2.8 ± 0.16 cd	38.3 ± 9.95 c
BRA000591 <sup>3</sup>	<i>B. brizantha</i>	2.7 ± 0.33 d	31.4 ± 7.05 c

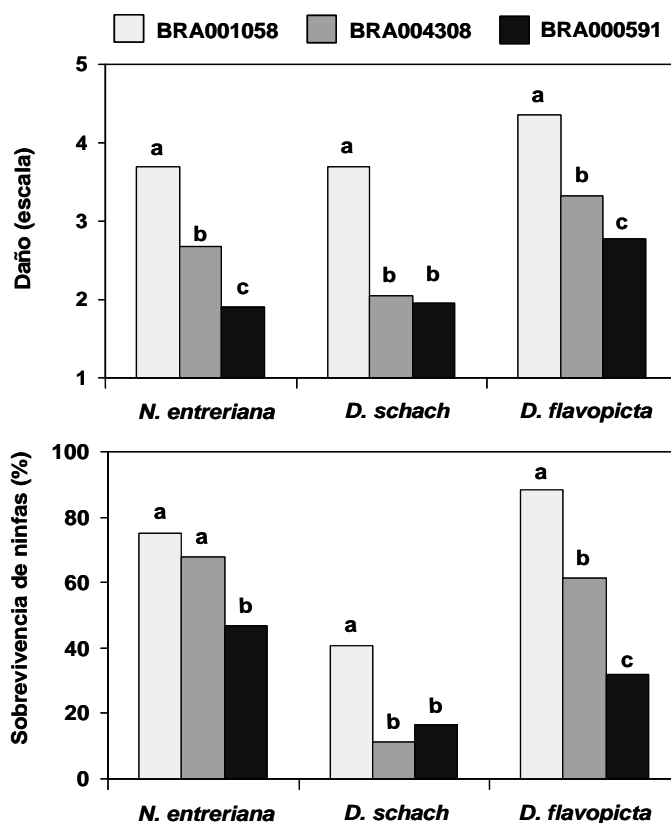
<sup>1</sup> Escala de daño de 1 a 5 (1, no hay daño; 5, daño severo). <sup>2</sup> Testigo susceptible. <sup>3</sup> Testigo resistente. Promedios ± EEM de 10 repeticiones. Promedios en una misma columna con letras iguales, no son significativamente diferentes por separación de medias por DMS ( $P < 0.05$ ).



**Figura 11.** Relación entre daño y sobrevivencia de ninfas de *D. flavopicta* en genotipos de *Brachiaria*. BRA000591: testigo resistente; BRA001058: testigo susceptible. Líneas de media general de daño y sobrevivencia de ninfas (daño: 3.4, sobrevivencia: 60.0%).

De los genotipos evaluados, la accesión *B. brizantha* BRA004308 (cv. Xaraés) mostró niveles de daño inferiores a los del testigo susceptible, no obstante afecto con diferente intensidad la sobrevivencia de las ninfas de las tres especies (Fig. 12). Bajos las tres especies, la accesión presentó niveles de daño estadísticamente menores a los del testigo susceptible, no obstante frente a *D. schach* el daño fue bajo (< 2.0), con *N. entreriana* fue intermedio (entre 2.0 y 3.0) y con *D. flavopicta* fue alto (>3.0). Los daños en el testigo resistente fueron estadísticamente inferiores con respecto al testigo susceptible, y a su vez significativamente menores en relación a BRA004308 frente a *N. entreriana* y *D. flavopicta*. Con *D. schach* no se encontraron diferencias estadísticas.

La sobrevivencia de las ninfas fue afectada de diferente forma por BRA004308 dependiendo de la especie. En *N. entreriana* no se encontró diferencia estadística con respecto al testigo susceptible, por el contrario, se encontraron diferencias con *D. schach* y *D. flavopicta*, no obstante en la primera especie la sobrevivencia fue bastante baja (11%) y en la segunda la sobrevivencia fue alta (61%). El testigo resistente afecto significativamente la sobrevivencia de las ninfas de las tres especies; en *D. schach* fue baja (16.6%), y en *N. entreriana* y *D. flavopicta* fue intermedia (30% y 50%) (Fig. 12). En la Figura 13 se observa la disminución de producción de espuma que el testigo resistente ocasionó en las ninfas sobrevivientes de *D. flavopicta*



**Figura 12.** Daño y sobrevivencia de ninfas de tres especies de salivazo en tres accesiones de *Brachiaria*. BRA001058: testigo susceptible, BRA000591: testigo resistente. Columnas seguidas por letras iguales, no son significativamente diferentes por DMS al 5%.



**Figura 13.** Espuma producida por ninfas de *D. flavopicta* criadas en dos accesiones de *Brachiaria*: BRA001058 (Testigo susceptible), BRA000591 (Testigo resistente)

### 3.2 Caracterización de mecanismos de resistencia de dos accesiones de *B. brizantha* a ninfas de *N. entreriana* y *D. schach*

Los estudios de caracterización de mecanismos fueron hechos con las especies *N. entreriana* y *D. schach*. No se realizaron con *D. flavopicta*, debido a que los adultos colectados consistentemente ovipositaron menores cantidades de huevos y parte de estos fueron diapaúsicos. Los huevos de desarrollo normal fueron insuficientes para infestar las plantas de los experimentos.

#### 3.2.1 Estudios de antibiosis

##### Medidas morfológicas de ninfas

Con el fin de encontrar diferencias en las mediciones morfológicas de las ninfas criadas en el testigo resistente (BRA000591) y la accesión BRA004308, con respecto al testigo susceptible (BRA001058), en este estudio se midieron el ancho de la capsula cefálica (Tabla 8) y la longitud corporal (Tabla 9).

**Tabla 8.** Ancho medio de la capsula cefálica (mm) de ninfas de dos especies de salivazo criadas en tres accesiones de *Brachiaria*.

Instar	<i>N. entreriana</i>			<i>D. schach</i>		
	BRA 001058 <sup>1</sup>	BRA 000591 <sup>2</sup>	BRA 004308	BRA 001058	BRA 000591	BRA 004308
1	0.40	0.38	0.42	0.36	0.34	0.37
2	0.67	0.57	0.58	0.54	0.54	0.51
3	0.90	0.79	0.81	0.79	0.75	0.81
4	1.33	1.44	1.29	1.25	1.2	1.13
5	1.92	2.01	1.93	1.86	1.68	1.58

<sup>1</sup> Testigo susceptible. <sup>2</sup> Testigo resistente.

**Tabla 9.** Longitud media del cuerpo (mm) de ninfas de dos especies de salivazo criadas en tres accesiones de *Brachiaria*.

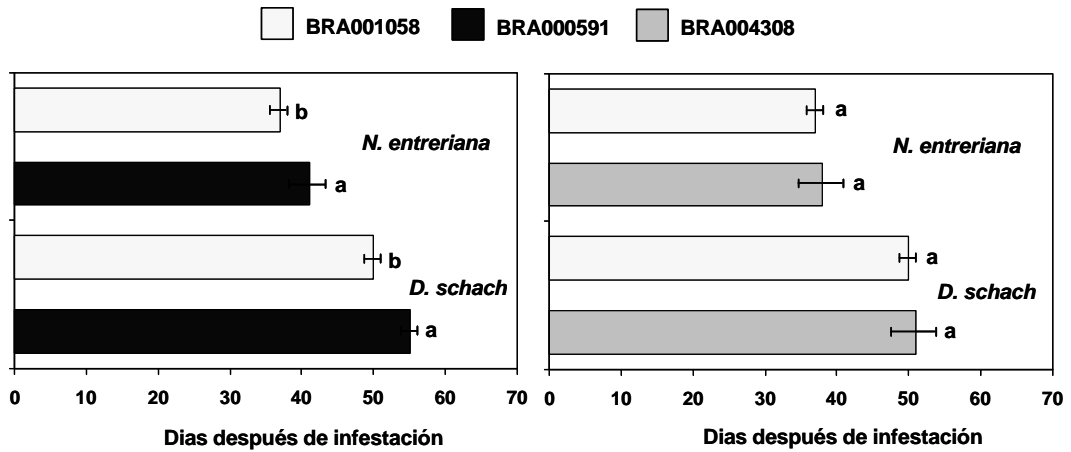
Instar	<i>N. entreriana</i>			<i>D. schach</i>		
	BRA 001058 <sup>1</sup>	BRA 000591 <sup>2</sup>	BRA 004308	BRA 001058	BRA 000591	BRA 004308
1	1.21	1.32	1.15	1.42	1.20	1.12
2	2.10	1.95	2.23	2.16	2.25	1.98
3	3.05	2.85	3.30	2.88	2.56	2.45
4	4.82	4.56	5.00	4.93	4.21	4.14
5	8.94	7.52	9.20	7.18	6.55	6.13

<sup>1</sup> Testigo susceptible. <sup>2</sup> Testigo resistente.

A través de la medición del ancho de la capsula cefálica, se detectó la ocurrencia de cinco instares en las dos especies de salivazo criadas en las tres accesiones de *Brachiaria* (Tabla 8). El análisis mediante la prueba *t* no mostró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre genotipos en relación a las mediciones de ancho de cápsula cefálica de ninfas. De igual forma en los análisis de mediciones de la longitud del cuerpo, no se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre genotipos. Las mediciones morfológicas de ancho de cápsula cefálica y longitud del cuerpo de las ninfas criadas en las accesiones BRA004308 y BRA000591 no fueron diferentes en términos biológicos a las encontradas en el testigo susceptible (BRA001058).

### Duración del periodo ninfal

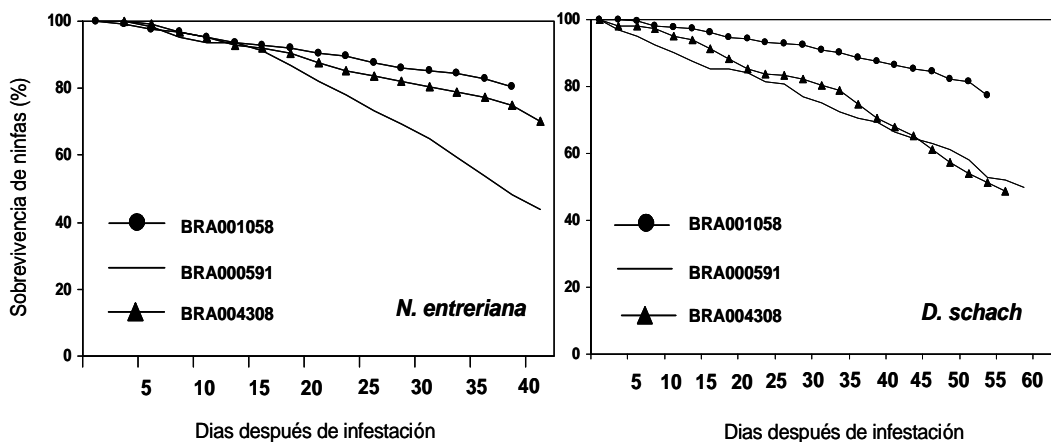
Las dos especies de salivazo completaron su desarrollo en la accesión susceptible BRA001058. Las duraciones totales del período ninfas fueron 37.2 y 50.2 días, para *N. entreriana* y *D. schach*, respectivamente (Fig. 14). Cuando las especies fueron criadas en la accesión resistente BRA000591, ambas registraron una prolongación significativa en la duración del periodo ninfal en comparación con la accesión susceptible (Fig. 13). Caso contrario ocurrió cuando fueron criadas sobre la accesión BRA004308 (cv. Xaraés). Para *N. entreriana* la duración del periodo ninfal fue de 38.2 días y para *D. schach* de 51.8 días, el análisis estadístico no mostró diferencias significativas en comparación con la accesión susceptible (Fig. 14).



**Figura 14.** Duración media ( $\pm$  EEM) del periodo ninfal de dos especies de salivazo en tres accesiones de *Brachiaria*. BRA001058: Testigo susceptible, BRA000591: Testigo resistente. Barras con letras iguales no difieren en forma significativa ( $P < 0.05$ ). Comparación por pares por la prueba *t* en cada especie.

### Sobrevivencia de ninfas hasta el estado de adulto

La sobrevivencia de las ninfas de las dos especies en la accesión susceptible BRA001058 fue alta durante toda la evaluación, superior al 75% para ambas especies (Fig. 15). Caso contrario ocurrió con la sobrevivencia de las ninfas en la accesión BRA000591. A medida que transcurría el tiempo de evaluación, la sobrevivencia ninfal de ambas especies decayó paulatinamente, incrementando la mortalidad en los últimos instares. En esta accesión la sobrevivencia disminuyó a 43.8% en *N. entreriana* y a 49.7% en *D. schach* (Fig. 15). De otro lado, la sobrevivencia de las ninfas criadas en la accesión BRA004308 mostró diferencias entre especies. Mientras que la mayoría de ninfas de *N. entreriana* se desarrollaron normalmente, alcanzando un 70% de sobrevivencia, el desarrollo de las ninfas de *D. schach* fue fuertemente afectado, disminuyendo su sobrevivencia a 44 % (Fig. 15).



**Figura 15.** Curvas de sobrevivencia de ninfas dos especies de salivazo criadas en tres accesiones de *Brachiaria*. BRA001058: Testigo susceptible, BRA000591: Testigo resistente.

### Tiempo medio de sobrevivencia ninfal

Se encontraron diferencias significativas en el tiempo medio de sobrevivencia de las ninfas de las especies en cada accesión. Mediante la prueba de sobrevivencia de Kaplan-Meier (Lee 1992) se encontró un efecto significativo (sin superposición en los intervalos de confianza al 95%) de la accesión BRA000591 sobre el tiempo medio de sobrevivencia de las ninfas *N. entreriana* y *D. schach* en comparación con el testigo susceptible BRA001058 (Tabla 10). La accesión BRA004308 afectó significativamente el tiempo medio de sobrevivencia de *D. schach*, mientras que con *N. entreriana* no se detectó ningún efecto en relación al testigo susceptible (Tabla 10). El testigo resistente BRA000591 afectó significativamente el desarrollo de las ninfas de las dos especies, haciendo que las ninfas criadas en esta accesión vivieran en promedio una menor cantidad de tiempo. De otro lado, las ninfas de *D. schach* vivieron en promedio una menor cantidad de tiempo en la accesión BRA004308, mientras que con *N. entreriana* la diferencia no fue estadísticamente significativa.

**Tabla 10.** Tiempo medio de sobrevivencia de ninfas de dos especies de salivazo criadas en tres accesiones de *Brachiaria*.

Especie	Tiempo medio de sobrevivencia de ninfas (días) <sup>1</sup>		
	BRA001058 <sup>2</sup>	BRA000591 <sup>3</sup>	BRA004308
<i>N. entreriana</i>	40 (35 - 42)	29 (26 - 32)	38 (32 - 41)
<i>D. schach</i>	51 (45 - 54)	36 (32 - 39)	36 (32 - 39)

<sup>1</sup> Intervalos de confianza al 95% mediante prueba de Kaplan-Meier (P < 0.05).

<sup>2</sup> Testigo susceptible; <sup>3</sup> Testigo resistente.

### 3.2.2 Estudios de tolerancia

Los niveles de daño y de pérdida de peso seco exhibidos por las plantas de las accesiones de *Brachiaria* bajo los niveles de infestación de ninfas, fueron producto de las diferencias en la sobrevivencia de ninfas de las dos especies de salivazo. El testigo susceptible presentó altos valores de sobrevivencia de ninfas (>50%), de daño (>3.0) y de pérdida de peso seco (> 30%) frente a las dos especies de salivazo (Tablas 11 y 12).

La sobrevivencia de *N. entreriana* en la accesión BRA004308 fue alta (> 50%) en todos los niveles de infestación y en promedio, no se diferenció significativamente de la sobrevivencia del testigo susceptible (Tabla 11). En contraste, el testigo resistente (BRA000591) afectó la sobrevivencia de las ninfas, la cual fue baja (< 30%) en todos los niveles de infestación, y en promedio, fue significativamente inferior al testigo susceptible y a BRA004308 (Tabla 11).

Las plantas del testigo resistente fueron la menos afectada por *N. entreriana*, mostrando los menores niveles de daño y de pérdida de peso seco en los diferentes niveles de infestación (Tabla 11). La accesión BRA004308 mostró niveles intermedios de daño y de pérdida de peso seco en los diferentes niveles de infestación. A pesar de la alta sobrevivencia de las ninfas, el daño y la pérdida de peso en promedio fueron estadísticamente inferiores a los ocasionados en el testigo susceptible (Tabla 11).

**Tabla 11.** Sobrevivencia, daño y pérdida de peso seco de las plantas causado por ninfas de *N. entreriana* en cuatro niveles de infestación criadas en tres accesiones de *Brachiaria*.

Accesión	Niveles de infestación (ninfas / planta)				Media
	2	4	6	8	
<b>Sobrevivencia (%)</b>					
BRA001058	65.0 ± 7.63	67.5 ± 8.37	58.3 ± 5.12	62.5 ± 3.22	63.3 ± 3.13 a
BRA004308	61.1 ± 7.34	55.5 ± 5.55	55.0 ± 5.00	53.7 ± 4.18	56.2 ± 2.69 a
BRA000591	20.0 ± 11.05	12.0 ± 4.16	13.3 ± 4.83	16.2 ± 5.28	15.5 ± 3.35 b
<b>Daño<sup>1</sup></b>					
BRA001058	2.6 ± 0.17	3.1 ± 0.26	3.6 ± 0.25	4.0 ± 0.13	3.3 ± 0.13 a
BRA004308	2.6 ± 0.16	2.6 ± 0.24	3.5 ± 0.30	3.2 ± 0.20	2.9 ± 0.13 b
BRA000591	1.9 ± 0.11	1.7 ± 0.13	1.9 ± 0.13	2.3 ± 0.14	1.9 ± 0.07 c
<b>% Pérdida de Peso Seco</b>					
BRA001058	21.5 ± 2.65	31.4 ± 4.65	33.6 ± 8.24	35.4 ± 5.14	30.6 ± 2.79 a
BRA004308	11.7 ± 4.16	8.9 ± 3.43	22.4 ± 3.67	13.9 ± 3.26	14.6 ± 1.94 b
BRA000591	7.9 ± 3.64	7.8 ± 3.70	9.5 ± 3.03	9.0 ± 3.03	8.5 ± 1.62 c

<sup>1</sup> En una escala de 1 a 5 (1, daño no visible; 5, daño severo).

Promedios ± EEM de 10 repeticiones por genotipo. Promedios en una columna seguidos por letras iguales no son significativamente diferentes por DMS ( $P < 0.05$ ).

De otro lado, la accesión BRA004308 y el testigo resistente afectaron la sobrevivencia de las ninfas de *D. schach*, mostrando valores bajos (<30%) e intermedios (de 30% a 50%) en todos los niveles de infestación. En comparación con el testigo susceptible, ambas accesiones en promedio ocasionaron una reducción significativa en la sobrevivencia de ninfas de la especie (Tabla 12). Producto de la baja sobrevivencia de ninfas, ambas accesiones en todos los niveles de infestación mostraron daños intermedios (de 2.0 a 3.0), los cuales en promedio fueron estadísticamente inferiores al daño mostrado por el testigo susceptible (Tabla 12). De igual forma, la pérdida de peso seco fue inferior a la del testigo susceptible en la mayoría de los niveles

de infestación. En promedio, ambas accesiones mostraron pérdidas de peso estadísticamente inferiores al testigo susceptible.

**Tabla 12.** Supervivencia, daño y pérdida de peso seco de las plantas causado por ninfas de *D. schach* en cuatro niveles de infestación criadas en tres accesiones de *Brachiaria*.

Accesión	Niveles de infestación (ninfas / planta)				Media
	2	4	6	8	
<b>Sobrevivencia (%)</b>					
BRA001058	85.0 ± 7.63	65.0 ± 5.52	70.0 ± 4.83	65.0 ± 4.09	71.2 ± 3.02 a
BRA004308	25.0 ± 8.33	27.5 ± 6.92	25.0 ± 6.68	16.2 ± 5.28	23.4 ± 3.38 c
BRA000591	25.0 ± 8.33	40.0 ± 7.63	43.3 ± 7.93	23.7 ± 4.74	33.3 ± 3.37 b
<b>Daño<sup>1</sup></b>					
BRA001058	4.4 ± 0.11	4.6 ± 0.10	4.8 ± 0.11	4.3 ± 0.16	4.5 ± 0.06 a
BRA004308	2.6 ± 0.18	2.7 ± 0.15	2.5 ± 0.19	2.2 ± 0.15	2.5 ± 0.08 c
BRA000591	2.8 ± 0.28	2.8 ± 0.17	2.6 ± 0.18	2.9 ± 0.22	2.7 ± 0.10 b
<b>Pérdida de Peso Seco (%)</b>					
BRA001058	23.3 ± 2.93	29.6 ± 5.16	27.2 ± 4.00	24.5 ± 4.53	26.2 ± 2.07 a
BRA004308	12.2 ± 5.68	22.3 ± 4.21	8.23 ± 3.25	25.5 ± 6.15	17.0 ± 2.64 b
BRA000591	17.2 ± 4.39	25.6 ± 4.21	13.5 ± 5.22	18.0 ± 3.15	18.5 ± 2.18 b

<sup>1</sup> En una escala de 1 a 5 (1, daño no visible; 5, daño severo). Promedios ± EEM de 10 repeticiones por genotipo. Promedios en una columna seguidos por letras iguales no son significativamente diferentes, prueba de separación de medias por DMS ( $P < 0.05$ ).

## 4. DISCUSION

### 4.1 Respuesta de genotipos de *Brachiaria* a ninfas de tres especies de salivazo

La relación entre niveles de sobrevivencia del insecto y el daño foliar ocasionado permitió determinar la reacción de susceptibilidad o resistencia (antibiosis o tolerancia) de los genotipos de *Brachiaria* al ataque de ninfas de las especies (Tabla 13).

Las accesiones de *B. decumbens* (BRA004430 y BRA004600) y la accesión de *B. ruziziensis* (BRA001911) fueron consideradas susceptibles por ser las mas perjudicadas a causa de los mayores niveles de sobrevivencia de ninfas, similares estadísticamente a los presentados por el testigo susceptible (BRA001058). La sobrevivencia de ninfas fue también elevada en las accesiones de *B. humidicola*, no obstante los daños ocasionados fueron significativamente menores a los presentados por el testigo susceptible, razón por la cual se clasificaron como tolerantes (Tabla 13).

Por el contrario, en el testigo resistente BRA000591, las ninfas de las tres especies mostraron niveles bajos e intermedios de sobrevivencia estadísticamente inferiores a las del testigo susceptible. Los valores de 14.8% y 46.6% (Tablas 4 y 5) de sobrevivencia en *N. entreriana* concuerdan con estudios previos (Valério & Koller 1995, Valério *et al.* 1997, Valle *et al.* 2004) y el 31.4% de *D. flavopicta* (Tabla 7) esta próximo al 42% de sobrevivencia reportado por Valério *et al.* (2004 a).

Exceptuando BRA004308, las accesiones de *B. brizantha* afectaron significativamente la sobrevivencia de las tres especies alcanzando niveles estadísticamente similares a los del testigo resistente (BRA000591), consecuentemente los daños fueron intermedios y bajos a causa de la expresión de alta antibiosis. En comparación con el testigo susceptible, la accesión BRA004308 presentó menores niveles de daño, afectó fuertemente la sobrevivencia de *D. schach* y alcanzó a afectar significativamente a *D. flavopicta* (que presentó 61.1% de sobrevivencia) pero no afectó a *N. entreriana*; razones por las que esta accesión fue clasificada con alta antibiosis para *D. schach*, antibiosis intermedia para *D. flavopicta* y tolerante a *Notozulia* (Tabla 13). Los valores de sobrevivencia de *N. entreriana* y *D. flavopicta* en BRA004308 coinciden con los reportados por Valle *et al.* 2004.

Las accesiones de *B. arrecta* disminuyeron significativamente la sobrevivencia las ninfas de *N. entreriana* y *D. schach* por lo que fueron también clasificadas como antibióticas. Finalmente con relación a los híbridos, en BRA006653 se presentaron niveles elevados de sobrevivencia de ninfas estadísticamente semejantes a los del testigo susceptible; no obstante con *N. entreriana* y *D. schach* los daños fueron intermedios producto de tolerancia, mientras con *D. flavopicta* fueron similares a los de la accesión BRA001058 (cv. Basilisk) y clasificado como susceptible. Al contrario BRA006661, presento poco daño y afecto significativamente la sobrevivencia de las tres especies, demostrando alta antibiosis como mecanismo de resistencia (Tabla 13).

En resumen, las accesiones de *B. humidicola* fueron tolerantes al ataque de ninfas de las tres especies. Exceptuando BRA004308, las accesiones de *B. brizantha*, *B. arrecta* y el híbrido BRA006661 resultaron antibióticas a las ninfas de dos o tres especies. La accesión BRA004308 y el híbrido BRA006653 presentaron variaciones en los mecanismos y niveles de resistencia dependiendo de la especie de salivazo evaluada.

**Tabla 13.** Respuesta<sup>1</sup> de genotipos de *Brachiaria* a ninfas de tres especies de salivazo

Genotipo	No. Embrapa	<i>N. entreriana</i>	<i>D. schach</i>	<i>D. flavopicta</i>
<i>B. decumbens</i>	001058 <sup>2</sup>	S	S	S
	004600	S	S	.
	004430	S	S	.
<i>B. ruzizensis</i>	001911	S	S	.
<i>B. brizantha</i>	000591 <sup>3</sup>	A	A	A
	004308	T	A	I
	004219	A	A	.
	002682	A	A	.
	004227	A	A	.
	004235	A	A	.
	006017	A	A	.
<i>B. humidicola</i>	005011	T	T	T
	004863	T	T	.
<i>B. arrecta</i>	005746	A	A	.
	005754	A	A	.
Híbrido	006653	T	T	S
	006661	A	A	A

<sup>1</sup> S: susceptible; A: antibiosis alta; I: antibiosis intermedia; T: tolerancia.

<sup>2</sup> Testigo susceptible; <sup>3</sup> Testigo resistente.

El complejo de especies del salivazo de los pastos, es el principal limitante biótico para la productividad y persistencia de pasturas de *Brachiaria* en el trópico de América (Valério *et al.* 2001, Cardona *et al.* 2004). Por esta razón, la caracterización de los mecanismos y niveles de resistencia en accesiones e híbridos de *Brachiaria* a las principales especies de salivazo, es un la línea de estudio de gran importancia para el mejoramiento genético de estas gramíneas. Los resultados de este trabajo concuerdan con estudios previos que reportaron varios niveles de antibiosis en accesiones de *B. brizantha*, tolerancia en accesiones de *B. humidicola* y diferentes niveles de resistencia en híbridos de *Brachiaria* al ataque de ninfas de *N. entreriana* y *D. flavopicta* (Nilakhe 1987, Cosenza *et al.* 1989, Valério & Koller 1995, Valério *et al.* 1997, Rocha *et al.* 1998, Valério *et al.* 1998, Valério *et al.* 2004 a, Valério *et al.* 2004 c). No obstante, junto a estas hay otras especies de salivazo causando daños de importancia en pasturas de *Brachiaria* en el Brasil. Conciente de esta problemática, recientemente Valério *et al.* (2004 b) evaluó varias accesiones de *Brachiaria* al ataque de *M. fimbriolata*.

La especie *D. schach* es de relevancia en el Sureste de Brasil (Tabla 1). En el estado de Minas Gerais, es una de las tres principales especies presentes en las pasturas de la región de la "Zona da Mata" (Melo *et al.* 1980, Melo *et al.* 1984a) al Sureste del estado, región donde la producción pecuaria es de gran importancia económica. Sin embargo, pocos estudios de evaluación de resistencia en gramíneas forrajeras se han hecho con esta especie de salivazo. En este trabajo se encontró, que las accesiones de *B. humidicola* y el híbrido BRA006653 fueron tolerantes, mientras que el cv. Marandu y las accesiones de *B. brizantha* (Tabla 13) manifestaron antibiosis. Es necesario continuar este tipo de trabajos, tanto en condiciones de invernadero y en campo, para cuantificar experimentalmente la verdadera capacidad de daño y de impacto de esta especie. De igual forma, se deben incluir en estas evaluaciones a *D. incompleta*, especie que ha sido poco estudiada a pesar de su importancia en la región norte de Brasil.

Actualmente en varias zonas de la región Norte de Brasil, se presenta un grave problema de degradación en pasturas de *B. brizantha* cv. Marandu. La causa principal del problema es la baja capacidad de adaptación de este cultivar a suelos con mal drenaje, que son frecuentes en la región; no obstante uno de los agravantes son los ataques del salivazo de los pastos (Valério 2006). En esta región se han registrado daños en pasturas del cv. Marandu causados por insectos del género *Mahanarva* (Valério 2006). Vale la pena destacar, que este cultivar se liberó como resistente a *D. flavopicta* y *N. entreriana* (Nunes *et al.* 1984) pero fue adoptado en zonas con una mayor diversidad de especies de salivazo, como en la región Norte de Brasil (Tabla 1). La

solución de este problema es la substitución del cultivar Marandu por gramíneas de mayor adaptación a suelos de drenaje deficiente como *B. humidicola* o *B. arrecta* (Dias-Filho 2005). La resistencia antibiótica encontrada en las dos accesiones de *B. arrecta* evaluadas (Tabla 13), es un resultado de importancia por ser una opción forrajera para suelos de mal drenaje.

La relación entre la sobrevivencia de ninfas y el daño ocasionado en las plantas ha sido también utilizada en otros estudios para la comparación de los mecanismos y niveles de resistencia en genotipos de *Brachiaria* a ninfas de varias especies de salivazo (Cardona *et al.* 1999, CIAT 2000, Sotelo *et al.* 2003). La posibilidad de evaluar los síntomas de daño es una de las grandes ventajas de la técnica de evaluación usada en este trabajo, en comparación con la técnica tradicional descrita por Lapointe *et al.* (1989b) que evalúa la sobrevivencia de ninfas y duración del periodo ninfal, pero no el daño foliar ocasionado. La variable de daño permitió diferenciar claramente entre las reacciones de tolerancia y de susceptibilidad de los genotipos. En ambos casos la sobrevivencia de ninfas fue alta, no obstante los genotipos tolerantes manifestaron niveles bajos o intermedios de daño, mientras que en los susceptibles los daños fueron altos. La tolerancia consiste en la capacidad de la planta de sufrir pocos daños en relación a otra, a un mismo nivel de infestación del insecto (Panda & Khush 1995). Esto significa que la evaluación del daño es necesaria para una correcta caracterización de los mecanismos de resistencia. La aplicación rigurosa de las técnicas (plantas con edad óptima, nivel de infestación adecuado, época de infestación, etc.) y el uso de plantas como testigos no infestados (para valorar y tener en cuenta la senescencia natural de las plantas), permiten una evaluación clara y confiable del daño ocasionado por los insectos.

Los menores requerimientos de espacio, recursos físicos y tiempo de la metodología usada (Cardona *et al.* 1999), fueron otras ventajas en comparación con la técnica tradicional de Lapointe *et al.* (1989b). En esta técnica se usan potes de plástico de 20.3cm de diámetro con capacidad para 2.0kg de suelo, las plantas son infestadas con 10 huevos del insecto, 60 días después de la siembra y se evalúa la sobrevivencia de adultos a medida que emergen de cada planta infestada. Para la selección de genotipos resistentes al salivazo, es esencial disponer de una técnica confiable y eficiente debido a la necesidad de evaluar una gran cantidad de materiales (accesiones e híbridos) a varias especies de salivazo en un periodo corto de tiempo, a raíz de la marcada estacionalidad de este insecto. Cuando no se dispone de una cría masiva, la infestación de las pruebas de resistencia depende las colectas de adultos en campo durante la época de lluvias entre

los meses de Octubre a Marzo (época de lluvias) en las regiones del Sureste y Centro Oeste de Brasil. Otro limitante, es la producción de huevos diapaúsicos por los adultos colectados, imposibilitando la infestación de las plantas. Las variaciones biológicas y ecológicas entre géneros y especies de salivazo (Silveira Neto 1994, Peck 2000, Rodríguez *et al.* 2002) son factores muy importantes a tener en cuenta para la obtención de cantidades suficientes de huevos con desarrollo normal. Estas variaciones fueron evidentes en las especies de salivazo objeto de este trabajo. La metodología de cría y producción de huevos (Lapointe *et al.* 1989a) aplicada, no fue apropiada para los adultos colectados de *D. flavopicta* e impidió el desarrollo de gran parte de los experimentos. El desarrollo y aplicación de metodologías de cría, adaptadas a las variaciones de la biología reproductiva de los insectos, es un paso previo fundamental para las evaluaciones de resistencia con otras especies de salivazo de importancia en el Brasil que han sido menos estudiadas, como por ejemplo *D. incompleta*, *M. fimbriolata* y *Mahanarva posticata* Stål.

Para continuar avanzando en el mejoramiento genético de *Brachiaria*, es de gran importancia continuar evaluando simultáneamente la respuesta a varias especies de salivazo. Los genotipos de *Brachiaria* estudiados en este trabajo, al ser también parte del banco de germoplasma presente en el CIAT, pueden ser estudiados con las especies de salivazo presentes en Colombia usando metodologías de evaluación similares. La interacción entre *Brachiaria* y varias de las especies de salivazo presentes en América tropical, generaría un conocimiento de gran utilidad para el mejoramiento genético. A su vez es necesario realizar trabajos de evaluación de resistencia a ninfas en condiciones de campo mediante la técnica descrita Sotelo & Cardona (2001). Estos estudios son muy importantes, porque evalúan la respuesta de los genotipos bajo condiciones ambientales reales. La evaluación masiva de genotipos en invernadero y en campo, generaría también un conocimiento de gran utilidad para el mejoramiento genético de *Brachiaria*.

#### **4.2. Mecanismos de resistencia en accesiones de *B. brizantha* a dos especies de salivazo**

La resistencia es relativa y solo puede ser medida en comparación con las plantas de un genotipo susceptible del mismo género y/o especie (Panda & Khush 1995). La prolongación significativa del periodo ninfal, la reducción de la sobrevivencia de ninfas y de la emergencia de adultos, así como la disminución significativa del

tiempo medio de sobrevivencia, fueron evidencias del efecto antibiótico del testigo resistente (BRA000591) en el desarrollo de las ninfas de *N. entreriana* y *D. schach*. La sobrevivencia de ambas especies disminuyó progresivamente en el tiempo (Fig. 15), manifestando un efecto crónico sobre la biología de las ninfas. El efecto antibiótico de la accesión BRA000591 sobre de *N. entreriana* fue también reportado en trabajos previos (Valério & Koller 1995, Valério *et al.* 1997), ocasionando la prolongación del periodo ninfal y reducción de la emergencia de adultos. Mediante el presente trabajo se encontró que esta accesión es también antibiótica a las ninfas de *D. schach*.

Existen al menos dos tipos de resistencia antibiótica en accesiones de *Brachiaria* sobre ninfas de salivazo de los pastos (Lapointe *et al.* 1992). *B. jubata* produce alteraciones morfológicas en las ninfas y adultos, e interrumpe el proceso de muda. De otro lado la reducción de la sobrevivencia de ninfas de *N. entreriana* y *D. schach* a través del tiempo en BRA000591 (cv. Marandu), concuerda con los efectos antibióticos descritos por Lapointe *et al.* (1992) de esta misma accesión sobre ninfas de *A. varia*, causados posiblemente por una toxina o un factor anti-alimentario, que llevó a la muerte de las ninfas por inanición durante el desarrollo de la fase ninfal. A si mismo, coinciden con los efectos crónicos descritos por Cardona *et al.* (2004) del híbrido CIAT 36062 en el desarrollo de las ninfas de *A. varia*, *A. reducta* y *Z. pubescens*. Romero (2003), en uno de los primeros trabajos al respecto, estudió las bases moleculares de la antibiosis de híbrido CIAT 36062 sobre ninfas de *A. varia* mediante el aislamiento de secuencias genes inducidos específicamente por el ataque del insecto. Se encontraron 74 secuencias únicas, entre las cuales se hallaron secuencias que participan en la respuesta sistémica a daño mecánico mediada por ácido jasmónico y en la vía hormonal del etileno, que son vías que cuentan con un papel reconocido en la respuesta de resistencia a insectos; así mismo, se hallaron dos mecanismos efectores candidatos, mediados por enzimas proteasas, que podrían explicar la capacidad antibiótica sobre las ninfas del híbrido CIAT36062.

Fue también evidente el efecto antibiótico de la accesión BRA004308 sobre el desarrollo de las ninfas de *D. schach*, al afectar significativamente la sobrevivencia de las ninfas y reducir su tiempo medio de vida. No obstante esta accesión frente a *N. entreriana* se mostró como un buen hospedero, sugiriendo la manifestación de tolerancia como mecanismo de resistencia. Un genotipo puede poseer uno, dos o tres mecanismos de resistencia (Lara 1991). Cardona *et al.* (2004) al comparar la respuesta de genotipos de *Brachiaria* al ataque de cinco especies de salivazo, encontró que estos expresaron diferentes mecanismos y niveles de resistencia dependiendo de la especie

evaluada. La expresión de diferentes mecanismos de resistencia se debe a la presencia en la planta de distintos genes gobernando los diferentes mecanismos de resistencia (Lara 1991). Por esto motivo es importante caracterizar los mecanismos y niveles de resistencia presentes en varios genotipos, porque si se hay evidencias de que son condicionados por distintos factores genéticos, mediante mejoramiento genético pueden ser acumulados en un mismo genotipo para aumentar su grado de resistencia y también dificultar la aparición de insectos biotipo.

Los niveles de daño y de pérdida de peso seco exhibidos por las dos accesiones de *B. brizantha*, bajos los niveles crecientes de infestación de ninfas, fueron producto de las diferencias en la sobrevivencia de las dos especies de salivazo, que a su vez fueron producto de la expresión de antibiosis y tolerancia como mecanismos de resistencia. Los bajos niveles de sobrevivencia de ambas especies en BRA000591, confirmaron su resistencia antibiótica. De otro lado, BRA004308 afectó consistentemente la sobrevivencia de *D. schach* como producto de la antibiosis a este especie, cosa que no ocurrió sobre *N. entreriana* cuya sobrevivencia fue similar a la del testigo susceptible (BRA001058), no obstante el daño y la pérdida de peso promedio fueron estadísticamente inferiores, resultado de la tolerancia a este especie.

La manifestación de tolerancia puede ocurrir de forma pasiva o activa en las plantas (Lara 1991, Panda & Khush 1995). La forma pasiva se manifiesta en el vigor de la planta, de modo que esta no altera su capacidad de producción frente al ataque del insecto y soporta el ataque hasta un determinado nivel de infestación. Es fundamental determinar, que el vigor sea característico de la planta en relación a otras y no un factor inducido artificialmente. Por otro lado, la tolerancia puede ser debida a una reacción activa de la planta, cuando esta consigue compensar los daños causados por el insecto, mediante la recomposición de los tejidos damnificados, aumento de la capacidad fotosintética y de translocación de recursos a los órganos afectados o a través de la emisión de nuevas hojas o tallos. Hasta el momento no se han realizado estudios para determinar el tipo de tolerancia (activa o pasiva) de *Brachiaria* a al ataque de ninfas del salivazo de los pastos.

La accesión *B. brizantha* BRA004308 (cv. Xaraés) fue evaluada previamente en relación a su resistencia a *N. entreriana* y *D. flavopicta*. Para ambas especies se encontraron niveles altos de emergencia de adultos y periodos cortos de desarrollo ninfal, caracterizándose como adecuado para el desarrollo del insecto. A pesar de esto, en experimentos en campo a través de varios años, consistentemente se encontraron bajas poblaciones del insecto. Este cultivar no presentó un nivel de resistencia deseable

en los mecanismos de resistencia evaluados (antibiosis, no preferencia y tolerancia), lo que limita su utilización extensiva en áreas con histórico de problemas con estas especies de salivazo (Valle *et al.* 2004).

La tolerancia en virtud de no actuar sobre la biología del insecto, reduce la posibilidad del surgimiento de razas fisiológicas o biotipos del mismo, lo que es bastante deseable en un cultivo perenne que abarca grandes extensiones como los es *Brachiaria*. Sin embargo el hecho de no influir sobre el insecto y no afectar el desarrollo de sus poblaciones generalmente es visto como desfavorable, aunque se ajuste muy bien en programas de manejo integrado donde se utilice el control biológico.

Debido a la posibilidad de aparición de biotipos de especies de salivazo, es importante determinar si la cría de ninfas en genotipos de *Brachiaria* con diferentes niveles de antibiosis, ocasiona efectos subletales en los adultos sobrevivientes. Sotelo (2004), en uno de los primeros trabajos al respecto, encontró que la antibiosis a ninfas da lugar a efectos subletales en hembras de *A. varia*, resultantes de las ninfas criadas en variedades resistentes, lo cual tendría un impacto muy importante sobre la demografía de poblaciones en cultivares de *Brachiaria* con altos niveles de resistencia antibiótica.

La expresión de tolerancia y antibiosis en genotipos de *Brachiaria*, presenta importantes aplicaciones prácticas. Si un genotipo con resistencia antibiótica a unas especies pero tolerante a otras, se implanta como cultivar en zonas donde coexisten varias de ellas, la antibiosis reduciría las poblaciones de las especies afectadas, mientras que las especies no afectadas, quedarían libres de competencia y podrían entonces volverse más abundantes. Si en estas condiciones no se aplican métodos biológicos o culturales para el control de estas poblaciones, con el tiempo alcanzarían niveles críticos intolerables por la planta que paulatinamente reducirían la resistencia. Esto concuerda con observaciones de campo en Brasil y Colombia sobre pasturas de cultivares de *B. humidicola*, donde la tolerancia al no afectar la biología del insecto, llevó a que las poblaciones de salivazo se incrementaran hasta un nivel de infestación insostenible por la planta (Valério *et al.* 1998).

De otro lado, un genotipo de *Brachiaria* con altos niveles de resistencia antibiótica a varias especies de salivazo, permitiría su implantación como cultivar en zonas donde coexisten varias de ellas. No obstante, si este es adoptado como monocultivo en grandes extensiones bajo diferentes condiciones ambientales y no se acompaña de otros métodos de control, probablemente la baja diversidad genética de la pastura generaría una fuerte presión de selección que podría llevar paulatinamente a la generación de biotipos de salivazo.

La adopción de un cultivar de *Brachiaria* con resistencia antibiótica múltiple ayudaría mucho pero no puede ser vista como la solución total a la problemática del salivazo de los pastos. La resistencia debe ser la base para el manejo integrado de esta plaga, que necesariamente debe de ir acompañada del monitoreamiento de las poblaciones en campo y de la aplicación de practicas de control cultural y biológico, para garantizar así, el mantenimiento a largo plazo de la resistencia del cultivar y el control de la plaga. La diversificación de pasturas, por lo tanto, es imprescindible no solo para minimizar los problemas fitosanitarios como para una utilización mas racional del ambiente (suelos de fertilidad y composición física, relieve y microclima diferentes) y de las prácticas de producción animal (los animales de cría, recria y engorde presentan diferentes exigencias nutricionales).

## 5. CONCLUSIONES

La técnica de evaluación permitió diferenciar claramente entre las respuestas de susceptibilidad y de resistencia de las accesiones de *Brachiaria* al ataque de ninfas de las tres especies de salivazo de los pastos.

En las accesiones de *B. humidicola* las ninfas de *N. entreriana*, *D. schach* y *D. flavopicta* alcanzaron niveles altos de sobrevivencia sin embargo el daño producido fue bajo, manifestando tolerancia como mecanismo de resistencia.

Las accesiones de *B. brizantha* y *B. arrecta* afectaron la sobrevivencia de ninfas de *N. entreriana* y *D. schach*, además presentaron niveles intermedios y bajos de daño, manifestando antibiosis como mecanismo de resistencia

El híbrido BRA006653 (cv. Mulato) mostró tolerancia a *D. schach* y a *N. entreriana*, pero fue susceptible a *D. flavopicta*. De otro lado, el híbrido BRA006661 demostró antibiosis a las ninfas de las tres especies.

El testigo resistente BRA000591 (cv. Marandu) fue antibiótica a *N. entreriana*, *D. schach* y *D. flavopicta*. En *N. entreriana* y *D. schach* la antibiosis se manifestó con la prolongación de la duración del periodo ninfal y reducción de la sobrevivencia.

La accesión BRA004308 (cv. Xaraés) mostró alta antibiosis a *D. schach*, antibiosis intermedia para *D. flavopicta* y tolerancia para *N. entreriana*. La antibiosis sobre *D. schach* fue similar a la ocasionado por BRA000591. La tolerancia a *N. entreriana* se manifestó con menores niveles de daño y de pérdida de peso seco de las plantas.

La accesión BRA004308 y el híbrido BRA006653 presentaron variaciones en la expresión de mecanismos y niveles de resistencia dependiendo de la especie de salivazo evaluada.

## 6. PERSPECTIVAS

Evaluación de resistencia de *Brachiaria* spp. en condiciones de invernadero a ninfas de otras especies de salivazo de importancia económica presentes en la región como *M. fimbriolata* y *D. incompleta*.

Evaluación de resistencia en campo de *Brachiaria* spp. a ninfas de salivazo, usando la metodología de evaluación descrita por Cardona & Sotelo (2001).

Evaluación de resistencia de *Brachiaria* spp. a adultos de salivazo y efectos subletales en adultos resultantes de ninfas criadas en genotipos con antibiosis.

Evaluación masiva de resistencia en genotipos de *Brachiaria* (accesiones, híbridos y cultivares) a ninfas de varias especies de salivazo.

Desarrollo de convenios entre universidades, centros de investigación agrícola y empresas privadas para investigación básica y aplicada en resistencia de *Brachiaria* spp. al salivazo de los pastos.

Estudio del impacto del salivazo de los pastos dentro la problemática conocida como "Síndrome de la Muerte del pasto Marandu" en la región Norte de Brasil.

## 7. LITERATURA CITADA

- Analytical Software. 2000.** Statistix 8.0 user's manual. Analytical Software, Tallahassee, Fl., USA. 359p.
- Andrade, C. M. S & J. F. Valentim. 2006.** Soluções tecnológicas para a síndrome da morte do capim-marandu, p. 175 – 197. In R. A. Barbosa (ed.). Morte de pastos de braquiárias. Campo Grande, CNPGC/EMBRAPA, 206p.
- Balsalobre, M. A. A. & P. M. Santos. 2005.** Infestação com cigarrinha da cana em área com morte de braquiarião. Disponible en: site de Beefpoint (16/09/2005). URL: <http://www.beefpoint.com.br/>. Acesso: 10 de Octubre de 2005.
- Boas, R. V & O. Trevisan. 2004.** Preferência alimentar e danos da cigarrinha-das-pastagens *Deois flavopicta* (Hemiptera: Cercopidae) em Rondônia. In Resumos do XX Congresso Brasileiro de Entomologia. Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Bernardo, E. R. A, V. F. Rocha & O. P. R. A. Silva. 2003.** Espécies de cigarrinhas-das-pastagens (Hemiptera: cercopidae) no meio norte do Mato Grosso. Ciência Rural 33 (2): 369-371.
- Calderón, C., G. Arango & F. Varela. 1982.** Cercópidos plagas de los pastos en América tropical: Biología y control. Cali, CIAT, 51 p.
- Cardona, C. 1998.** Resistencia varietal a insectos. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, 86 p.
- Cardona, C., J. W. Miles & G. Sotelo. 1999.** An improved methodology for massive screening of *Brachiaria* spp. genotypes for resistance to *Aeneolamia varia* (Homoptera: Cercopidae). Journal of Economic Entomology 92 (2): 490-496.
- Cardona, C., G. Sotelo & J. W. Miles. 2000.** Avances en investigación sobre resistencia de *Brachiaria* a salivazo. Circular No. 2. Proyecto IP-5: Gramíneas y Leguminosas Tropicales. Cali, CIAT, 8 p.
- Cardona, C., P. Fory, G. Sotelo, A. Pabón, G. Díaz & J. W. Miles. 2004.** Antibiosis and Tolerance to five species of spittlebug (Homoptera: Cercopidae) in *Brachiaria* spp. Journal of Economic Entomology 97 (2): 635 - 645.
- Carvalho, G. S. 1995.** Cercopídeos neotropicales: redescricao de *Notozulia* Fennah, stat. n. (Auchenorrhyncha: Cercopidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 24 (2): 385 – 388.
- Carvalho, G. S. & M. D. Webb. 2005.** Cercopid Spittle Bugs of the New World (Hemiptera, Auchenorrhyncha, Cercopidae). Sofia – Moscow, Pensoft Series Faunistica, 280 p.

- CIAT. 2000.** CIAT Annual Report 2000, Project IP 5: Tropical grasses and legumes. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 350p.
- CIAT. 2001.** CIAT Annual Report 2001, Project IP 5: Tropical grasses and legumes. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 415p.
- CIAT. 2004.** CIAT Annual Report 2004, Project IP 5: Tropical grasses and legumes. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 370p.
- Cosenza, G. W., R. P. Andrade., D. T. Gómez. & C. M. Rocha. 1989.** Resistência de gramíneas forrageiras a cigarrinha-das-pastagens. Pesquisa Agropecuária Brasileira 24: 961-968.
- Dias-Filho, M. B. 2005.** Opções forrageiras para as áreas sujeitas a inundação ou alagamento temporário, p. 71 – 93. In C. G. S. Pedreira, J. C. de Moura, S. C. da Silva & V. P. de Faria (eds.). Simpósio sobre manejo de pastagem: teoria e prática da produção animal em pastagens. Piracicaba, FEALQ, 250 p.
- Díaz, G. 1999.** Niveles de antibiosis y naturaleza del daño causado por ninfas de *Aeneolamia varia* (F.) (Homoptera: Cercopidae) en genotipos de *Brachiaria* spp. Tesis de Grado de Biología. Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana, 97p.
- Enkerlin, D. & J. A. Morales. 1979.** The grass spittlebug complex *Aeneolamia albofasciata* y *Prosapia simulans* in northeastern México y its possible control by resistant buffelgrass hybrids, p. 470-494. In: M.K. Harris (ed.). Biology and breeding for resistance to arthropods and pathogens in agricultural Plants. Texas, Texas A & M University, College Station, 300p.
- Fazolin, M., J. F. Valentim & J. Kouri. 1984.** Flutuação populacional das cigarrinhas-das-pastagens na região de Rio Branco, Acre. In Resumos do IX Congresso Brasileiro de Entomologia. Londrina, Ríó Grande do Sul, Brasil.
- Fennah, R. G. 1968.** Revisionary notes on the new world genera of cercopid froghoppers (HOM:Cercopidae). Bulletin of Entomological Research 58:165–190.
- Fewkes, D. W. 1969.** The biology of sugar cane froghoppers, p. 283-307. In Pests of Sugar Cane. J. R. Williams, J. R. Metcalfe, R. W. Mungomery. & R. Mathes (eds). Amsterdam. Elsevier Publishing Company, 360 p.
- Ferrufino, A & S. Lapointe. 1989.** Host plant resistance in *Brachiaria* to the spittlebug *Zulia colombiana*. Entomologia Experimentalis et Applicata 51: 155 – 162.
- Fory, P. A. 2001.** Caracterización de la resistencia a tres especies de salivazo (Homoptera: Cercopidae) en un híbrido de *Brachiaria* resistente a *Aeneolamia varia*. Tesis de grado de Biología. Cali, Universidad del Valle, 98p.
- Gallo, D., O. Nakano, N. Silveira Neto, R. Lima, G. Casadei, F. Berti, J. Postali, R. Zucchi, S. Batista, J. Vendramim, L. Marchini, J. Spotti, & C. Omoto. 2002.** Manual de Entomologia Agrícola. 3. ed. Piraciaba. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ, 920 p.

- Holmann, F. & D. C. Peck. 2002.** Economic damage caused by spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in Colombia. *Neotropical Entomology* 31 (2): 275– 284.
- Hosmer, D. W. & S. Lemeshow. 1999.** Applied survival analysis: Regression modeling of time to event data. New York, Wiley, 408p.
- IBGE. 1996.** Censo Agropecuário 1995 – 1996. Rio de Janeiro, IBGE, 366 p.
- IBGE. 2004.** Produção da pecuária municipal. 32: 1 – 35.
- Jank, L., C.B. do Valle, C. T. Karia, A. V. Pereira, L. A. R. Batista & R. M. S. Resende. 2005.** Opções de novas cultivares de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais para Minas Gerais. *Informe Agropecuario* 26 (226): 26 – 35.
- Keller-Grein, G., B. L. Maass & J. Hanson. 1998.** Variación natural en *Brachiaria* y bancos de germoplasma existentes, p. 18 – 45. In J. W. Miles, B. L. Maass & C. B. do Valle (eds.). *Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento*. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 312 p.
- Koller, W. W. & M. R. Honer. 1993.** Correlações entre fatores climáticos e a dinâmica de produção de ovos diapáusicos de duas espécies de cigarrinhas-das-pastagens. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 22 (3): 597 – 612.
- Kuenzi, F. M. & H. C. Coppel. 1985.** The biology of *Clastoptera arborina* Ball (Homoptera: Cercopidae) in Wisconsin. *Arts and Letters from the Wisconsin Academy of Sciences* (73): 144 – 153.
- Koller, W. W. & M. R. Honer. 1994.** Desenvolvimento e sobrevivência de ninfas de cigarrinha-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae) sobre plantas de *Brachiaria decumbens* com diferentes características morfológicas. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 23: 163 – 170.
- Lapointe, S. L. & J. W. Miles. 1992.** Germplasm case study: *Brachiaria* species, p. 43-55. In *Pastures for the Tropical Lowlands: CIAT's contribution*. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 220 p.
- Lapointe, S. L., G. Sotelo & G. Arango. 1989a.** Improved rearing technique for spittlebugs. *Journal of Economic Entomology* 82: 1764–1766.
- Lapointe, S. L., G. Sotelo & G. Arango. 1989b.** A methodology for evaluation of host plant resistance in *Brachiaria* to spittlebug species (Homoptera: Cercopidae). In *Proceedings XVI International Grassland Congress*. Nice, France.
- Lapointe, S. L., M. S. Serrano, G. L. Arango, G. Sotelo & F. Córdoba. 1992.** Antibiosis to spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in accessions of *Brachiaria* spp. *Journal of Economic Entomology* 85 (4): 1485 – 1490.
- Lara, F. M. 1991.** Princípios de resistência de plantas a insetos. São Paulo, Ícone, 336p.
- Lee, E. T. 1992.** Statistical methods for survival data analysis. New York, Wiley, 320p.

- Macedo, M. C. M. 2006.** Aspectos edáficos relacionados a produção de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, p. 35 – 65. In R. A. Barbosa (ed.), Morte de pastos de braquiárias. Campo Grande, CNPGC/EMBRAPA, 206p.
- Melo, L. A. S., P. R. Reis, W. Botelho & L. A. da C. Gaeiras. 1980.** Levantamento e distribuição das espécies de cigarrinhas–das–pastagens (Homóptera: Cercopidae), no estado de Minas Gerais, 1974/ 1978, p. 36–41. In Projeto Bovinos: Cigarrinha–das–pastagens, relatório 1974 – 1979. Belo Horizonte, Epamig, 153 p.
- Melo, L. A. S., P. R. Reis & W. Botelho. 1984a.** Cigarrinha-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae) e sua distribuição no estado de Minas Gerais. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 13 (2): 249 – 260.
- Melo, L. A. S., S. S. Neto, N. A. V. Nova & P. R. Reis. 1984b.** Influencia de elementos climáticos sobre a população de cigarrinhas-das-pastagens. Pesquisa Agropecuária Brasileira 19 (1): 9 – 19.
- Miles, J. W. & C. B do Valle. 1998.** Manipulación de la apomixis en el mejoramiento de *Brachiaria*, p. 181-195. In J. W. Miles, B. L. Maass & C. B. do Valle (eds.). *Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento*. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 312 p.
- Miles, J. W., C. B. do Valle, I. M. Rao & V. P. B. Euclides. 2004.** Brachiariagrasses, p. 745 – 760. In L. Sollenberg (ed.). *Warm-Season (C4) Grasses*; Madison, ASA, CSSA, SSSA.
- Miller, M. F. 2005.** Resistencia de *Brachiaria* spp. al salivazo: efectos subletales de cultivares resistentes sobre los adultos de *Zulia carbonaria* (Homoptera: Cercopidae). Tesis de grado. Cali, Universidad del Valle, 109 p.
- Nilakhe, S. 1987.** Evaluation of grasses for resistance to spittlebugs. Pesquisa Agropecuária Brasileira 22 (8): 767 – 783.
- Nunes, S. G., A. Boock, M. I. de O. Penteado & D. T. Gomes. 1984.** *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Documentos EMBRAPA, 21. Campo Grande, CNPGC / EMBRAPA, 50 p.
- Oliveira, M. A. S. & P. M. P. Alves. 1984.** Cigarrinhas das pastagens no estado de Rondônia. Comunicado técnico No. 31. Porto Velho, EMBRAPA, 11 p.
- Panda, N. & G. Khush. 1995.** Host Plant Resistance to Insects. IRRI. CAB International. Wallingford, UK, 431 p.
- Peck, D. C. 2000.** New perspectives for managing grassland spittlebugs. Abstracts XXI International Congress of Entomology. Foz de Iguassu, Brazil.
- Peck, D. C. 2001.** Diversidad y distribución geográfica del salivazo (Homoptera: Cercopidae) asociado con gramíneas en Colombia y Ecuador. Revista de la Sociedad Colombiana de Entomología 27 (3-4): 129 – 136.

- Pires, C. S. S., P. W. Price & R. C. de Oliveira. 2000.** Distribution of the *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae) on Wild and Cultivated Host Species. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 29 (3): 401 – 412.
- Pizarro, E. A., C. B. do Valle, G. Keller-Grein, R. Schultze-Kraft & A. H. Zimmer. 1998.** Experiencia Regional con *Brachiaria*: America Tropical-Savanas, p. 225 – 246. In J. W. Miles, B. L. Maass & C. B. do Valle (eds.). *Brachiaria*: Biología, Agronomía y Mejoramiento. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 312 p.
- Reis, P. R., W. Botelho & W. B. Mendes. 1983.** Recomendações para o controle das Cigarrinhas-das-pastagens. Boletim técnico No. 1. Belo Horizonte, Epamig, 15 p.
- Renvoize, S. A., W. D. Clayton & C. H. S. Kabuye. 1998.** Morfología, taxonomía y distribución natural de *Brachiaria* (Trin.) Griseb, p. 1-17. In J. W. Miles, B. L. Maass & C. B. do Valle (eds.). *Brachiaria*: Biología, Agronomía y Mejoramiento. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 312p.
- Rocha, M.A., I. R. Barbosa, M. C. M. Oliveira, C. L. Emiliani & J. R. Valério. 1998.** Avaliação de híbridos do gênero *Brachiaria* (Griseb) quanto à resistência à cigarrinha *Deois flavopicta* (Stal). Resumos I Encontro de Pesquisa e Iniciação Científica da UNIDERP. Campo Grande, UNIDERP.
- Rodríguez, J., D. Peck & N. A. Canal. 2002.** Biología comparada de tres especies de salivazo de los pastos del género *Zulia* (Homoptera: Cercopidae). Revista Colombiana de Entomología 28 (1): 17 – 25.
- Romero, C. A. 2003.** Aproximación genómica al fenómeno de resistencia de *Brachiaria* al salivazo (*Aeneolamia varia*): correlación con homólogos de genes de resistencia y aislamiento de genes expresados diferencialmente en la respuesta de defensa. Tesis de grado. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 209p.
- Sá, L. A. N. 1981.** Cigarrinhas das pastagens (Homoptera: Cercopidae): Distribuição geográfica e variabilidade genética. Dissertação MS. São Paulo, Universidade Estadual de Campinas, 119 p.
- Silveira Neto, S. 1994.** Controle de insetos nocivos às pastagens de *Brachiaria* spp., p.73-97. In Simpósio sobre Manejo da Pastagem. Piracicaba, FEALQ, 250 p.
- Silveira Neto, S., J. R. P. Parra, R. A. Zucchi & S. B. Alves. 1986.** Zoneamento ecológico para as cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae) no Brasil. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 15 (suplemento): 149 – 159.
- Silveira Melo, L. A., S. Silveira Neto, N. A. V. Nova & P. R. Reis. 1984.** Influência de elementos climáticos sobre a população de Cigarrinhas-das-pastagens. Pesquisa Agropecuária Brasileira 19 (1): 9 – 19.
- Smith, M. C. 1989.** Plant Resistance to Insects: A Fundamental Approach. John Wiley & Sons, New York, 286 p.

- Sotelo, G. & C. Cardona. 2001.** Metodología de campo para la evaluación de *Brachiaria* spp. por resistencia al salivazo de los pastos (Homoptera: Cercopidae). Revista Colombiana de Entomología 27 (1-2): 17 – 20.
- Sotelo, G., C. Cardona & J. W. Miles. 2003.** Desarrollo de híbridos de *Brachiaria* resistentes a cuatro especies de salivazo (Homoptera: Cercopidae). Revista Colombiana de Entomología 29 (2): 157 – 163.
- Sotelo, P. A. 2004.** Resistencia de *Brachiaria* spp. al salivazo: efectos subletales de cultivares resistentes sobre los adultos de *Aeneolamia varia* (Homoptera: Cercopidae). Tesis de grado. Cali, Universidad del Valle, 109 p.
- Souza, O. C., A. H. Zimmer, L. C. S. Valle & W. W. Koller. 2000.** Diagnóstico de morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* nas regiões de Araguaina, TO e Redenção, PA. Documento No. 96. Campo Grande, CNPGC / EMBRAPA.
- Sujii, E.R. 1998.** Modelagem e simulação da dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). Tese de doutorado. Campinas. Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 239p.
- Sujii, E. R. , E. M. G. Fontes, C. S. S. Pires & D. N. N. Ferreira. 1991.** Seria o valor nutritivo da planta hospedeira um dos indicadores do ambiente para posturas de ovos diapáusicos em *Deois flavopicta* ?. In Resumos do Congresso Brasileiro de Entomologia. Recife, SEB / UFRPE, p. 126.
- Sujii, E. R., M. A. Garcia, E. M. G. Fontes & V. Carvalho. 1995.** Efeito da temperatura e umidade sobre o término da diapausa de ovos e densidade populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Stal) (Homoptera: Cercopidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 24 (3): 465 – 477.
- Sujii, E. R., C. S. V. Pires, E. M. G. Fontes & M. A. Garcia. 2001.** Effect of host plant on the fecundity of spittlebug *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae): implications on population dynamics. Neotropical Entomology 30 (4): 547 – 552.
- Sujii, E. R., M. A. Garcia, E. M. G. Fontes & R. J. O’Neil. 2002.** Predation as a Mortality Factor in Populations of the Spittlebug, *Deois flavopicta* Stål (Homoptera: Cercopidae). Neotropical Entomology 31 (4): 581 - 588.
- Thomazini, M. J. & A. P. de Barros. 2002.** Levantamento de insetos e análise entomofaunística em floresta, capoeira e pastagem no Sudeste Acreano. Boletim de pesquisa No. 35. Rio Branco, CNPAC / EMBRAPA, 41 p.
- Townsend, C. R., C. D. Teixeira, F. G. Silva Netto, R. G. de Pereira & N. de Costa. 1999.** Cigarrinhas-das-pastagens: praga que volta a atacar em Rondônia. Comunicado Técnico 168. Porto Velho, CPAF/EMBRAPA, 6p.
- Valério, J. R. 1995.** Cigarrinha-das-pastagens: uma praga que retorna com as chuvas. Serie Gado de Corte divulga, No. 8. Campo Grande, CNPGC, 3p.
- Valério, J.R. 2006.** Considerações sobre a morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* em alguns estados do Centro e Norte do país - Enfoque entomológico, p. 135 – 150.

In R. A. Barbosa (ed.). Morte de pastos de braquiárias. Campo Grande, CNPGC/EMBRAPA, 206p.

**Valério, J. R. & W. W. Koller. 1983.** Levantamento populacional das cigarrinhas-das-pastagens em pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, sob diferentes intensidades de pastejo no período da seca. In Resumos VII do Congresso Brasileiro de Entomologia. Brasília, DF, Brasil.

**Valério, J. R. & W. W. Koller. 1995.** Proposição para o manejo integrado das cigarrinhas-das-pastagens. Documento No. 52. Campo Grande, CNPGC/EMBRAPA, 37 p.

**Valério, J. R. & O. Nakano. 1987.** Taxa de excreção e atividade alimentar do adulto da Cigarrinha-das-pastagens *Zulia entreriana* (Berg, 1879) (Homoptera: Cercopidae) Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 16 (2): 333 - 340.

**Valério, J. R. & O. Nakano. 1988.** Danos causados pelo adulto da cigarrinha *Zulia entreriana* na produção e qualidade de *Brachiaria decumbens*. Pesquisa Agropecuária Brasileira 23 (5): 447 – 453.

**Valério, J. R. & O. Nakano. 1989.** Sintomatologia dos danos causados pelo adulto da cigarrinha *Zulia entreriana* (Berg, 1879) (Homoptera: Cercopidae) em *Brachiaria decumbens*. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 21: 95 – 100.

**Valério, J. R., H. Jeller & J. Peixer. 1997.** Seleção de introduções do gênero *Brachiaria* resistentes à cigarrinha *Zulia entreriana* (Berg) (Homoptera: Cercopidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 26 (2): 383 – 387.

**Valério, J. R., S. L. Lapointe, S. Kelemu, C. D. Fernandez & F. J. Morales. 1998.** Plagas y enfermedades de las especies de *Brachiaria*, p. 96 – 115. In J. W. Miles, B. L. Maass & C. B. do Valle (eds.). *Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento*. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 312 p.

**Valério, J. R., O. C. de Souza, J. M. Vieira & E. S. Corrêa. 2000a.** Diagnóstico de morte de pastagens na região central e norte do Estado de Mato Grosso. Documento No. 98. Campo Grande, CNPGC / EMBRAPA, 10 p.

**Valério, J. R., I. R. Barbosa, M. A. G. Rocha, C. L. Emiliani & M. C. M. Oliveira. 2000b.** Screening forage grasses of the genus *Brachiaria* for resistance to the spittlebugs (Homoptera: Cercopidae). In Abstracts XXI International Congress of Entomology. Foz de Iguassu, Brazil.

**Valério, J. R., C. Cardona, D. C. Peck & G. Sotelo. 2001.** Spittlebugs: bioecology, host plant resistance and advances in IPM. In Proceedings 19<sup>th</sup> International Grassland Congress. São Pedro, São Paulo, Brazil.

**Valério, J. R., F. A. Coelho, A. A. Pereira, F. A. Da Silva & M. C. Oliveira. 2004a.** Seleção de acessos do gênero *Brachiaria* resistentes à cigarrinha-das-pastagens *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). In Resumos da 41<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

- Valério, J. R., F. A. Coelho, A. A. Pereira, F. A. Da Silva, M. M. Miranda & M. C. Oliveira. 2004b.** Seleção de introduções da gramínea forrageira do gênero *Brachiaria* (Griseb) resistentes à cigarrinha-das-pastagens *Mahanarva fimbriolata* (Homoptera: Cercopidae) com base nos parâmetros de sobrevivência e duração do período ninfal. In Resumos do XX Congresso Brasileiro de Entomologia. Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Valério, J. R. F.A. Coelho, A.A. Pereira, F.A. da Silva, C.B.R Zavala & M.C.M. Oliveira. 2004c.** Seleção de híbridos da gramínea forrageira do gênero *Brachiaria* (Griseb) resistentes à cigarrinha-das-pastagens *Notozulia entreriana* (Berg, 1879) (Homoptera: Cercopidae) com base nos parâmetros sobrevivência e duração do período ninfal. In Resumos do XX Congresso Brasileiro de Entomologia. Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Valle, C. B. do, L. Jank, R.M.S. Resende & A. L. Bonato. 2003.** Lançamento de cultivares forrageiras: o processo e seus resultados – cvs. Massai, Pojuca, Campo Grande, Xaraés. In A. R. Evangelista, S. T. Reis & E. M. Gomide (eds), Forragicultura e pastagens: temas em evidência – sustentabilidade. Lavras, Editora UFLA.
- Valle, C. B. do, V. B. P. Euclides, J. M. Pereira, J. R. Valério, M. S. Pagliarini, M. C. M. Macedo, G. G. Leite, A. J. Lourenço, C. D. Fernandes, M. B. Dias-Filho, B. Lempp, A. Pott & M. A. de Souza. 2004.** O Capim Xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária. Documento 149. CNPGC / EMBRAPA. Campo Grande, MS, 36 p.