

Pasturas Tropicales

Volumen 28, No. 1
Abril 2006
ISSN 1012-7410

Publicación de la Dirección de Cooperación Regional y el Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT.

Comité Editorial:

Carlos Lascano, Zootecnista, Coordinador, Proyecto Gramíneas y Leguminosas Tropicales
John Miles, Fitomejorador, Proyecto Gramíneas y Leguminosas Tropicales
Pedro J. Argel, Consultor, Proyecto Gramíneas y Leguminosas Tropicales
Alberto Ramírez P., Editor Técnico
Mariano Mejía, Supervisor de Servicios de Referencia, Unidad de Información

Digitación:

Julia Gómez Quintero

Impresión:

Compuimagen, Palmira

El propósito de esta publicación es servir como medio de comunicación entre los investigadores de forrajes de zonas tropicales involucrados en la introducción, evaluación y utilización de gramíneas y leguminosas forrajeras.

El Comité Editorial recibirá complacido contribuciones de los lectores interesados. Para tal efecto, dirigirse a:

Revista Pasturas Tropicales,
Proyecto Gramíneas y Leguminosas Tropicales, CIAT,
Apartado Aéreo 6713,
Cali, Colombia.

c.lascano@cgiar.org
aramire@aolpremium.com
www.ciat.cgiar.org/forrajes

Fotos Carátula:

Arriba: Inflorescencia de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato CIAT 36061

Abajo: Plantas individuales de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II CIAT 36087

(Fotos: Proyecto de Forrajes Tropicales)

Derechos de autor CIAT 2004. Todos los derechos reservados

El CIAT propicia la amplia diseminación de sus publicaciones impresas y electrónicas para que el público obtenga de ellas el máximo beneficio. Por tanto, en la mayoría de los casos, los colegas que trabajan en investigación y desarrollo no deben sentirse limitados en el uso de los materiales del CIAT para fines no comerciales. Sin embargo, el Centro prohíbe la modificación de estos materiales y espera recibir los créditos merecidos por ellos. Aunque el CIAT elabora sus publicaciones con sumo cuidado, no garantiza que sean exactas ni que contengan toda la información.

Contenido

Pág.

Avances recientes de la investigación con nuevas alternativas forrajeras para los Llanos Orientales de Colombia y otras áreas tropicales

Alternativas de uso de leguminosas para los Llanos Orientales de Colombia.
C. H. Plazas y C. E. Lascano

Experiencias en el establecimiento de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato CIAT 36061 como alternativa para rehabilitar pasturas degradadas. **C. H. Plazas**

Desarrollo de leguminosas multipropósito para coberturas en plantaciones.
M. Peters, C. Plazas, L. H. Franco y A. Betancourt

Selección de híbridos de *Brachiaria* con resistencia a aluminio.
I. M. Rao, J. W. Miles, R. García y J. Ricaurte

Mejoramiento genético en *Brachiaria*: Objetivos, estrategias, logros y proyecciones.
J. W. Miles

Resistencia en *Brachiaria* a especies de salivazo: métodos, mecanismos y avances.
C. Cardona, G. Sotelo y J. W. Miles

Artículo Científico

Avaliação de leguminosas arbóreas introduzidas em pastagens da baixada e região Serrana do Estado do Rio de Janeiro. **P. F. Dias, S. Manhães Souto,, G. M. Chaer, E. F. Carneiro, A. C. de Souza, L. Jiménez, e A. A. Franco**

Notas de Investigación

Producción de semillas de *Centrosema macrocarpum* en Campeche, México.
J. J. Carvajal Azcorra y M. Lara del Río

Efecto del encharcamiento temporario sobre el rendimiento y la nodulación de *Stylosanthes guianensis* y *Arachis pintoi*. **E. M Ciotti, C. H. Berg y M. E. Castelan**

Producción de biomasa y valor nutritivo de bancos de proteína establecidos con especies forrajeras para corte y acarreo en el Piedemonte amazónico de Colombia.
J. C. Suárez, Bertha L. Ramírez y J. E. Velásquez

Efeito da carga animal sobre o desempenho produtivo de ovinos deslanados em pastagens de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina. **N. de L. Costa, J. A. Magalhães, J. R. G. de A. Pereira, F. C. de Carvalho, e C. R. Townsend**

Teores de proteína bruta, extrato etéreo e minerais de gramíneas nativas *Paspalum repens* e *Paspalum Fasciculatum* de ecossistemas de Várzea do Baixo Amazonas, Pará, Brasil. **Cardoso, E. C.; Braga, E.; Camarão, A. P.; Moreno, W. C.; Moutinho, J.; Souza, S. S.; Minervino A. H. H. e Ferreira, G. D. G**

Avance de Investigación

Consumo voluntário de três leguminosas tropicais por caprinos. **F. T. Pádua; J. C. Almeida; J. Q. Magiero; D. D. Nepomuceno; S. J. Souza Jr.; M. C. Barbosa, N. S. Rocha, C. A. Freitas, e T. O. Silva**

Avances recientes de la investigación con nuevas alternativas forrajeras para los Llanos Orientales de Colombia y otras áreas tropicales

La investigación científica realizada durante varios años por organizaciones nacionales e internacionales en la Altillanura de los Llanos Orientales de Colombia ha generado nuevas opciones de pasturas, cultivos, metodologías y nuevos conocimientos científicos, que permiten establecer sistemas de producción sostenibles, competitivos y rentables.

El sistema ganadero tradicional en esta región, basado en la utilización de pasturas nativas como fuente de forrajes, genera índices de productividad y rentabilidad que hacen difícil su supervivencia en un mundo globalizado en la cual la eficiencia, la rentabilidad y la sostenibilidad marcan la pauta para acceder y consolidarse en mercados abiertos y altamente competitivos. Rivas et al. (2006)¹ encontraron que, en las fincas de agricultores con mayores limitaciones de capital la introducción de las rotaciones de pasturas con cultivos incrementa los flujos de efectivo en la finca y posibilita un mayor uso de pasturas mejoradas, bien sea en monocultivos o como parte de las rotaciones, permitiendo incrementar de forma significativa el ingreso neto recibido por los productores, especialmente de aquellos ubicados en el estrato con menor disponibilidad de capital así, por ejemplo, en el sistema de cría de ganado tradicional, la implementación de rotaciones pasturas-cultivos incrementa 1.8 veces el ingreso de las fincas con alta disponibilidad de capital y en seis veces en las de los productores con menores recursos; un comportamiento similar se puede apreciar cuando se trata de explotaciones mixtas de ganadería y cultivos, o de doble propósito.

En un total de cinco documentos que aparecen a continuación se incluyen en resumen los hallazgos más destacados de las investigaciones sobre nuevas especies forrajeras y su manejo eficiente en fincas de la Altillanura de los Llanos Orientales de Colombia, que fueron presentados en el Tercer Seminario Regional Agrociencia y Tecnología Siglo XXI, Orinoquia Colombiana, realizado entre el 23 y el 25 de noviembre de 2005 en Villavicencio, departamento del Meta, organizado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el Centro internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y la Gobernación del Meta.

¹Rivas, Libardo; Holmann, Federico y García James. 2006. Análisis de Componentes y Servicios Ambientales de Nuevos Sistemas Diversificados de Producción Agropecuaria. Impacto Económica y Social en la Altillanura Colombiana. Cali, Colombia. Documento de trabajo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); International Livestock Research Institute (ILRI). 2006. 46 p.

Alternativas de uso de leguminosas para los Llanos Orientales de Colombia

C. H. Plazas y C. E. Lascano*

La degradación de pasturas introducidas es una gran limitante para la producción de carne y leche en los Llanos Orientales de Colombia. Las principales causas de esta degradación son el pastoreo excesivo, la falta de aplicación de fertilización de mantenimiento y los ataques periódicos de salivazo (Homoptera:Cercopidae). Como resultado se presenta una disminución en la capacidad de carga de las pasturas y en los niveles de producción animal como consecuencia de la pérdida de cobertura de la especie introducida, la reducción de la cantidad de forraje disponible y de la calidad del forraje en oferta.

Una alternativa para la rehabilitación de pasturas es la introducción de leguminosas herbáceas y arbustivas en los sistemas ganaderos. En 1999 el Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT inició la evaluación de diferentes leguminosas en fincas representativas de los Llanos Orientales de Colombia, con la introducción de *Arachis pintoi* (cv. Maní Forrajero Perenne) y *Desmodium heterocarpon* subsp. *ovalifolium* (cv. Maquenque) con el fin de rehabilitar pasturas de *Brachiaria* spp.

Leguminosas herbáceas en el Piedemonte llanero

En la finca La Esperanza se recuperó una pastura de *Brachiaria decumbens* mediante la introducción de *A. pintoi* cv. Maní Forrajero. Después de cinco años, los resultados muestran que el porcentaje de leguminosa se

ha mantenido entre el 10% y el 40% (Figura 1) y el contenido de proteína cruda (PC) en la asociación ha variado entre 9.4% y 10% en épocas seca y lluviosa, respectivamente, en comparación con 4% y 8.7% en *B. decumbens* solo. La mayor calidad del forraje en oferta en la asociación ha permitido una ganancia

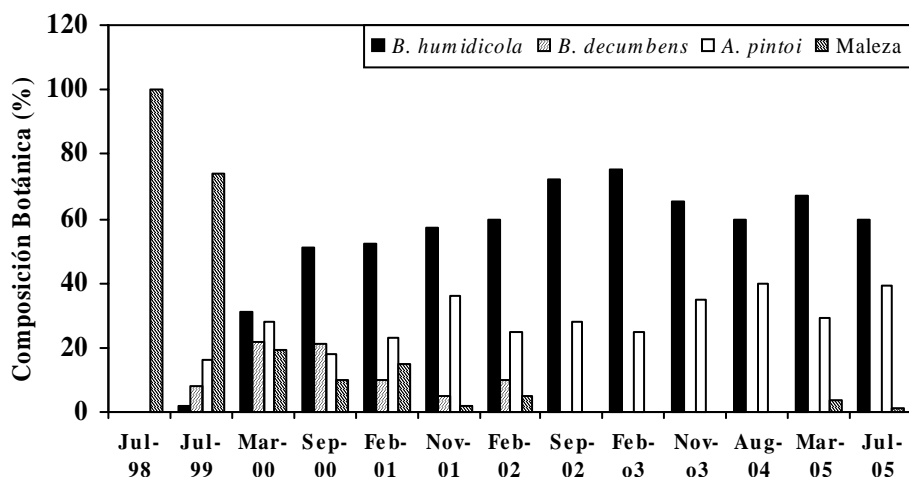


Figura 1. Composición botánica (%) en pasturas de *Brachiaria decumbens* asociado con *Arachis pintoi* en la finca La Esperanza del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

* Respectivamente: Asistente de investigación, y Coordinador del Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT. Apdo. Aéreo 6713, Cali, Colombia.

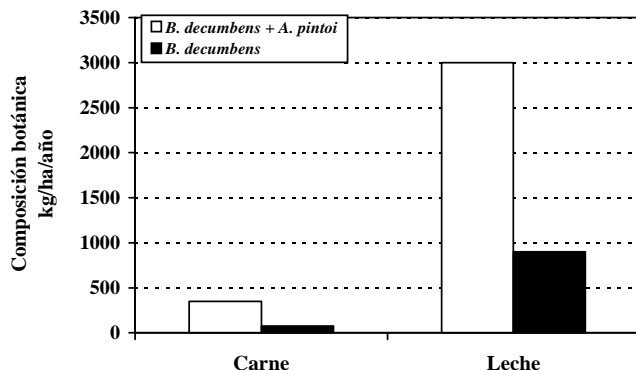


Figura 2. Niveles de producción (kg/ha por año) en pasturas de *Brachiaria decumbens* sola y asociada con *Arachis pintoii* en la finca La Esperanza del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

promedio anual de peso vivo animal de 350 kg/ha y una producción de leche de 3000 lt/ha vs. 78 kg/ha y 900 lt/ha, respectivamente, en la pastura de solo gramínea (Figura 2).

En finca San Pedro se estableció una pastura de *A. pintoii*-*B. humidicola* en un área de 10 ha invadida por *Homolepsis aturensis* (guaduilla). Después de 7 años de evaluaciones, la proporción de leguminosa en esta pastura aumentó de 16% a 40%. El porcentaje de *H. aturensis* se redujo a 4 % en época seca y a 1% en época de lluvias, mientras que la proporción de *B. humidicola* actualmente es de 67% en época seca y 60% en época de lluvias (Figura 3).

La capacidad de carga de la pastura también ha aumentado a través del tiempo y actualmente se mantienen 40 novillos con un peso vivo, promedio, de 250 kg en periodos de ocupación entre 10 y 15 días y 15 días de descanso. Estos animales provienen de la zona del Casanare y se mantienen en la pastura en período de adaptación hasta que salen para las pasturas de ceba, lo que ha permitido aumentar la producción anual de PV animal hasta 600 kg/ha vs. 150 kg/ha en la pastura degradada (Figura 4).

A pesar de los buenos resultados con *A. pintoii* en fincas del Piedemonte llanero, su adopción ha sido baja. En una encuesta

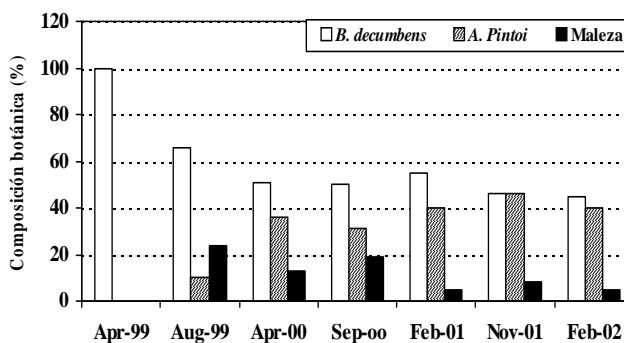


Figura 3. Composición botánica (%) en pasturas de *Brachiaria humidicola* asociada con *Arachis pintoii* después de 7 años del establecimiento en la finca San Pedro del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

realizada entre 77 productores de la región se encontró que aunque 83% de ellos conocían la leguminosa, sólo 47% la había sembrado. Por otra parte fue evidente que entre los productores encuestados había un gran desconocimiento sobre las bondades, formas de propagación y manejo de pasturas asociadas con *Arachis*. Lo anterior indica que es necesario establecer un programa de divulgación sobre las ventajas y sistemas para establecer esta leguminosa en pasturas degradadas, mediante días de campo, demostraciones en fincas y boletines informativos.

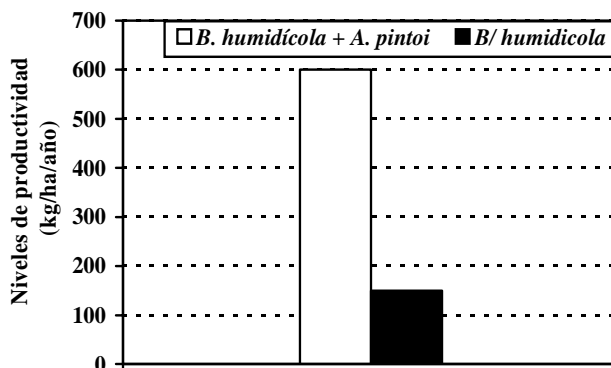


Figura 4. Niveles de productividad (kg/ha/año) en pasturas de *Brachiaria humidicola* asociada con *Arachis pintoii* después de 7 años del establecimiento en la finca San Pedro del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Leguminosas herbáceas en la Altillanura

En la Finca Andremoni en una pastura degradada de *B. decumbens* con de 4% de PC, se introdujo *Desmodium heterocarpon* subsp. *ovalifolium* CIAT 13651 cv. Maquenque (250 g/ha de semilla). En el comienzo la leguminosa representaba el 20% de la pastura asociada, contenía 20% de PC con una DIVMS de 55% y era manejada con cargas entre 2 y 3 animales/ha. Sin embargo, debido a un manejo posterior intenso con 52 novillos, 10 días de ocupación y 20 días de descanso, la proporción de leguminosa en la época seca de 2002 se redujo hasta 5%, recuperándose lentamente en la época de lluvias bajo un manejo menos intenso, pero desapareciendo en la época seca de 2003 por falta de adecuadas prácticas de mantenimiento (Figura 5).

En la pastura con un porcentaje adecuado de leguminosa la productividad anual en sistemas de cría y ceba fue de 200 kg/ha de PV animal frente a 110 kg/ha en otras pasturas de la finca (Figura 6).

Leguminosas arbustivas en el Piedemonte

La alimentación de vacas lecheras en sistemas doble propósito del Piedemonte de los Llanos Orientales se basa principalmente en pasturas de *Brachiaria*, las cuales se encuentran en diferentes estados de degradación. Una

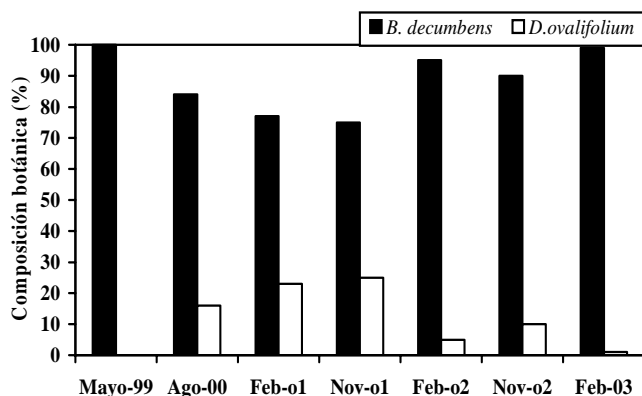


Figura 5. Composición botánica (%) en pasturas de *B. decumbens* asociadas con *D. heterocarpon* subsp. *ovalifolium* en la finca Andremoni en la Altillanura de los llanos Orientales de Colombia.

limitación de estas pasturas tanto en época seca como lluviosa es el bajo valor nutritivo del forraje disponible, lo cual se traduce en una escasa producción de leche y en la necesidad de suministrar concentrados comerciales durante la época seca con el fin de mantener la producción. En consecuencia, la eficiencia biológica y económica de estos sistemas es baja, lo que afecta negativamente los ingresos y la competitividad de los hatos de carne y leche.

Con el objeto de mejorar la calidad del forraje en oferta en pequeñas fincas lecheras de la región, el Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (Pronatta) y el CIAT, con la colaboración de Unidad Municipal de Asistencia Técnica (Umata), la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), el Comité de Ganaderos del Meta y la Universidad de los Llanos (Unillanos) con la activa participación de productores del Piedemonte, realizaron un proyecto para validar y promover el uso de *Cratylia argentea* cv. Veranera.

Se seleccionaron 14 fincas cuya actividad principal era la producción de leche y en ellas se establecieron 12.5 ha de esta leguminosa en parcelas entre 0.12 y 1 ha, así:

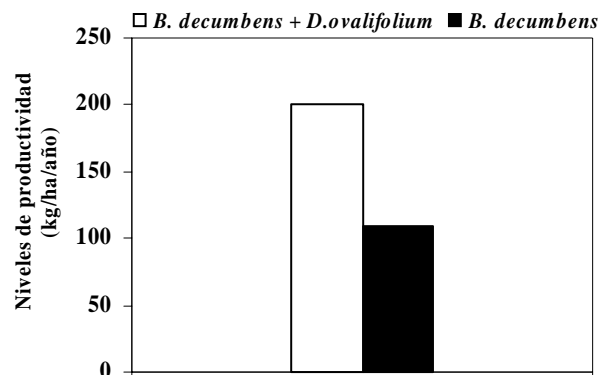


Figura 6. Niveles de productividad (kg/ha/año) en pasturas de *B. decumbens* asociadas con *D. heterocarpon* subsp. *ovalifolium* en la finca Andremoni en la Altillanura de los llanos Orientales de Colombia.

6 ha para corte y acarreo, 3 ha para pastoreo directo y 3.5 ha para producción de semillas.

Producción y calidad del forraje. El primer corte se realizó 6 meses después de la siembra a una altura entre 20 y 30 cm sobre el nivel del suelo, siendo el promedio de producción de MS de 2.01 t/ha con una relación hoja:tallo de 2:1 y una altura de planta de 121 cm. El segundo corte fue realizado 70 días más tarde, alcanzándose una producción, en promedio por finca, de 1.96 t/ha de MS y una altura de planta de 122 cm.

En la época lluviosa de 2002 la producción de MS del cv. Veranera en las fincas fue, en promedio, de 3.34 t/ha de MS con un 66% de hoja y una altura de planta de 137 cm. Durante la época seca de 2003 la producción fue de 0.59 t/ha de MS con 52% de hoja y una altura de 112 cm. A pesar de la alta diferencia en producción de MS entre épocas, fue posible observar un buen rebrote y persistencia de las plantas.

El contenido de PC de *C. argentea* cv. Veranera durante la época seca fue, en promedio, de 21.67%, mientras que en la gramínea acompañante fue de 6.52%. Este mayor contenido de PC del cv. Veranera es una de las características sobresalientes que justifica su inclusión como una alternativa de suplementación para reemplazar el uso de concentrados comerciales durante las épocas secas en sistemas doble propósito de la región. Es necesario mencionar que algunos productores han obtenido concentraciones de

Cuadro 1. Producción de leche de vacas con y sin suplementación con *Cratylia argentea* cv. Veranera en fincas del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia^a.

Finca	No de vacas en ordeño	Gramínea (lt/vaca/día)	Gramínea + <i>Cratylia</i> (lt/vaca/día)
1	7	8.5	8.5
2	10	8.0	8.5
3	14	5.2	6.3
4	6	5.9	6.0
5 (am)	8	6.6	8.0
5 (pm)	8	6.3	6.0
6	10	6.9	6.5

a. Promedio de producción entre diciembre 2001 y mayo de 2003.

PC hasta de 10% en ensilado de maíz más cv. Veranera vs. 7% con ensilado de solo maíz.

Producción de leche. Como parte del proyecto se midió la producción de leche en las mismas vacas con y sin el suplemento de cv. Veranera (Cuadro 1). No obstante la falta de respuesta, los productores coincidieron en que el suministro de la leguminosa les permitió mantener el nivel de producción y la venta de leche en el mercado local, así como la reducción en la compra de concentrados comerciales, lo cual no era posible antes de la introducción de este nuevo recurso forrajero. Además de las ventajas en el sostenimiento de la producción de leche durante la época seca, los productores reconocieron el mejor desarrollo y comportamiento reproductivo de las vacas suplementadas con el cv. Veranera.

Producción de semillas. Los rendimientos de semillas limpia en lotes establecidos en siete fincas fueron más bajos que lo inicialmente esperado; en la primera época seca se produjeron únicamente de 33 kg/ha, equivalente a 47 g/planta, siendo significativamente inferiores a los rendimientos obtenidos en Costa Rica con esta misma leguminosa.

En el período junio-julio del segundo año del cultivo se hizo un corte de uniformización y se aplicaron 70 g/planta de un fertilizante completo. Las plantas florecieron en diciembre y la recolección de las semillas maduras se hizo en febrero del año siguiente. Aunque inicialmente la calidad de las semillas era buena (90% de germinación) posteriormente, en abril, al comienzo de la época de lluvias, el porcentaje de germinación se redujo drásticamente alcanzando un valor de 40%.

Los resultados de estos trabajos confirman nuevamente las desventajas del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia como región adecuada para la producción comercial de semillas de *C. argentea* cv. Veranera. Entre los factores responsables de los bajos rendimientos se pueden citar la baja polinización natural de las plantas, la ocurrencia ocasional de lluvias

durante la época seca que favorecen una mayor humedad relativa, vientos fuertes que provocan defoliación y caída de flores y el alto costo de la mano de obra.

Usos alternativos. Inicialmente los productores utilizaron el sistema de corte y acarreo para proporcionar el forraje picado a los animales en canoas al momento del ordeño. Posteriormente, y debido a los altos costos de este sistema, los mismos productores tomaron la decisión de cosechar el forraje y dejarlo sobre las pasturas a libre disposición de los animales después del ordeño. Finalmente, decidieron que la mejor forma de suministrar el cv. Veranera a los animales era mediante el pastoreo directo en forma de ramoneo.

Con este último sistema han logrado reducir los costos de mano de obra y hacer un uso más racional de la leguminosa. No obstante, cuando las plantas no se cortan uniformemente después del ramoneo presentan una baja proporción de material aprovechable como hojas (29%) en el siguiente período de uso vs. plantas cosechadas a 20 cm sobre el suelo, que presentan 54% de hojas.

Lecciones aprendidas. Inicialmente se propuso el cv. Veranera como una fuente para la alimentación en épocas secas de vacas en producción, no obstante, los productores encontraron ventajas en el uso de esta leguminosa para: (1) la alimentación de vacas en épocas lluviosas cuando el exceso de humedad no permite el pastoreo de los animales; (2) reemplazar parte de los concentrados comerciales que suministran a las vacas en producción; (3) mantener la producción de leche del hato durante las épocas secas y de exceso de humedad; (4) el mantenimiento de las condiciones corporales y reproductivas de los animales en el hato.

La adopción de *C. argentea* cv. Veranera en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia es un proceso continuado que está siendo promovido por los técnicos en extensión de instituciones nacionales capacitados para esta labor y por productores entusiastas que han reconocido los beneficios de la leguminosa en sus fincas. Sin embargo, la adopción de

este cultivar en el Piedemonte de los Llanos Orientales y en otras regiones de Colombia es un proceso lento debido principalmente a la falta de semilla comercial.

Resumen

Se presentan los principales resultados de 5 años de evaluación en fincas del Piedemonte y Altilanura de los Llanos Orientales de Colombia de leguminosas herbáceas y arbustivas con participación de productores. Los resultados confirmaron que: *Arachis pintoii* (cv Mani Forrajero Perenne), por su buena capacidad para asociarse con diferentes especies de *Brachiaria* y tolerancia a suelos húmedos y *Desmodium heterocarpon* subsp. *Ovalifolium* (cv. Maquenque), por su adaptación a suelos ácidos de muy baja fertilidad, son excelentes alternativas para rehabilitar pasturas degradadas. En el Piedemonte, *Cratylia argentea* cv. Veranera es la leguminosa arbustiva de alta producción de forraje de buena calidad, tolerante a la sequía que permite una utilización flexible a través del año. No obstante, aún existe serias limitaciones para la difusión de estas leguminosas debido a la baja disponibilidad de semilla comercial.

Summary

These are the results of a 5-year evaluation of herbaceous and shrub legumes with the participation of producers, in farms of Piedmont and Altilanura of the Eastern Plains of Colombia. The results confirmed that *Arachis pintoii* (cv Perennial Fodder Peanut), because of its good capacity to associate with different species of *Brachiaria*, and tolerant to humid soils, and *Desmodium heterocarpon* subsp. *ovalifolium* (cv. Maquenque), for its adaptation to acid soils of very low fertility, are excellent alternatives to recover degraded pastures. In the Piedmont, *Cratylia argentea* cv. Veranera is the shrub legume with good quality and high forage production, tolerant to the drought allowing a flexible use through the year. Nevertheless, there are still serious limitations for the spreading of these legumes due to the low availability of commercial seed.

Bibliografía consultada

- Argel, P.; Lobo, M.; Hidalgo, C.; Gonzalez, J.; y Jimenez, C. 2001. *Cratylia argentea* cultivar Veraniega: Una leguminosa arbustiva para la ganadería del trópico de América Latina. Boletín de Divulgación. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG), Universidad de Costa Rica y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Agosto 2001. San José, Costa Rica. 20 p.
- Lascano, C., P. Toro, y P. Avila. 2001. Evaluación de sistemas de uso de *Cratylia argentea* para la producción de leche. En: F. Holmann y C. E. Lascano (eds.). Sistemas de Alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. CIAT.
- Lascano, C. 1995. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. En: E. Pizarro y L. Coradin (eds.). Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller de trabajo sobre *Cratylia*. EMBRAPA, CENARGEN, CPAC, y CIAT. Brasilia.
- Lobo Di Palma, M. y Acuña, R. 2000a. Efecto de la edad de rebrote y altura de corte sobre la productividad de *Cratylia argentea* cv. Veraniega en el trópico subhúmedo de Costa Rica. En: F. Holmann y C. E. Lascano (eds.). Sistemas de Alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. CIAT.
- Lobo, M. y V. Acuña. 2000b. Efecto de la suplementación con *Cratylia argentea* cv. Veraniega fresca y ensilada sobre la producción de leche en vacas de doble propósito en el trópico sub-húmedo de Costa Rica. En: F. Holmann y C. E. Lascano (eds.). Sistemas de Alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. CIAT.
- UMATA (Unidad Municipal de Asistencia Técnica). UMATA. 1989. Diagnostico y caracterización de las veredas La Llanerita, Santa Helena y El Hachón. Alcaldía de Villavicencio. Secretaria de desarrollo y participación comunitaria.
- Lascano, C.; Rincón, A.; Plazas, C.; Avila, P.; Bueno, G.; y Argel, P. 2002. Veranera (*Cratylia argentea* (Desvaux O. Kuntze)): Leguminosa arbustiva de usos múltiples para zonas con periodos secos prolongados de sequía en Colombia. Boletín técnico Corpoica, MADR y CIAT. 28 p
- Pérez, R.; Rincón, A.; Cipagauta, M.; Schmidt, A.; Plazas, C.; y Lascano, C. 2002. Cultivar Maquenque - *Desmodium heterocarpon* (L.) DC. Subsp. *Ovalifolium* (Prain.) Ohashi (Accesión CIAT 13651): Leguminosa para usos múltiples en sistemas agropecuarios en Colombia. Villavicencio, Colombia, Corpoica, MADR y CIAT. Boletín técnico. 31 p.
- Rincón, A.; Cuesta, P.; Pérez, R.; Lascano, C.; y Ferguson, J. 1992. Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoii* Krapovickas y Gregory). Una alternativa para ganaderos y agricultores. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Boletín técnico ICA no. 219. 18 p.

Experiencias en el establecimiento de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato CIAT 36061 como alternativa para rehabilitar pasturas degradadas

C. H. Plazas*

Introducción

En los Llanos Orientales de Colombia la ganadería de tipo extensivo es la principal actividad económica. En esta región, que tiene una extensión aproximada de 26 millones de hectáreas, existen 1,400,000 ha en pasturas mejoradas de las cuales 70% se encuentran en la zona de Piedemonte. Predominan las especies de *Brachiaria* (braquiaria), especialmente *B. decumbens* que fue introducida en la década 1960-70. No obstante su buena adaptación y productividad inicial, después de varios años de utilización se han observado síntomas avanzados de degradación en las pasturas de braquiaria en la región, lo que incide en forma negativa en su calidad y producción de forraje y, consecuentemente, en la productividad animal.

Mientras que en las pasturas de braquiaria degradadas sólo es posible sostener, en promedio, 0.7 animales/ha y producir 150 kg/ha de peso vivo (PV) animal por año, con pasturas mejoradas bien manejadas estos índices pueden llegar a 2 animales/ha y 450 kg de PV animal (URPA, 1997; Plazas, 1996).

Las investigaciones recientes por parte de instituciones nacionales muestran que existen variedades de maíz y soya con un buen potencial bajo las condiciones de clima y suelo predominantes en el Piedemonte, con bajos requerimientos de fertilizantes y enmiendas para alcanzar niveles de producción económicamente rentables. Sin embargo, la sostenibilidad de estos cultivos es afectada severamente por la alteración de las propiedades físicas del suelo, el ataque de plagas, enfermedades y malezas y la falta de un sistema seguro de comercialización.

Una alternativa para solucionar los problemas ocasionados por la baja persistencia de los cultivos comerciales en la región es la rotación con pasturas mejoradas, en un sistema en el cual ambos componentes, cultivo y pastura, deben ser productivos y rentables.

Las pasturas tradicionales de *B. decumbens* y *B. humidicola* fueron seleccionadas por su adaptación y persistencia en suelos ácidos de baja fertilidad natural y han mostrado una persistencia relativamente baja, una calidad nutritiva intermedia y respuesta moderada a la aplicación de fertilizantes, por tanto, su utilización en sistemas cultivos-pasturas presenta varias limitaciones.

El híbrido *Brachiaria* cv. Mulato (CIAT 36061) ha mostrado un comportamiento sobresaliente en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia por su alta producción de forraje, buena calidad nutritiva, persistencia y aprovechamiento de la fertilidad residual en el suelo en sistemas cultivo-pasturas (CIAT, 2003). Por lo anterior, desde el 2002 el Programa de Forrajes Tropicales del CIAT y la empresa mexicana productora de semillas forrajeras Papalotla con la colaboración de varios productores en esta zona han venido evaluando el potencial de este híbrido en siembras asociadas con nuevos híbridos de maíz para la rehabilitación de pasturas degradadas de braquiaria.

* Médico Veterinario Zootecnista, Asistente de Investigación del Proyecto Forrajes Tropicales del CIAT. cplazas@villavicencio.cetcol.net.co

Fisiografía de la región

La Orinoquía colombiana está localizada al oriente del país. Tiene una extensión aproximada de 26 millones de hectáreas distribuidas en tres subregiones:

(1) Piedemonte con 2,010,200 ha que comprende paisajes característicos como abanicos aluviales, terrazas aluviales, vegas y vegones, mesas y mesones; (2) Orinoquía mal drenada con 5,237,800 ha, es una prolongación del Piedemonte en la parte oriental de los departamentos de Casanare y Arauca, que se extiende hasta la margen izquierda del río Meta; y (3) Orinoquía bien drenada con 18,860,900 ha que comprende los paisajes altillanuras plana, ondulada y disectada o serranía, las zonas de bosque y sabana en la margen derecha del río Meta y los afloramientos rocosos del Escudo Guayanés. La diferencia de altura de esta subregión en relación con la Orinoquía inundable es de 30 m.

Los suelos de los Llanos Orientales de Colombia se originaron, principalmente, a partir de sedimentos transportados por los ríos que nacen en la Cordillera Oriental y recorren la región hasta su desembocadura en el río Orinoco. Los materiales originarios y actuales de los suelos de esta región han estado sometidos a varios procesos intensos de meteorización, los que conjuntamente con los períodos alternos de clima tropical húmedo y seco, son responsables de la lixiviación de nutrientes y la consecuente pérdida de la fertilidad natural. Las características típicas de estos suelos muestran un predominio de cuarzo en la fracción arena y de caolinita y óxidos de hierro en la fracción arcilla, bajo contenido de bases intercambiables, pH ácido y altos niveles de aluminio en el complejo de intercambio. A pesar de que su topografía plana permite la mecanización, las características físicas de alta fragilidad estructural limitan el uso de implementos agrícolas.

El clima de la Orinoquía está influenciado por los vientos alisios y la zona de confluencia intertropical, lo que determinan un clima estacional monomodal. Las lluvias comienzan en abril y terminan en noviembre, siendo el

período mayo-julio el de mayor precipitación. Normalmente en agosto se presenta un veranillo y en los dos meses siguientes las lluvias tienen un ligero aumento (Plazas, 2000).

Resultados

Cultivar Mulato y la rehabilitación de pasturas degradadas de *Brachiaria decumbens*

El trabajo se realiza en un lote de 7.5 ha en la finca La Isla, localizada en el km 15 de la vía Villavicencio–Puerto López, Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. La finca tiene en total 130 ha de *B. decumbens*, de las cuales 100 ha se encuentran en estado avanzado de degradación. Las actividades económicas principales son la cría de ganado en un hato de 100 hembras y 40 machos de levante, la producción de leche en un hato de ordeño variable entre 12 y 20 vacas y la producción de frutas. El manejo de la pastura consiste en lotes o potreros de 10, 15 y 20 ha que se manejan con períodos de ocupación de 30 ó 40 días y de descanso de 60 días, con una carga animal, promedio, de 2 animales/ha.

La topografía en la finca es plana, los suelos de textura franco-arenoso-arcillosa tienen un buen drenaje y sus características químicas son las siguientes: pH = 4.5, MO = 2.7%, P = 3 ppm, cationes intercambiables (meq/100 g de suelo): Al = 2.5, Ca = 0.41, Mg = 0.12, K = 0.09, Na = 0.23 y una C.I.C. efectiva de 3.9. El contenido de elementos menores (ppm) es de 2, 68, 0.14, 0.9, 7 y 1.1 para S, Fe, B, Cu, Mn y Zn, respectivamente. La precipitación en 2002 fue monomodal con un período de menor precipitación entre enero y febrero (21.9 mm) y otro de alta precipitación mensual uniforme a partir de marzo hasta noviembre (2954 mm) finalizando con 64 mm en diciembre.

Prácticas de siembra. Inicialmente se hizo un pastoreo con una carga animal alta con el fin de reducir el volumen de biomasa vegetal y permitir las labores mecanizadas de preparación del suelo antes de la siembra de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato. La preparación

consistió en un pase de arado de cincel rígido a una profundidad entre 20 y 25 cm para romper la superficie compactada por el pisoteo de los animales, seguido de un pase superficial de rastra con mínima traba para romper los terrones más grandes y una con equipo pulidor para acondicionar el suelo para la siembra y buena germinación de las semillas. Un mes más tarde, como resultado de la alta invasión de malezas, fue necesario aplicar 2 lt/ha de Round-up. La siembra se realizó en surcos distanciados 50 cm entre sí con una máquina tipo Apolo, utilizando una densidad de 4.3 kg/ha de semilla comercial mezclada con 250 kg/ha de Calfos (4% de P, 37% de Ca). Cincuenta y siete días después de la siembra se aplicaron a voleo 50 kg/ha de urea y 50 kg/ha de fertilizante triple 15.

Establecimiento. Quince días después de la siembra la germinación de las semillas fue de 80% con un promedio de 6 plantas/m². La producción inicial de forraje como materia verde seca (MVS) se midió en dos lotes de 3.75 ha cada uno. Noventa y cinco días después de la siembra, en uno de ellos esta producción fue de 5.3 t/ha mientras que en el otro fue de 3.6 t/ha. Además de las altas producciones iniciales de forraje, este cultivar presentó valores altos de proteína cruda (12%) y DIVMS (65.1%)

Manejo y producción animal. En el lote-1 se introdujeron 12 novillos con edades entre 18 y 20 meses, con un promedio inicial de 420 kg de PV animal (5040 kg/lote) que permanecieron en pastoreo continuo recibiendo diariamente 1 kg de concentrado. Estos novillos, 31 días más tarde pesaron, en promedio, 485 kg (5820 kg/lote) lo que significó una ganancia diaria de 2096 g/animal o de 780 kg/lote, con una carga de 3.2 novillos/ha. En el lote-2 en un sistema de pastoreo rotacional en cinco potreros o apartos de 0.75 ha cada y 3 días de ocupación, se mantuvieron 12 vacas en ordeño (3.2 vacas/ha) durante un ciclo completo de 15 días. Estas vacas en pasturas de *B. decumbens* producían, en promedio, 5.02 kg de leche en el ordeño de la mañana y algunas de ellas que se ordeñaban en la tarde producían 3.81 kg más de leche. En las nuevas pasturas de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato, las mismas vacas produjeron diariamente 6.53 kg en el ordeño de la mañana y 4.75 kg más en el de la tarde, lo que significó un aumento total de 22.87 kg de leche por día en este lote. No obstante, cuando regresaron a las pasturas iniciales de *B. decumbens* nuevamente sus producciones fueron iguales a las del inicio de la prueba (5.02 kg/vaca por día) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción diaria de leche en dos ordeños (mañana – a.m. y tarde – p.m.) doble propósito en pasturas de *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato (36061), en un sistema rotacional en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia

Vaca (no.)	<i>Brachiaria decumbens</i>		<i>Brachiaria</i> híbrido cv. Mulato		<i>Brachiaria</i> a.m.
	a.m.	p.m.	a.m.	p.m.	
1	4.66	3.23	6.96	4.11	6.3
2	3.37	—	4.27	—	2.65
3	4.80	—	6.39	—	4.05
4	5.63	—	6.97	—	6.27
5	4.70	—	5.9	—	6.35
6	8.30	4.29	9.68	5.86	7.64
7	5.38	—	6.22	-	4.04
8	5.80	4.11	8.29	5.10	6.98
9	4.68	4.30	6.74	5.14	5.25
10	4.65	—	5.73	—	3.99
11	3.31	—	4.62	—	3.43
12	5.40	3.12	6.66	3.52	4.03
Promedio (kg)	5.02	3.81	6.53	4.75	5.08
Subtotal	60.32	19.05	78.43	23.73	60.97
Total (kg)	79.37		102.16		81

a. Producciones promedio en un ciclo de pastoreo de 15 días en cinco apartos con 3 días de ocupación. Las vacas comenzaron y terminaron en *B. decumbens*.

Producción de forraje. En el lote-1 la producción de MSV durante 72 días de la época de menor precipitación (diciembre-enero) fue de 4.8 t/ha y en el lote-2 fue de 5.4 t/ha. Este último lote se encuentra actualmente en descanso antes de iniciar una segunda fase de evaluación.

Costos. Los costos variables estimados para la rehabilitación de 1 ha de pasturas degradada de *B. decumbens*, utilizando solo *Brachiaria* híbrido cv. Mulato aparecen en el Cuadro 2.

El total para el establecimiento de 7.5 ha fue de \$col.3,611,625 de los cuales el productor aportó \$col.1,203,159 (43%) y la empresa Papalotla \$col.2,408,466 (67%).

Cuadro 2. Costos variables estimados para la rehabilitación de 1 ha de *Brachiaria decumbens* degradada mediante la introducción de *Brachiaria* híbrido CIAT 36061 cv. Mulato en la finca La Isla. Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Insumo o labor	Cantidad	Valor total (\$col.) ^a
Maquinaria agrícola	Pases (no.)	
cincel vibratorio	1	30,000
rastra	1	25,000
pulidor	1	15,000
sembradora	1	15,000
fumigadora	1	15,000
subtotal	—	100,000
Semillas	kg	—
gramínea (cv. Mulato)	4.3	249,400
subtotal	—	249,400
Fertilizantes	kg	—
calfos	250	35,000
urea	50	29,150
triple 15	50	34,000
Subtotal	—	98,150
Herbicida	2 lts	21,500
Subtotal	—	21,500
Mano de obra (jornal)	Jornales	—
siembra	0.3	4500
cercas	0.3	4500
Subtotal :	—	9000
Transporte de insumos	—	3500
Total (\$col.)	—	481,550
Total US\$	—	178,35

a. Valores a diciembre de 2002. US\$1 = \$col.2700.

Cuadro 3. Resumen de ingreso bruto por actividades de producción animal en pasturas de *Brachiaria* híbrido CIAT 36061 cv. Mulato en la finca La Isla. Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Lote e ingreso	Producción e ingreso
Lote 1 (cria y levante)	
producción (kg)	780
ingreso (\$col.)	1,911,000
costos insumos (\$col.)	153,450
ingreso bruto (\$col.)	1,757,550
Lote 2 (venta de leche)	
producción (kg)	341,85
ingreso (\$col.)	227,900
Ingreso bruto total (\$col.)^a	1,985,450

a. El ingreso total de \$col.1,985,450 durante esta primera fase fue equivalente a 55% de los costos totales de establecimiento de la pastura de 7.5 ha (\$col.3,611,000).

Valores a diciembre de 2002. US\$1 = col.2700.

El Programa de Forrajes Tropicales del CIAT proporcionó la asistencia técnica durante esta fase del trabajo.

Beneficios. En este caso, la rehabilitación de las pasturas degradadas representó para el productor beneficios por la valorización del activo tierra y por los ingresos en efectivo. En términos generales estos últimos se resumen en el Cuadro 3.

Asociación maíz-cv. Mulato y la rehabilitación de pasturas degradadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Este trabajo se realiza en la finca Costa Rica en el km 23 de la vía Puerto López-Puerto Gaitán, Altillanura de los Llanos Orientales de Colombia, en una pastura degradada de *B. brizantha* cv. Marandu. La finca tiene una extensión total de 1463 ha, de las cuales 15 ha se dedican a cultivos agrícolas, 1300 ha a pasturas y el resto a bosques. Las pasturas están constituidas por *B. decumbens* (77%), *B. humidicola* (13%), *B. dictyoneura* (5.4%) y *B. brizantha* cv. Marandu (4.6%). En estas pasturas se mantienen generalmente 1317 animales entre hembras (53%) y machos de diferentes edades (47%) que se manejan en potreros de 15 ha con períodos de ocupación de 30 días y 60 días de descanso.

Los suelos son franco areno arcillosos de topografía plana y bien drenados. Sus características químicas son las siguientes: pH = 4.9, MO = 3%, P = 2 ppm, cationes intercambiables (meq/100 g de suelo): Al = 0.6, Ca = 0.61, Mg = 0.17, K = 0.01, Na = 0.15 y una C.I.C. efectiva de 1.84. El contenido de elementos menores (ppm) es de 1, 17, 0.19, 0.3, 0.7 y 0.4 para S, Fe, B, Cu, Mn y Zn, respectivamente. La precipitación en 2002 fue monomodal con un periodo totalmente seco en enero y febrero y otro de alta precipitación mensual uniforme a partir de marzo hasta noviembre (2251 mm) finalizando con 18 mm en diciembre.

Prácticas de siembra. La preparación del suelo para la siembra de la asociación maíz-*Brachiaria* cv. Mulato fue similar a la realizada en la finca La Isla, antes mencionada. La siembra del pasto se hizo en surcos distanciados 50 cm utilizando una sembradora tipo Apolo a razón de 4.3 kg/ha de semilla comercial mezclada previamente con 100 kg de Calfos. El maíz tipo 'Master' se sembró en forma mecanizada el día siguiente entre los surcos del pasto a razón de 20 kg/ha de semilla.

En el momento del primer pase de rastra se incorporaron 2 t/ha de cal (23% de Ca, 9% de Mg) y en la segunda 300 kg/ha de yeso (16% de Ca, 11% de S) más 100 Kg/ha de Calfos (4% de P, 37% de Ca). Conjuntamente con la siembra se aplicaron 200, 50, 50, 10 y 10 kg/ha de DAP, KCl, Granulit (2 K₂O, 17 MgO, 14 S, 12 SO₂), Bo y Coljap, respectivamente. Veinte días más tarde se aplicaron 150, 150 y 50 kg/ha de KCl, urea y Granulit, respectivamente. Como fertilización de mantenimiento para el maíz, a los 40 días después de la siembra se aplicaron (kg/ha) a voleo 150 de urea y 50 de KCl.

Establecimiento. *Brachiaria* híbrido cv. Mulato presentó una buena germinación, siendo de 80% dos semanas después de la siembra, con una densidad entre 6 y 8 plántulas/m². Cincuenta y siete días después de la siembra las plantas de este cultivar alcanzaron alturas de 80 cm y las de maíz hasta 2 m sobre el suelo (Figura 1).

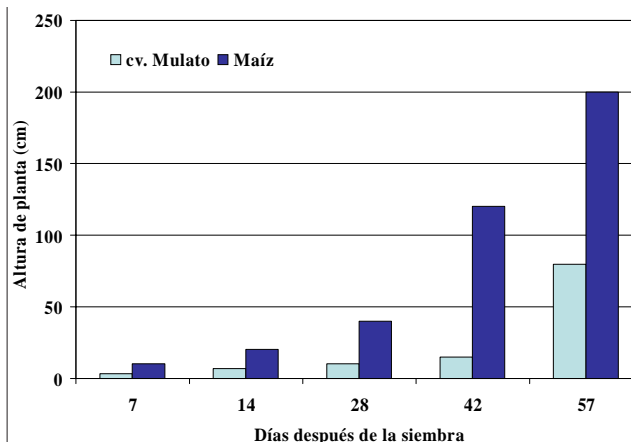


Figura 1. Crecimiento de maíz y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato en asociación para la rehabilitación de pasturas degradadas en la Altillanura de los Llanos Orientales de Colombia.

Producción. La producción equivalente de maíz en grano seco, 138 días después de la siembra, fue de 3.7 t/ha y la de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato fue de 4.2 t/ha con 8.7% de PC y 65% de DIVMS.

Manejo y producción animal. El primer pastoreo de tipo continuo se realizó con 39 hembras entre vacas preñadas y novillas de levante que tenían entre 24 y 36 meses de edad y un promedio de 446.2 kg de PV y recibían sal mineralizada (9% de P) y agua a voluntad. Estos animales 36 días más tarde pesaban, en promedio, 506.5 kg lo que significa una ganancia diaria de 1675 g y una producción total de 2351 kg de PV animal con una carga de 2.6 animales/ ha.

Producción y calidad de forraje. En plena época seca (enero de 2003), después de 31 días de descanso se encontró en la pastura de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato una producción de 3.52 t/ha de MS, siendo ésta similar a la encontrada con *B. decumbens* (3.1 t/ha de MS) y *B. brizantha* (3.86 t/ha de MS) utilizada como testigo.

Costos y beneficios. Los costos variables estimados para la rehabilitación de 1 ha de pasturas degradada de *B. decumbens*, utilizando la asociación maíz-*Brachiaria* híbrido cv. Mulato aparecen en el Cuadro 4. El costo total

del establecimiento de 15 ha de la asociación fue de \$col.28,009,425, de los cuales el productor aportó \$col. 23,758,425 (85%), la empresa Papalotla \$col.4,251,000 (15%) y el Programa de Forrajes Tropicales del CIAT los costos de asistencia técnica y dirección del trabajo.

Cuadro 4. Costos variables estimados para la rehabilitación de 1 ha de *Brachiaria decumbens* degradada, mediante la introducción de *Brachiaria* híbrido CIAT 36061 cv. Mulato asociado con maíz en la finca Costa Rica. Altillanura de los Llanos Orientales de Colombia.

Insumo o labor	Cantidad	Valor (\$col.)
Maquinaria (pasada)		
cincel rígido	2	50,000
rastra	3	75,000
encaladora	1	30,000
sembradora de cv.mulato	1	15,000
sembradora de maíz	1	30,000
abonadora	1	15,000
fumigadora	1	15,000
cosechadora de maíz	1	100,000
Subtotal		330,000
Semillas (kg)		
maíz	20	130,000
gramínea cv. Mulato	4.3	249,400
Subtotal		379,400
Fertilizantes (kg)		
cal dolomítica	2000	275,880
yeso agrícola	300	64,800
Calfos	200	28,000
DAP	200	136,000
cloruro de potasio	250	147,605
Granulit	100	39,200
boro 5	10	7,000
urea	300	174,900
Coljap	10	19,000
Subtotal		892,385
Herbicida (lt)	2	20,000
Subtotal		20,000
Control biológico	1	27,300
Subtotal		27,300
Mano de obra (jornal)		
encalada	0.3	4,500
siembra	0.3	4,500
fertilización	0.3	4,500
cercas	0.3	4,500
Subtotal		18,000
Transporte insumos (/kg)	3370	33,710
Subtotal		33,710
Secadora de grano(/t)	3.7	111,000
Subtotal		111,000
Transporte de maíz (/t)	3.7	55,500
Subtotal		55,500
Total (\$col.)		1,867,295
Total US\$ (\$col.2.700)		691,59

En el Cuadro 5 se incluye un resumen sobre los ingresos por venta de productos. Durante este periodo inicial la utilidad neta en efectivo en 15 ha del ensayo fue de \$col.1,732,560. Si se considera la pastura establecida como utilidad en activo mejorado, el ingreso total fue de \$col.29,741,985.

Cuadro 5. Resumen de ingreso bruto y utilidad neta por actividades de producción animal y de maíz en pasturas de *Brachiaria* híbrido CIAT 36061 cv. Mulato en la finca Costa Rica. Altillanura de los Llanos Orientales de Colombia.

Ingreso	Producción total	Ingreso por venta (\$col.)
Maíz en grano producción (t)	3.7	24,975,000
Animal carne (kg)	2352.7	4,766,985 ^a
Ingreso bruto total (\$col.)		29,741,985
costo de establecimiento de la pastura		28,009,425
Utilidad neta		1,732,560

a. Descontando \$col.154,000 de suministro de sal mineralizada.

Resumen

El híbrido *Brachiaria* cv. Mulato (CIAT 36061) ha mostrado un comportamiento sobresaliente en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia por su alta producción de forraje, buena calidad nutritiva, persistencia y aprovechamiento de la fertilidad residual en el suelo en sistemas cultivo-pasturas. Por lo anterior, desde el 2002 el Programa de Forrajes Tropicales del CIAT y la empresa mexicana productora de semillas forrajeras Papalotla con la colaboración de varios productores en esta zona han venido evaluando el potencial de este híbrido en siembras asociadas con nuevos híbridos de maíz para la rehabilitación de pasturas degradadas de braquiaria. En una finca localizada en Puerto López, La preparación consistió en un pase de arado de cincel rígido a una profundidad entre 20 y 25 cm para romper la superficie compactada por el pisoteo de los animales, seguido de un pase superficial de rastra con mínima traba para romper los terrones más grandes y una con equipo pulidor para acondicionar el suelo para la siembra y

buena germinación de las semillas. Un mes más tarde, como resultado de la alta invasión de malezas, fue necesario aplicar 2 lt/ha de Round-up. La siembra se realizó en surcos distanciados 50 cm entre sí utilizando una densidad de 4.3 kg/ha de semilla comercial mezclada con 250 kg/ha de Calfos (4% de P, 37% de Ca). Cincuenta y siete días después de la siembra se aplicaron a voleo 50 kg/ha de urea y 50 kg/ha de fertilizante triple 15. Quince días después de la siembra la germinación de las semillas fue de 80% con un promedio de 6 plantas/m². La producción inicial de forraje como materia verde seca (MVS) se midió en dos lotes de 3.75 ha cada uno. Noventa y cinco días después de la siembra, en uno de ellos esta producción fue de 5.3 t/ha mientras que en el otro fue de 3.6 t/ha. Además de las altas producciones iniciales de forraje, este cultivar presentó valores altos de proteína cruda (12%) y DIVMS (65.1%). En otra finca de la misma zona, en una pastura asociada cv. Mulato-maíz, la producción equivalente de maíz en grano seco, 138 días después de la siembra, fue de 3.7 t/ha y la de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato fue de 4.2 t/ha con 8.7% de PC y 65% de DIVMS. El primer pastoreo de tipo continuo se realizó con 39 hembras entre vacas preñadas y novillas de levante que tenían entre 24 y 36 meses de edad y un promedio de 446.2 kg de PV y recibían sal mineralizada (9% de P) y agua a voluntad. Estos animales 36 días más tarde pesaban, en promedio, 506.5 kg lo que significa una ganancia diaria de 1675 g y una producción total de 2351 kg de PV animal con una carga de 2.6 animales/ha.

Summary

The hybrid *Brachiaria* cv. Mulato (CIAT 36061) has shown an excellent behavior in the Piedmont of the Eastern Plains of Colombia because of its high forage yield, good nutritious quality, persistence and use of the residual fertility in the soil in crop-pasture systems. For this reason, from 2002 the Tropical Forage Program of CIAT and the Mexican commercial forage seed company, Papalotla, with the collaboration of several producers in this area, has been evaluating the potential of this

hybrid in crops associated with the new hybrids of corn for the recovering of *Braquiaria* degraded pastures. In a farm located in Puerto López, the soil was prepared with a pass of rigid chisel plow (20-25 cm depth) to break the compacted surface produced by the animal trampling, followed by a superficial pass of trail with minimum harrow to break down bigger clods, and one with polisher equipment to condition the soil for the planting and good germination of the seeds. One month later, as a result of the high invasion of weeds, it was necessary to apply 2 lt/ha of Round-up. Commercial seed mixed with 250 kg/ha of Calfos (4% P, 37% Ca) was planted in furrows distanced 50 cm at a density of 4.3 kg/ha. Fifty seven days after the planting, 50 kg/ha of urea and 50 kg/ha of fertilizer Triple-15 were applied by volley. Fifteen days after, the germination of the seeds was of 80% with an average of 6 plants/m². The initial production of forage as dry green matter (DGM) was measured in two plots of 3.75 ha each. Ninety five days after planting, the production was of 5.3 t/ha in one of the plots, while in the other was 3.6 t/ha. Together with the high initial forage yields, this cultivar showed high values of raw protein (12%) and IVDMD (65.1%). In other farm in the same area, in a cv. Mulatto-maize associated pasture, the equivalent production of corn, 138 days after planting, was of 3.7 t/ha and that of *Brachiaria* hybrid cv. Mulato was of 4.2 t/ha with 8.7% of CP and 65% of IVDMD. The first continuous grazing was carried out with 39 cows (pregnant and heifers), 24 and 36 months of age, and an average LW of 446.2 kg. They received mineralized salt (9% P) and water at will. These animals were weighed, 36 days later, presenting on average 506.5 kg, what means a daily gain of 1675 g and a total production of 2351 kg of LW with a stocking rate of 2.6 animals/ha.

Referencias

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2003. Informe Anual-2002. Proyecto Gramíneas y Leguminosas Tropicales.

Plazas, C. 1996. Manejo y productividad de la asociación gramínea - leguminosa en los Llanos Orientales de Colombia. Taller Regional de Agrociencia y Tecnología Siglo XXI. Villavicencio (Colombia). 1996. (manuscrito).

_____. 1996. Evaluación y selección de accesiones e híbridos de *Brachiaria* por adaptación edafoclimática y resistencia al miófono de los pastos. Taller Regional de Agrociencia y Tecnología Siglo XXI. Villavicencio (Colombia). 1996.

_____. 2000. Prácticas de manejo para aumentar la producción de la empresa ganadera en la Altillanura Colombiana. En: Congreso de Estrategias Nutricionales para la Producción Bovina en la Orinoquia. Villavicencio, 1998. La Orinoquia Colombiana. Agroecosistemas. Comité de Ganaderos del Meta. Unidad Instruccional no. 1. Curso Producción de Ganado de Carne y Doble propósito. Escuela de Mayordomía.

URPA (Unidad Regional de Planeación Agropecuaria). 1998. Cifras del Sector Agropecuario. Villavicencio, Colombia.

Desarrollo de leguminosas multipropósito para coberturas en plantaciones

M. Peters, C. Plazas, L. H. Franco y A. Betancourt*

El uso de cultivos de cobertura para el control de malezas y la erosión del suelo en plantaciones tiene un alto costo de manejo, no obstante, las leguminosas pueden aliviar estos efectos negativos (Shelton y Stür, 1991). En los Llanos Orientales de Colombia se están promoviendo sistemas de plantaciones comerciales de caucho y palma aceitera. Las primeras son comunes en fincas de pequeños y medianos productores que quieren diversificar sus fincas, mientras que las segundas pertenecen a pequeños productores que alquilan sus fincas para ser manejadas por la industria. En ambos tipos de explotación existe la necesidad de reducir los costos mediante el manejo de las malezas, el mantenimiento de la fertilidad del suelo, el control de la erosión y el aumento de microbiología en el suelo.

Materiales y métodos

En plantaciones comerciales jóvenes y viejas de caucho y palma africana, localizadas en la Altillanura y el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia, en 1999 se establecieron bajo condiciones de sombra y a plena luz solar parcelas de 80 m² de un grupo de accesiones CIAT de leguminosas. Las leguminosas establecidas en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones fueron:

Arachis pintoi CIAT 17434, 18744, 18748, 22159 y 22160 (utilizando 10 kg/ha de semilla comercial); *Desmodium heterocarpon* subsp. *ovalifolium* CIAT 350, 13105, 13110, 13651 y 23762 (0.5 kg/ha); *Pueraria phaseoloides* CIAT 8042 y 9900 (kudzu) (3 kg/ha).

Adicionalmente se sembró una mezcla de *A. pintoi* CIAT 18744 y *D. ovalifolium* CIAT 13651. Se midieron parámetros agronómicos y la incidencia de plagas y enfermedades.

*Investigadores del Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT. Apdo. Aéreo 6713, Cali, Colombia.

Los suelos en las plantaciones se caracterizan por ser arcillosos de baja fertilidad, con pH ácido de 4.6; niveles de P entre 2.5 y 7.49 ppm; M.O. entre 2.6% y 5.3 % y una saturación de Al de 68%. Al comienzo del ensayo en todos los tratamientos se aplicó la fertilización básica para establecimiento recomendada en la zona.

Resultados y discusión

Durante los primeros 4 meses de establecimiento la cobertura de las leguminosas fue lenta, con excepción de *Pueraria phaseoloides*. Sin embargo, 6 meses después de la siembra su establecimiento era bueno, con alta cobertura en las plantaciones de caucho y plantaciones de jóvenes de palma, aunque la cobertura al pie de los árboles de caucho fue baja para *A. pintoi*. Las mejores coberturas fueron para *D. heterocarpon* CIAT13651 en caucho con 72% y 28% entre calles y al pie de los árboles respectivamente; la mejor cobertura en palma se alcanzó con *A. pintoi* CIAT 22160 con 80% (Cuadro 1). Las leguminosas no se establecieron en plantaciones viejas de palma por falta de luz.

En la fase de producción los más altos rendimientos de leguminosas se alcanzaron con *D. heterocarpon* CIAT 350, 13651 y 13110 con más de 1 t/ha de MS en plantaciones de caucho. En plantaciones jóvenes de palma los mejores rendimiento ocurrieron con las accesiones *P. phaseoloides*, *A. pintoi* CIAT 22160, 22159 y *D. heterocarpon* CIAT 13651, 350 y 13105 con más de 1.2 t/ha de MS. Se observó alta incidencia de maleza (> 30%) en palma (Cuadro 2).

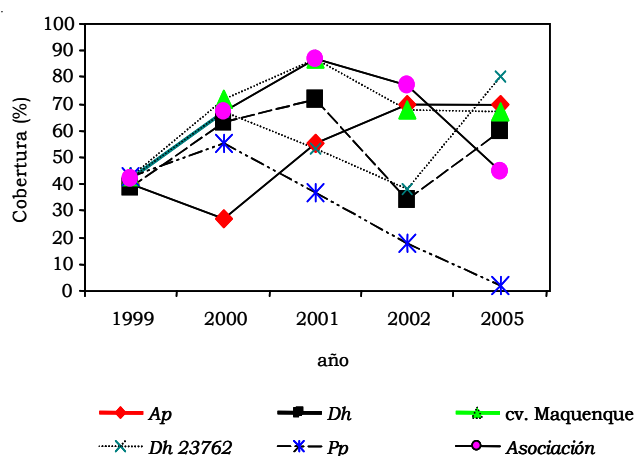
Después de 5 años, la evaluación del comportamiento de las leguminosas en el cultivo de caucho, realizada al inicio época de lluvias de 2004, mostró que las accesiones que fueron establecidas al pie de los árboles tienden a desaparecer y presentan un bajo vigor de crecimiento, mientras que las que se establecieron en condiciones de media sombra entre las calles presentan una buena cobertura del suelo, siendo ésta ligeramente mayor en las accesiones de *A. pintoi* (70%) que en las de *D. heterocarpon* var. *ovalifolium* (62%). Mientras que, bajo estas condiciones *P. phaseoloides* no persistió (6%) y la asociación *A. pintoi* - *D. heterocarpon* presentó una cobertura de 45% (Figuras 1 y 2).

Cuadro 1. Cobertura del suelo (%) de diferentes leguminosas forrajeras bajo condiciones de sombra en plantaciones de caucho y palma en dos sitios de los Llanos Orientales de Colombia.

Leguminosa (accesión CIAT no.)	Caucho		Palma plantación joven
	entre calles	al pie de los árboles	
	(%)		
<i>D. heterocarpon</i> subsp. <i>ovalifolium</i> 13105	58	25	55
<i>D. heterocarpon</i> subsp. <i>ovalifolium</i> 13110	68	7	53
<i>D. heterocarpon</i> subsp. <i>ovalifolium</i> 13651	72	28	72
<i>D. heterocarpon</i> subsp. <i>ovalifolium</i> 23762	67	17	58
<i>D. heterocarpon</i> subsp. <i>ovalifolium</i> 350	63	13	62
<i>Arachis pintoi</i> 17434	25	3	47
<i>Arachis pintoi</i> 18744	33	7	65
<i>Arachis pintoi</i> 18748	32	6	53
<i>Arachis pintoi</i> 22159	18	8	60
<i>Arachis pintoi</i> 22160	28	7	80
<i>Pueraria phaseoloides</i> 8042	33	17	65
<i>Pueraria phaseoloides</i> 9900	55	5	75
Mezcla <i>A. pintoi</i> / <i>D. ovalifolium</i>	67	20	77

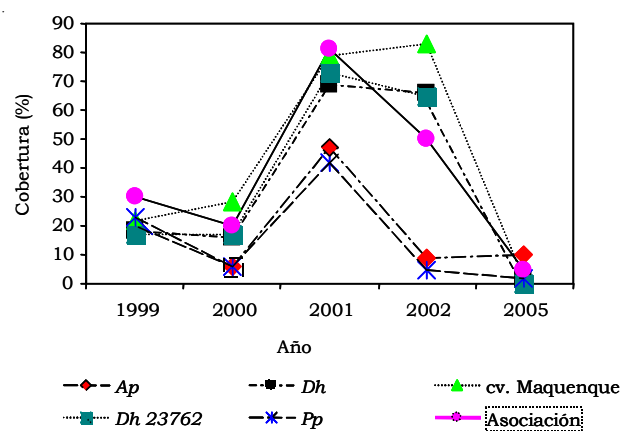
Cuadro 2. Rendimiento de MS (t/ha) de diferentes coberturas y maleza en plantaciones de caucho y palma de aceite en los Llanos Orientales de Colombia.

Leguminosa (accesión CIAT no.)	Caucho (plantación joven)				Palma			
	Sombra media		Sombra alta		Plantación vieja		Plantación joven	
	l	m	l	m	l	m	l	m
<i>D. heterocarpon</i> 13105	0.608	0.769	0.927	0	0.267	0.289	1.453	0.544
<i>D. heterocarpon</i> 13110	1.180	0.069	1.187	0.052	0.057	0	0.980	0.833
<i>D. heterocarpon</i> 13651	1.064	0	0.537	0.088	0.319	0.052	1.575	1.003
<i>D. heterocarpon</i> 23762	0.896	0.067	0.440	0.020	0.586	0	1.237	0.623
<i>D. heterocarpon</i> 350	1.690	0.163	1.104	0	0.425	0	1.357	0.741
<i>Arachis pintoi</i> 17434	0.361	0.315	0.360	0.109	0.040	0.093	0.247	0.937
<i>Arachis pintoi</i> 18744	0.671	0.164	0.577	0.075	0.167	0	0.895	0.637
<i>Arachis pintoi</i> 18748	0.537	0.155	0.669	0.021	0.396	0	0.727	1.051
<i>Arachis pintoi</i> 22159	0.396	0.161	0.725	0.068	0.231	0.060	1.314	0.817
<i>Arachis pintoi</i> 22160	0.791	0.181	0.637	0	0.229	0.048	1.488	0.983
<i>Pueraria phaseoloides</i> 8042	0.824	0.236	0.739	0.179	0.309	0.061	1.490	0.619
<i>Pueraria phaseoloides</i> 9900	0.675	0.103	0.323	0.028	0.116	0.017	1.745	0.836
Mezcla <i>A. pintoi</i> / <i>D. ovalifolium</i>	0.156	0.061	0.255	0.021	0.067	0	0	0.581
Mezcla <i>D. ovalifolium</i> / <i>A. pintoi</i>	0.435	0.061	0.499	0.021	0.225	0	0	0.581
Control		0.393		0.283		0.180		1.531

**Figura 1.** Coberturas (%) a través del tiempo entre calles en una plantación de caucho (sombra media) en los Llanos Orientales de Colombia.

Conclusiones

Las coberturas *Desmodium* y *Arachis* seleccionadas han mostrado buen comportamiento en plantaciones de caucho y palma aceitera de los Llanos Orientales de Colombia. En contraste a la cobertura de kudzu, la más usada en los Llanos, estas nuevas opciones fueron persistentes a través de 5 años de evaluación. Con la mayoría de las accesiones evaluadas es posible mantener coberturas permanentes en las plantaciones,

**Figura 2.** Coberturas (%) a través del tiempo al pie de árboles de caucho (sombra alta) en una plantación en los Llanos Orientales de Colombia.

facilitando el control de malezas y reciclando nutrientes. La asociación de *A. pintoi* con *D. heterocarpon* permite bajar los riesgos de pérdidas de biomasa por ataques de patógenos, alcanzando una cobertura estable y balanceada a través de los años. Estas investigaciones contribuyeron con la liberación del cultivar Maquenque (*Desmodium heterocarpon* subsp. *ovalifolium* CIAT 13651) como opción de cobertura de plantaciones y mejoramiento de pasturas en la región.

Resumen

En los Llanos Orientales de Colombia se han establecido plantaciones de caucho y palma africana como parte del desarrollo de la región. Por tanto, existe demanda para desarrollar coberturas de leguminosas que contribuyan a reducir malezas, mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la biodiversidad de fauna y flora en plantaciones perennes. El Programa de Forrajes del CIAT conjuntamente con productores de palma africana y caucho han trabajado en la identificación de leguminosas de cobertura para estas plantaciones, como alternativa a *Pueraria phaseoloides* (kudzu), la opción más utilizada en la región. Para tal efecto se han evaluado diferentes accesiones de *Arachis pintoii* y *Desmodium heterocarpon* subsp. *ovalifolium* en siembras solas y asociadas comparándolas con kudzu. Los resultados mostraron que los arreglos que permiten la entrada de luz en el establecimiento de las coberturas de leguminosa han funcionado mejor que los tratamientos muy sombreados. Esto indica que se deben sembrar las coberturas, al menos en plantaciones de palma africana, junto con el cultivo. En plantaciones de caucho el tiempo de establecimiento de la cobertura es menos crítico debido a espacios más abiertos entre las plantas lo cual permite entrada de luz. Las especies que mejor resultado han mostrado después de 6 años de establecimiento son: *A. pintoii* CIAT 18744 y CIAT 22160 y *D. heterocarpon* subsp. *ovalifolium* CIAT 13651 con 88%, 77%, 56% en época de lluvias y de 51%, 60%, 63% y 60% en época seca, frente a menos de 10% obtenido con kudzu. La mezcla de *A. pintoii* con *D. heterocarpon* subsp. *ovalifolium* ha mantenido una cobertura de 94% y 67% en épocas de lluvia y sequía, respectivamente, dando una opción más segura contra fallas de las especies solas. Sin embargo, desde el punto de vista económico, *D. heterocarpon* subsp. *Ovalifolium* es la opción más favorable por el costo de semilla pues es mucho más barata que en *A. pintoii*. Debido a la excelente adaptación de *D. heterocarpon* subsp. *ovalifolium* CIAT 13651 en los suelos ácidos de la región, Corpoica y el CIAT liberaron en noviembre de 2002 esta leguminosa de uso múltiple como cultivar Maquenque.

Summary

In the Eastern Plains of Colombia, rubber and African palm plantations have been established as part of the development of the region. Therefore, there is a demand for developing legume coverings that contribute to reduce weeds, to improve the fertility of the soil, and to increase the fauna and flora biodiversity in perennial plantations. The Forage Program of CIAT with the producers of African palm and rubber have worked together in the identification of covering legumes for these plantations, looking for a substitute of *Pueraria phaseoloides* (Kudzu), the option more used in the region. For that end, different accessions of *Arachis pintoii* and *Desmodium heterocarpon* subsp. *ovalifolium* have been evaluated, alone and associated, comparing them with Kudzu. The results showed that the arrangements allowing the light exposure, in the establishment of the legume coverings, have worked better than the very shady treatments. This indicates that coverings should be planted, in plantations of African palm at least, together with the crop. In rubber plantations, the establishment time of the covering is less critical due to wider spaces between plants, permitting the exposure of light. After 6 years of establishment, the species with better results are: *A. pintoii* CIAT 18744 and CIAT 22160 and *D. heterocarpon* subsp. *ovalifolium* CIAT 13651 with 88%, 77%, 56% in the rainy season and of 51%, 60%, 63% and 60% in the dry season, compared with less than 10% obtained with Kudzu. The mixture of *A. pintoii* and *D. heterocarpon* subsp. *ovalifolium* has maintained a covering of 94% and 67% in the rainy and drought seasons, respectively, offering a safer option against the flaws of the species alone. However, from the economic perspective, *D. heterocarpon* subsp. *Ovalifolium* is the most favorable option because its seed is much cheaper than *A. pintoii*'s. Due to the excellent adaptation of *D. heterocarpon* subsp. *ovalifolium* CIAT 13651 in the acid soils of the region, Corpoica and CIAT released in November 2002 this multiple use legume as cultivar Maquenque.

Referencias

- Pérez, R.; Rincón, A.; Cipagauta, M.; Schmidt, A.; y Lascano, C. 2002. Cultivar Maquenque –*Desmodium heterocarpon* (L.) DC. Subsp. *ovalifolium* (Prain.). Ohashi (accesión CIAT 13651): Leguminosa para usos múltiples en sistemas agropecuarios en Colombia. Villavicencio, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (ICA); Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical. 31 p.
- Pérez, R. 1997. Adaptación, comportamiento agronómico y potencial productivo de *Desmodium ovalifolium* en la Orinoquia Colombiana. En: Schmidt, A. y Schultze-Kraft, R. (eds.). *Desmodium ovalifolium*. Memorias del primer taller de trabajo del proyecto La integración Genotipo con el Medio Ambiente en una Colección Seleccionada de la Leguminosa Forrajera Tropical *Desmodium ovalifolium*. CIAT, Cali, marzo de 1996. CIAT documento de trabajo no. 171. p. 43-49.
- Peters, M. y Plazas, C. 2000. Evaluation of legumes for cover crops in plantations in the Llanos. CIAT Annual Report Project IP-5, 2000. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 145-147.
- Plazas, C.; Peters, M.; Franco, L. H.; e Hincapié, B. 2001. Evaluation of legumes for cover for plantations in the Llanos of Colombia. CIAT Annual Report Project IP-5, 2001. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 163-165.
- Shelton, H. M. y Stür, W. W. (eds.). 1991. Forages for plantation crops. Proceedings of a workshop, Samur Beach, Bali, Indonesia, Indonesia, 27-29 June 1990. ACIAR Proceedings no. 32. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), Canberra, Australia.

Selección de híbridos de *Brachiaria* con resistencia a aluminio

I. Rao, J. W. Miles, R. García y J. Ricaurte*

Introducción

Los suelos ácidos del trópico, altamente intemperizados, se caracterizan por una combinación de deficiencias nutricionales y toxicidad de minerales (Rao et al., 1993). La fitotoxicidad por aluminio (Al) es la principal limitación para la producción agrícola en estos suelos. Las especies del género *Brachiaria* son las gramíneas forrajeras tropicales más ampliamente sembradas en el mundo (Miles et al., 2004). Sólo en Brasil, más 70 millones de hectáreas están establecidas con pasturas de *Brachiaria*. En un programa de mejoramiento de *Brachiaria* en el CIAT se está buscando combinar la adaptación a suelos ácidos de *B. decumbens* cv. Basilisk (brachiaria amargo) con la resistencia a salivazo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Igualmente, se han realizado investigaciones para esclarecer las bases fisiológicas de la adaptación a suelos ácidos de *Brachiaria*, con la finalidad de desarrollar un procedimiento de selección altamente confiable en la evaluación de recombinantes genéticos por su adaptación a suelos ácidos (Rao et al., 1996). Resultados de este trabajo indican que la adaptación a suelos ácidos del cv. Basilisk podría deberse a su alta resistencia a Al más una

*Investigadores del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Apdo. Aéreo 6713, Cali, Colombia.

habilidad para funcionar con deficiencias de fósforo y nitrógeno. El nivel de resistencia a Al en este cultivar es ampliamente superior al de variedades de cultivos tales como maíz, arroz de secano o trigo (Wenzl et al., 2001).

Evaluar la adaptación de *Brachiaria* a suelos ácidos resulta difícil, ya que ésta se manifiesta con la persistencia de la pastura a través de varias épocas de crecimiento. Se desarrolló y evaluó una técnica de cultivo en solución que usa plántulas enraizadas vegetativamente a partir de estolones (Wenzl et al., 2005). Utilizando esta técnica, durante los tres últimos años se han evaluado genotipos de *Brachiaria* preseleccionados por su resistencia a salivazo, para identificar híbridos resistentes a Al. En 2002 se habían identificado dos híbridos sexuales (SX01NO3178 y SX01NO7249) y un híbrido apomítico (BR99NO/4132) con un nivel de resistencia a Al mayor que el del padre sexual *B. ruziziensis* 44-02. En el 2003 se identificaron dos híbridos (BR02NO1372 y BR02NO1621) con un nivel de resistencia mayor a Al que el de la mayoría de los híbridos generados por el Programa de Mejoramiento de *Brachiaria*. En 2005 se evaluó para resistencia a Al una población sexual de 745 híbridos y 14 controles.

Materiales y métodos

Un total de 745 híbridos sexuales, generados de la población de 2003, y 14 controles que incluían los padres *B. decumbens* CIAT 606, *B. brizantha* CIAT 6294 y *B. ruziziensis* 44-02, fueron evaluados por su resistencia a Al. Todos los nuevos híbridos sexuales se habían seleccionado por resistencia a salivazo. Se seleccionaron los híbridos con buen desarrollo de raíces en un tratamiento con 200 μM de AlCl_3 para eliminar los híbridos sensibles a Al. De esta selección inicial, se escogió un total de 124 híbridos sexuales que se incluyeron en tratamientos con Al (seis experimentos) y sin Al (tres experimentos). De estos 124 híbridos sexuales en ambos tratamientos con Al se obtuvieron datos para 86.

Los estolones de híbridos y controles se enraizaron bajo invernadero en una solución nutritiva de baja fuerza iónica durante 9 días. Las plántulas enraizadas (con aproximadamente 5 cm de longitud) fueron transferidas luego a una solución con 200 μM CaCl_2 pH 4.2 (tratamiento sin Al) y a otra solución con 200 μM CaCl_2 + 200 μM AlCl_3 pH 4.2 (tratamiento con Al). Las soluciones se cambiaron cada segundo día para minimizar los cambios en el pH. Luego de 21 días (sin y con Al) se separaron las raíces de las plántulas, se tiñeron y escanearon. Las imágenes fueron analizadas con el programa WinRHIZO 2003b para determinar la longitud total y el diámetro promedio de la raíz.

Resultados y discusión

La mayor longitud total de raíz y el menor diámetro de raíz, después de 21 días de exposición a una solución con o sin niveles tóxicos de Al, confirmaron una vez más que el progenitor *B. decumbens* CIAT 606 (cv. Basilisk) tiene un alto nivel de resistencia a Al (Figuras 1 y 2).

Entre los 745 híbridos sexuales y controles evaluados, tres híbridos sexuales (SX03NO/0846, SX03NO/2367, SX03NO/0881) y tres híbridos apomíticos (cv. Mulato, BR02NO1372 y BR02NO1621) mostraron un alto nivel de resistencia a Al, con base en la longitud total de raíz por planta (Figura 1; Cuadro 1). Entre estos híbridos promisorios, el BR02NO1372 mostró un desarrollo del sistema de raíces más fino que *B. decumbens* CIAT 606 en ausencia de Al en la solución (Figura 1). La longitud total de raíz de los tres mejores híbridos sexuales, tanto en presencia como en ausencia de Al, fue notablemente superior al del padre sexual *B. ruziziensis* (Figura 1).

Entre los híbridos y los controles probados, *B. humidicola* (*dictyoneura*) CIAT 6133 mostró el diámetro promedio de raíz más bajo, con o sin Al en la solución (Cuadro 1; Figura 3). Este podría ser un atributo deseable de persistencia bajo las condiciones de suelos ácidos infértiles.

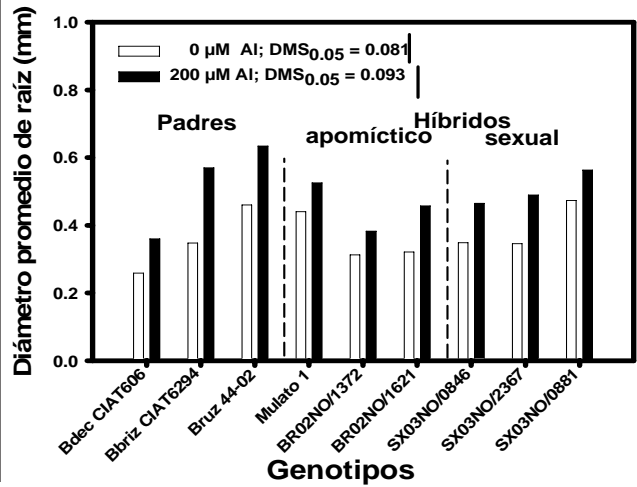
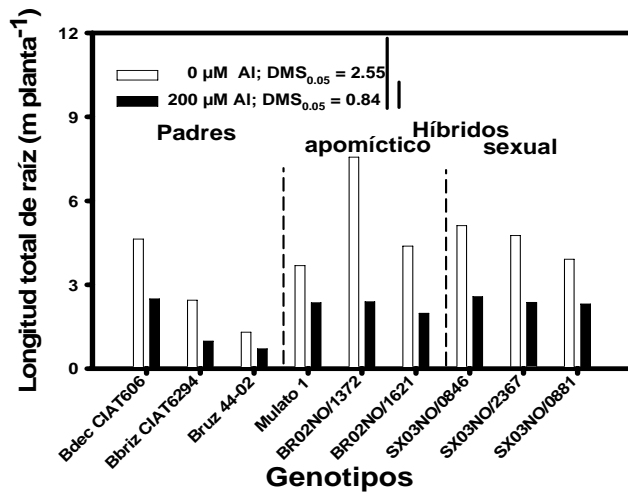


Figura 1. Híbridos apomíticos y sexuales de *Brachiaría* resistentes a Al, con base en la longitud total y el diámetro promedio de raíz. La longitud total de raíz y el diámetro promedio de raíz se midieron después de 21 días de exposición a 0 ó 200 μM AlCl₃, con 200 μM CaCl₂ (pH 4.2).

La relación entre la longitud de raíz y el diámetro promedio de raíz con Al en solución mostró que varios híbridos sexuales de *Brachiaría* fueron superiores al padre sexual, *B. ruziziensis* 44-02 (Figura 2). La exposición a Al disminuyó el valor promedio, en la longitud total de raíz de los 78 genotipos, de 352 a 120 cm/planta (Figura 3).

La relación entre la longitud total de la raíz sin Al y con Al en solución mostró híbridos apomíticos y sexuales superiores al padre resistente *B. decumbens* CIAT 606, cuando no había Al en la solución (Figura 3). El mayor vigor de la raíz de estos híbridos podría contribuir a una alta respuesta a la aplicación de fertilizantes.

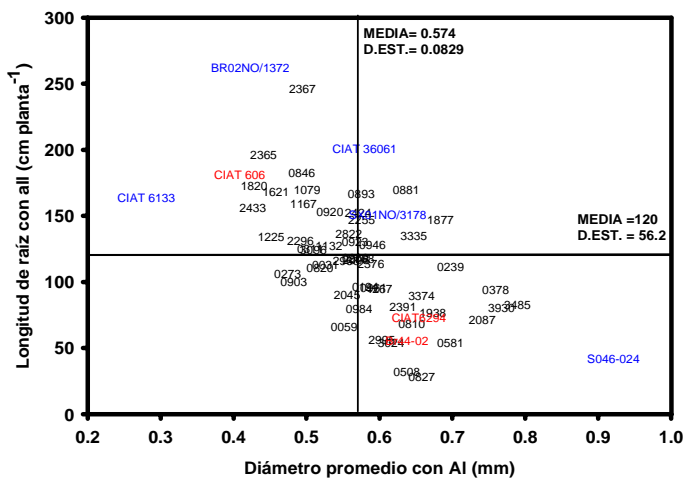


Figura 2. Relación entre la longitud total de la raíz y el diámetro promedio de la raíz de 78 genotipos de *Brachiaría* con presencia o ausencia de aluminio en solución. Se identificaron genotipos que desarrollan un sistema de raíz más fino en el cuadrante superior del lado izquierdo.

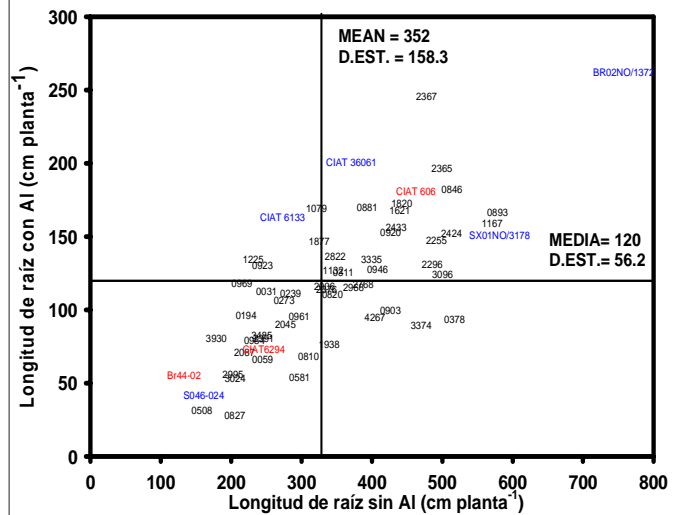


Figura 3. Relación entre la longitud total de raíz con Al y la longitud total de raíz sin Al de 78 genotipos de *Brachiaría*, con presencia o ausencia de aluminio en solución. Los genotipos con mayor vigor de raíz se localizan en el cuadrante superior derecho.

Cuadro 1. Longitud total de raíz y diámetro promedio de raíz de híbridos sexuales de *Brachiaria* evaluados sin Al (0 µM Al) y con Al (200 µM AlCl₃) en solución, comparados con sus progenitores y otros controles.

Genotipos	Longitud de la raíz		Diámetro promedio de la raíz		Genotipos	Longitud de la raíz		Diámetro de la raíz	
	(m/planta)		(mm)			(m/planta)		(mm)	
	Sin Al	Con Al	Sin Al	Con Al		Sin Al	Con Al	Sin Al	Con Al
Híbridos sexuales					Híbridos sexuales				
SX03NO/0846	5.115	2.575	0.349	0.465	SX03NO/2087	2.168	1.337	0.505	0.658
SX03NO/2367	4.756	2.365	0.346	0.490	SX03NO/0969	2.135	1.294	0.399	0.561
SX03NO/0881	3.912	2.314	0.474	0.564	SX03NO/0194	2.191	1.292	0.420	0.555
SX03NO/2433	4.323	2.170	0.314	0.448	SX03NO/1225	2.294	1.292	0.430	0.476
SX03NO/2365	4.976	2.170	0.332	0.456	SX03NO/2376	3.337	1.286	0.397	0.590
SX03NO/1167	5.685	2.069	0.349	0.505	SX03NO/3374	4.679	1.263	0.367	0.609
SX03NO/1079	3.192	1.992	0.351	0.479	SX03NO/1877	3.231	1.249	0.480	0.692
SX03NO/0311	3.573	1.969	0.350	0.483	SX03NO/0031	2.481	1.237	0.463	0.535
SX03NO/2968	3.718	1.966	0.397	0.578	SX03NO/0239	2.825	1.185	0.443	0.664
SX03NO/2424	5.109	1.855	0.389	0.521	SX03NO/2822	3.459	1.181	0.393	0.576
SX03NO/0893	5.765	1.804	0.373	0.555	SX03NO/4267	4.026	1.180	0.404	0.543
SX03NO/2255	4.896	1.797	0.390	0.584	SX03NO/0820	3.418	1.108	0.393	0.516
SX03NO/1820	4.404	1.734	0.341	0.419	SX03NO/0508	1.565	1.096	0.454	0.550
SX03NO/0273	2.731	1.726	0.394	0.502	SX03NO/1938	3.371	1.065	0.417	0.649
SX03NO/0903	4.241	1.703	0.473	0.457	SX03NO/3485	2.415	1.025	0.478	0.698
SX03NO/2296	4.839	1.634	0.317	0.532	SX03NO/3024	2.034	1.009	0.400	0.575
SX03NO/1132	3.429	1.634	0.378	0.494	SX03NO/0581	2.953	0.977	0.390	0.636
SX03NO/0961	2.946	1.593	0.386	0.554	SX03NO/0984	2.308	0.944	0.419	0.548
SX03NO/2995	2.005	1.578	0.426	0.636	SX03NO/0827	2.033	0.764	0.446	0.656
SX03NO/3096	4.983	1.535	0.320	0.475	Padres				
SX03NO/2391	2.441	1.509	0.454	0.580	<i>B. decumbens</i> CIAT606	4.625	2.496	0.259	0.360
SX03NO/2006	3.305	1.486	0.375	0.532	<i>B. brizantha</i> CIAT6294	2.444	0.979	0.348	0.570
SX03NO/2768	3.855	1.480	0.404	0.562	<i>B. ruziziensis</i> 44-02	1.310	0.705	0.461	0.634
SX03NO/0946	4.060	1.454	0.405	0.549	Controles				
SX03NO/0059	2.428	1.450	0.357	0.528	BR02NO/1372	7.557	2.395	0.313	0.383
SX03NO/2045	2.749	1.449	0.360	0.539	Mulato	3.688	2.361	0.441	0.525
SX03NO/0378	5.153	1.440	0.396	0.702	BR02NO/1621	4.377	1.980	0.321	0.458
SX03NO/0920	4.249	1.400	0.357	0.554	<i>B. humidicola (dictyoneura)</i> CIAT6133	2.732	1.922	0.221	0.287
SX03NO/3930	1.770	1.399	0.555	0.724	SX01NO/3178	5.794	1.341	0.394	0.653
SX03NO/0810	3.079	1.398	0.371	0.610	FM9503-S046-024(CIAT36087)	1.609	0.934	0.512	0.765
SX03NO/0923	2.426	1.356	0.436	0.579	Promedio	3.519	1.537	0.395	0.553
SX03NO/3335	3.973	1.338	0.426	0.625	LSD (P< 0.05)	2.548	1.077	0.081	0.093

Entre los híbridos sexuales con mayor resistencia a aluminio, los híbridos SX03NO/846 y SX03NO/0881 fueron resistentes al salivazo y SX03NO/0311 fue resistente a *Rhizoctonia solani*. Se encontró además que dos híbridos sexuales resistentes al salivazo, SX03/2483 y SX03/1820, fueron medianamente resistentes a niveles tóxicos de Al.

Otro híbrido sexual resistente al salivazo, SX03/2694, fue más sensible a Al que el padre sexual *B. ruziziensis* 44-02. En la actualidad se están usando híbridos sexuales que combinan la resistencia a salivazo con resistencia a Al y otros atributos deseables, en procesos de selección recurrente para generar mejores híbridos apomicticos de *Brachiaria*.

Conclusiones

- Se encontró una metodología confiable, rápida y sencilla para la evaluación y selección de genotipos de *Brachiaria* con mejor resistencia a Al.
- Esta metodología facilita el logro de avances en el mejoramiento hacia atributos adicionales.
- Es necesario desarrollar metodologías confiables, rápidas y sencillas para identificar más y mejores genotipos con adaptabilidad a la baja disponibilidad de fósforo y nitrógeno, dos nutrientes muy limitantes para la producción agrícola en los suelos tropicales.

Resumen

La evaluación de adaptación de *Brachiaria* a suelos ácidos en el campo resulta difícil porque la adaptación se manifiesta con la persistencia de la pastura sólo a través de varias estaciones de crecimiento. En el CIAT se desarrolló y evaluó una técnica de cultivo en solución que usa pequeñas plantas (un solo tallo) obtenidas a partir de estolones enraizados. Genotipos de *Brachiaria*, preseleccionados por su resistencia a salivazo (*Homoptera:Cercopidae*) han sido evaluados durante los últimos tres años utilizando esta técnica para identificar híbridos resistentes a Al. Un total de 745 híbridos sexuales, generados de la población sexual en 2003, y 14 controles que incluyeron los padres *B. decumbens* CIAT 606, *B. brizantha* CIAT 6294 y *B. ruziziensis* 44-02, fueron evaluados por su resistencia a Al. Los estolones de híbridos y controles se enraizaron en una solución nutritiva de baja fuerza iónica durante 9 días en invernadero. Las plántulas enraizadas (con aproximadamente 5 cm de longitud) se transfirieron luego a una solución con 200 μM CaCl_2 con pH 4.2 (tratamiento sin Al) o a otra solución con 200 μM CaCl_2 + 200 μM AlCl_3 con pH 4.2 (tratamiento con Al). Las soluciones se cambiaron cada segundo día para minimizar los cambios en el pH. Luego de 21 días de crecimiento, con o sin Al, se separaron las raíces de las plántulas, se tiñeron y

escanearon. Las imágenes fueron analizadas con el programa WinRHIZO para determinar la longitud total y el diámetro promedio de la raíz.

Entre los 745 híbridos sexuales y los controles evaluados, 3 híbridos sexuales (SX03NO/0846, SX03NO/2367, SX03NO/0881) y 3 híbridos apomicticos (Mulato [CIAT 36061], BR02NO1372 y BR02NO1621) mostraron un alto nivel de resistencia a Al, con base en la longitud total de raíces. Entre los híbridos sexuales con mayor resistencia a aluminio, los híbridos SX03NO/846 y SX03NO/0881 también mostraron resistencia a salivazo y SX03NO/0311 fue resistente a *Rhizoctonia solani*. En la actualidad se están usando híbridos sexuales que combinan la resistencia al salivazo con resistencia a Al y otros atributos deseables, en procesos de selección recurrente para generar mejores híbridos apomicticos de *Brachiaria*.

Summary

The adaptation evaluation of *Brachiaria* to acid soils in the field is difficult because the adaptation becomes apparent with the persistence of the pasture only after several growth stages. An in-solution cultivation technique using small plants (a single stem) obtained from rooted stolons was developed and evaluated at CIAT. Genotypes of *Brachiaria*, preselected for their resistance to the spittlebug (*Homoptera:Cercopidae*), have been evaluated during the last three years using this technique to identify Al-resistant hybrids. A total of 745 sexual hybrids, generated from the sexual population in 2003, and 14 checks including the parents *B. decumbens* CIAT 606, *B. brizantha* CIAT 6294 and *B. ruziziensis* 44-02, were evaluated for Al-resistance. The hybrid and check stolons were rooted in a nutritious solution of low ionic strength during 9 days in the greenhouse. The rooted seedlings (5 cm long approximately) were transferred to a solution with 200 μM CaCl_2 with pH 4.2 (treatment without Al) or to another solution with 200 μM CaCl_2 + 200 μM AlCl_3 with pH 4.2 (treatment with Al). The solutions were changed every second day to minimize the changes in the pH. After 21 days of growth, with or without Al, the roots of the seedlings were separated, dyed and scanned. The images were analyzed using

the WinRHIZO software to determine the total longitude and the average diameter of the root.

From the 745 sexual hybrids and checks evaluated, 3 sexual hybrids (SX03NO/0846, SX03NO/2367, SX03NO/0881) and 3 apomictic hybrids (Mulatto [CIAT 36061], BR02NO1372 and BR02NO1621) presented a high resistance level to Al, based on the total root length. From the sexual hybrids with more resistance to aluminum, the hybrids SX03NO/846 and SX03NO/0881 also showed resistance to spittlebug, and SX03NO/0311 was resistant to *Rhizoctonia solani*. At present, we are using sexual hybrids combining resistance to the spittlebug and to Al, and other attributes.

Referencias

- Miles, J. W.; do Valle, C. B.; Rao, I. M.; y Euclides, V. P. 2004. Brachiariagrasses. En: L. E. Sollenberger, L. Moser and B. Burson (eds.). Warm-season grasses. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, E.U. p. 745-783.
- Rao, I. M. 2001. Adapting tropical forages to low-fertility soils. En: J. A. Gomide, W. R. S. Mattos and S. C. da Silva (eds.). Proceedings of the XIX International Grassland Congress. Brazilian Society of Animal Husbandry, Piracicaba, Brazil. p. 247-254.
- Rao, I.M.; Zeigler, R. S.; Vera, R. y Sarkarung, S. 1993. Selection and breeding for acid-soil tolerance in crops: Upland rice and tropical forages as case studies. *BioScience* 43:454-465.
- _____; Kerridge, P. C.; y Macedo, M. 1996. Adaptation to low fertility acid soils and nutritional requirements of *Brachiaria*. En: J. W. Miles, B. L. Maass and C. B. do Valle (eds.). The Biology, Agronomy, and Improvement of *Brachiaria*. CIAT, Cali, Colombia. p. 53-71.
- Wenzl, P.; Patiño, G. M.; Chaves, A. L.; Mayer, J. E.; y Rao, I. M. 2001. The high level of aluminum resistance in signalgrass is not associated with known mechanisms of external detoxification in root apices. *Plant Physiology* 125:1473-1484.
- _____; Arango, A. Chaves, A. L.; Buitrago, M. E.; Patiño, G. M.; Miles, J.; y Rao, I. M. 2005. A greenhouse method to screen brachiariagrass genotypes for aluminum resistance and root vigor. *Crop Sci.* (in press).

Mejoramiento genético en *Brachiaria*: objetivos, estrategias, logros y proyecciones

J. W. Miles*

Introducción

El impacto de las plantas forrajeras del género *Brachiaria* empezó a sentirse en la ganadería colombiana a partir de la década de 1970 con la introducción y adopción de braquiaria amarga (*B. decumbens* cv. Basilisk). Hoy en día, luego de más de tres décadas de introducción, evaluación y liberación, tanto por el sector público como el privado, se encuentran regularmente disponibles en el mercado colombiano cinco o seis cultivares derivados de germoplasma recolectado en África oriental e introducido indirectamente a través de Australia o de Brasil. Estos cultivares, en su conjunto, son de un inmenso valor económico en Colombia, así como más ampliamente en América tropical. Se estima que los cultivares convencionales de *Brachiaria* representan el 85% de toda la semilla de gramíneas forrajeras tropicales sembrada en el Cerrado brasileño (Macedo, 2005). Hasta hace 5 años, los cultivares (cv.) de *Brachiaria* disponibles en el comercio colombiano eran derivados sin modificación genética de accesiones naturales de tres especies poliploides y apomícticas: cvs. Marandu y La Libertad (*B. brizantha*), Basilisk -común o amargo- (*B. decumbens*) y cvs. Humidicola, y Llanero (*B. humidicola*).

Hace aproximadamente dos décadas se planteó la necesidad de manipular genéticamente las plantas del género *Brachiaria* (Ferguson y Crowder, 1974) para no depender de la selección a partir del germoplasma natural. En particular, se busca la combinación de atributos tales como resistencia a salivazo, adaptación a suelos ácidos e infértiles y alta calidad nutritiva, lo que parece no encontrarse o, por lo menos no se ha encontrado, en las colecciones de germoplasma natural. Sin embargo, el inicio de programas de mejoramiento genético en el género *Brachiaria* tardó debido a dos condiciones muy comunes en el género: los diferentes polidíes (números cromosómicos) encontrada entre, y aún dentro, de especies; y la reproducción predominantemente apomíctica (asexual) en las especies de *Brachiaria* de reconocida utilidad agronómica (*B. decumbens*, *B. brizantha* y *B. humidicola*). La apomixis—un tipo natural de reproducción asexual a través de semilla—en particular, representa una barrera formidable a la recombinación de genes y, por supuesto de caracteres, en el género. Excepto *B. ruziziensis*, que es naturalmente diploide y sexual (Ferguson y Crowder, 1974), todas las tres especies de interés comercial son apomícticas y poliploides.

A comienzos de los años 1980 en Bélgica se encontró una salida al callejón de mejoramiento en *Brachiaria* con la creación de *B. ruziziensis* tetraploidizada (Swenne et al., 1981) que es compatible en cruza con *B. brizantha* y *B. decumbens*, dos de las especies comerciales, apomícticas y tetraploides (Ndikumana 1985). *Brachiaria ruziziensis* tetraploidizada y sexual fue traída a América tropical a comienzos de la década de 1980. En 1985 la Dra. Cacilda do Valle, investigadora de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) la llevó a Brasil. En 1988 compartió este valioso germoplasma con el entonces Programa de Pastos Tropicales del CIAT.

Fue en Bélgica donde se realizaron los primeros estudios de la genética de apomixis en *Brachiaria* (Ndikumana, 1985). Con base en estudios de comportamiento reproductivo en poblaciones híbridas relativamente pequeñas, Ndikumana propuso un modelo de herencia monogénica. Este modelo tiene los genotipos sexuales como homocigotos recesivos, diploides (aa) o tetraploides (aaaa) y los genotipos apomícticos heterocigotos, con un alelo dominante (Aaaa). Este modelo ha sido

*Investigador del Proyecto Forrajes Tropicales del CIAT. Apdo. Aéreo 6713, Cali. Colombia

ampliamente confirmado en estudios posteriores realizados en el Brasil por do Valle y colaboradores (Valle et al., 1994; Valle y Savidan, 1996). Este modo cualitativo de herencia da lugar a pensar en una manipulación relativamente fácil de la apomixis en el mejoramiento genético en *Brachiaria*.

El presente trabajo pretende documentar brevemente el contexto histórico en que originaron las actividades de mejoramiento genético en el género *Brachiaria* en América tropical, la estrategia general adoptada en vista de las características del material biológico y de la tarea a realizar, los productos concretos que ha producido esta actividad a la fecha y unas reflexiones sobre las potenciales futuras del mejoramiento genético en este género.

Materiales y métodos

Los trabajos de hibridación experimental en Colombia comenzaron inmediatamente después de la llegada de *B. ruziziensis* tetraploidizada a CIAT (Calderón y Agudelo Cortés, 1990) y ya en 1989, los primeros híbridos estaban en un pequeño ensayo de campo en C.I.-Carimagua. Este ensayo constaba de 128 híbridos en total, con tres accesiones apomícticas diferentes como padres y todos con *B. ruziziensis* sexual tetraploidizada como madre. En este ensayo estaban incluidos todos los parentales.

Muy pronto se hizo evidente que *B. ruziziensis* tetraploidizada, como todas las accesiones conocidas de esta especie, es altamente susceptible a salivazo y muy mal adaptada a condiciones de suelos ácidos (toxicidad de aluminio y baja disponibilidad de nutrimentos, en particular nitrógeno y fósforo). Dados los defectos de la *B. ruziziensis* sexual, tetraploidizada, difícilmente se podía esperar que los híbridos del primer ciclo de cruces, aún con las mejores accesiones apomícticas, tuvieran la combinación deseada de atributos. Por tanto se adoptó como estrategia básica una ampliación deliberada de la base genética del germoplasma tetraploide y sexual, y su mejoramiento.

En 1993 se formó una población sintética a partir de 29 híbridos primarios de reproducción sexual (aaaa). Entre los parentales de estos 29 híbridos 'ancestrales', se encontraban nueve accesiones de *B. brizantha* y *B. decumbens*, algunas (como el cv. Marandu) consideradas 'resistentes a salivazo'. El 50% de la

composición inicial de la población sintética estaba conformado por *B. ruziziensis*, la única fuente de sexualidad en aquél entonces.

Esta población ha sido sometido a un esquema de selección cíclica (o recurrente) para mejorar su grado de adaptación y resistencia a salivazo, principalmente. El ciclo de selección que se usa actualmente dura 2 años (Figura 1), con 6 a 7 meses de observaciones de desempeño en campo (dos sitios) seguido por evaluaciones bajo condiciones más controladas para medir reacción a salivazo (tres especies colombianas), *Rhizoctonia* (causante de añublo foliar), aluminio (en cultivo de solución) y calidad (digestibilidad in vitro y contenido de proteína cruda).

Después de la selección final, se propagan las plantas seleccionadas y se dejan cruzar entre sí en un bloque aislado para asegurar que no se contaminen con polen de alguna planta apomíctica. La semilla cosechada de las plantas en el bloque de cruzamiento da origen a la siguiente generación de la población sexual.

Además de permitir que las plantas sexuales seleccionadas se crucen entre sí, en cada ciclo se cruzan los mejores clones sexuales con una o más accesiones de *B. decumbens* y/o *B. brizantha*, apomícticas, para generar una población híbrida que segrega por modo reproductivo (Figura 1). Una vez identificados los híbridos que se reproducen por apomixis y que reúnen los atributos básicos requeridos en un cultivar comercial, se puede proceder a difundirlos para evaluar su potencial como cultivares comerciales.

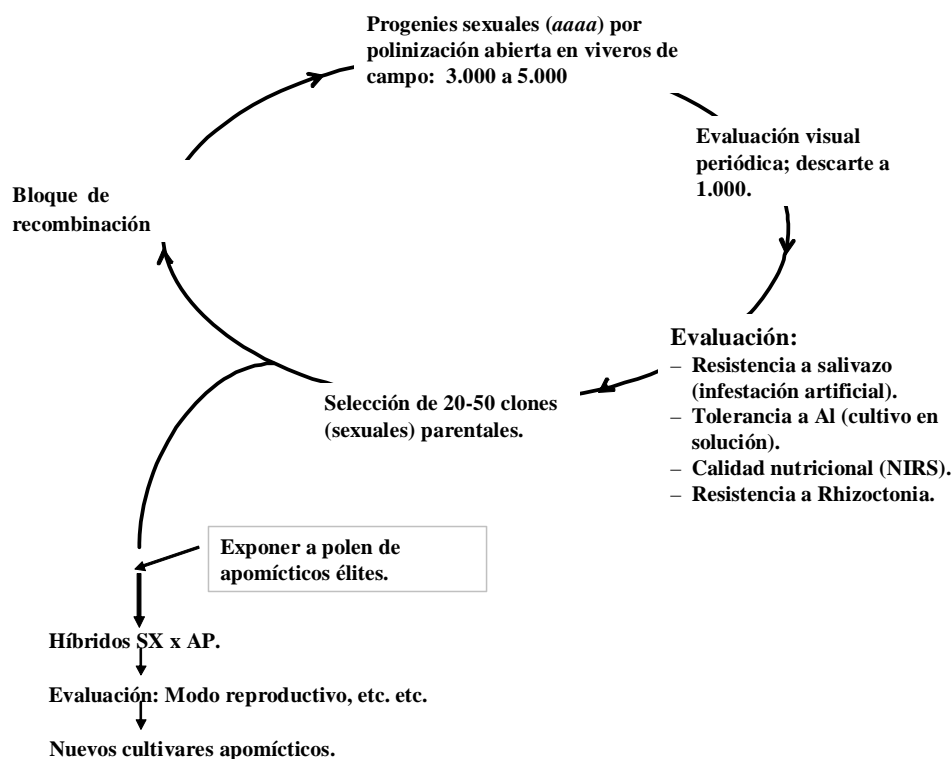


Figura 1. Esquema actualmente utilizado en el fitomejoramiento de *Brachiaria*. Programa de Forrajes Tropicales del CIAT.

Resultados

Hasta el presente, el mayor resultado se ha documentado en el mejoramiento de la población sintética, tetraploide sexual, lo que es la clave en los cultivares del futuro. La metodología de evaluación rigurosa y de gran capacidad para salivazo (Cardona et al., 2004) ha sido clave en el rápido avance genético (Miles et al., s.p.). La sobrevivencia de ninfas de *Aeneolamia varia*, una de las especies plaga de mayor difusión, en plantas artificialmente infestadas ha bajado drásticamente a través de ciclos de selección.

Luego de seis ciclos de selección es posible identificar en la población decenas de plantas con resistencia combinada a tres especies plaga. El nivel de resistencia logrado a cada especie es mayor que la resistencia del cv. Marandu, considerado como un cultivar 'resistente' a salivazo (Cuadro 1).

Discusión y conclusiones

A partir de prácticamente ceros, hace 20 años, se ha dado comienzo a una actividad productiva en la modificación genética en el género *Brachiaria* con miras de generar nuevos cultivares con niveles de expresión y combinaciones de caracteres que no se manifiestan aun en colecciones grandes de germoplasma natural. Ya se han logrado niveles de resistencia a salivazo mayor que la observada en cualquier genotipo natural.

Dos cultivares híbridos han sido liberados y su semilla empieza a estar disponible en el mercado colombiano a través de convenios con la empresa privada. Estos dos cultivares tienen importantes atributos positivos, como es su alto rendimiento de forraje de excelente calidad. El híbrido Mulato II tiene múltiple resistencia, por lo menos a las especies de salivazo en Colombia. Sin embargo, limitantes en rendimiento de

Cuadro 1. Porcentaje de supervivencia de ninfas de salivazo de las selecciones finales, comparado con *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, por ciclo de selección.

Ciclo	No. de selecciones finales	<i>Aeneolamia varia</i>		<i>Aeneolamia reducta</i>		<i>Zulia carbonaria</i>	
		Selecciones	cv. Marandu	Selecciones	cv. Marandu	Selecciones	cv. Marandu
supervivencia ninfal (%)							
C ₂	11	55.6	32.5**	—	—	—	—
C ₃	11	45.0	40.0 ^{NS†}	—	—	—	—
C ₄	41	25.9	23.0 ^{NS}	—	—	—	—
C ₅	32	16.8	33.3*	17.2	33.3 ^{NS}	38.2	69.4*
C ₆	42	7.0	36.7**	1.4	52.4**	4.9	50.0**

*, ** = Media de las selecciones difiere (por prueba-t) de la media de *B. brizantha* cv. Marandu al nivel de probabilidad $\alpha = 0.05$ or $\alpha = 0.01$, respectivamente.

NS = Medias no difieren al nivel de probabilidad $\alpha = 0.05$.

semilla, sobre todo de Mulato, han frenado su difusión y han sido la causa de los altos costos de semilla comercial. El cv. Mulato además es muy sensible a suelos con drenaje deficiente. Ambos cultivares híbridos responden marcadamente a la fertilización. Se espera que los cvs. Mulato y Mulato II, y aún mejores cultivares futuros, hagan un aporte cada vez más sensible a la economía ganadera de Colombia. *Brachiaria humidicola* no ha entrado hasta el presente en trabajos de fitomejoramiento por ser una especie filogenéticamente lejana a las *B. brizantha*, *B. decumbens* y *B. ruziziensis* y por tanto incompatible en cruza. Se están dando los primeros pasos exploratorios en la hibridación intraespecífica en *B. humidicola*.

Summary

Until five years ago, the *Brachiaria* spp. cultivars available commercially in Colombia, were derived without genetic modification from natural germplasm accessions of three polyploid, apomictic species: cv. Marandu and La Libertad (*B. brizantha*), cv. Basilisk (*B. decumbens*), and cv. Humidicola and Llanero (*B. humidicola*). These cultivars, as a group, are of immense economic value in Colombia and more widely in tropical America. It is estimated that these conventional cultivars of *Brachiaria* together represent 85% of all tropical forage grass seed sold in Brazil.

The hybrid cultivars Mulato and Mulato II are the products of a program of genetic

improvement whose objective is to combine, in apomictic cultivars, the edaphic adaptation of cv. Basilisk (*B. decumbens*) with the resistance to spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) characteristic of cv. Marandu and other accessions of *B. brizantha*. Given the polyploidy and apomictic (asexual) reproduction characteristic of *B. brizantha* and *B. decumbens*, it was not possible to cross the two species directly, but rather a strategy based on a tetraploidized sexual germplasm of *B. ruziziensis* was adopted. We synthesized a tetraploid, sexual population with a broad genetic base by crossing between the tetraploidized *B. ruziziensis* and selected accessions of *B. brizantha* and *B. decumbens*. The synthetic population has been submitted to recurrent selection to improve its level of resistance to spittlebugs and its edaphic adaptation. The best sexual clones are crossed with apomictic accessions to generate hybrid populations from which apomictic hybrids, candidates for release, are selected. The hybrid cultivars released to date still have defects. As the synthetic sexual population is improved, the probability increases of obtaining apomictic hybrids with outstanding expression of all characters of interest in an ideal cultivar.

Referencias

- Calderón, M. de A. y Agudelo Cortés, J. 1990. Hibridaciones interespecíficas en el género *Brachiaria*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. 89 p.

- Cardona, C.; Fory, P.; Sotelo, G.; Pabón, A.; Díaz, G.; y Miles, J. W. 2004. Antibiosis and tolerance to five species of spittlebug (Homoptera: Cercopidae) in *Brachiaria* spp: Implications for breeding for resistance. J. Econ. Entomol. 97(2):635-645.
- Ferguson, J.E. y Crowder, L. V. 1974. Cytology and breeding behavior of *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evrard. Crop Sci. 14:893-895.
- Macedo, M. C. 2005. Pastagens no ecossistema cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. Trabajo presentado en la 42ª Reunión de la Sociedad Brasileño de Zootécnia, 25 a 28 de julio. Goiânia (GO).
- Miles, J. W.; Cardona, C.; y Sotelo, G. Recurrent selection in a synthetic brachiariagrass population improves resistance to three spittlebug species. Crop Sci. (In press).
- Miles, J. W.; do Valle C. B.; Rao, I. M.; y Euclides, V. P. 2004. Brachiariagrasses. p. 745-783. In: L. E. Sollenberger; L. Moser; and Burson, B. (eds.). Warm-season (C4) grasses. Agron. Monogr. 45. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, E.U.
- Swenne, A.; Louant, B. P.; y Dujardin, M. 1981. Induction par la colchicine de formes autotétraploïdes chez *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evrard (Graminée). Agron. Trop. 36:134-141.
- Valle, C.B. do, C. Glienke, y G.O.C. Leguizamon. 1994. Inheritance of apomixis in *Brachiaria*, a tropical forage grass. Apomixis Newsl. 7:42-43.
- Valle, C. B. do, y Y.H. Savidan. 1996. Genetics, cytogenetics and reproductive biology of *Brachiaria*. p. 147-163. In J.W. Miles et al. (ed.) *Brachiaria: Biology, agronomy, and improvement*. CIAT, Cali, Colombia, and CNPGC/EMBRAPA, Campo Grande, MS, Brazil.

Resistencia en *Brachiaria* a especies de salivazo: métodos, mecanismos y avances

C. Cardona, G. Sotelo y J. W. Miles*

Introducción

Varios géneros de insectos de la familia Cercopidae, que en conjunto reciben el nombre de salivazo, constituyen la plaga más importante de los pastos del género *Brachiaria* en Colombia (Lapointe et al., 1992; Peck, 2001). El daño es causado por las ninfas y por los adultos cuando chupan la savia del xilema. Las especies más importantes en Colombia son *Aeneolamia varia* (F.), *A. reducta* (Lallemand), *Zulia carbonaria* (Lallemand), *Z. pubescens* (F), *Prosapia simulans* (Walker) y *Mahanarva trifissa* (Jacobi). El daño por salivazo puede tener un impacto económico muy grande en la producción ganadera; por ejemplo, en un estudio reciente Holmann y Peck (2002) calcularon que las pérdidas causadas por esta plaga en Colombia superan 250 millones de dólares anuales.

La resistencia varietal puede ser el más ecológico, eficiente, económico y duradero de los métodos de control para un insecto que, como el salivazo, ocupa millones de hectáreas, no tiene buen control natural y no responde bien al control cultural. No es el propósito de este artículo hacer una revisión a fondo sobre el tema de resistencia varietal, aunque sí es importante indicar que en

*Investigadores del Proyecto Forrajes Tropicales del CIAT. Apdo. Aéreo 6713, Cali, Colombia.

los últimos años se han desarrollado nuevas metodologías de evaluación por resistencia en condiciones de invernadero (Cardona et al., 1999) y de campo (Sotelo y Cardona, 2001) que permiten procesar miles de genotipos por año. Esto ha facilitado y acelerado el proceso de selección de híbridos de *Brachiaria* con altos niveles de resistencia a las especies más importantes en Colombia.

Los mecanismos de resistencia a salivazo en *Brachiaria*

Dos son los principales mecanismos de resistencia a salivazo en *Brachiaria* son antibiosis y tolerancia. La antibiosis es el mecanismo de resistencia que describe los efectos negativos de un genotipo resistente en la biología de un insecto, que se manifiesta de varias maneras: (1) muerte de inmaduros, generalmente en instares tempranos; (2) prolongación del ciclo de vida del insecto en la variedad resistente; (3) conversión anormal de alimento; (4) fallas en el proceso de empupamiento o de emergencia de adultos a partir de la pupa; (5) emergencia de adultos muy pequeños o malformados y (6) fecundidad y fertilidad reducidas. La tolerancia es la capacidad de un genotipo para soportar o tolerar daño y rendir más que otros a un mismo nivel de infestación de la plaga; o sea, que es la habilidad genética de una planta para superar una infestación o para recuperarse y producir nuevos tejidos después de la destrucción de ellos por un insecto.

Antibiosis como mecanismo de defensa al ataque de salivazo. Como en otros cultivos, y para otros insectos, en *Brachiaria* también existe variabilidad genética para esta característica. Para ilustrar la ocurrencia de antibiosis a salivazo, en este ejemplo se utilizan datos recientes (Cardona et al., 2004) sobre la forma negativa como un genotipo resistente, híbrido CIAT 36062, afecta la biología de las especies *A. varia* (F.) y *M. trifissa* (Jacobi), utilizando para comparación los datos obtenidos con un testigo susceptible, la accesión CIAT 0654 (*B. ruziziensis* Germain y Evrard).

La primera y más importante manifestación de antibiosis es una reducción significativa en la supervivencia de los estados inmaduros (ninfas). La planta resistente tiene una defensa constitutiva (generalmente una

sustancia tóxica para el insecto) que mata una proporción sustancial de la población. Como consecuencia, al librarse de buena parte de la población, la planta resistente mostrará mucho menos daño que una susceptible (Cuadro 1), la supervivencia de *A. varia* y de *M. trifissa* es significativamente menor en el híbrido resistente CIAT 36062 que en el testigo susceptible CIAT 0654. Los niveles de antibiosis a *A. varia* y a *M. trifissa* en *Brachiaria* híbrido CIAT 36062 (9.5 y 1.0% de supervivencia, respectivamente) pueden ser clasificados como altos y muy altos, respectivamente. Las calificaciones de daño tan bajas en este híbrido (Cuadro 1) reflejan el alto grado de protección ofrecido a la planta como resultado de la mortalidad de ninfas.

La segunda manifestación de antibiosis es una prolongación significativa del ciclo de vida del insecto, lo cual se traduce en menos generaciones por año, contribuyendo así a bajar el promedio de infestación general en una región. La antibiosis también afecta la demografía de la población cuando ésta se

Cuadro 1. Respuesta de dos genotipos de *Brachiaria* al ataque por ninfas de dos especies de salivazo.

Genotipo	<i>Aeneolamia varia</i>	<i>Mahanarva trifissa</i>
	Porcentaje de supervivencia al quinto instar	
CIAT 0654 (<i>B. ruziziensis</i>)	73.5 a*	79.0 a
CIAT 36062 (Híbrido)	9.5 b	1.0 b
	Calificación de daño ^a	
CIAT 0654 (<i>B. ruziziensis</i>)	4.1 a	4.8 a
CIAT 36062 (Híbrido)	1.3 b	1.1 b

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

* Para cada variable, las medias dentro de una columna seguidas por diferente letra son significativamente diferentes por Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5%. FUENTE: Adaptado de Cardona et al. (2004).

alimenta en un genotipo resistente. Sotelo (2004) demostró que las hembras de *A. varia* provenientes de ninfas criadas en *Brachiaria* híbrido CIAT 36062 ovipositan menos y sus huevos son menos fértiles que aquellos puestos por hembras criadas en el testigo susceptible *B. ruziziensis* CIAT 0654. Todo lo anterior se traduce en una reducción sustancial de los niveles de población, es decir, en un nivel de protección al cultivo tan bueno o mejor que el que se lograría con un insecticida eficiente, con la diferencia que la resistencia varietal es un método de control limpio y sostenible.

Tolerancia como mecanismo de resistencia a salivazo.

Se ha detectado tolerancia a algunas especies de salivazo en genotipos de *Brachiaria*. Este mecanismo se ilustra utilizando datos tomados de Cardona et al. (2004) sobre la relación planta huésped-insecto entre *Brachiaria* híbrido CIAT 36062 y *Z. carbonaria* (Lallemand). La supervivencia de *Z. carbonaria* en este genotipo no difiere de la supervivencia en el testigo susceptible, *B. ruziziensis* CIAT 0654 (Figura 1), o sea, no hay antibiosis a *Z. carbonaria*. Sin embargo, las plantas de híbrido CIAT 36062 muestran daño significativamente menor y pierden significativamente menos biomasa que las plantas del testigo susceptible (Figura 1). La única explicación posible aquí es la ocurrencia de un mecanismo de tolerancia presente en el primero que le permite de alguna manera sobreponerse al ataque del insecto.

La ocurrencia de tolerancia como mecanismo genuino de resistencia a *Z. carbonaria* en el híbrido *Brachiaria* CIAT 36062 se comprobó cuando éste se sometió a niveles crecientes de infestación con ninfas y se calculó el Índice de Pérdida Funcional de la Planta, que combina la calificación visual del daño causado por el insecto con la pérdida de biomasa que sufre la planta como consecuencia del daño. A todos los niveles de infestación utilizados, este híbrido perdió significativamente menos biomasa que el testigo susceptible *B. ruziziensis* CIAT 0654 (Figura 2). Se cumplió así con el postulado de Painter (1951) quien formuló que para hablar de tolerancia genuina es necesario demostrar que el genotipo tolerante es capaz de rendir más que uno susceptible, cuando ambos están sometidos al mismo nivel de infestación.

Implicaciones para el mejoramiento por resistencia.

Hasta aquí se ha hecho una descripción de antibiosis y tolerancia como mecanismos responsables de resistencia a salivazo. A continuación se discutirá la relevancia de estos conocimientos en la formulación de estrategias de mejoramiento. La tolerancia es un mecanismo importante de gran utilidad en cultivos anuales de ciclo corto o en situaciones en las cuales existen riesgos de que se desarrollen biotipos del insecto que puedan quebrar la resistencia (Painter, 1951; Smith, 1989; Panda y Kush, 1995). Sin embargo, en el caso particular del salivazo de acuerdo con Ferrufino y Lapointe (1989),

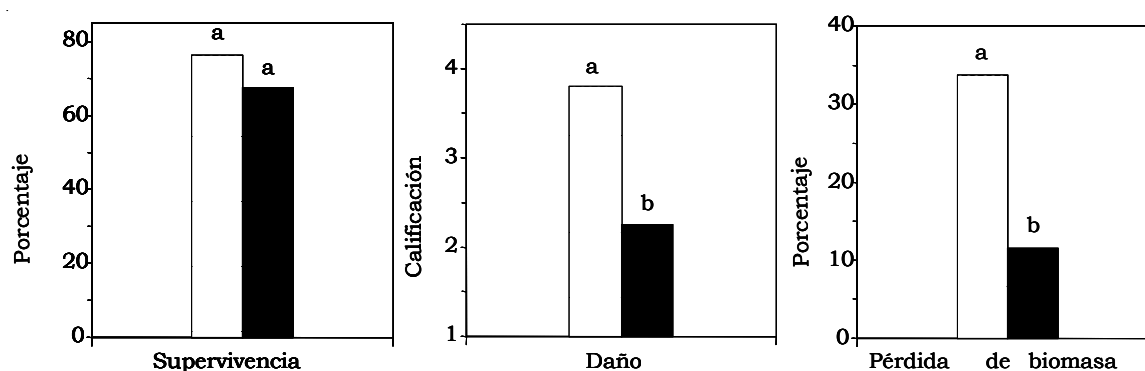


Figura 1. Supervivencia de ninfas, niveles de daño y pérdidas de biomasa causadas por *Zulia carbonaria* en dos genotipos de *Brachiaria*: CIAT 0654 (susceptible, barras blancas) y CIAT 36062 (tolerante, barras negras). Las letras sobre las barras indican diferencias significativas al 5% por prueba de 't' (comparación pareada para cada variable). FUENTE: Adaptado de Cardona et al. (2004).

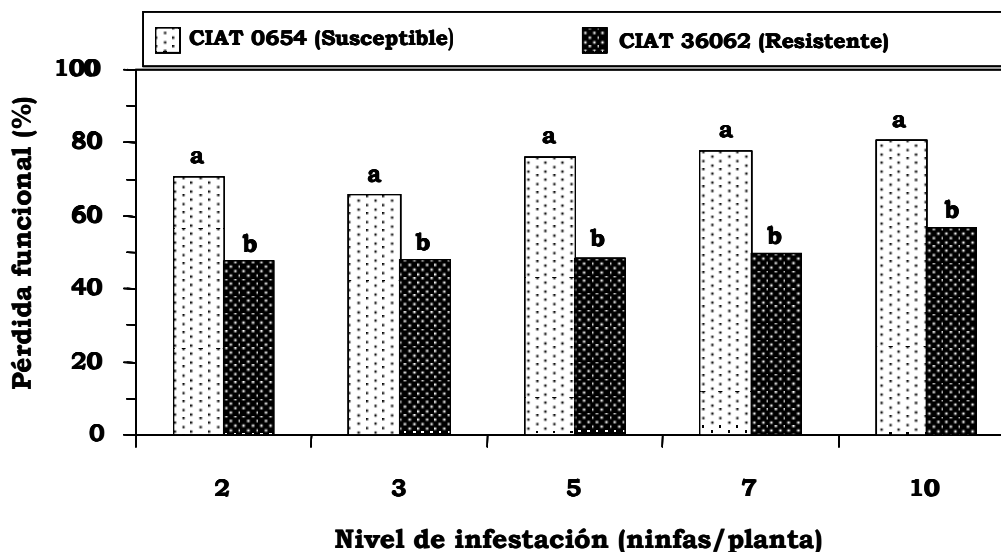


Figura 2. Pérdidas funcionales causadas por *Zulia carbonaria* en dos genotipos de *Brachiaria* expuestos a cinco niveles de infestación. Las letras sobre las barras indican diferencias significativas al 5% por prueba de 'F' (comparación pareada dentro de cada nivel de infestación). FUENTE: Adaptado de Cardona et al. (2004).

Lapointe et al. (1992) y Valério et al. (2001) existe un riesgo inherente cuando se liberan cultivares tolerantes a esta plaga debido al carácter perenne de *Brachiaria*, las enormes extensiones continuas sembradas con esta gramínea y la agresividad del insecto.

Debido a que un genotipo tolerante no afecta la biología del insecto y la planta tolerante puede soportar una mayor población, liberar un cultivar de *Brachiaria* tolerante equivale a establecer un sustrato gigantesco para la cría masiva del insecto. Ferrufino y Lapointe (1989) y Valério et al. (2001) citan los casos de las liberaciones de los cultivares Llanero en Colombia y Tully en Brasil, como ejemplos de materiales que permitieron el crecimiento desmedido de la población del insecto en las áreas en las cuales fueron liberados; a tal punto que la tolerancia se quebró y el daño fue severo.

Lo que se requiere es un cultivar de *Brachiaria* que tenga propiedades antibióticas, capaz de causar un nivel significativo de mortalidad de inmaduros del insecto y preferiblemente si la antibiosis a inmaduros está asociada con tolerancia al daño por

adultos. Así, la variedad resistente estaría actuando como un eficiente insecticida contra las ninfas y sería capaz de sobreponerse al daño causado por los pocos adultos que logren emerger. Ahora bien, cuando se trabaja con antibiosis no se puede ignorar el riesgo de la aparición de biotipos del insecto que puedan romper la resistencia. Pero en el caso de salivazo esta posibilidad no parece ser inminente porque la resistencia está gobernada por más de un gen mayor (Miles et al. 1995). Además, el rango de huéspedes es muy amplio (Peck, 2001), de tal manera que siempre habrá refugios susceptibles o tolerantes para el insecto. La existencia de estos refugios sirve para disminuir la presión de selección sobre el insecto, ayudando así a prevenir o demorar sustancialmente la aparición de biotipos con capacidad para quebrar la resistencia. El cultivar Marandú, que es antibiótico a varias especies y que se ha sembrado por muchos años en millones de hectáreas en varios países, es un muy buen ejemplo de la estabilidad de la resistencia a salivazo.

En el curso de las investigaciones se ha aprendido que la resistencia antibiótica a

una especie de salivazo no necesariamente se aplica a otras, aún cuando se trate de especies simpátricas (aquellas que coexisten en un mismo hábitat). Por ejemplo, el cv. Marandú siempre ha mostrado resistencia antibiótica a *A. varia*, pero no a *Z. carbonaria*. Además, la experiencia en evaluaciones rutinarias de cientos de híbridos provenientes del Programa de Mejoramiento del CIAT permite decir que es frecuente encontrar híbridos que muestran antibiosis a una o dos especies pero no a otras, así como un buen número que pueden tener diferentes combinaciones de mecanismos. Unos pocos, los seleccionados, poseen genes para resistencia por antibiosis a todas las especies probadas.

Lo anterior, y el hecho de que en muchas partes de América Latina varias especies de salivazo coexisten en una región determinada, resalta la necesidad de tratar de desarrollar resistencia múltiple a tantas especies de salivazo como sea posible. Este proceso está en marcha y hace parte de la estrategia general de mejoramiento de *Brachiaria* que adelanta el Proyecto de Forrajes del CIAT, con resultados muy promisorios obtenidos a través de un esquema de selección recurrente que ha permitido la selección de numerosos clones sexuales tetraploides que poseen resistencia antibiótica a *A. varia*, *A. reducta* y *Z. carbonaria* (Miles et al., 2005). Muchos de ellos con resistencia también a *Z. pubescens*, *M. trifissa* y *Prosapia simulans* (Walker).

Aún quedan muchos aspectos por estudiar en relación con la resistencia a salivazo en *Brachiaria*. Por citar unos pocos, la identificación del o los factores bioquímicos responsables de la resistencia, el modo de herencia de la resistencia a diferentes especies, el desarrollo de marcadores moleculares que faciliten la selección, la naturaleza de los mecanismos de resistencia a especies de salivazo muy importantes que no están presentes en Colombia y la persistencia de la resistencia. Estos conocimientos permitirán progresar aún más en una línea de investigación que, de acuerdo con Rivas y Holmann (2004), producirá beneficios económicos de alta eficiencia económica y

elevado retorno social con beneficios tecnológicos que superan ampliamente la inversión para investigación en pasturas mejoradas.

Summary

In this article, the resistance mechanisms of *Brachiaria* cultivars to the Homoptera: Cercopidae are defined and differentiated with an emphasis on tolerance and antibiosis, and the specific mechanisms affecting resistance are analyzed, in order to facilitate the formulation of appropriate improvement strategies for the genus *Brachiaria*. The experiences of the *Brachiaria* Improvement Program of CIAT's Tropical Project with resistant hybrid *Brachiaria* 36062 and susceptible *B. ruziziensis* CIAT 0654 are presented.

Referencias

- Cardona, C.; Miles, J. W.; y Sotelo, G. 1999. An improved methodology for massive screening of *Brachiaria* spp. genotypes for resistance to *Aeneolamia varia* (Homoptera: Cercopidae). *J. Econ. Entomol.* 92:490-496.
- Cardona, C.; Fory, P.; Sotelo, G.; Pabón, A.; Díaz, G.; y Miles, J. W. 2004. Antibiosis and tolerance to five species of spittlebug (Homoptera:Cercopidae) in *Brachiaria* spp.: Implications for breeding for resistance. *J. Econ. Entomol.* 97: 635-645.
- Ferrufino, A., y Lapointe, S. L. 1989. Host plant resistance in *Brachiaria* grasses to the spittlebug *Zulia colombiana*. *Entomol. Exp. Appl.* 5:155-162.
- Holmann, F. y Peck, D. 2002. Economic damage caused by spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in Colombia: A first approximation of impact on animal production in *Brachiaria decumbens* pastures. *Neotropical Entomol.* 31:275-284.
- Lapointe, S. L.; Serrano, M. S.; Arango, G. I.; Sotelo, G.; y Córdoba, F. 1992. Antibiosis to spittlebugs (Homoptera:Cercopidae) in

- accessions of *Brachiaria* spp. J. Econ. Entomol. 85:1485-1490.
- Miles, J. W.; Lapointe, S. L.; Escandón, M. L.; y Sotelo, G. 1995. Inheritance of resistance to spittlebug (Homoptera: Cercopidae) in interspecific *Brachiaria* hybrids. J. Econ. Entomol. 88:1477-1481.
- Miles, J. W.; Cardona, C.; y Sotelo, G. 2005. Recurrent selection in a synthetic brachiariagrass population improves resistance to three spittlebug species. Crop Science (accepted November 2005).
- Painter, R. H. 1951. Insect resistance in crop plants. The McMillan Co., Nueva York.
- Panda, N. y Khush, G. S. 1995. Host plant resistance to insects. CAB International, Wallingford, Oxon, Reino Unido.
- Peck, D. C. 2001. Diversidad y distribución geográfica del salivazo (Homoptera: Cercopidae) asociado con gramíneas en Colombia y Ecuador. Rev. Colomb. Entomol. 27: 129-136.
- Rivas, L. y Holmann, F. 2004. Impacto económico potencial de la adopción de cultivares de *Brachiaria* resistentes a cercópidos. Pasturas Tropicales 26(3): 39-55.
- Smith, C. M. 1989. Plant resistance to insects. A fundamental approach. Wiley, Nueva York.
- Sotelo, P. A. 2004. Resistencia de *Brachiaria* spp. al salivazo: Efectos subletales de cultivares resistentes sobre los adultos de *Aeneolamia varia* (F.) (Homoptera: Cercopidae). Tesis de Grado, Facultad de Ciencias, Universidad del Valle, Cali, Colombia. 109 p.
- Sotelo, G. y Cardona, C. 2001. Metodología de campo para la evaluación de *Brachiaria* spp. por resistencia al salivazo de los pastos, *Aeneolamia varia* (Homoptera: Cercopidae). Rev. Colomb. Entomol. 27(1-2):17-20.
- Valério, J. R.; Cardona, C.; Peck, D. C.; y Sotelo, G. 2001. Spittlebugs: Bioecology, host plant resistance and advances in IPM. pp. 217-221 En: Proceedings 19th. International Grasslands Congress. 11-21 February 2001. São Pedro, São Paulo, Brazil.

Avaliação de leguminosas arbóreas introduzidas em pastagens da baixada e região Serrana do Estado do Rio de Janeiro

P. F. Dias*, S. Manhães Souto**, G. M. Chaer**, E. F. Carneiro**, A. C. de Souza**, L. Jiménez^φ, e A. A. Franco**

Introdução

O interesse pelas árvores para associação com pastagens começou a manifestar-se nos últimos trinta anos. Em diversos países a sustentabilidade das áreas de pastagens naturais e de outros sistemas agrícolas vem sendo ameaçada pela retirada de árvores para atender as necessidades crescentes em madeira, lenha e forragem.

O reconhecimento do papel que espécies arbóreas e arbustivas podem exercer na reabilitação dessas áreas tem sido uma das principais causas desse interesse. Atta-Krah (1993) relata que em regiões tropicais e subtropicais fica cada vez mais evidente que as árvores são necessárias para melhorar a produção, qualidade e a sustentabilidade das pastagens. Essas árvores, no ecossistema de

pastagem pode resultar em vários benefícios para os componentes clima, solo, microrganismos, plantas forrageiras e animais, principalmente se forem utilizadas espécies arbóreas com as características requeridas para esse fim (Lorenzi, 1992).

Diversas informações da literatura indicam enriquecimento do solo de pastagens, através da deposição gradativa de biomassa, em áreas sob a influência das copas de árvores (Keelman, 1979; Mahecha et al., 1999). Essas informações, são mais evidentes em solos de baixa fertilidade do que em solos de fertilidade mediana a alta (Carvalho et al., 2001), além do efeito parecer maior no caso de leguminosas arbóreas que possuem a capacidade de fixar o nitrogênio do ar (Oliveira et al., 2000).

O estabelecimento, cada vez crescente, de pastagens cultivadas, com a conseqüente melhoria da qualidade nutricional das forrageiras e a melhoria genética dos animais tem melhorado o desempenho do rebanho. Porém, mesmo nos rebanhos adaptados às condições tropicais, alguns estresses ambientais podem prejudicar o desempenho dos animais (Pontiff et al., 1972; Arcaro et al., 2000). A presença de árvores nas pastagens podem amenizar estes efeitos, segundo Baccari (1988) e Cardoso (1997). Portanto, a seleção de espécies arbóreas para implantação em pastagens sem que haja necessidade de proteção das mudas, poderá reduzir o custo da arborização e permitir a introdução destas espécies dentro das condições de baixa rentabilidade do setor, especialmente para a

* Pesquisador da Estação Experimental de Seropédica da PESAGRO, BR 465, Km 7, Seropédica-RJ. E-mail: pfranciscodias@hotmail.com.br (autor correspondente).

** Pesquisador da Embrapa Agrobiologia, BR 465, Km 7, CEP 23851-970, Seropédica-RJ. E-mail: smsouto@cnpab.embrapa.br, gchaer@cnpab.embrapa.br, campello@cnpab.embrapa.br, avilio@cnpab.embrapa.br

*** Professor da UFRRJ, Instituto de Agronomia-Departamento de Fitotecnia, BR 465, Km 7, Seropédica-RJ. E-mail: abboud@ufrj.br

^φ Bolsista da Embrapa Agrobiologia e estudante de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais na UFRRJ. E-mail: luzpas@yahoo.com

pecuária extensiva.

O objetivo deste estudo foi selecionar espécies de leguminosas arbóreas introduzidas, a partir de mudas pequenas e sem proteção, na presença dos animais, em pastagens na baixada e região Serrana do Estado do Rio de Janeiro.

Material e métodos

As atividades referentes ao presente trabalho foram desenvolvidas em sete unidades localizadas em três municípios, Seropédica, Valença e Itatiaia no Estado do Rio de Janeiro. Nos diferentes locais, cada unidade foi programada para ocupar uma área de 0.9 ha por tipo de pastagem, sendo cinco estabelecidas e duas em processo de reforma. Procurou-se, sempre que possível, durante a condução do experimento ajustar o manejo que vinha sendo imposto em cada propriedade, visando a produtividade do pasto e o estabelecimento das leguminosas arbóreas dentro da realidade da exploração local.

As quatro unidades localizadas em Seropédica-RJ foram duas no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA) e as outras duas na Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro-Rio/estação experimental de Seropédica –EES). As pastagens nas unidades SIPA foi de *Cynodon* sp. cv. Tifton 85, sendo uma em formação e a outra estabelecida, e nas unidades da Pesagro-Rio foi uma de *Brachiaria decumbens* (estabelecida) e outra com *Brachiaria brizantha* cv Marandú (em formação). Nas demais localidades, uma na

Fazenda Santa Mônica/Embrapa Gado de Leite/Valença-RJ e duas em Furnas/Itatiaia-RJ com produtores rurais (Sergio e Luis Carlos), as áreas de pastagens foram compostas por uma mistura de *B. decumbens* e *B. brizantha* cv. Marandú estabelecidas.

Cada unidade experimental que constituía um bloco foi assim denominada: Unidade 1 -SIPA 1 (cv. Tifton 85 estabelecido); Unidade 2 -SIPA II (cv. Tifton 85 em formação); Unidade 3 -Pesagro I (*B. decumbens* estabelecida; Unidade 4 -Pesagro II (cv. Marandú em formação); Unidade 5 -Santa Mônica; Unidade 6 -Produtor Sérgio; Unidade 7 - Produtor Luís Carlos), com lotações de 30, 30, 20, 20, 54, 25 e 53 bovinos/ha e peso vivo médio em torno de 300, 300, 450, 450, 480, 450 e 300 kg/animal, respectivamente. Os sistemas de pastejos adotados nas unidades seguiam os da propriedade, porém, de forma mais controlada não permitindo o super pastejo das áreas. A análise química dos solos predominantes das unidades em Seropédica, Valença e Itatiaia são, respectivamente, Planossolo Hidromórfico Distrófico Arênico, Latossolo Vermelho- Amarelo álico e Latossolo Vermelho-Amarelo com textura argilosa (Tabela 1).

Os dezesseis tratamentos, formados pelas introduções das espécies arbóreas nas pastagens, foram os seguintes:

- 1- *Gliricidia sepium* (gliricidia),
- 2- *Pseudosamanea guachapelle* (albizia),
- 3- *Erythrina verna* (mulungu),
- 4- *Mimosa tenuiflora* (jurema preta),
- 5- *Mimosa caesalpiniiifolia* (sabiá),
- 6- *Anadenanthera macrocarpa* (angico vermelho),
- 7- *Acacia holosericea* (olosericea),
- 8- *Acacia auriculiformis* (acácia auriculada),

Tabela 1. Resultado da análise química dos solos das sete unidades.

Unidade	pH	P (g/dm ³)	Ca	Mg (Cmol _c /dm ³)	K	Ca + Mg	C	M.O. (%)	N (%)
SIPA I	5.6	13	0.8	0.5	26	1.3	0.81	1.40	0.035
SIPA II	5.6	4	2.1	0.8	27	2.9	0.81	1.40	0.066
PESAGRO I	5.6	12	1.3	0.5	16	1.8	0.87	1.50	0.054
PESAGRO II	5.3	4	1.0	0.5	15	1.5	0.84	1.45	0.053
Santa Mônica	5.4	6	2.0	1.2	58	3.2	1.16	2.00	0.098
Produtor Sérgio	5.4	2	1.3	1.2	63	3.5	1.20	2.10	0.091
Produtor Luis Carlos	5.5	3	1.0	1.2	58	3.4	1.16	2.00	0.089

9- *Mimosa artemisiana* (jurema branca),
 10- *Enterolobium contortisiliquum* (orelha de negro),
 11- *Schizolobium parahyba* (guapuruvu),
 12- *Erythrina poeppigiana* (mulungu do alto),
 13- *Albizia lebbek* (coração de negro),
 14- *Leucaena leucocephala* (leucena),
 15- *Machaerium hirtum* (jacarandá bico de pato),
 16- *Peltophorum dubium* (canafistula), cujas mudas foram produzidas no viveiro do campo experimental da Embrapa Agrobiologia, no período de agosto a novembro de 2001, através de sementes plantadas em saquinhos de 800 a 1000 g com substrato contendo 30% de composto orgânico, 30% argila, 30% areia e 10% de fosfato de rocha.

As sementes foram inoculadas com estirpes eficientes de rizóbio (Embrapa-Agrobiologia) e com os fungos micorrízicos *Gigaspora margarita* e *Glomus clarum* no momento do plantio. As misturas de estirpes usadas (em parênteses) para cada leguminosa que nodula foram as seguintes: *Gliricidia sepium* (BR 8801+ BR 8803), *Pseudosamanea guachapelle* (BR 6205 + BR 6821), *Erythrina verna* (BR 5609+ BR 3611), *Mimosa tenuiflora* (BR 3405 + BR 3462), *Mimosa caesalpiniiifolia* (BR 4307 + BR 3446), *Anadenanthera macrocarpa* (BR 9001 + BR 9004), *Acacia holosericea* (BR 5608 + BR 4406), *Acacia auriculiformis* (BR 3465 + BR3609), *Mimosa artemisiana* (BR 3462 + BR 3609), *Enterolobium contortisiliquum* (BR 4406 + BR 4407), *Schizolobium parahyba* (não nodula), *Erythrina poeppigiana* (BR 96 + BR 3611), *Albizia lebbek* (BR 5611 + BR 6610), *Leucaena leucocephala* (BR 827 + BR825), *Machaerium hirtum* (SMF 1 a SMF 7, mistura de sete estirpes) e *Peltophorum dubium* (não nodula).

A partir de novembro de 2001 foram iniciadas as atividades de marcação e confecção de cercas para limitação da área do experimento em cada unidade. Em dezembro de 2001 iniciou-se o período de plantio das mudas nas unidades. As mudas foram levadas para o campo quando atingiram entre 40 e 60 cm de altura (4 a 5 meses de viveiro). O plantio foi feito em covas de 20 x 20 x 20 cm de dimensões, adubadas com 100 g de fosfato de rocha + 10g de FTE Br12 (12% de Zn, 1.6% de Cu, 4% de Mn e 1.8% de B) + 25g de sulfato de potássio + 25g de

calcário dolomítico. As covas distanciadas de 7.5 m entre si foram feitas manualmente com o auxílio de enxadões em linhas espaçadas de 7.5 m, sendo plantados 10 plantas de cada espécie, constituindo uma área total de 0.9 ha para cada unidade. O plantio em áreas com pastagens formadas foi efetuado após pastejo de cada unidade.

A biometria das leguminosas arbóreas foi feita a partir de janeiro de 2002, durante a fase de estabelecimento das mudas nos pastos, período esse que durou 150 dias.

O acompanhamento das mudas no campo foi feito uma vez por mês em cada unidade implantada, a fim de avaliar a sobrevivência de cada espécie. Quando necessário, efetuou-se o replantio das mudas mortas, pois a preocupação era obter o maior número possível de indivíduos/espécie em cada unidade. Por esse motivo não foi efetuada a análise estatística dos dados coletados nesta fase de estabelecimento. Posteriormente, iniciou-se a fase experimental propriamente dita com a presença do animal, de julho de 2002 a novembro de 2003.

Antes e depois do pastejo em cada piquete avaliou-se o diâmetro do caule (medido a 10 cm da superfície do solo), altura da planta (medida da superfície do solo ao ápice da planta), diâmetro da copa (medido na projeções das copas no sentido N - S e L - O), número de plantas atacadas por formigas, pisoteadas, quebradas, pastejadas e porcentagens de plantas sobreviventes. Todas esses dados sobre as espécies de leguminosas arbóreas foram obtidas sem a proteção das mudas, quando submetidas às diferentes lotações e sistemas de manejo das pastagens. Foram feitas cinco avaliações realizadas em dezesseis meses de crescimento das mudas no campo.

As temperaturas média das máximas e das mínimas e precipitação pluviométrica durante o período experimental (janeiro de 2001 a novembro de 2002) nos municípios de Seropédica, Valença e Itatiaia foram, respectivamente: 24.6, 29.7, 19.5 °C e 1015 mm; 22.3, 28.7, 15.9 °C e 1.345 mm; 22.5,

27.9, 17.2 °C e 1.685 mm.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso onde cada unidade (local) representou um bloco, no total de sete, com 16 espécies (tratamentos), sendo cada espécie com 8 a 10 indivíduos em cada unidade. Para análise estatística utilizou-se o programa SAEG (Versão 8.1) segundo Euclides e Theodoro (2003). Procedeu-se à análise de variância univariada para o conjunto de unidades, considerando-se as médias de tratamento em cada unidade e o teste de Scott-Knott para comparação das médias a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Os resultados do crescimento inicial das mudas de leguminosas arbóreas nas pastagens estabelecidas, sem a presença dos animais nas sete unidades, são mostrados na Tabela 2. O crescimento das plantas de cada espécie durante a fase de estabelecimento das mudas no campo foi similar, independente da unidade considerada, daí os resultados dos parâmetros apresentados na Tabela 2 serem médias

oriundas das repetições e das sete unidades. Aos 150 dias de crescimento, observou-se que *M. tenuiflora*, *M. caesalpinifolia*, *G. sepium* e *M. artemisiana* apresentaram maior diâmetro médio de copa. As espécies *A. holosericea*, *P. guachapelle*, *L. leucocephala* e *E. poeppigiana* apresentaram-se como a tendência de diâmetro médio de copa intermediário, enquanto as espécies *E. contorsiliquum*, *A. lebbeck*, *P. dubium*, *E. verna*, *S. parahyba*, *A. macrocarpa* e *M. hirtum* mostraram com tendência para menor desenvolvimento de copa. As espécies com porcentagem de sobrevivência das plantas na faixa de 90% a 100% foram *G. sepium*, *P. guachapelle*, *L. leucocephala*, *M. tenuiflora*, *A. holosericea*, *M. artemisiana*, *A. lebbeck*, *M. caesalpinifolia*, *P. dubium*, *S. parahyba*, *A. auriculiformis* e *M. hirtum* e as com porcentagem que variou de 70% a 80% foram *A. macrocarpa*, *E. poeppigiana* e *E. verna*.

Na segunda fase do experimento (de julho de 2002 a novembro de 2003) avaliou-se o efeito da presença dos animais sobre as mudas das plantas das espécies de leguminosas nas sete unidades, em cinco ciclos de pastejo dos

Tabela 2. Avaliação das medidas dos parâmetros altura, diâmetro do caule e da copa e sobrevivência das plantas das espécies na primeira fase (janeiro de 2002 a junho de 2002).

Espécies arbóreas	Altura da planta	Diâmetro do caule e da copa		Sobrevivência (%)
		(cm/planta)	(cm/planta)	
<i>Gliricidia sepium</i>	99.8	1.8	76.3	100.0
<i>Pseudosamanea guachapelle</i>	110.7	1.6	55.3	100.0
<i>Erythrina verna</i>	44.7	1.3	31.3	70.0
<i>Mimosa tenuiflora</i>	107.9	1.2	96.4	97.0
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	100.5	1.5	91.4	93.0
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	40.8	0.5	25.7	88.0
<i>Acacia holosericea</i>	94.7	1.1	58.0	95.0
<i>Acacia auriculiformis</i>	73.8	1.0	46.5	92.0
<i>Mimosa artemisiana</i>	61.5	1.3	61.6	94.0
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	88.1	1.6	40.8	93.6
<i>Schizolobium parahyba</i>	51.7	0.9	31.4	92.0
<i>Erythrina poeppigiana</i>	87.0	2.9	47.8	83.0
<i>Albizia lebbeck</i>	73.3	1.1	36.4	94.0
<i>Leucaena leucocephala</i>	123.0	1.5	55.1	100.0
<i>Machaerium hirtum</i>	30.9	0.5	18.9	92.0
<i>Peltophorum dubium</i>	44.3	1.0	33.9	93.0

nove que foram realizados. Para taxa de crescimento da altura das plantas e dos diâmetros do caule e da copa das árvores observou-se um efeito altamente significativo ($p < 0.01$) entre as unidades e entre as espécies arbóreas, conforme mostra a Tabela 3. A maior taxa de crescimento de diâmetro do caule foi observada na unidade Pesagro II, enquanto a maior taxa de crescimento de altura foi nas unidades Pesagro II e SIPA II e, no diâmetro da copa nas unidades Pesagro II, SIPA II, SIPA I e Pesagro I (Tabela 3). As melhores taxas de crescimento observadas nestas quatro unidades podem ser justificadas pelas mais baixas taxas de lotações e pressões de pastejos que ocorreram nelas, associados as boas condições climáticas da região por ocasião da segunda fase do período experimental. Estes resultados são coincidentes com os de Mcmeekan e Walsche (1963) que consideraram a lotação adequada como um instrumento decisivo e capaz de influenciar a eficiência da conversão da pastagem em produto animal por hectare, sem prejudicar o ecossistema.

Os resultados apresentados na Tabela 4 mostram diferenças entre as unidades para plantas quebradas, atacadas por formigas, pisoteadas e as sobreviventes. A unidade Pesagro II foi que apresentou maior porcentagem de plantas quebradas e por apresentar também maior taxa de crescimento de altura das plantas (Tabela 3), as plantas nessa unidade ficaram mais expostas a possibilidades de quebra.

Observou-se efeito altamente significativo entre as unidades quanto a ocorrência de ataque de formigas. As unidades Santa Mônica, Produtor Sergio e SIPA I sofreram ataques mais intensos de formigas, seguida pela unidade Produtor Luis Carlos onde o ataque foi menos intenso, e nas unidades Pesagro I, Pesagro II e SIPA II, praticamente livres de ataque. Estes ataques de formigas foram mais intensos, onde o estágio de degradação das pastagens estavam mais avançados e livres de encharcamentos periódicos.

Observou-se efeito significativo para pisoteio entre as unidades. Entretanto, mesmo onde houve pisoteio o máximo, atingiu só 8% das plantas. Embora as pastagens das unidades tenham sido utilizadas em diferentes taxas de lotação, o pisoteio tendeu a não danificar de forma comprometedoras as mudas das espécies.

Não observou-se efeito significativo para plantas pastejadas (dados não mostrados) entre as unidades. Isto mostra que independente da taxa de lotação, as espécies arbóreas foram igualmente pastejadas em todas as unidades.

Observou-se diferenças altamente significativas para a sobrevivência das plantas entre as unidades. As unidades SIPA II, Pesagro II e Pesagro I apresentaram maiores percentuais de sobrevivência. Nestas unidades também foram encontradas as menores lotações, menores ataques de formigas e as mais baixas pressões de pastejos nas pastagens. As unidades Produtor Luis Carlos, SIPA I e Produtor Sergio apresentaram sobrevivência intermediárias e

Tabela 3. Avaliação da taxa de crescimento da altura e do diâmetro do caule e da copa de leguminosas arbóreas introduzidas em pastagens, sem a exclusão dos animais e sem proteção das mudas.

Unidades	Diâmetro do caule	Altura (cm/mês)	Diâmetro da copa
SIPA I	0.15 c*	5.25 b	7.00 a
SIPA II	0.16 b	7.34 a	4.84 a
PESAGRO I	0.13 c	4.72 b	5.03 a
PESAGRO II	0.22 a	6.81 a	6.45 a
Santa Mônica	0.11 d	3.06 b	2.06 b
Produtor Sergio	0.09 d	3.62 b	2.43 b
Produtor Luis Carlos	0.11 d	4.12 b	1.16 b

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scot-Knott ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 4. Avaliação do percentual de mudas quebradas, atacadas por formigas, pisoteadas e sobrevivência, durante o período experimental (julho de 2002 a novembro de 2003) nas sete unidades.

Unidades	Quebradas	Formigas	Pisoteadas	Sobrevivência
			(%)	
SIPA	1.0b*	26.0a	1.0b	68.6b
SIPA II	1.0b	10.0c	1.0b	83.1a
PESAGRO I	5.0b	2.0c	0.0b	81.0a
PESAGRO II	14.0a	1.0c	5.0a	89.1a
Santa Mônica	2.0b	26.0a	6.0a	57.4c
Produtor Sergio	1.0b	29.0a	8.0a	72.2b
Produtor Luis Carlos	-	17.0b	4.0a	78.1b

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scot-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

na unidade Santa Mônica foi observada o menor percentual de sobrevivência devido a presença de maior número de animais na área.

Na Tabela 5 observa-se que as espécies *M. artemisiana*, *A. holosericea* e *M. tenuiflora* apresentaram maior taxa de crescimento de diâmetro de caule (0.21 - 0.25 cm/mês), sendo estas, exceto a *M. Tenuiflora*, as que se destacaram também para maior taxa de crescimento de altura (10.62 - 11.1 cm/mês).

As maiores taxas de crescimento de diâmetros de copa (9.25 - 12.45 cm/mês) foram das espécies *M. artemisiana*, *M. caesalpinifolia*, *A. holosericea* e *M. tenuiflora*. O grupo formado pelas espécies *A. lebbek*, *E. poeppigiana*, *P. dubium* e *M. hirtum* e *A. macrocarpa* apresentaram-se com menor taxa de crescimento de diâmetro de caule (0.05 - 0.09 cm/mês), um outro grupo formado por *E. verna*, *E. poeppigiana* e *P. dubium* apresentou menor taxa de crescimento em altura (0.31 - 1.95 cm/mês). Piagentini, et al. (2002) avaliando o

Tabela 5. Taxa de crescimento do diâmetro do caule e da copa, e da altura de plantas de leguminosas arbóreas introduzidas em pastagens sem a exclusão dos animais e sem a proteção das mudas.

Espécies	Diâmetro do caule	Altura da planta	Diâmetro da copa
		(cm/mês)	
<i>Gliricidia sepium</i>	0.14 c*	3.20 c	1.22 b
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0.18 b	8.01 b	5.54 b
<i>Erythrina verna</i>	0.14 c	1.95 d	0.17 b
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0.20 a	7.49 b	12.45 a
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	0.17 b	6.93 b	9.25 a
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	0.05 d	2.83 c	1.25 b
<i>Acacia holosericea</i>	0.21 a	11.10 a	11.21 a
<i>Acacia auriculiformis</i>	0.17 b	7.54 b	4.19 b
<i>Mimosa artemisiana</i>	0.25 a	10.62 a	10.99 a
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	0.18 b	5.30 b	3.27 b
<i>Schizolobium parahyba</i>	0.10 c	0.36 d	0.39 b
<i>Erythrina poeppigiana</i>	0.09 d	0.31 d	1.47 b
<i>Albizia lebbek</i>	0.09 d	6.99 b	2.01 b
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.12 c	4.80 c	2.07 b
<i>Machaerium hirtum</i>	0.08 d	3.15 c	1.66 b
<i>Peltophorum dubium</i>	0.07 d	1.57 d	0.40 b

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

estabelecimento de 18 espécies arbóreas em áreas de rejeito, destacaram o aumento no diâmetro do colo das espécies *A. holosericea*, *A. auriculiformes*, *M. caesalpiniiifolia*, registrando assim o potencial que essas espécies possuem para se desenvolverem em ambientes adversos. No presente estudo a *A. holosericea* e *M. caesalpiniiifolia* também se destacaram pelo menos em um dos três parâmetros avaliados. Faria et al. (2002) avaliando a introdução de 20 espécies de leguminosas fixadoras de nitrogênio em taludes de exploração de ferro no Samarco Minerações, Mariana, MG, destacaram as espécie fixadoras de nitrogênio *P. guachapelle*, *A. lebbeck*, *E. contortisiliquum*, *M. artemisiana* e *M. caesalpiniiifolia* com potencial de crescimento em situações adversas de ambiente, corroborando com as informações obtidas no presente estudo, exceção feita para a *A. lebbeck* que apresentou baixa taxa de crescimento de diâmetro de caule. Paulino et al. (2002) trabalhando com espécies florestais na recuperação de terras degradadas por pastagem em Conceição de Macabu, RJ, registraram maiores taxas de desenvolvimento para *M. caesalpiniiifolia* e *A. auriculiformes* no recobrimento do solo, já a espécie *E. contortisiliquum* apresentou baixo desenvolvimento. Piagentini, et al. (2002) em Vazante Minas Gerais em depósito de rejeito de beneficiamento de minério de zinco destacaram entre 18 espécies de leguminosas a *A. auriculiformes*, *M. bimucronata*, *A. holosericea* como aquelas que apresentaram as maiores taxas de altura. A indicação de espécies com capacidade para fixar nitrogênio e, que apresentem características agronômicas para se desenvolverem em situações adversas, também manifestaram esse potencial quando introduzidas em pastagens, na presença de animais.

De uma maneira geral *M. tenuiflora*, *M. artemisiana*, *M. caesalpiniiifolia* e *A. holosericea* foram as leguminosas que melhor se estabeleceram na arborização de pastagens sem a retirada dos animais e sem proteção das mudas. Este fato parece estar associado a presença de acúleos nas três primeiras e ao alto teor de tanino nas folhas da última, segundo (Silva et al., 2004). A presença de acúleos nas plantas inibem a sua procura pelos

animais e o tanino torna as plantas pouco palatáveis. Quando o objetivo é introduzir mudas de espécies arbóreas em pastagens já existentes, o fato de não ser apreciada pelo gado, fixar nitrogênio e apresentar bom desenvolvimento inicial representam vantagens, na redução dos gastos com proteções para as mudas no momento do plantio.

Os resultados relacionados as plantas quebradas, pastejadas e as sobreviventes durante o período experimental, sem a exclusão dos animais e sem a proteção das mudas são mostrados na Tabela 6. As espécies arbóreas se comportaram de forma semelhante, independentemente da taxa de lotação e da unidade onde foram introduzidas. Os resultados da análise mostraram

Tabela 6. Porcentagens de plantas quebradas, pastejadas e sobreviventes durante o período experimental, com animais e sem proteção das plantas.

Espécies	Quebra	Pastejo	Sobrevivência
	(%)		
<i>Gliricidia sepium</i>	1.27 a	81.13 a	88.57 b
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1.24 a	32.20 c	97.14 a
<i>Erythrina verna</i>	0.00 b	63.97 b	28.86 c
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0.00 b	11.94 d	90.00 a
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	0.00 b	50.23 b	93.13 a
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	0.00 b	66.45 b	56.43 c
<i>Acacia holosericea</i>	2.33 a	26.37 c	84.43 b
<i>Acacia auriculiformis</i>	2.44 a	56.85 b	80.00 b
<i>Mimosa artemisiana</i>	0.60 a	14.98 d	90.38 a
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	1.22 a	32.96 c	95.43 a
<i>Schizolobium parahyba</i>	0.42 b	48.10 b	20.17 d
<i>Erythrina poeppigiana</i>	0.00 b	73.35 b	46.72 c
<i>Albizia lebbek</i>	0.29 b	65.92 b	92.86 a
<i>Leucaena leucocephala</i>	2.03 a	87.80 a	95.71 a
<i>Machaerium hirtum</i>	0.00 b	32.43 c	75.83 b
<i>Peltophorum dubium</i>	0.97 a	33.29 c	65.28 c

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

diferenças significativas para quebra, pastejo e sobrevivência das plantas. O ataque de formiga e o pisoteio não chegaram a danificar de forma significativa as espécies. As plantas de *A. auriculiformis*, *A. holosericea*, *G. sepium*, *L. leucocephala*, *E. contortisiliquum*, *P. guachapelle*, *M. artemisiana* e *P. dubium* foram as mais danificadas pelos animais, por serem as que apresentaram maior desenvolvimento de diâmetro de copa e caule, favorecendo desta forma condições para os animais se roçarem, principalmente para se aliviarem dos comichões, causados por carrapatos. No entanto, deve-se ressaltar que esses danos foram muito reduzidos (< 2.44% de plantas quebradas) no presente experimento. Alguns autores como Baggio e Carpanezzi (1989), Montoya e Baggio (1991) e Ribaski e Montoya (2001) recomendam o uso de mudas maiores, justamente para evitar maior danos a elas pelos animais. É possível que a presença de acúleos em algumas espécies, teor de tanino e adequado manejo sanitário do rebanho contra ectoparasitos associado a disponibilidade de material em oferta do pasto tenham minimizado os prejuízos às plantas.

Em relação ao pastejo das plantas, observou-se que *L. leucocephala* e *G. sepium* foram as mais pastejadas, seguidas por um grupo de espécie de menor intensidade de pastejo a *E. poeppigiana*, *E. verna*, *A. macrocephala*, *A. lebeck*, *A. auriculiformis*, *M. caesalpiniiifolia* e *S. parahyba* e, outro grupo com intensidade menor ainda em relação aos dois anteriores, *P. dubium*, *E. contortisiliquum*, *M. hirtum*, *P. guachapelle*, *A. holosericea* e, por último, o grupo das espécies que coincidentemente fazem parte do grupo das espécies que obtiveram maior taxa de crescimento *M. artemisiana* e *M. tenuiflora*, em todo período experimental com animais no pasto.

Gliricidia sepium, *A. lebeck*, *L. leucocephala*, *E. poeppigiana* são recomendadas como leguminosas arbóreas de alto valor nutritivo para alimentação animal, segundo Wildin (1990) e Araya et al (1994). Neste caso, a introdução dessas espécies na

pastagem deve-se seguir àquela recomendada, onde na ocasião da renovação das pastagens, ou em áreas anteriormente ocupadas com agricultura, o plantio das mudas dessas espécies pode ser inicialmente associado com culturas anuais, retardando-se a semeadura das forrageiras por 1-2 anos, o que contribui para evitar a necessidade de proteção das mudas. Baggio e Carpanezzi, (1989) e Montoya e Baggio (1991) relataram que na presença de bovinos os melhores resultados foram obtidos, quando da utilização de mudas altas, aliadas a métodos de proteção das mesmas, como forma de superarem essas dificuldades, em função de algumas espécies arbóreas apresentarem valor forrageiro, servindo principalmente para suplementação da alimentação animal em períodos de escassez de forragem.

Quanto a sobrevivência das plantas, *L. leucocephala*, *P. guachapelle*, *M. caesalpiniiifolia*, *M. artemisiana*, *E. contortisiliquum*, *A. lebeck* e *M. tenuiflora* se enquadraram no grupo das que apresentaram melhores resultados após 11 meses de avaliações (Tabela 6).

A escolha de espécies arbóreas com o maior número possível das características desejáveis para a arborização é altamente desejável. No entanto, algumas podem não se prestar como forrageira mas prestarem outros serviços essenciais na pastagem, como conforto térmico (Pontiff et al., 1972) e, assim, beneficiar a produção animal (Hernandez et al., 2000); podem ter utilidades no fornecimento de madeira e produzir matéria prima para ciclagem de nutrientes (Ovalle e Avendaño, 1984; Nair, 1999). No entanto, os resultados obtidos no presente trabalho, indicam que havendo a escolha correta da espécie arbórea, acompanhada da introdução das mudas nas pastagens em períodos de chuvas com boa precipitação e com aplicação da adubação localizada com pelo menos fósforo e micronutrientes para as mudas, e um sistema de manejo adequado em relação a lotação da pastagem e a pressão de pastejo, com um controle de formiga, é possível introduzir com sucesso mudas pequenas de leguminosas arbóreas em pastagens, sem a proteção e sem a exclusão dos animais.

Conclusões

O grupo formado pelas leguminosas *L. leucocephala*, *M. artemisiana*, *M. Tenuiflora*, *P. guachapelle*, *A. lebbeck*, *M. caesalpiniiifolia* e *E. contortisiliquum* por apresentar plantas com maior porcentaje de sobrevivência, tem potencial para serem introduzidas em pastagens de capim cv. Braquiária e *Cynodon* cv. Tifton 85, sem que haja necessidade de proteção das mudas e exclusão dos animais dos pastos. As duas mimosas por apresentarem também as maiores taxas de crescimento na altura e nos diâmetros do caule e da copa e menores porcentagens de plantas pastejadas podem ser consideradas como melhores produtoras de serapilheira, enquanto a *L. leucocephala* mostrou-se ser a leguminosa com maior potencial como produtora de forragem, desde que bem manejada; a leguminosa *G. sepium*, por ter sido altamente pastejada demonstrou potencial para ser aproveitadas na formação de bosques e bancos de proteína; o grupo formado pelas leguminosas *E. verna*, *A. macrocarpa*, *S. parahyba* e *E. poeppigiana* não resistiram ao sistema de manejo implantados nas propriedades e nem a competição das gramíneas; as leguminosas *M. hirtum* e *P. dubium* foram pouco pastejadas, mesmo assim, não se estabeleceram em competição com as gramíneas.

Resumen

En los municipios de Seropédica (Planossolo), Valença e Resende (Planossolo Vermelho Amarelo), localizadas del estado de Rio de Janeiro, se evaluaron el establecimiento, la tolerancia al pastoreo y el consumo por bovinos de las leguminosas: *Gliricidia sepium* (gliricidia), *Pseudosamanea guachapelle* (albizia), *Erythrina verna* (mulungu), *Mimosa tenuiflora* (jurema preta), *Mimosa caesalpiniiifolia* (sabiá), *Anadenanthera macrocarpa* (angico vermelho), *Acacia holosericea* (olosericea), *Acacia auriculiformis* (acácia auriculada), *Mimosa artemisiana* (jurema branca), *Enterolobium contortisiliquum* (orelha de negro), *Schizolobium parahyba* (guapuruvu), *Erythrina poeppigiana* (mulungu do alto), *Albizia lebbeck* (coração de negro), *Leucaena leucocephala* (leucena),

Machaerium hirtum (jacarandá bico de pato) y *Peltophorum dubium* (canafistula) en pasturas de *Cynodon* cv. Tifton 85, *Brachiaria decumbens* y *B. brizantha* cv. Marandu. El crecimiento, el diámetros del tallo y de la copa, el consumo y la sobrevivencia fueron mayores en *M. artemisiana* y *M. tenuiflora*. El consumo de *Gliricidia sepium* y *L. leucocephala* fueron igualmente altos, por el contrario, *M. artemisiana* y *M. Tenuiflora* presentaron bajo consumo po bovinos. El mayor porcentaje de plantas sobrevivientes ocurrió en *L. leucocephala*, *M. artemisiana*, *M. tenuiflora*, *P. guachapelle*, *A. lebbeck*, *M. caesalpiniiifolia* y *E. Contortisiliquum*, especies que aparecen como las de mayor potencial para pasturas asociadas en las regiones del estudio, siempre y cuando, sean establecidas en periodos humedos y fertilizadas adecuadamente.

Summary

In the municipalities of Seropédica (Planosol), Valença and Resende (Red-Yellow Planosol), located in the state of Rio de Janeiro, the establishment, the tolerance to grazing, and the consumption of legumes by bovines of the following legumes were evaluated: *Gliricidia sepium* (gliricidia), *Pseudosamanea guachapelle* (albizia), *Erythrina verna* (mulungu), *Mimosa tenuiflora* (jurema preta), *Mimosa caesalpiniiifolia* (sabiá), *Anadenanthera macrocarpa* (angico vermelho), *Acacia holosericea* (olosericea), *Acacia auriculiformis* (acácia auriculada), *Mimosa artemisiana* (jurema branca), *Enterolobium contortisiliquum* (orelha of negro), *Schizolobium parahyba* (guapuruvu), *Erythrina poeppigiana* (mulungu do alto), *Albizia lebbeck* (coração of negro), *Leucaena leucocephala* (leucena), *Machaerium hirtum* (jacaranda bico de pato) and *Peltophorum dubium* (canafistula) in pastures of *Cynodon* cv. Tifton 85, *Brachiaria decumbens* and *B. brizantha* cv. Marandu. The growth, the diameters of stem and sprout, the consumption, and the survival were higher in *M. artemisiana* and *M. tenuiflora*. The consumption of *Gliricidia sepium* and *L. leucocephala* were also high; on the contrary, *M. artemisiana* and *M. Tenuiflora* presented low consumption by bovines. The highest percentage of surviving plants was in *L. leucocephala*, *M. artemisiana*, *M. tenuiflora*, *P. guachapelle*, *A. lebbeck*, *M. caesalpiniiifolia* and

E. Contortisiliquum, species that show the maximum potential for associated pastures in the tested regions, provided they are established in humid periods and fertilized appropriately.

Referências

- Araya, J.; Benavides, J.; Arias, R.; y Ruiz, A. 1994. Identificación y caracterización de árboles y arbustos com potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. En: Benavides, J. E. (ed.). Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Programa de Agricultura Sostenible. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) vol. 1:31-47.
- Arcaro, I. J.; Naas, I. A.; y Arcaro, T. R. 2000. Dairy response for shade associated to cooling equipment. ASAE Annual Int. Meeting, Milwaukee, Wisconsin. p.18.
- Atta-Krah, A. N. 1993. Trees and shrubs as secondary componentes of pastures. En: International Grassland Congress, 17, 1993, Rockhamton. Proceedings... Rockhampton 3:2045-2052.
- Baccari, F. 1998. Vacas produzem masis leite com sombra e água fria. Folha de São Paulo, São Paulo, 01/nov./1998. Caderno G4 Suplemento (Agrofolha).
- Baggio, A. J. y Carpanezzi, O. B. 1989. Resultados preliminares de um estudo sobre arborização de pastagens com mudas de espera. Bol. Pesqu. Florestal 18/19:17-22.
- Cardoso, R. M. 1997. Conforto animal em pastejo. Produção de bovinos a pasto; En: Peixoto, A. M.; Moura, J. C. de ; e Faria, V. P. de (eds.). Simpósio sobre manejo da pastagem, 13, Piracicaba. Anais... Piracicaba, FEALQ. p. 185-198.
- Carvalho, M. M.; Xavier, D. F.; e Alvim, M. J. 2001. Características de algumas leguminosas arbóreas adequadas para associação com pastagens. Juiz de fora, Embrapa-Gado de Leite. Circular Técnica no. 64. 24 p.
- Euclides, R. F. e Theodoro, F. 2003. Sistema para análises estatísticas. Viçosa,UFV (SAEG 8.1- Pacote Computacional).
- Faria, S. M. de; Silva, M. G.; Graig, J.; Dias, S. L.; Lima, H. C.; e Nara, M. 2002. Revegetação com espécies arbóreas fixadoras de nitrogênio em taludes de exploração de ferro na Samarco Minerações Mariana, MG. En: Simpósio Nacional sobre Recuperação de Areas Degradadas: Agua e Biodiversidade, 5, Belo Horizonte-MG. p. 521-522.
- Hernandez, I.; Martin, G.; Milera, M.; Iglesias, J.; e Simón, L. 2000. Alternativas de utilização de los árboles en sistemas ganaderos. En: Simpósio Internacional Sistemas Agroflorestais Pecuários na América do Sul, Juiz de Fora. CD-rom.
- Kellman, M. 1979. Soil enrichment by neotropical savanna trees. J. Ecol. 67:565-577.
- Lorenzi, H. 1992. Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP. Editora Plantarum, 368 p.
- Mahecha, L.; Rosales, M.; Molina, C. H.; e Molina, E. J. 1999. Un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala-Cynodon plectostachyus-Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca, Colombia. En: Sánchez, M. D. e Rosales, M. M. Agroforesteria para la producción animal en América Latina. Roma, FAO. p. 407-419.
- McMeekan, C. P. e Walsche, M. J. 1963. The inter-relationships of grazing method and stocking rate in the efficiency of pasture utilization by dairy cattle. J. Agric. Sci. 61:147- 163.
- Montoya, L. J. e Baggio, A. J. 1991. Estudos econômicos da introdução de mudas altas para sombreamento de pastagens. En: Encontro Brasileiro de Economia e Planejamento Florestal,. Curitiba. Anais. Colombo, Embrapa-CNPFFloresta. 2:172-179.

- Nair, P. K. 1999. Biogeochemical processes in tropical agroforestry systems: nutriente cycling. En: Congresso Brasileiro em Sistemas Agroflorestais no Contexto da Qualidade Ambiental e Competitividade, 2., 1998, Belém. Palestras... Documentos no. 25, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Amazônia Oriental). p. 81-89.
- Oliveira, M. E.; Leite, L. L.; e Castro, L. H. 2000. Influência de árvores de baru (*Dipterix alata*) e pequi (*Caryocar brasiliense*) no solo sob pastagem de *Brachiaria*. En: International Symposium Soil Functioning under Pastures in Intertropical Areas. Brasília. Memórias. Embrapa-CPAC. CD-rom.
- Ovalle, C. e Avendaño, J. 1984. Utilización silvopastoril del espinal. 2. Influencia del espino (*Acacia caven* (Ml.) Hook et Arn.) sobre algunos elementos del medio. Agric. Téc. 44(4):353-362.
- Paulino, G.M.; Santos, M. L. dos; Froufe, L. C. M.; Gama-Rodrigues, A. C. da, Franco, A. A.; e Gama-Rodrigues, E. F. da. 2002. Estudo da contribuição de espécies florestais para recuperação de terras degradadas por pastagem em conceição de Macabu, RJ. En: Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas, Água e biodiversidade. 5. Belo Horizonte-MG, Trabalhos voluntários.p. 508-511.
- Piagentine, P. M.; Dias, L. E.; Campelo, E. F.; e Ribeiro, E. S. Jr. 2002. Crescimento de diferentes espécies arbóreas e arbustivas em depósito de rejeito de beneficiamento de minérios de zinco em Vazante-MG. En: Simpósio Nacional sobre Recuperação de Areas Degradadas: Agua e Biodiversidade. Belo Horizonte. Anais... Trabalhos voluntários. Belo Horizonte: Sobrade. p. 413-414.
- Pontiff, J. W.; Nipper, A. F; Loyacano, A. F.; e Braud, H. J. 1972. Winter an summer shelter for beef cattle in Louisiana. St. Joseph: Paper, ASAE. 72-425.
- Ribasky, J. e Montoya, L. J. 2001. Sistemas silvipastoris desenvolvidos na região sul do Brasil: a experiência da Embrapa-Floresta. En: Carvalho, M. M.; Alvim, M. J.; e Carneiro, J. C. (eds.). Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais, Juiz de Fora, Embrapa-Gado de Leite, FAO. 414 p.
- Silva, G. T.; Queiroz, R. O.; Nóbrega, P. O.; Campello, E. F.; e Resende, A. S. 2004. Caracterização dos teores de nitrogênio, polifenol e relação C/N no tecido foliar de diferentes espécies vegetais em um sistema silvipastoril. En: Jornada Científica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica-RJ.
- Wildin, J. H. 1990. Trees for forage systems in Australia. Rockhampton, Queensland Department of Primary industries. 43 p.

Producción de semillas de *Centrosema macrocarpum* en Campeche, México

J. J. Carvajal Azcorra y M. Lara del Río*

Introducción

Centrosema macrocarpum es una leguminosa herbácea, perenne, adaptada al trópico húmedo y subhúmedo. Tiene potencial para cultivo de cobertura, como banco de proteína y forraje de corte. Es resistente a la sequía y a la mayoría de las plagas. En condiciones de temporal produce, en promedio, 5 t/ha de MS de buena calidad, con 20% a 27% de PC, 47% a 70% de digestibilidad y 0.20% de fósforo (Argel et al., 1988; Manneje y Jones, 1992).

En México, una de las limitantes para su siembra y difusión de la especie es la escasa disponibilidad de semillas y de tecnologías de producción. De acuerdo con Peralta (1991) en esta región la producción de semillas de leguminosas forrajeras tropicales es muy baja y no existen datos confiables sobre volúmenes de producción. La industria semillista nacional no dispone de normas para la producción de este insumo.

La calidad de la semilla se determina, entre otros parámetros, por la pureza física que se obtiene eliminando el material inerte, la humedad que depende del secamiento correcto, el número de semillas/kg que permite conocer la densidad de plantas/ha, La germinación para ajustar los kg/ha de semilla

y la latencia para aplicar métodos de escarificación (Ferguson, 1988).

Un problema generalizado en la semilla de las leguminosas forrajeras tropicales es la dormancia, siendo común encontrar valores entre 60% y 90%. Esta condición ocasiona establecimientos poco uniformes de las pasturas, con alta presencia de malezas (Skerman et al., 1991). Un método útil para romper la latencia es la escarificación mecánica por un medio abrasivo o química con ácido sulfúrico concentrado.

El objetivo de este ensayo fue caracterizar el establecimiento, la producción y la calidad de semillas de lotes de *Centrosema macrocarpum* con diferentes edades después del establecimiento.

Material y métodos

Localización y suelos

El ensayo se realizó en Chiná, Campeche, México, localizado a 19° 44' de latitud norte y 90° 26' de longitud oeste, a 15 m.s.n.m., con clima tropical subhúmedo AW₁, 1200 mm de precipitación anual, distribuida entre junio y noviembre. Las temperaturas máxima, media y mínima son, respectivamente, de 36, 26 y 18°C. El fotoperíodo es menor de 11 h en diciembre y superior a 13 h en julio. El suelo es Cambisol férrico, con contenidos de 23%, 21% y 56% de arena, limo y arcilla, respectivamente, el pH es de 6.8, la conductividad eléctrica (mmhos/cm) es de 0.30, el contenido de M.O. de 3.36% y de P, K, Ca, Mg, Fe y Mn de 1.28, 470, 725, 575, 12.8 y 30 p.p.m., respectivamente.

* Maestros en Ciencias en Tecnología de semillas. Campo Experimental Chiná, Campeche, México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). E-mail: carvajal.jose@inifap.gob.mx

Tratamientos y mediciones

Durante 2003 se evaluaron tres lotes (L) de *C. macrocarpum* CIAT 5713 (L1 (vegetativo) = sembrado en 2001, L2 (vegetativo) = sembrado en 2002 y L3 = sembrado por semilla en 2003). Los lotes se establecieron en forma manual, a semichorillo, en surcos distanciados 1 m, usando 8 kg/ha de semilla pura con 80% de germinación en parcelas de 10 x 10 m y una útil de 72 m². Durante el establecimiento se midieron la altura y la cobertura desde la siembra hasta 6 meses de edad, el ataque de plagas y la floración. En total se hicieron tres cosechas en las cuales se determinaron el rendimiento de semilla cruda, la humedad, la pureza física, el número de semillas/kg, la germinación y la latencia (ISTA, 1985; Toledo, 1982). Antes de las pruebas de germinación, las semillas fueron escarificadas por inmersión en H₂SO₄ concentrado por 20 min, luego fueron lavadas con agua para eliminar el ácido y se secaron al sol por 2 h antes sembrarlas (ISTA, 1985). Se usó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 3 x 6 para los tres lotes y 6 meses de observaciones de altura y cobertura de plantas y, de 3 x 3 para lotes y número de cosechas para las variables de rendimiento y la calidad de la semilla. En ambos casos se utilizaron cuatro replicaciones por tratamiento y comparación de medias por la prueba Tukey (P < 0.05). Previo a estos análisis los datos en porcentaje se transformaron por el método de arco seno para cumplir con la normalidad del análisis de varianza.

Resultados y discusión

Los lotes iniciaron su crecimiento en junio, al comienzo de las lluvias. Los lotes 1 y 2, provenientes de plantas previamente uniformizadas, presentaron alturas de rebrote similares (78 cm), mientras que el lote 3, proveniente de semillas, presentó un desarrollo más lento que los anteriores (Cuadro 1). Tanto el lote 1, establecido en 2001, como el lote 2, establecido en 2002, presentaron buen establecimiento, alcanzando coberturas del suelo de 90%; mientras que el lote 3, establecido en 2003, presentó una menor cobertura (43%) debido al ataque de roedores.

La floración ocurrió entre el 15 y el 20 de diciembre de 2003 siendo influenciada por el fotoperíodo corto, aproximadamente 11 h/día. Entre el 25 de febrero y el 27 de marzo se realizaron tres cosechas de semillas en cada lote, según Mannetje y Jones (1992) *C. macrocarpum* florece cuando disminuyen las horas luz y se caracteriza por crecer sólo vegetativamente cuando el fotoperíodo es largo. Por esta razón es posible predecir con un alto grado de probabilidad los periodos de floración y cosecha, ya que estas dependen de la luminosidad y no de la edad de la plantación. Estos resultados coinciden con los de Peralta (1991) en Veracruz y Guerrero, México, y con los de Alpuche (1999) quienes encontraron que esta leguminosa florece en México entre el 1 y el 12 de diciembre.

Cuadro 1. Altura y cobertura de *Centrosema macrocarpum* CIAT 5713 durante el establecimiento.

Lote ^a (no.)	Edad (meses)					
	1	2	3	4	5	6
	Altura (cm)					
1	38 k*	49 hij	64 defg	77 abc	72 bcde	73 bcd
2	41 jk	48 ij	64 defg	72 bcd	86 a	83 ab
3	15 l	24 ij	55 ghi	58 fg	61 efgh	67 cdef
	Cobertura (%)					
1	37 fg	45 fg	69 de	80 bcd	90 ab	96 a
2	40 fg	51 ef	75 cd	92 ab	87 abc	95 a
3	10 i	18 hi	32 gf	40 fg	39 fg	43 fg

* Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren significativamente (P < 0.05), según la prueba de 't'.

a. En los lotes 1 y 2 las plantas provenían de rebrotes. En el lote 3 las plantas correspondían al primer rebrote de semillas.

Cuadro 2. Producción de semilla bruta (kg/ha) de *Centrosema macrocarpum* CIAT 5713 por lote y número de cosecha..

Lote ^a (no.)	Número de cosecha			Total
	1	2	3	
1	60.4 ab*	54.9 b	25.3 cd	141 a
2	79.6 a	34.6 c	10.7 d	125 a
3	8.7 d	15.4 cd	6.6 d	31 b

* Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren significativamente (P < 0.05), según la prueba de 't'.

a. En los lotes 1 y 2 las plantas provenían de rebrotes. En el lote 3 las plantas correspondían al primer rebrote de semillas.

Los lotes presentaron daños florales por trips (*Frankliniella occidentalis*) y vegetativos por chapulines (*Melanoplus* spp.); además, el lote 3 fue atacado por roedores silvestres, lo que afectó la cobertura y el rendimiento de semillas.

El período de floración tuvo una duración aproximada de 2.5 meses con una alta dehiscencia de vainas, lo que hizo necesario efectuar tres pases o cosechas por ciclo de producción. Los rendimientos acumulados de semillas crudas en los lotes 1 y 2 fueron similares (P > 0.05), con un promedio 133 kg/ha, mientras que el lote 3 sólo produjo

31 kg/ha (Cuadro 2). En Kantunilkín, Quintana Roo, México, *C. macrocarpum*, en el primer año, produjo 189 kg/ha de semillas crudas (Salas et al., 1995) y en Tizimin, Yucatán, produjo 626 kg/ha (Carvajal, 1988), siendo estos rendimientos superiores a los obtenidos en este trabajo.

El promedio de humedad en las semillas fue de 10.6%, similar en los tres lotes e inferior al valor máximo (13%) sugerido por Aguirre y Peske (1988) para evitar el desarrollo de insectos y hongos que deterioran la calidad de las semillas en almacenamiento. El promedio del número de semillas/kg fue de 23,730. En la tercera cosecha este valor presentó un ligero aumento, lo que indica que se obtuvieron semillas más livianas o vanas debido al estrés por la época seca que coincidió con la cosecha (Cuadro 3).

Las semillas presentaron alta pureza física (P > 0.06) para lotes y número de cosecha, con un intervalo entre 95% y 97% (Cuadro 3). La germinación fue similar entre lotes y cosechas, con un intervalo entre 11% y 18% debido, posiblemente, a la alta latencia o dormancia de semillas comprendida entre 79% y 87% (Cuadro 3). Faria et al. (1996) y Alpuche (1999) encontraron baja germinación (< 57%)

Cuadro 3. Producción y calidad de semillas de *Centrosema macrocarpum* CIAT 5713 por el lote y número de cosecha.

Lote	Número de cosecha			Promedio
	1	dos	tres	
	Número de semillas/kg			
1	24,879	24,106	25,512	24,832a
2	23,519	23,609	23,577	23,568b
3	21,922	22,353	24,092	22,788b
Promedio	23,440 a*	23,356 ab	24,394 b	
	Germinación (%)			
1	13	18	17	16
2	18	18	16	17
3	14	11	11	12
	Semillas latentes (%)			
1	84	79	80	81
2	80	81	82	81
3	82	87	86	85
	Germinación (%) de la semilla escarificada por 20 min			
1	94	96	92	94
2	95	95	93	94
3	94	95	94	95

* Valores en una misma hilera seguidos por letras iguales no difieren significativamente (P < 0.05), según la prueba de 't'

de semillas sin escarificar de *C. macrocarpum*, lo cual estuvo relacionado con cambios en el medio ambiente, principalmente temperatura y época del año.

La latencia de semillas cosechadas fue superior a 79% (Cuadro 3). Según Copeland (1985) esta condición es debida a la presencia de una cutícula o capa de células de palizada, con depósito de suberina, lignina y cutina que impiden la absorción de agua.

La escarificación con ácido sulfúrico concentrado redujo la latencia de semillas y mejoró la germinación hasta un valor entre 94% y 98% (Cuadro 3).

Conclusión

En la región de Campeche, México, *C. macrocarpum* CIAT 5713 presenta buen establecimiento y su floración ocurre al mediados de diciembre, siendo influenciada por el fotoperíodo corto. No obstante, el rendimiento de semillas es limitado por el ataque de trips (*Frankliniella occidentalis*). La calidad de las semillas es aceptable, aunque presentan una alta latencia que puede ser interrumpida mediante la escarificación con ácido sulfúrico concentrado.

Resumen

En un Cambisol férrico de Campeche (México) localizado a 19° 44' de latitud norte y 90° 26' de longitud oeste, a 15 m.s.n.m. con clima tropical subhúmedo AW₁, precipitación y temperatura anual de 1200 mm y 26°C, durante 2003 se evaluaron la producción y la calidad de semillas en tres lotes de *Centrosema macrocarpum* CIAT 5713, (L1 (vegetativo) = sembrado en el 2001, L2 (vegetativo) = sembrado en 2002 y L3 = sembrado por semilla en 2003). Los resultados mostraron que los lotes 1 y 2 presentaron una cobertura de 90%, mientras que el lote 3 presentó menos de 43% de cobertura debido al daño por roedores. La floración ocurrió entre el 15 y el 20 de diciembre y dependió del fotoperíodo corto. La floración fue atacada por trips (*Frankliniella occidentalis*) y chapulines

(*Melanoplus* spp.). El rendimiento de semillas crudas (133 kg/ha) fue similar en los lotes provenientes de plantas previamente establecidas (lotes 1 y 2) mientras que el lote 3 produjo 31 kg/ha, debido al daño por roedores. La pureza física fue alta en todos los lotes, con un rango entre 95 y 97%. La germinación de las semillas sin escarificar fue baja (11% - 18%), pero cuando se escarificó con ácido sulfúrico alcanzó un valor entre 79% y 87%.

Summary

During 2003, the production and quality of seeds were evaluated in three plots of *Centrosema macrocarpum* CIAT 5713, [L1 (vegetative) = planted in 2001, L2 (vegetative) = planted in 2002 and L3 = planted in 2003], in a ferric Cambisol in Campeche (Mexico), located 19° 44' North latitude and 90° 26' West longitude, at 15 m.a.s.l. with a tropical sub-humid climate AW₁, 1200 mm rainfall and 26 °C annual temperature. The results showed that Plots 1 and 2 presented a 90% covering, while Plot 3 presented less than 43% of covering due to the damage by rodents. Flowering appeared between 15th - 20th December and depended on the short photoperiod. Flowering was attacked by trips (*Frankliniella occidentalis*) and chapulines (*Melanoplus* spp.). The raw seed yield (133 kg/ha) was similar in the plots coming from previously established plants (Plots 1 and 2) while Plot 3 produced 31 kg/ha, due to the damage by rodents. The physical purity was high in all plots, ranging between 95 and 97%. The germination of the seeds without scarification was low (11% - 18%), but when scarified with sulfuric acid it reached a value between 79% and 87%.

Referencias

- Aguirre R. y Peske. S. T. 1988. Manual para el beneficio de semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 248 p.
- Alpuche, C. F. 1999. Producción y calidad de semillas de cinco leguminosas forrajeras tropicales. Tesis de licenciatura. Instituto

- Tecnológico Agropecuario. Chiná, Campeche. 85 p.
- Argel, P; Peralta, A; y Pizarro, E. 1988. Experiencia regional con *Centrosema*: América Central y México. CIAT. Cali, Colombia, p 38 p.
- Carvajal, A. J. 1988. Caracterización fenológica de ocho leguminosas. Ensayo regional de apoyo. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). INIFAP-SARH. Veracruz, México. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 4 p.
- Carvajal, A. J.; Lara del Río, M.; y Novelo, C. J. 2004. Producción de semilla de lotes de *Centrosema macrocarpum*. En: XL Reunión de Investigación Pecuaria. Yucatán 2004. Mérida, Yucatán, México. p. 188.
- Copeland, L. O. 1985. Principles of seed science and technology. Burgess pub. Co. Estados Unidos. p. 104.
- Faria, M. J.; García, A. L.; y Gonzáles, B. 1996. Métodos de escarificación en semillas de cuatro leguminosas forrajeras tropicales. Rev. Facultad de. Agronomía de Venezuela 13: 573-579.
- Ferguson, J. 1988. La calidad de la semilla en el establecimiento de pasturas tropicales. En: Establecimiento y renovación de pasturas. Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Red Internacional de evaluación de pastos tropicales (RIEPT). Sexta Reunión del Comité Asesor. CIAT, Cali, Colombia. p. 20-51.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1985. International rules for seed testing. Seed Sci. Tech. 13 (20): 299-590.
- Mannetje L't y Jones, R. M. 1992. Plant resources of south East Asia. no. 4. Forages. Pudoc Scientific Publisher. p. 82.
- Peralta, M. A. 1991. Producción de semilla de especies forrajeras tropicales. Informe del Programa de Forrajes y Pastizales. Campo experimental Iguala, Guerrero, México. INIFAP-SARH. 39 p.
- Salas, N. L.; Carvajal, J. J.; y Eúan, K. A. 1995. Producción y calidad de semilla de seis leguminosas forrajeras tropicales. VI Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Agropecuario. Roque, Celaya, Guanajuato. p. 183.
- Skerman, P. J.; Camerún, D; y Riveros, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. *Centrosema* spp. Colección FAO: Producción y protección vegetal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Roma. 265-285 p.
- Toledo, J. M. (ed). 1982. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT). 168 p.

Efecto del encharcamiento temporario sobre el rendimiento y la nodulación de *Stylosanthes guianensis* y *Arachis pintoii*

E. M. Ciotti; C. H. Berg y M. E. Castelan*

Introducción

En la región del Nordeste argentino existe una alta proporción de suelos con horizontes de baja permeabilidad o en áreas deprimidas que provocan problemas de drenaje (Ligier, 2002). La producción ganadera en esta región es una de las actividades más importantes y de gran importancia en las economías provinciales, por tanto, es necesario encontrar especies forrajeras que se adapten a condiciones de encharcamiento o inundación temporaria. En la provincia de Corrientes, los campos bajos o humedales con suelos de escasa permeabilidad y anegamientos periódicos ocupan alrededor del 30% de la superficie (Canevari et al., 1999, Ligier, 2002).

En estos ambientes se encuentran numerosos géneros de leguminosas forrajeras, entre los que predominan *Stylosanthes* y *Arachis* (Ciotti et al., 1999; Schinini et al., 2004). El género *Stylosanthes* posee treinta especies; *S. guianensis* (Aubl) Sw., está compuesta por seis variedades botánicas: *guianensis*, *gracilis*, *intermedia*, *robusta*, *dissitiflora* y *longiseta* (t. Mannetje, 1977), todas ellas con alto potencial forrajero. *Stylosanthes hamata* y *S. guianensis* se destacaron por su rendimiento de materia seca (MS) y adaptación entre siete especies evaluadas en suelos arenosos de la serie Ensenada Grande,

Udipsament argico del Norte de Corrientes (Ciotti et al. 1995, 1999). En la evaluación de cinco accesiones de *Stylosanthes* spp. con diferentes hábitos de crecimiento, mostraron ser promisorias las de hábito decumbente: *S. guianensis* CIAT 184 y cv. Graham.

El género *Arachis* es de taxonomía compleja (Menéndez y Mateu, 1995). Se divide en doce secciones o series, que contienen, a su vez, setenta y siete especies, siendo las de mayor interés forrajero *A. glabrata*, *A. marginata*, *A. prostrata* y *A. pintoii* (Krapovickas y Gregory, 1994). Entre las accesiones de *A. pintoii* evaluadas en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNNE) se destacan *A. pintoii* CIAT 17434 y 18748 por la producción de forraje que alcanzó, en promedio, 2.8 t/ha de MS por año, siendo, igualmente, las más vigorosas (Castelan, et al. 2000).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del encharcamiento temporario (transitorio) en el rendimiento de MS, la longitud de raíces y la nodulación en dos variedades de *Arachis pintoii* y de *Stylosanthes guianensis*, durante la fase de establecimiento.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en la Unidad Experimental de la Cátedra de Forrajicultura y Praticultura ubicada en el predio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Argentina, entre octubre de 2001 y febrero de 2002. El suelo pertenece a la serie Puerto Corazón, clasificado como Argiudol óxico, de textura franca arcillosa con 4 ppm de P

* Investigadores de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad del Nordeste (UNNE), Argentina.
ciotti@agr.unne.edu.ar

(Escobar et al., 1990). El área experimental se preparó mediante el pase de rastra para eliminar las malezas y la aplicación de cebos tóxicos granulados a base de sulfluramida para el control de hormigas. Las especies evaluadas fueron *Stylosanthes guianensis* cv. Graham y la accesión CIAT 184, y *Arachis pintoii* accesiones CIAT 17434 y 18748, establecidas en suelos encharcados y bien drenados. Los tratamientos aplicados consistieron en combinación de dos especies de leguminosas, dos accesiones o cultivares de cada una y dos niveles de agua en el suelo. El diseño experimental fue de bloques al azar con tres repeticiones en parcelas de 1 m².

Antes de la siembra, las semillas de *Stylosanthes* fueron escarificadas con agua caliente a 80 °C durante 10 min (Ciotti et al., 1998) y se inocularon con rizobios elaborados en el Instituto Agrotécnico Pedro Fuentes Godo de la UNNE. La siembra se realizó el 26 de noviembre de 2001, con una densidad de 3 kg/ha para *S. guianensis* a chorrillo continuo y de 3 semillas *A. pintoii* por sitio a 50 cm de distancia. En ambos casos, la profundidad de siembra fue de 2.5 cm. Después de la siembra se aplicó riego cada 2 días para asegurar la germinación y el establecimiento de las especies. El tamaño de parcela fue 1 m² y se realizó un corte.

Sesenta y cinco días después de la siembra se aplicó riego hasta el encharcamiento del suelo en los tratamientos correspondientes. Para mantener esta condición se construyeron barreras artificiales colocando al azar en el campo potes abiertos de plástico de 0.50 cm de diámetro. Esta condición se mantuvo durante 10 días, al final de los cuales se retiraron los potes y 7 días más tarde se cosecharon las plantas enteras (Whiteman et al., 1983). Se midió la altura de las plantas y se cosecho la biomasa verde a ras del suelo para determinar la producción de MS.

Las raíces fueron lavadas con agua y se determinó la longitud, la cantidad de nódulos y su ubicación.

Resultados y discusión

Las temperaturas registradas durante el periodo de la evaluación fueron similares a los promedios históricos. La precipitación total registrada fue de 550 mm, 23% menor que la serie histórica (710 mm) para el periodo de evaluación (Marín y Kraemer, 2002).

La germinación y el establecimiento de las especies fue bueno superando el 85% en todas las parcelas y no se registraron ataques de plagas ni enfermedades. Al momento de la siembra el suelo presentaba condiciones adecuadas de humedad, lo que favoreció el establecimiento entre noviembre y diciembre de 2001. En los tratamientos de anegación se observó que todas las plantas de *A. pintoii* comenzaron a florecer a partir del segundo día después de la aplicación de este tratamiento y continuó durante el tiempo de aplicación, lo que no sucedió con las plantas en suelo no anegado. Esto posiblemente tiene aplicaciones prácticas en la inducción de la floración y en la producción de semillas de esta leguminosa. Se observó, también, un incremento en la producción de macollos a partir del tercer día de inundación, tanto en *A. pintoii* como en *S. guianensis*. No obstante, en el follaje de ambas leguminosas se presentó un ligero amarillamiento por el exceso de humedad, lo que coincide con lo observado por Brolmann (1977), Whiteman et al. (1983) y Carvalho y Schank (1989) en estudios de tolerancia a inundación de leguminosas forrajeras

No se detectaron diferencias significativas entre ambas accesiones en un mismo tratamiento ni en la interacción accesión por tratamiento. El coeficiente de variación en estas especies, para las variables rendimiento de materia seca y longitud de raíces fue alto (30%). En otros ensayos de campo se comprobó que *Arachis pintoii* no fue afectado por el encharcamiento pues el vigor de las plantas en sitios de pendiente o bajo fue similar. El maní forrajero se destacó por presentar buena producción de forraje y alta capacidad para cubrir el suelo (Castelan, comunicación personal) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción de MS, desarrollo de plantas y nodulación de accesiones de *Arachis pintoi* con y sin encharcamiento del suelo.

Tratamiento		MS (g/m ²)	Altura de plantas (cm)	Long. de raíces (cm)	Número de nódulos/planta
Nivel hídrico	Accesiones (no. CIAT)				
Sin encharcar	18748	1.00a*	21.17 a	9.17 a	56.33 a
	17434	1.67 a	26.58 a	10.33 a	53.33 a
Encharcado	18748	2.08 a	24.83 a	11.33 a	68.00a
	17434	2.33 a	27.83 a	12.00a	54.17 a
D.M.S.		2.2	11.86	5.46	34.71

- Valores en la misma columna dentro del mismo tratamiento seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de de 't'.

Cuadro 2. Producción de MS, desarrollo de plantas y nodulación de accesiones de *Stylosanthes guianensis* con y sin encharcamiento del suelo.

Tratamiento		MS	Altura de plantas	Long. de raíces	Número de nódulos/planta
Nivel hídrico	Accesión	(g/m ²)	(cm)	(cm)	
Sin encharcar	CIAT 184	9.25 a*	31.00 a	16.42 a	376.67 a
	Graham	5.17 b	20.42 b	13.25 a	235.83 a
Encharcado	CIAT 184	7.00 ab	24.33 ab	15.00 a	277.50 a
	Graham	6.08 ab	24.25 ab	14.75 a	284.17 a
D.M.S.		3.86	9.72	4.09	188.3

- * Valores en la misma columna dentro del mismo tratamiento seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de de 't'.

Para *S. guianensis* no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en rendimiento de MS y altura de plantas entre accesiones en condiciones de encharcamiento, por el contrario, en condiciones normales de suelo la accesión CIAT 184 presentó mayor producción y mejor desarrollo que el cv. Graham (Cuadro 2), siendo las diferencias estadísticamente significativas. El índice de tolerancia relativa a inundación o relación entre los parámetros en suelo encharcado/suelo sin encharcar se incluyen en el Cuadro 3 y muestran que, *A. pintoi* fue menos afectado bajo condiciones de exceso de agua. *Arachis pintoi* CIAT 17434 produjo un mayor rendimiento de MS y *A. pintoi* CIAT 18748 presentó mayor longitud de raíces, lo que confirma su potencial forrajero en suelos tropicales con drenaje deficiente. Si bien *S. guianensis* es considerado de mediana tolerancia a inundación (McIvor, 1976; Whiteman et al., 1983), el cv. Graham presentó una relación > 1 , lo que sugiere un mayor grado de tolerancia (Cuadro 3). El porcentaje de nodulación radicular fue superior a 55% y similar en ambas accesiones. La buena

formación de nódulos de color rosado indica que esta especie se desarrolla en ambientes con anegamientos temporales (Brolmann, 1977; Peacock y Smith, 1992). Ocurrió un aumento en la floración en las especies sometidas a inundación. Además se observó un incremento en el macollaje y formación de raíces adventicias que comenzaron su desarrollo a los 3-4 días en *A. pintoi* y a los 6-7 días en *S. guianensis*.

Cuadro 3. Índice de tolerancia a inundación temporal de accesiones de *Arachis pintoi* y *Stylosanthes guianensis*.

Accesión	Índice de tolerancia en cada parámetro*		
	MS (g/m ²)	Longitud raíces (cm)	Número de nódulos/planta
<i>A. pintoi</i> CIAT 17434	2.08	1.16	1.01
<i>A. pintoi</i> CIAT 18748	1.39	1.23	1.21
<i>S. guianensis</i> cv. Graham	1.17	1.11	1.20
<i>S. guianensis</i> CIAT 184	0.75	0.91	0.74

- * Valores entre 1.2 y 2 indican tolerancia a inundación temporal, entre 0.6 y 1.1 tolerancia media y menores que 0.5 ausencia de tolerancia (Whiteman et al., 1983).

Conclusiones

El estrés por exceso de humedad no afectó el desarrollo ni el rendimiento de materia seca de *A. pintoi* CIAT 17434 y 18748.

En *S. guianensis* CIAT 184 y cv. Graham se detectaron diferencias entre accesiones y entre tratamientos.

Resumen

En la Unidad Experimental de la Cátedra de Forrajicultura y Praticultura de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Noedeste (UNNE), Argentina, entre octubre de 2001 y febrero de 2002 se determinó la tolerancia al encharcamiento temporal de *Stylosanthes guianensis* cv. Graham y la accesión CIAT 184, y *Arachis pintoi* accesiones CIAT 17434 y 18748, establecidas en suelos franco arcillosos. El área experimental se preparó mediante el pase de rastra para eliminar las malezas. Los tratamientos aplicados consistieron en combinación de dos especies de leguminosas, dos accesiones o cultivares de cada una y dos niveles de agua en el suelo. El diseño experimental fue de bloques al azar con tres repeticiones en parcelas de 1 m². El estrés por exceso de humedad no afectó el desarrollo ni el rendimiento de materia seca de *A. pintoi* CIAT 17434 y 18748. En *S. guianensis* CIAT 184 y cv. Graham se detectaron diferencias entre accesiones y entre tratamientos.

Summary

In the Experimental Unit of Cátedra de Forrajicultura y Praticultura de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Noedeste (UNNE), Argentina, between October 2001 and February 2002, the tolerance of *Stylosanthes guianensis* cv. Graham and the accession CIAT 184, and *Arachis pintoi* accessions CIAT 17434 and 18748, established in flooded and well drained franc loamy soils were determined. The experimental area was prepared using trail passes to eliminate weeds. The applied treatments were the combination of two species of legumes, two

accessions or cultivars of each and two levels of water in the soil. The experimental design was random blocks with three repetitions in 1m²-parcels. The stress for excess of humidity neither affects the development nor the yield of dry matter of *A. pintoi* CIAT 17434 and 18748. In *S. guianensis* CIAT 184 and cv. Graham, differences between accessions and treatments were detected.

Referencias

- Baruch, Z. y Fisher, M. J. 1992. Efecto del método de siembra y de la textura del suelo sobre el crecimiento y desarrollo de *Arachis pintoi*, CIAT, RIEPT Documento de Trabajo n° 117: 527-538.
- Brolmann J.B. 1977. Flood tolerance in *Stylosanthes*, a tropical legume. Soil and Crop Soc of Florida Proceedings. 37:37-39.
- Burkat, A 1952. Las leguminosas silvestres argentinas cultivadas: 305-308. Editorial, ACME AGENCY. Buenos Aires, Argentina.
- Canevari, P; Blanco; D.E.; Buker, E.; Castro, G. y Davidson, J .1999. Los humedales de la Argentina. Wetlands Inter. Public. 46.
- Carnevali, R. 1994. Fitogeografía de la Provincia de Corrientes, Gob. Prov de Corrientes-INTA.
- Carvalho, L.J.C.B. y Schank, S.C. 1989. Effect of water stress on the growth of *Stylosanthes hamata* (L) Taub. cv Verano and *S. guianensis* (Aubl.) Sw. cv Schofield Trop.Agric.(Trinidad) Vol 66 (2): 105- 109.
- Castelan, M.E.; Ciotti, E.M.; Tomei, C.E., y Quinteros, G. 2000. Evaluación agronómica de *Arachis pintoi*. Resúmenes Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas. Fac. Cs. Agrarias UNNE: 83.
- Ciotti, E.M.; Tomei, C.E.; Castelan, M.E, y Capurro, R.M. 1995. Evaluación agronómica de *Stylosanthes* spp en el Noroeste de Corrientes. Rev Arg. Prod An. 15(1): 310-312.

- Ciotti, E.M, Castelán, M.E, Tomei, C.E. 1998 . Rendimiento de forraje de introducciones de *Stylosanthes* bajo corte en el N.O. de Corrientes. Rev. Arg. Prod. An. 18(1):164-165.
- Ciotti, E.M, Castelán, M.E, Tomei, C.E, Benitez, J. 1998. Efecto de la densidad de siembra sobre el desarrollo de plantas de *Stylosanthes guianensis* CIAT 184. Décima Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas. FCA. UNNE: 57.
- Ciotti, E.M.; Tomei, C.E.; y Castelán, M.E. 1999. The adaptation and production of some *Stylosanthes* species in Corrientes, Argentina. Tropical Grasslands 33:165-169.
- Crawford, R.M.M. 1993. Plant survival without oxygen. Biologist 40 (3):110- 114.
- Cook, B.G.; Jones, R.M.; y Williams, R.J. 1993 Biology and Agronomy of Forage *Arachis* : Chapter 14:158-168 .
- Escobar, E.H.; Ligier, H.D.; y Matteio, H.R. 1990. Suelos de la Provincia de Corrientes, Atlas de suelos de la República Argentina, SAGyP – INTA-CIRN. Tomo 1: 517-590.
- Krapovickas, A. y Gregory, W.C. 1994, Taxonomía del género *Arachis* (Leguminosae). Bonplandia 1-4:15-81.
- Ligier D. 2002. Análisis ambiental productivo de sistemas alternativos a la ganadería en la Provincia de corrientes. Reunión de Grupo Técnico en forrajeras del Cono Sur-Zona Campos: 60-66.
- Mannetje' t, L. 1977. The effect of photoperiod on flowering growth habit and dry matter production in four species of genus *Stylosanthes*. Sw. Aust. J. Agric. Res. 16 (5): 767-771.
- Marín, A.R y Kraemer, A 2002. Parámetros climáticos de la campaña 2001/02 y su efecto sobre la producción. Proyecto Arroz, Vol X: 1-6.
- Menéndez, J. y Matéu, J-L. 1995. *Arachis* Forrajero, Pastos y Forrajes, 18: 199-206. Estación Experimental Indio Hatuey. Matanzas, Cuba.
- Peacock, A. y Smith, F.T. 1992. Evaluation of pasture legumes on a seasonal flooded heavy clay soil in South East Queensland Austr. Plant. Introd. Rev. 23: 20-31.
- Schinini, A; Ciotti, E.M.; Tomei, C.E.; Castelan, M.E.; y Hack, C.M. 2004. Especies nativas de campos bajos con potencial valor forrajero. Agrotecnia 12:18-22.
- Whiteman, P.C.; Seithheko, M.; y Siregar, M.E. 1983. Comparative Flooding Tolerance of Tropical Pasture Legumes Proceed. XV International Grassland Congress. Kentucky USA: 393-395.

Producción de biomasa y valor nutritivo de bancos de proteína establecidos con especies forrajeras para corte y acarreo en el Piedemonte amazónico de Colombia*

J. C. Suárez**, Bertha L. Ramírez*** y J. E. Velásquez***

Introducción

La ganadería de doble propósito es un sistema de producción consolidado en el Piedemonte amazónico colombiano que depende casi exclusivamente del uso de pasturas introducidas, principalmente del género *Brachiaria*. No obstante la producción animal en estas pasturas es afectada por la degradación ocasionada por el pisoteo animal y la ausencia de prácticas adecuadas de manejo. En estas condiciones la utilización de árboles y arbustos forrajeros en sistemas agroforestales o como bancos de proteína es una alternativa viable para mantener o mejorar la productividad animal (Ibrahim et al., 1999; Fujisaka et al., 2004) y garantizar la sostenibilidad (Roggero et al., 1996; Sánchez, 1999). Las leguminosas forrajeras *Cratylia argentea* (Lascano, 1995), *Clitoria fairchildiana* (Cipagauta et al., 2002), *Erithryna fusca* (Rodríguez y Cuellar, 1993), *Trichantera gigantea* (Ciapagauta y Velásquez, 2004) y *Gliricidia sepium* (Ibrahim et al., 1999; Navas et al., 2001) han mostrado excelente desempeño bajo diferentes condiciones de

manejo, según la región agroecológica, el tipo de suelo y los sistemas de manejo. El objetivo del presente estudio fue evaluar la producción de biomasa y la calidad forrajera de cinco especies arbóreas y arbustivas establecidas como banco mixto de proteína para corte y acarreo en dos suelos del Piedemonte amazónico colombiano.

Materiales y métodos

Localización. El trabajo se realizó en el municipio de Florencia (Caquetá), en una zona clasificada como bosque húmedo tropical, entre 250 y 400 m.s.n.m., con una precipitación promedio anual de 3600 mm, una temperatura de 26 °C y una humedad relativa del 80%. Los suelos son arcillosos, ácidos (pH = 4.6), pobres en fósforo (< 1.7 ppm) y con altos contenidos de aluminio (> 3.2 meq/100 g) y hierro (> 72.2 meq/100 g). El ensayo se replicó en suelo con condiciones fisiográficas distintas: en un mesón en pendiente ubicado en la granja Balcanes de la Universidad de la Amazonía, que fue preparado manualmente mediante el uso de pala hasta una profundidad de 25 cm; y en una terraza localizada en la granja Santo Domingo de la misma Universidad, preparado mediante un pase de rastra y dos pases de arado-cinzel a 30 cm de profundidad. En cada sitio, el terreno se dividió en el sentido de la pendiente, en cuatro parcelas de 10 x 20 m (200 m²) y previo a la siembra se aplicaron 2.5 t/ha de cal dolomítica y 350 kg/ha de fosforita Huila (8% de P).

* Resultados parciales de un proyecto CO- 010402 financiado por el gobierno de Holanda y por las entidades ejecutantes: CIPAV, Universidad de la Amazonia, CIAT, CATIE y la Universidad de Wageningen.

** Ingeniero Agroecólogo de la Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá, Colombia.

*** Profesores Asociados de la Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá, Colombia. e-mail: elerapa@hotmail.com; jaimeverre@uniamazonia.edu.co

Establecimiento y evaluación. Para el establecimiento se utilizaron estacas de 50 cm de *Erythrina fusca* (pizamo) y *Trichantera gigantea* (nacedero), previamente sembradas en bolsas de 2 kg que contenían 2 partes de suelo, dos partes de gallinaza y una de arena, y plántulas de *Clitoria fairchildiana* (bohio), *Cratylia argentea* (cratilia) y *Gliricidia sepium* (matarratón) pregerminadas por semilla sexual en pelets de reforestación. Las plántulas fueron sembradas en surcos a 1 m de distancia, distribuyendo el matarratón en los dos surcos externos e intercalando tres surcos de nacedero entre tres surcos de bohio, uno de pizamo y uno de cratilia. La distancia entre plantas de la misma especie fue de 1 m en cada surco. Al momento de la siembra se aplicaron en el fondo del surco 50 kg/ha de D.A.P. (18% de N, 20% de P) y 50 kg/ha de urea.

La determinación de la producción de materia seca (MS) total por año se hizo mediante el corte cada 90 días de 7 plantas/surco en cada repetición por sitio, a 1 m de altura sobre el nivel del suelo. Las muestras se separaron en sus componentes de hojas y tallos y se tomaron submuestras de 200 g para determinar el peso seco en horno a 70 °C por 72 h. La calidad del forraje fue determinada en el Laboratorio la Universidad Nacional midiendo la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), la proteína cruda (PC) por el método de Kjeldhal (Licitra et al., 1996; A.O.A.C., 1984) la fibra en detergente neutra (FDN) y en detergente ácido (FDA) (Van Soest, et al., 1991), la materia orgánica y el fósforo (A.O.A.C, 1984) y el calcio (Stahr, 1991). Los tratamientos en cada sitio se dispusieron en bloques al azar, con cuatro repeticiones. Los resultados fueron analizados por la prueba de 't' para determinar efecto de tipo de suelo en la producción de MS.

Resultados y discusión

Producción de materia seca. Inicialmente la frecuencia programada de los muestreos fue de 90 días, sin embargo debido a la alta tasa de recuperación de las especies y su variación entre sitios, los cortes fueron

realizaron entre 84 y 174 días de rebrote. Para efectos de comparación de los resultados, la producción de MS/especie fue ajustada a 90 días de rebrote, asumiendo linealidad en el crecimiento.

La producción total anual de MS fue significativamente ($P < 0.01$) más alta en los bancos de suelo pendiente que en los de terraza (12.3 ± 1.51 vs. 4.3 ± 0.41 t/ha). Contrario a lo esperado, la mayor producción de MS total en el año se presentó en los bancos de suelo en pendiente. Esto se debió, en parte, a que en este tipo de suelos se realizaron cuatro cortes, mientras que en el de terraza únicamente se efectuaron tres cortes durante el 2004 (Figura 1). De igual manera, se observa que la producción por corte, en general, fue mayor en el suelo pendiente.

Como consecuencia de un menor desarrollo de las plantas, el número de cortes fue inferior en el suelo de terraza, a pesar de que en ambos sitios la siembra se realizó en forma simultánea en la misma época. Esto podría ser explicado por el estrés por falta de agua debido a la compactación superficial de los suelos de terraza, como producto del mayor uso histórico de estos suelos que se evidencia en una menor infiltración de agua (2 mm/h) en comparación con los suelos de pendiente (6 mm/h).

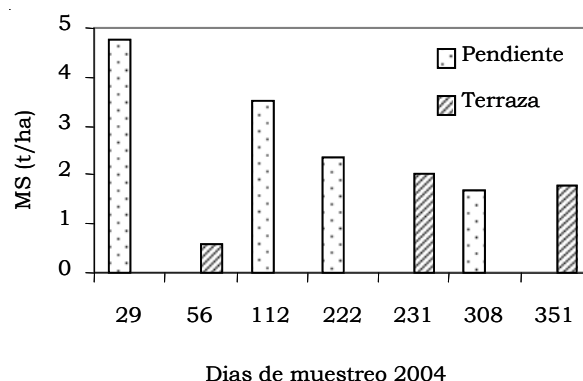


Figura 1. Promedio de producción de materia seca por corte de bancos de proteína de cinco especies arbóreas forrajeras en dos sitios del Piedemonte amazónico de Colombia, durante el 2004.

En general, *Cratylia* presentó la mayor producción de MS corregida a 90 días de edad del cultivo, superando tres veces la de nacedero (Cuadro 1). Sin embargo, la participación como componente del banco fue mayor con bohío (26.3 %), seguido por nacedero (22.1 %), *Cratylia* (20.95 %), matarratón (19.8 %) y pízamo (10.8 %). Es importante señalar que estos resultados son preliminares y los datos de producción corresponden a bancos con un poco más de 1 año de establecimiento y algunas especies como nacedero y pízamo requieren un periodo mayor para lograr estabilizar la producción. En el Piedemonte amazónico, Cipagauta y Orjuela (2003) encontraron mayores producciones de MS con *Cratylia* que con bohío, matarratón y nacedero. Pizarro et al. (1995) encontraron menores producciones de MS con *Cratylia* y matarratón que las encontradas en este estudio con estas mismas leguminosas. La mayor participación porcentual de bohío y nacedero como componentes del banco de proteína se explica por su mayor presencia en el arreglo espacial utilizado, 3:1 en relación con *Cratylia* y pízamo y 3:2 en relación con matarratón.

Calidad de las especies. La calidad de las especies no mostró diferencias significativas entre sitios (Cuadro 2). La relación hoja:tallo del forraje aprovechable de las especies en ambos sitios fue > 1 (Cuadro 1). En promedio, la mayor relación se observó en nacedero y pízamo, tanto para suelos de terraza como de mesón. Como era de esperar, en las hojas de todas las especies se encontró un mayor porcentaje de PC, DIVMS y Ca y una menor

concentración de fibras (FDN y FDA) que en los tallos. *Trichantera gigantea*, aunque no presentó el más alto contenido de PC, sí presentó la digestibilidad y los contenidos de calcio y fósforo más altos tanto en hojas como en tallos, lo que permite considerarla como una especie forrajera promisoriosa para dietas de vacas en sistemas doble propósito. Los valores más altos de proteína se encontraron en matarratón (19.6%) y los menores en bohío y *Cratylia* (15%). Cipagauta y Orjuela (2003) encontraron en el Piedemonte amazónico una mayor DIVMS para nacedero (86%), matarratón (67%), *Cratylia* (50) y bohío (37%) que los encontrados en este estudio para las mismas leguminosas. Igualmente, estos autores encontraron que la PC de *Cratylia* y bohío (18%) era más alta, aunque para nacedero (14%) es más baja. Es evidente que por la calidad media y sus relativas altas producciones de forraje encontradas en el presente trabajo, las especies arbóreas evaluadas presentan un alto potencial forrajero como complemento de las gramíneas de baja calidad que normalmente son utilizadas en la región del Piedemonte amazónico de Colombia.

Conclusiones

Con este trabajo se contribuye al mejor entendimiento de los efectos de uso del suelo sobre la producción de biomasa de especies arbóreas forrajeras para el Piedemonte amazónico colombiano. La mayor producción de materia seca de los bancos mixtos de

Cuadro 1. Promedio de producción de materia seca anual por planta y porcentaje de participación en el banco de proteína de especies arbóreas forrajeras en sitios de mesón pendiente y terraza del Piedemonte amazónico colombiano.

Especie	Plantas/ha en banco	Producción MS (g/planta)		Porcentaje del banco		Relación hoja/tallo	
		mesón	terrazab	mesón	terrazab	mesón	terrazab
<i>Gliricidia sepium</i>	2000	1128	704	18.3	21.3	1.67	1.26
<i>Clitoria fairchildiana</i>	3000	1214	509	29.6	23.0	1.86	1.29
<i>Trichantera gigantea</i>	3000	843	525	20.5	23.8	2.38	2.69
<i>Erithryna fusca</i>	1000	906	940	7.4	14.2	2.00	1.81
<i>Cratylia argentea</i>	1000	2978	1170	24.2	17.7	1.60	1.43

a. Acumulado de cuatro cortes corregidos a cortes de 90 días de rebrote.

b. Acumulado de tres cortes corregidos a 90 días de rebrote.

Cuadro 2. Promedio de composición química y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) de hojas y tallos de especies arbóreas forrajeras en el Piedemonte amazónico colombiano.

Especie	Componente	Composición química (%)						DIVMS (%)	
		PC	FDN	FDA	Ceniza	M.O.	Ca		P
<i>Clitoria fairchildiana</i>	Hoja	15.9	76.1	69.6	0.07	0.93	0.94	0.28	22.9
	Tallo	6.9	87.2	79.3	0.03	0.97	0.09	0.24	12.2
<i>Cratylia argentea</i>	Hoja	15.9	71.2	59.5	0.11	0.89	1.49	0.34	29.5
	Tallo	3.4	94.2	85.5	0.02	0.98	0.07	0.16	15.6
<i>Gliricidia sepium</i>	Hoja	19.6	58.1	45.8	0.08	0.93	1.31	0.26	44.5
	Tallo	7.0	62.3	73.5	0.04	0.97	0.10	0.28	32.1
<i>Trichantera gigantea</i>	Hoja	16.7	52.9	49.3	0.25	0.77	7.54	0.35	44.8
	Tallo	4.6	90.1	59.8	0.19	0.82	0.92	0.35	40.5
<i>Erythrina fusca</i>	Hoja	16.3	75.0	61.8	0.07	0.94	0.52	0.23	24.2

proteína con las especies evaluadas se encontró en suelos de mesón, debido a las diferencias históricas de uso de los suelos que condujeron a una mayor compactación en la terraza y por tanto a un posible estrés de sequía en los bancos sembrados en este suelo.

Summary

A study to determine the dry matter production and the forage quality of five fodder trees planted as a protein bank was carried out at the Balcanes Farm (in a sloped soil), and at Santo Domingo Farm (flat soil) by the Universidad de la Amazonia in Florencia, (Caquetá -Colombia). Four 200-m² plots were used per site, and three furrows of *Clitoria fairchildiana*, three of *Trichantera gigantea*, two of *Gliricidia sepium* and one of *Erythrina fusca* and *Cratylia argentea* were planted spaced 1 m between furrows and plants. The cumulative total dry matter yield in one year was significantly higher ($P < 0.01$) in the sloped area (12.3 t/ha) than in the flat area (4.3 t/ha). The percentage of leaves in the sloped banks was 64%, and 58% in the flat banks. Among species, *C. argentea* had the higher average production per plant (2074 g), followed by *E. fusca* (923 g), *G. sepium* (916 g), *C. fairchildiana* (861 g) and *T. gigantea* (684 g). In general, leaves had better quality than stems; the chemical analyses of crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, ashes, organic matter, calcium phosphorus and *in vitro* dry matter digestibility are presented for each species component.

Agradecimientos

Los autores agradecen, la ayuda económica y la colaboración del gobierno de Holanda; a Maria Cristina Amézquita, Directora Principal del Proyecto Captura de Carbono; a la Universidad de la Amazonia y a Juan Carulla de la Universidad Nacional.

Referencias

- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists). 1984. Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists, 14th ed.. Washington.
- Cipagauta, M.; Trochez, J. y Zuluaga, J. J. 2002. Especies de árboles y arbustos de mayor utilización en sistemas silvopastoriles del piedemonte caqueteño. En: Los sistemas silvopastoriles de la ganadería bovina del trópico bajo colombiano. Plan Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina. Manual técnico. p. 9-28.
- _____ y Orjuela, J. 2003. Utilización de técnicas agrosilvopastoriles para contribuir a optimizar el uso de la tierra en el área intervenida de la amazonia. Corpoica – Fonade – Plan Colombia. Edit. Florencia. 58 p.
- Cipagauta, M. y Velásquez, J. 2004. Contenido de taninos de especies arbóreas nativas e introducidas con potencial forrajero en el piedemonte amazónico colombiano. En:

- Hess, H. y Gómez, J. (Eds.) Taninos en la Nutrición de Rumiantes en Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) – Instituto de Ciencia Animal (ETH). Cali, Colombia. 58 p.
- Fujisaka, S.; Lara, D.; Reategui, K.; Montenegro, J.; Ventura, R.; Díaz, R. y White, D. 2004. The need for forage technologies in the Alto Mayo regio of the peruvian amazon. En: Holmann, F. y Lascano, C. (eds.) 2004. Feeding systems with forage legumes to intensify dairy production in Latin America and the Caribbean: A project executed by the Tropileche Consortium. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Tropileche Consortium, Cali, Colombia; SLP (System-wide Livestock Programme), Addis Ababa, Ethiopia; and ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya. 172 p.
- Ibrahim, M.; Camero, A.; Camargo, J. C.; y Andrade, H. J. 1999. Sistemas silvopastoriles en América Central: Experiencias de CATIE. Turrialba, Costa Rica. En: Primer Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal Sostenible. CIPAV. Cali, Colombia.
- Lascano, C. 1995. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. En: Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.) Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Embrapa, Cenargen, CPAC y CIAT. Memorias del Taller sobre *Cratylia* realizado el 19 y 20 de julio, Brasilia, Brasil. p 83-98.
- Licitra, G.; Hernández, T. M.; y Van Soest, P. J. 1996. Standardization of of procedures for nitrogen fraction of ruminant feeds. Anim. Sci. Tech. 57:347-348.
- Navas, A.; Pariño, H.; y Estrada, J. 2001. Producción de *Gliciridia sepium* (Matarratón) en bancos de alta densidad. Departamento de Sistemas de Producción. Universidad de Caldas, Manizales. 9 p.
- Pizarro, E. A.; Carvalho, M. A.; y Ramos A. K. B. 1995. Introducción y evaluación de leguminosas forrajeras arbustivas en el Cerrado brasileño. En: Pizarro, E. A. y Coradin, L (eds.). Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Embrapa, Cenargen, CPAC y CIAT, Memorias Taller sobre *Cratylia* realizado el 19 y 20 de julio, Brasilia, Brasil. p. 40-49.
- Rodríguez, L. y Cuellar, P. 1993. Evaluación de la Hacienda Arizona como un sistema integrado de producción animal sostenible. Documento interno (CIPAV). Cali, Colombia. 76 p.
- Roggero, P. P.; Bellón, S.; y Rosales, M. 1996. Sustainable feeding systems based on the use of local resources. En: Ruminant use of fodder resources in warm climate countries. IVth International Symposium on the Nutrition of Herbivores. Montpellier, France. Annales de Zootechnie, 45(1):105-118.
- Sánchez, D. 1999. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. En: Agroforesteria para la producción y sanidad animal en América Latina. Estudio FAO producción y sanidad animal no. 143. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Animal. Roma. p. 1-37.
- Stahr, H. M. 1991. Analytical methods in toxicology.
- Tilley, J. y Terry, K. 1963. A two stages technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18(2):131-136.
- Van Soest, P. J.; Robertson, J. B.; y Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583-3597.

Efeito da carga animal sobre o desempenho produtivo de ovinos deslanados em pastagens de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina

N. de L. Costa*, J. A. Magalhães**, R. G. de A. Pereira***, F. C. de Carvalho®, e C. R. Townsend***

Introdução

Na Amazônia, a pecuária é um das atividades que têm mais se expandido nos últimos anos. Todavia, devido ao expressivo fluxo migratório ocorrido nos anos setenta e oitenta, observa-se a predominância de pequenos produtores, os quais praticam uma agricultura de subsistência, inviabilizando a exploração de grandes ruminantes, tanto pela restrição de área como pelos altos investimentos que devem ser feitos. Nesse contexto, a criação de pequenos ruminantes surge como uma alternativa bastante viável, pois além de contribuir para aumentar a rentabilidade da atividade agropastoril, possui um cunho eminente social, representando mais uma fonte de proteína animal para alimentação do pequeno produtor (Pereira et al. 2000). Embora apresente moderado valor nutritivo, o capim *Andropogon gayanus* cv. Planaltina é uma das espécies de gramíneas forrageiras indicadas para a formação de pastagens na Amazônia, por ser pouco exigente em fertilidade do solo, apresenta boa tolerância ao fogo, exibe bom

potencial para produção de sementes, não apresenta problemas de fotossenibilização e possui resistência às cigarrinhas das pastagens (Costa et al., 2001).

Por outro lado, no manejo de pastagens a carga animal é um fatores mais importantes, pois influencia na utilização da forragem produzida, estabelecendo uma forte interação entre produção e qualidade de forragem, como resultado do crescimento das plantas após o pastejo, da defoliação e do consumo de forragem por parte dos animais (Tribe e Lloyd, 1962; Brown, 1977; Sharrow et al., 1981; Costa et al., 2004). Logo, a utilização da carga animal adequada, para cada tipo de pastagem, resultará na obtenção de maior produtividade animal por períodos de tempo relativamente longos.

Este trabalho teve por objetivo determinar a taxa de lotação mais adequada para pastagens de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, visando melhor performance animal e persistência da pastagem.

Material e métodos

O ensaio foi conduzido durante 10 meses no campo experimental da Embrapa Rondônia, localizado no município de Porto Velho (96.3 m de altitude, 8° 46' de latitude sul e 63° 5' de longitude oeste). O clima da região é tropical úmido do tipo Am, com precipitação anual de 2200 mm, estação seca bem definida (junho a setembro), temperatura média anual de 24.9°C e umidade relativa do ar média de 89%. O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo, textura argilosa, com as seguintes

* Eng. Agr., M.Sc., Embrapa Amapá, Caixa Postal 10, CEP 68902-208, Macapá, Amapá. E-mail: ewton@cpafac.embrapa.br

** Med. Vet., M.Sc., Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 341, CEP 64200-970, Parnaíba, Piauí. E-mail: avelar@cpamn.embrapa.br

***Zotec., M.Sc., Embrapa Rondônia, Caixa Postal 406, CEP 78900-970, Porto Velho, Rondônia. E-mails: cláudio@cpafro.embrapa.br e Ricardo@cpafro.embrapa.br

® Eng. Agr., D.Sc., Universidade do Vale do Acaraú, Sobral, Ceará.

características químicas: pH = 4.7, Al = 1.6 meq/100g, Ca + Mg = 1.2 meq/100 g, P = 2 ppm e K = 64 ppm.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por três taxas de lotação (6, 12 e 18 animais/ha). Cada tratamento teve um número fixo de animais (4/piquete), variando-se o tamanho da área em função das lotações testadas. O sistema de pastejo adotado foi o contínuo. Foram utilizados ovinos deslanados, machos, mestiços Morada Nova x Santa Inês, com faixa etária entre 5 e 7 meses. As pesagens foram realizadas a intervalos de 28 dias, após jejum de 14 a 16 horas. Todos os animais receberam os tratamentos sanitários de rotina, como vermifugação, mineralização e vacinação contra raiva e febre aftosa.

A disponibilidade de forragem, em termos de matéria seca (MS), foi estimada através do método da diferença (técnica do antes e depois) proposta por Gardner (1967). As amostras foram tomadas mensalmente, utilizando-se cinco marcos de 1 m² distribuídos ao acaso em cada piquete. O teor de N foi determinado pelo método micro-kjeldhal e o teor de proteína bruta (PB) foi obtido pela multiplicação do teor de N pelo fator 6.25 (Silva, 1990). Foram avaliados os seguintes parâmetros: ganho de peso vivo por animal e por unidade de área, disponibilidade de forragem, teor e produção de PB.

Resultados e discussão

No período seco o peso final dos animais não foi afetado ($P > 0.05$) pelas diferentes taxas de lotação. Já, os maiores ganhos/animal por dia foram verificados com a utilização de 6 (53.3 g) ou 12 animais/ha (44.2 g). A carga alta face a menor oportunidade de seleção e baixa disponibilidade de forragem, consequência da maior pressão de pastejo implicou no menor ganho (25 g). Por outro lado, os ganhos/ha por dia e ha/período foram significativamente incrementados ($P < 0.05$) pela carga animal, sendo os maiores valores registrados com 12 (530.4 g/ha por dia e 63.6 kg/ha) e 18 animais/ha (450 g/ha por dia e 54 kg/ha) (Tabela 1).

Durante o período chuvoso não observou-se efeito significativo ($P > 0.05$) da taxa de lotação sobre os pesos iniciais dos animais. Com relação aos pesos finais, o maior valor foi obtido com a utilização de 6 animais/ha (35.5 kg), vindo a seguir 12 animais/ha (31.9 kg) e, por último, 18 animais/ha (26 kg). A carga animal afetou o ganho de peso/animal por dia; o maior valor ($P < 0.05$) foi observado com 6 animais/ha (67.3 g). Já, os maiores ganhos/ha por dia e por ha/período foram registrados com 12 animais/ha (567.6 g e 85.1 kg) (Tabela 1).

Em geral, os ganhos/animal e, notadamente, os ganhos/ha foram bastante satisfatórios, sendo superiores aos relatados por outros autores (Tribe e Lloyd, 1962; Brown, 1977). Carrion et al. (1985) em pastagens de *Brachiaria humidicola*, durante o período chuvoso,

Tabela 1. Efeito da carga animal sobre o ganho de peso de ovinos deslanados em pastagens de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina.

Variáveis	Período seco ^a			Período chuvoso ^b		
	Carga animal (anim/ha)			Carga animal (anim/ha)		
	4	12	18	4	12	18
Peso inicial (kg)	19.0 a [*]	19.5 a	20.4 a	25.4 a	24.8 a	23.4 a
Peso final (kg)	25.4 a	24.8 a	23.4 a	35.5 a	31.9 b	26.0 c
g/an/dia	53.3 a	44.2 a	25.0 b	67.3 a	47.3 b	17.3 c
g/ha/dia	319.8 c	530.4 a	450.0 b	403.8 b	567.6 a	311.4 c
kg/ha/período	38.4 c	63.6 a	54.0 b	60.6 b	85.1 a	46.7 c

* Médias nas linhas seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0.05$) pelo teste de Duncan.

a. Maio a setembro = 411 mm. b. Outubro a fevereiro = 1603 mm

obtiveram ganhos de 33.7, 47.4, 33.4 e 30.7 g/animal por dia, respectivamente para cargas de 6, 12, 18 e 24 ovinos/ha; já, no período seco a perda de ganho de peso variou entre 35.8 a 14.2 g/animal por dia.

A disponibilidade inicial de forragem não apresentou diferenças significativas ($P > 0.05$) entre tratamentos, o que evidencia a uniformidade das pastagens no início do experimento. No período seco, bem como no final do período experimental, cargas de 6 animais/ha proporcionaram os maiores ($P < 0.05$) rendimentos de MS. Já, durante o período chuvoso a maior disponibilidade ($P < 0.05$) foi observada com carga de 6 animais/ha (7.22 t/ha), vindo a seguir 12 animais/ha (5.94 t/ha), ficando a carga alta com o menor valor (2.70 t/ha) (Tabela 2).

Estes resultados demonstram que a utilização de cargas superiores a 12 animais/ha são inviáveis, já que resultam em decréscimos significativos ($P < 0.05$) da disponibilidade de forragem caracterizando, desta forma, o início do processo de degradação da pastagem. A disponibilidade final de forragem foi severamente comprometida (0.55 t/ha) com a utilização de 18 animais/ha, o que inviabilizou a continuidade do experimento. Resultados semelhantes foram relatados por Brown (1977), Carrion et al. (1985) e Smith et al. (1986). Tribe e Lloyd (1962) avaliando três cargas animais (3, 9 e 18 ovinos/ha), em pastagens de *Lolium perenne* (azevem), verificaram uma disponibilidade de forragem igual a zero, com a utilização da carga alta.

Tabela 2. Disponibilidade de matéria seca (t/ha) de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, em função da carga animal sobre o ganho de peso de ovinos deslanados.

Carga animal (animal/ha)	Inicial	Período seco ^a	Período chuvoso ^b	Final
6	12.81 a	4.76 a	7.22 a	5.15 a
12	11.57 a	3.95 ab	5.94 b	4.30 a
18	12.30 a	3.18 b	2.70 c	0.55 b

* Médias nas colunas seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0.05$) pelo teste de Duncan.

a. Maio a setembro = 411 mm. b. Outubro a fevereiro = 1.603 mm

No período seco o maior teor de PB ($P < 0.05$) foi obtido com a carga de 18 animais/ha (9.3%), enquanto que no período chuvoso os maiores valores foram registrados com 18 animais/ha (10.3%) e 12 animais/ha (9,3) (Tabela 3).

Considerando-se que um teor mínimo de 7% de PB é requerido para atender as necessidades proteicas dos animais (Minson, 1984), desde que haja um consumo satisfatório de forragem, verifica-se que em todas as taxas de lotação testadas e nos dois períodos de avaliação essa exigência foi plenamente atendida.

Conclusões

- O aumento da carga animal reduziu significativamente a disponibilidade de forragem, e o ganho de peso diário dos ovinos, contudo implicou na obtenção dos maiores teores de proteína bruta;
- A carga animal de ovinos deslanados mais adequada para pastagens de *A. gayanus* cv. Planaltina foi de 12 animais/ha, a qual além de assegurar a persistência da pastagens, proporcionou melhor desempenho animal durante o ano;
- A utilização de 18 animais/ha mostrou-se inviável, já que resultou num processo de degradação completa da pastagem.

Tabela 3. Teor de proteína bruta (%) de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, em função da carga animal sobre o ganho de peso de ovinos deslanados.

Carga animal (anim/ha)	Inicial	Período seco ^a	Período chuvoso ^b	Final
6	9.40 a	7.91 b	8.54 b	8.96 a
12	9.17 a	8.05 b	9.27 a b	8.54 a
18	9.72 a	9.30 a	10.31 a	8.33 a

* Médias nas colunas seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0.05$) pelo teste de Duncan.

a. Maio a setembro = 411 mm. b. Outubro a fevereiro = 1.603 mm

Resumen

En un Latosolo Amarelo del campo experimental de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Rondônia), Porto Velho (96.3 m de altitude, 8° 46' de latitude sul e 63° 5' de longitude oeste) se evaluaron las ganancias de peso y la producción y calidad del *Andropogon gayanus* cv. Planaltina sometido a diferentes cargas animal (6, 12 y 18 ovinos/ha). Cada tratamiento consistió en un área (potrero) que fue variable de acuerdo con la carga animal evaluada en un sistema de pastoreo continuo. Se utilizaron ovinos machos deslanados con edades entre 5 y 7 meses y peso promedio inicial entre 19 y 20 kg, que fueron pesados cada 28 días. Durante la época seca la mayor ganancia de peso vivo animal (44.2 g/día) se encontró en la carga de 12 ovinos/ha vs. la carga alta de 18 bovinos/ha (25 g/día). En la época de lluvias estas ganancias fueron, respectivamente, de 47 y 17 g/día. Después de 10 meses de evaluaciones se encontró que, la carga animal más adecuada fue de 12 ovinos/ha; cargas más altas resultaron en una reducción significativa de la ganancia diaria de peso vivo y de la producción de MS de la pastura.

Summary

The weight gains, yield, and the quality of *Andropogon gayanus* cv were evaluated in a yellow Latosol of the experimental field of the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Rondônia), Porto Velho (96.3 m.a.s.l., 8° 46' South latitude and 63° 5' West longitude). Planaltina was submitted to different animal stocking rates (6, 12 and 18 sheep/ha). Each treatment consisted on a variable area (lot) according to the animal stocking rate, evaluated in a continuous grazing system. Male sheared sheep, 5-7 months old, with an average initial weight between 19 and 20 kg, were weighed every 28 days. During the dry season, the better gain of animal live weight (44.2 g/day) was found in the 12 sheep/ha stocking vs. the high load of 18 sheep/ha (25 g/day). In the rainy season, these gains were,

respectively, 47 and 17 g/day. After 10-month evaluations, it was found that the most appropriate animal stocking rate was 12 sheep/ha; higher loads presented a significant reduction in the daily gain of live weight and in the pasture DM yield.

Referências

- Brown, T. H. 1977. Comparison of continuous grazing and deferred autumn grazing of merino ewes and lambs at 13 stocking rates. Aust. J. Agric. Res. 28:947-961.
- Carrion, T. L.; Piñon, J. M. J.; e Crespo, J. G. 1985. La carga animal en los pastos naturales y su influencia en la producción de ovinos. Anales del Instituto Nacional de Invertigación Agrária, Caracas. 22(1):51-79.
- Costa, N. de L.; Magalhães, J. A.; Pereira, R. G. de A.; Townsend, C. R.; e Mattei, D. A. 2004. Efeito da carga animal sobre o ganho de peso de ovelhas em pastagens de *Brachiaria humidicola* na Amazônia. En: Zootec 2004, Anais, Brasilia.ABZ/UPIS, 1-5. Cd-rom.
- Costa, N. de L.; Townsend, C. R.; Magalhães, J. A.; e Pereira, R. G. de A. 2001. Formação e manejo de pastagens de capim-andropogon em Rondônia. Porto Velho, RO. Embrapa Rondônia. Recomendações Técnicas no. 25. 2 p.
- Gardner, A. L. 1967. Estudio sobre los métodos agronómicos para evaluación de pasturas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA Zona Sur) de la OEA. Montevideo. p. 55-65.
- Minson, D. J. 1983. Effects of chemical and physical composition of herbage eater upon intake. En: Hacker, J. B. (ed.). Nutritional limits to animal production from pasture. Farnhan Royal, Reino Unido, Commowalth Agriculture Bureaux. p. 167-162

- Pereira, R. G. de A., Magalhães, J. A., Tavares, A. C., Costa, N. de L.; e Townsend, C. R. 2000. Ovinos deslanados: alternativa para agricultura familiar. *Agropecuária Catarinense* 13(1):15-17.
- Sharrow, S. H.; Krueger, W. C; e Thetford, F. O. 1981. Effects of stocking rate on sheep and hill pasture performance. *J. Anim. Sci.* 52:210-217.
- Silva, D. J. 1990. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 1990. 2 ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Imprensa Universitária. 165 p.
- Smith, H. R.; Bransby, D. I.; e Tainton, N. M. 1986. Response of lambs to continuous and rotational grazing at four grazing intensities on midmar italian ryegrass. *J. Grassl. Soc. South. Afr.* 3(1):56-60.
- Tribe, D. E. e Lloyd, A. G. 1962. Effect of stocking rate on the efficiency of fat lamb production. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 28(4):274-278.

Nota de Investigação

Teores de proteína bruta, extrato etéreo e minerais de gramíneas nativas *Paspalum repens* e *Paspalum Fasciculatum* de ecossistemas de Várzea do Baixo Amazonas, Pará, Brasil

Cardoso, E. C.*; Braga, E.*; Camarão, A. P.**; Moreno, W. C.***; Moutinho, J.***; Souza, S. S.***; Minervino A. H. H.  e Ferreira, G. D. G*

Introdução

A baixa amazônica é caracterizada por inúmeros rios e igarapés, sendo o Amazonas o que deságua maior volume de água para o mar, conseq ncia dos processos de erosão na cordilheira dos Andes, sendo intensa a alta carga de sedimentos orgânico-minerais. Os ecossistemas de várzea da Amazônia caracterizam-se por possuirem acúmulo desses sedimentos, que se depositam durante as inundações periódicas do rio (Nascimento e Homma, 1984, Camarão e Souza Filho, 1999) e as pastagens nativas que compõem o estrato herbáceo têm representado um papel fundamental no desenvolvimento da bubalinocultura. Todavia, o fator limitante para a utilização das pastagens no período das chuvas (janeiro a junho)   a inundação pelas águas dos rios (Camarão et al, 1997) e a produção nestas localidades é dependente da intera o existente entre os fatores climáticos, fertilidade dos solos, espécies forrageiras e período de inundação destas áreas. Camarão et al. (1997) estudando a

composição bot nica da pastagem nativa de várzea, verificaram que as espécies mori (*Paspalum fasciculatum* -37.4 %) e perimembeca (*Paspalum repens* -22.1 %) estavam entre as mais freqüentes encontradas na região. O presente estudo teve como propósito avaliar o teor proteína bruta (PB), extrato etéreo e minerais nas forrageiras de várzea *Paspalum repens* ('Perimembeca') e *Paspalum fasciculatum* ('Mori') de acordo com o período de corte a que foram submetidas na região do Baixo Amazonas comumente utilizadas na alimenta o de bubalinos durante o período seco do ano, correspondentes aos meses de junho a dezembro.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido durante 2003 e 2004 no campo experimental do Baixo Amazonas (2 23' de latitude sul e 54 20' de longitude oeste), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Amazônia Oriental), município de Monte Alegre, Pará, Brasil, com clima tipo Ami. Os solos predominantes são dos tipos Glei H mico e Glei Pouco H mico (Inceptissolos) com as seguintes caracter ticas físicas e químicas: argila (14% a 60%), pH (4 a 5.3), matéria org nica (1% a 4.39%), Al (0 a 35 mmol/kg), Ca (11 a 89  mol/kg), saturação de alumínio (0 a 84 g/kg) e P (12.2 a 72.4 mg/kg), sendo considerados de boa fertilidade.

As amostras de forrageiras foram colhidas nos meses de julho de 2003 (final do período chuvoso), setembro de 2003 (período seco) e janeiro de 2004 (início do período

* Professores Pesquisadores, Setor de Zootecnia. Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA. Instituto da Saúde e Produção Animal - ISPA. Caixa Postal 917. Belém, Pará, Brasil. 66077-530.

** Pesquisador. Embrapa-Amazônia Oriental. Caixa Postal 48, Belém, Pará, Brasil.

*** Discentes do Curso de Graduação de Zootecnia e Agronomia. Bolsistas PIBIC/CNPq/UFRA.

  Médico Veterinário. Discente do Curso de Especialização em Produção e Saúde Animal. UFRA.

chuvoso) sendo considerado dez lançamentos de um quadrado (40 cm x 40 cm) na área do pastoreio que após serem individualmente pesadas, deram origem quatro amostras por período. Após o corte, as amostras foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar (65 °C) por 72 h no campo experimental e seguiram para o Laboratório de Nutrição Animal do ISPA na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) onde foram moídas em peneira com crivo de 1 mm e acondicionadas em frascos de vidro, para posterior determinação de proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) seguindo as descrições de Silva (1998). Também foram realizadas análises dos seguintes minerais: cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe), cobalto (Co) e manganês (Mn) pela técnica de espectrofotometria de absorção atômica em chama (Varian SpectrAA-220), sódio (Na) e potássio (K) através de fotômetro de chama (Micronal B262) e fósforo (P) por colorimetria descrito por Milles et al (2001). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão utilizando-se o programa SAS, versão 8.0 num delineamento experimental inteiramente casualizado, constituído por combinações fatoriais das duas variedades de forragens, considerando os períodos estudados (julho e setembro de 2003 e janeiro de 2004) como subparcelas. Para comparação das médias utilizou-se o teste de 'F' com 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Pela Tabela 1 verifica-se que houve diferenças significativas ($P < 0.05$) nos teores médios de PB entre as espécies forrageiras estudadas (*P. repens* (Perimembeca) e *P. fasciculatum* (Mori)).

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão da proteína bruta (PB) e do extrato etéreo (EE) obtidos das folhas para as espécies *Paspalum repens* (Perimembeca) e *Paspalum fasciculatum* (Mori).

Forrageira	PB (%)	EE (%)
<i>Paspalum repens</i>	12.06 a* ± 3.79	1.40 a + 0.44
<i>Paspalum fasciculatum</i>	6.65 b ± 1.45	0.71 a + 0.17

* Média seguida de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste 'F' ao nível de 1% de significância.

Sendo que, Perimembeca apresentou-se superior (12.06%) e Mori (6.65%). Camarão e Souza Filho (1999) estudando as gramíneas nativas de áreas inundáveis do médio Amazonas registraram valores médios semelhantes entre 10.3% e 6.7%, respectivamente para as mesmas espécies. A gramínea Mori não atendeu as necessidades dietéticas, que segundo VanSoest (1994), para o atendimento das exigências dos microrganismos ruminais (PB > 7%). Porém, os animais em pastejo podem suprir suas necessidades diárias em PB pela seleção das partes mais nutritivas das plantas (Paris et al., 2004). O complexo das espécies de forrageiras existentes dentro do ecossistema de várzea pode estar suprimindo estas necessidades. Não foi observada diferença significativa ($P > 0.05$) entre os teores médios de EE entre as espécies estudadas (Tabela 1). No geral, as plantas forrageiras apresentam valores de EE variando de 1% a 4% na matéria seca (Van Soest, 1994). Na Tabela 2 verifica-se que não houve diferenças significativas ($P > 0.05$) entre épocas de coleta em relação ao teor de PB e EE de Perimembeca) e Mori fato este, que pode ter sido influenciado pela espécie forrageira e pelo tempo de inundação da área (Nascimento et al., 1987). Conforme pode se observar pela Tabela 3, valores de minerais inferiores aos recomendados na dieta de bovinos de corte pelo NRC (1998) foram encontrados somente para o P em ambas forrageiras, demonstrando haver a necessidade de suplementação mineral ao longo do período em que os animais permanecem na várzea. O capim Mori também não apresentou valores de Cu adequados no período da seca e no início das chuvas, verificando-se que esses valores se tornam críticos quando começa a estiagem.

Tabela 2. Média e desvio padrão da proteína bruta (PB) e do extrato etéreo (EE) das folhas das gramíneas por período estudado.

Período do ano	PB (%)	EE (%)
Final das chuvas	9.84 ± 4.83	0.82 ± 0.40
Período seco	10.68 ± 4.15	1.22 ± 0.55
Início das chuvas	7.65 ± 2.15	0.95 ± 0.42

Tabela 3. Média dos teores de minerais obtidas nas folhas das espécies *Paspalum repens* (Perimembeca) e *Paspalum fasciculatum* (Mori).

Forrageira	Cálcio	Fósforo	Magnésio	Potássio	Sódio	Zinco	Ferro	Cobre	Cobalto
	(mg/kg)								
<i>Paspalum repens</i>	1.42 a ± 0.15	0.17 a ± 0.07	0.31 b ± 0.06	13.74 a ± 7.76	0.36 a ± 0.24	37.25 b ± 8.05	459.0 a ± 254.15	10.40 a ± 13.09	1.36 a ± 0.65
<i>Paspalum fasciculatum</i>	1.28 b ± 0.14	0.16 a ± 0.05	0.38 a ± 0.06	10.12 b ± 3.25	0.32 a ± 0.14	58.00 a ± 10.67	132.62 b ± 136.55	5.25 a ± 2.02	1.37 a ± 0.78
Valores de referência ^a	0.19	0.18	0.10	0.60	0.06	30	50	10.0	0.10

* Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferenças significativas a nível de 5% de acordo com o teste 'F'.

a. NRC (1996) para gado de corte.

Tabela 4. Média dos teores de minerais nas folhas das gramíneas estudadas em cada período de coleta.

Período do ano	Cálcio	Fósforo	Magnésio	Potássio	Sódio	Zinco	Ferro	Cobre	Cobalto
	(mg/kg)								
Final do período chuvoso	1.41 a ± 0.17	0.15 a ± 0.09	0.32 a ± 0.08	8.57 b ± 4.92	0.34 a ± 0.18	44.03 a ± 14.24	323.60a ± 285.36	11.99 a ± 16.65	1.28 a ± 0.60
Período seco	1.42 a ± 0.09	0.18 a ± 0.03	0.37 a ± 0.06	15.88 a ± 7.08	0.30 a ± 0.17	46.34 b ± 13.90	205.89a ± 190.19	6.15 a ± 2.31	1.43 a ± 0.72
Início do período chuvoso	1.23 b ± 0.09	0.16 a ± 0.04	0.34 a ± 0.07	10.69 b ± 3.41	0.39 a ± 0.22	56.92 b ± 12.57	304.95a ± 303.07	5.53 a ± 1.92	1.36 a ± 0.86

* Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferenças significativas a nível de 5% de acordo com o teste 'F'.

Valores inferiores também foram verificados para o Ca, K e Fe. É possível que o fator genético seja o responsável pelas variações de minerais observadas entre as forrageiras estudadas (Nascimento et al., 1987). No entanto, Zn, K e Ca foram os minerais que apresentaram influencia significativa dos períodos do ano estudados, além do que, outros elementos como P, Cu, Na e Mn, que normalmente vêm sendo descrito em variações ao longo do ano, não sofreram essa influência (Souza et al., 1978; Cardoso et al., 1999; McDowell, 2002). As inundações periódicas dos ecossistemas de várzea podem ter sido responsável por esse efeito diferenciado (Tabela 4).

Conclusão

Pelos resultados observados pode-se concluir um provável repasse de nutrientes para as forrageiras nativas estudadas pelo processo de inundação periódica dos ecossistemas de várzea. No entanto, há necessidade de suplementação mineral com o fósforo e cobre para os bubalinos que permanecem nesses ecossistemas durante o período de menor chuva.

Resumen

En un Inceptisol húmedos del campo experimental de la Amazonia baja (2°23' de latitud sur y 54°20' de longitud oeste, municipio de Monte Alegre, Pará, Brasil) de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Amazonia Oriental), en julio de 2003 (final del período lluvioso), septiembre de 2003 (período seco) y enero de 2004 (comienzo del período lluvioso) se determinaron los contenido de proteína cruda (PC), extracto etereo (EE) y minerales en el forraje de *Paspalum repens* (Perimembeca) e *Paspalum fasciculatum* (Mori) procedentes de la zona de varzea. Se utilizó un factorial de dos (especies nativas de forraje) y tres épocas de crecimiento (final y comienzo del periodo lluviosa y época seca). Se encontraron diferencias ($P < 0.05$) para el contenido de PC de las especies, siendo más alto en Perimembeca (12.06%) que en Mori (6.65). El contenido de P en ambas gramíneas

fue bajo. El contenido de Cu en la gramínea Mori fue adecuado en tanto épocas secas como húmedas. Los contenidos de Ca, K y Fe fueron bajos e influenciados por la época.

Summary

The propose of this study was to evaluate the crude protein, fat and mineral values in the lowland native legumes, *Paspalum repens* (Perimembeca) and *Paspalum fasciculatum* (Mori) from the Amazonian Valley. Four samples were collected in three periods: at the end of the rainy season, during the dry season and at the beginning of the rainy season. An statistical analysis was done to evaluate the nutrient differences between forage species, and to verify the effect of the year weather conditions, in an experiment entirely casualised and constituted by the factorial combinations of two forage varieties and considering the period of the study as subparcels. Statistical differences were found for the crude protein mean between the two species of forage studied, these values were referenced by other author for the lowland forages in the Amazon Valley. Both species of forage presented a phosphorus concentration mean below the value mean of check. The copper concentration of Mori forage presented a critical value at the begining of the dry season. The mean values of zinc, potassium and calcium presented a seasonal variation, but other mineral elements as phosphorus, cooper, sodium and manganese didn't. The results conclude that probably there was a nutrients bypass for natives forage caused by the periodical inundation of the lowland ecosystems. Furthermore, it was necessary to use mineral supplementation (phosphorus and copper) for feeding buffaloes in the lowland ecosystems during this period of the year.

Referências

- Camarão, A. P. e Souza Filho, A. P. 1999. Pastagens nativas da Amazônia. Belém. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Amazônia Oriental). 150 p.

- Camarão, A. P.; Marques, J. R.; Mendonça, C. L.; Rodrigues Filho, J. A. e Carvalho, N. N. de. 1997. Composição botânica da forragem disponível e dieta dos bubalinos do tipo baio em pastagens nativas de várzeas. Anais da XXXIV Reunião da SBZ - 28 de julho a 1º de agosto de 1997. Juiz de Fora – MG.
- Cardoso, E. C; Vale, W. G.; Veiga, J. B.; e Simão Neto, M. 1999. Condição mineral de bubalinos e bovinos na Ilha de Marajó, Estado do Pará. Rev. Brasil. Med. Veter. 21(5):197-202.
- McDowell, L. R. 2002. Minerals in animal and human nutrition. 2ed. Gainesville, UFL. 644 p.
- Milles, P. H.; Wilkinson, N. S.; e McDowell, L. R. 2001. Analysis of minerals for animal nutrition research. 3 ed. Gainesville, University of Florida. 118 p.
- Nascimento, C. N. do e Homma, A. K. 1984. Amazônia: meio ambiente e tecnologia agrícola. Belém. Documentos, 27. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CPATU). 282 p.
- _____; Moura Carvalho, L. O.; Camarão, A. P.; Costa, N. A.; e Lourenço Jr. J. de B. 1987. Introdução e avaliação de gramíneas forrageiras na restinga. Belém. Boletim de Pesquisa, 88. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa (Embrapa). 15 p.
- NRC (National Research Council). 1996. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. Washington, E.U. Nutrient requirements of beef cattle. 7 ed. 242 p.
- Paris, W.; Branco, A. F.; Prohmann, P. E.; e Mouro, G. F. 2004. Características químicas e produtivas da gramínea coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) pastejadas por novilhos no verão. Acta Scientiarum 26(4):483-491.
- Souza, C. S. 1978. Interrelationship among mineral levels in soil, forage, and animal tissues on ranches in northern Mato Grosso, Brazil. University of Florida. IFAS. CTA. ASD. Dissertation presented to the graduate council of the University of Florida in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. 277 p.
- VanSoest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2 ed. Nueva York. Cornell University Press. 476 p.

Consumo voluntário de três leguminosas tropicais por caprinos

F. T. Pádua; J. C. C. Almeida; J. Q. Magiero; D. D. Nepomuceno; S. J. Souza Jr.; M. C. Barbosa, N. S. Rocha, C. A. Freitas, e T. O. Silva*

Introdução

A introdução de leguminosas em pastagens tem sido sugerida como alternativa para suprir ou minimizar a deficiência de N, aumentando a capacidade de suporte e prolongando a produtividade (Almeida et al., 2003). É comprovada a superioridade de pastagens consorciadas sobre aquelas com a mesma gramínea em monocultivo, com reflexos positivos sobre a produção animal (Favoretto et al., 1983; Pereira et al., 1992; Leite e Euclides, 1994; Euclides et al., 1998). Segundo Alcântara e Bufarah (1983) a *Neonotonia wightii* é indicada para fenação, pastoreio e adubação verde. Apresenta relativa palatabilidade, e dá feno de boa qualidade, sendo bastante utilizado na alimentação animal, por possuir alto teor protéico. *Macrotyloma axillare* apresenta boa tolerância a baixa fertilidade do solo, alta tolerância à seca, conservando uma boa relação folha/haste ao longo do ano, adaptando-se a vários tipos de solo, contando que sejam bem drenados. Possui pouca palatabilidade requerendo um período de adaptação para que os animais passem a ingeri-la, é dotada de rápido crescimento mantendo sua produção razoável logo no início da época crítica do ano. *Pueraria phaseoloides* Benth é palatável ao gado e não deve ser usada em pastoreio, sob carga animal alta é usada também para corte, silagem, fenação e

fabricação de farinha, como adubo verde e como cobertura para proteção do solo. Devida grande seletividade no pastejo, os caprinos ingerem preferencialmente as partes mais novas e tenras das plantas e, conseqüentemente, mais nutritivas. Esse hábito, próprio dos caprinos, reveste-se de grande importância na sua fisiologia digestiva, minimizando os efeitos negativos da baixa qualidade das forrageiras durante o período seco do ano (Figueiredo, 2000).

Métodologia

O trabalho foi realizado no setor de Caprinocultura da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada no município de Seropédica, no estado do Rio de Janeiro. O período experimental foi de fevereiro 02 a 06 de março de 2004. O material foi colhido em área onde as espécies foram cultivadas, aos 90 dias após corte de uniformização. O material foi oferecido aos animais logo após ser colhido. Para a determinação do consumo voluntário, foram empregados o método de observação visual e pesagem dos materiais fornecidos e as sobras ao final do período de observação. Foram utilizados 12 caprinos ½ Boer x Saanen, com idade média de 24 meses e peso vivo de 35 kg, os quais foram distribuídos em baias coletivas (4 animais/baia) para estudos de consumo voluntário. A quantificação do consumo foi realizada pesando-se o material antes de ser fornecido aos animais (4 kg de cada forrageira) e após o período total de observação. O período de observação foi de 1 h, sendo dividido em sub-períodos de 10 min. Ao termino de cada

* Setor de Caprinocultura da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

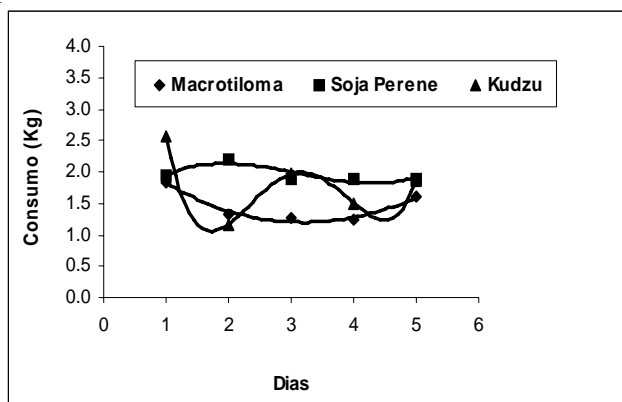


Figura 1. Consumo voluntário (kg/dia de MS).

subperíodo foi realizada classificação mediante uma escala determinada pela procura por cada espécie forrageira. A classificação foi: 3 = alta, 2 = média, 1 = baixa e 0 = rejeitada. Foram determinadas as médias de consumo voluntário, por dia para pesagem e por subperíodo para observação visual.

Resultados

Os dados relativos ao consumo voluntário das forrageiras, expressos em kg/dia, e em grau de aceitabilidade (observação visual) são apresentados nas Figuras 1 e 2. Observou-se uma oscilação na ingestão das forrageiras nas duas avaliações, fato que pode ser explicado pelo grau de curiosidade inerente a espécie caprina, ou pela qualidade das forrageiras oferecidas, porém diversos fatores podem afetar a ingestão de forragem pelos herbívoros, principalmente, em ruminantes. Mertens (1992) considera a FDN como um dos principais fatores de controle do consumo de MS pelos ruminantes. No entanto, Gonzaga Neto (2001) observou que mesmo a forrageira apresentando maior teor de FDN ocorreu maior ingestão de MS. Dois fatores podem explicar este resultado. Um deles seria o aumento na concentração de tanino, outra explicação seria a maior proporção de FDA em relação a FDN. Por isso as conclusões deste ensaio são prematuras em afirmar uma maior ingestão comparativa entre as forrageiras avaliadas em função de não terem sido feitas análises

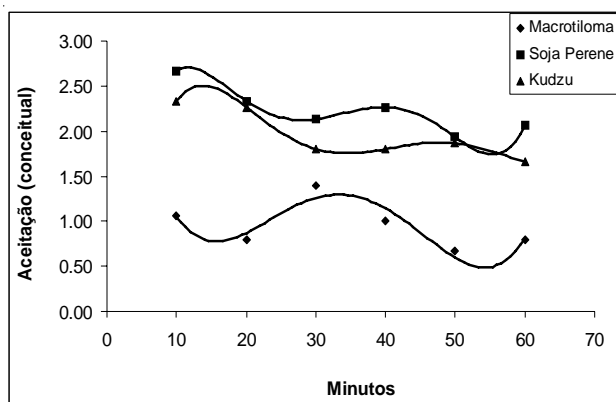


Figura 2. Consumo voluntário (observação visual).

químico-bromatológicas das forrageiras durante o período de avaliação, o que possivelmente daria maior base para explicar o comportamento ingestivo dos caprinos.

Conclusão

Nas condições oferecidas por este ensaio, a soja perene apresentou melhor aceitação, com isso maior consumo, seguida pelo kudzu tropical, e o macrotiloma que apresentou o menor índice de aceitação e consumo.

Referências

- Almeida, R. G. De; Euclides, V. P.; Nascimento Jr., e Domicio do et al. 2003. Consumo, composição botânica e valor nutritivo da dieta de bovinos em pastos tropicais consorciados sob três taxas de lotação. Rev. Bras. Zootec. 32(1):29-35.
- Euclides, V. P.; Macedo, M. C.; e Oliveira, M. P. 1998. Produção de bovinos em pastagens de *Brachiaria* spp. consorciadas com *Calopogonium mucunoides* nos cerrados. Rev. Bras. Zootec. 27(2):238-45.
- Favoretto, V.; Godoi, P. A.; Ezequiel, J. M. et al. 1983. Lotação e utilização de nitrogênio ou de leguminosas em pastagens de capim-

colonião sobre o ganho de peso vivo de novilhos de corte. Pesq. Agropec. Bras. 18(1):79-84.

Figueiredo, M. P.; Quadros, D. G. e Cruz, J. F. da. 2000. Total titratable acidity, pH and methylene blue reduction time test in ruminal fluid of goats maintained in grasslands or rangelands. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.37(5).

Gonzaga Neto, S. B.; Â. M. Vieira, F. F. Ramos de et al. 2001. Bromatological composition, intake and in vivo digestibility of the diets with different levels of 'catingueira' hay (*Caesalpinea bracteosa*), fed to Morada Nova sheep. Rev. Bras. Zootec. 30(2):553-562.

Leite, G. G. e Euclides, V. P. 1994. Utilização de pastagens de *Brachiaria* spp. En: Peixoto, A.

M. et al. (eds.). Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 11., 1994, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ). p. 267-297.

Mertens, D. R. 1992. Analysis of fiber in feeds and its uses in feed evaluation and ration formulation. Simpósio Internacional em Ruminantes, 1992, Lavras. Anais...Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ). p.1-34.

Pereira, J. M.; Nascimento Jr., D.; Santana, J.R. et al. 1992. Teor de proteína bruta e digestibilidade in vitro da matéria seca da forragem disponível e da dieta selecionada por bovinos em pastagem de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt, em monocultivo ou consorciado com leguminosas, submetida a diferentes taxas de lotação. Rev. Soc. Bras. Zootec. 21(1):104-117.

Pasturas Tropicales

Volumen 28, No. 1
Abril 2006
ISSN 1012-7410

Publicación de la Dirección de Cooperación Regional y el Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT.

Comité Editorial:

Carlos Lascano, Zootecnista, Coordinador, Proyecto Gramíneas y Leguminosas Tropicales
John Miles, Fitomejorador, Proyecto Gramíneas y Leguminosas Tropicales
Pedro J. Argel, Consultor, Proyecto Gramíneas y Leguminosas Tropicales
Alberto Ramírez P., Editor Técnico
Mariano Mejía, Supervisor de Servicios de Referencia, Unidad de Información

Digitación:

Julia Gómez Quintero

Impresión:

Compuimagen, Palmira

El propósito de esta publicación es servir como medio de comunicación entre los investigadores de forrajes de zonas tropicales involucrados en la introducción, evaluación y utilización de gramíneas y leguminosas forrajeras.

El Comité Editorial recibirá complacido contribuciones de los lectores interesados. Para tal efecto, dirigirse a:

Revista Pasturas Tropicales,
Proyecto Gramíneas y Leguminosas Tropicales, CIAT,
Apartado Aéreo 6713,
Cali, Colombia.

c.lascano@cgiar.org
aramire@aolpremium.com
www.ciat.cgiar.org/forrajes

Fotos Carátula:

Arriba: Inflorescencia de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato CIAT 36061

Abajo: Plantas individuales de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II CIAT 36087

(Fotos: Proyecto de Forrajes Tropicales)

Derechos de autor CIAT 2004. Todos los derechos reservados

El CIAT propicia la amplia disseminación de sus publicaciones impresas y electrónicas para que el público obtenga de ellas el máximo beneficio. Por tanto, en la mayoría de los casos, los colegas que trabajan en investigación y desarrollo no deben sentirse limitados en el uso de los materiales del CIAT para fines no comerciales. Sin embargo, el Centro prohíbe la modificación de estos materiales y espera recibir los créditos merecidos por ellos. Aunque el CIAT elabora sus publicaciones con sumo cuidado, no garantiza que sean exactas ni que contengan toda la información.

Algunas normas para las contribuciones a Pasturas Tropicales

Los investigadores en pastos tropicales están invitados a enviar sus contribuciones, ya sea como Artículos Científicos, Notas de Investigación o como Comentarios. Estas categorías tienen las siguientes características:

Artículos Científicos. Escritos sobre resultados experimentales que sigan la metodología científica; deben incluir la descripción de los antecedentes, hipótesis y objetivos, materiales y métodos, resultados y su interpretación con base en análisis estadísticos, y conclusiones sobre los hallazgos más sobresalientes.

Notas de Investigación. Descripciones parciales o finales de investigaciones, que incluyan observaciones de interés, por ejemplo:

- Investigaciones y observaciones sobre plagas y enfermedades
- Técnicas especiales y métodos de investigación
- Comportamiento de nuevos ecotipos y cultivares
- Productividad animal en sistemas extensivos o intensivos con base en pasturas tropicales
- Seminarios, conferencias, simposios y reuniones de trabajo de interés para los investigadores en pastos en los trópicos.

Recomendaciones

- Las contribuciones deben ser originales y no exceder de 10 páginas escritas a máquina a doble espacio. Las figuras y cuadros deben incluirse en hojas separadas, y las fotografías en blanco y negro deben ser por lo menos de tamaño postal y en papel brillante para su buena reproducción. La leyenda de las fotografías debe ir en hoja aparte, y en ningún caso en el revés de las mismas.
- Las revisiones de literatura no se consideran trabajos originales, y su publicación depende de que el Comité Editorial las considere de suficiente interés y profundidad.
- El título de la contribución debe ser conciso y dar idea del contenido del escrito. Debajo del título se debe incluir el nombre de los autores. Sus títulos y direcciones van al pie de la página.
- Los Artículos Científicos y las Notas de Investigación deben constar de una breve introducción que destaque los antecedentes y la importancia del tema, así como una adecuada revisión de literatura; a continuación, una descripción de los materiales y métodos utilizados, incluidos el período de tiempo en el cual se condujo la investigación, los datos de clima, la situación geográfica

del sitio experimental, la clasificación y análisis del suelo, el nombre científico de plantas, patógenos, etc., y el diseño experimental utilizado. Los resultados y discusión pueden ir juntos o separados y deben incluir cuadros y figuras, con sus correspondientes análisis estadísticos. Las conclusiones deben derivarse de los aspectos significativos de la investigación y sus implicaciones en el campo de la producción animal.

- La publicación de la contribución como Nota de Investigación en Pasturas Tropicales no invalida su utilización posterior por los autores en cualquier otra publicación.
- Es necesario incluir el nombre completo de la institución donde se hizo la investigación, así como el nombre de instituciones o personas a quienes se dan agradecimientos.
- Las referencias deben citarse en el texto entre paréntesis (autor y año de publicación) y al final del escrito se dan las citas completas. Estas incluyen el nombre del autor o autores, el año de publicación, el título del material, el nombre del editor, de la casa editorial y lugar de impresión; en el caso de libros, además el volumen y número de páginas de la publicación o páginas citadas.

Estilo

- Las medidas de peso, longitud y volumen deben expresarse en sistema decimal. Evite las unidades de medida local, p. ej., plaza, fanegas, etc., pero si debe citarlas, dé su equivalente en sistema decimal.
- Los datos de producción deben expresarse en t/ha, kg/ha, g/maceta, g/día, etc.
- Los números inferiores a 10 se escriben en letras, excepto cuando indiquen tiempo, dinero y medidas comunes, por ej., 8 min, 3 kg/día, 5 mm.
- Para los productos químicos, utilice el nombre común y no el comercial. Además, indique el nombre del ingrediente activo y su concentración.
- Las cantidades de dinero deben expresarse en moneda local, con su equivalente en dólares de los Estados Unidos.
- Utilice notas al pie de las páginas, cuadros o figuras, para explicar abreviaturas y símbolos poco frecuentes.

Pasturas Tropicales se publica en español con resúmenes en inglés; también publica contribuciones en portugués, inglés, o francés en su idioma original con resúmenes en español e inglés.