

Pasturas Tropicales

VOLUMEN 27 No. 2 AGOSTO 2005 ISSN 1012-7410



CIAT

Centro Internacional de Agricultura Tropical
International Center for Tropical Agriculture

Pasturas Tropicales

Volumen 27, No. 2
Agosto 2005
ISSN 1012-7410

Publicación del 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

Diagramación:

Julia Gómez Quintero

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

http://www.ciat.cgiar.org/forrajes/forrajese/pasturas_ultima_edicion.htm

Foto Carátula: Foto Carátula: Curso a técnicos en evaluación, manejo y utilización de Forrajes. Ensayo de Gramíneas, San Dionisio Nicaragua.
(Foto: Axel Schmidt)

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.

Contenido	Pág.
Artículo de Revisión	
Mecanismos de resistencia a insectos: naturaleza e importancia en la formulación de estrategias de mejoramiento para incorporar resistencia a salivazo en <i>Brachiaria</i> . C. Cardona y G. Sotelo	2
Artículos Científicos	
Avaliação de um modelo matemático para estimar o acúmulo de forragem em função de variáveis climáticas. H. R. de Medeiros, C. G. S. Pedreira, e N. A. Villa Nova	12
Modelo de adubação nitrogenada aplicável a rebrota de pastagens submetidas a sistemas de desfolha intermitente. D. Dourado Neto e E. R. Detomini	18
Avaliação da produção de <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia sob diferentes níveis de oferta ambiental. E. R. Detomini, R. O. C. Monteiro, e R. D. Coelho	26
Efeito do sombreamento no estabelecimento de leguminosas arbóreas para pastagens. D. de J. Ferreira; P. F. Dias; S. Manhães Souto, e L. Jimenez	38
Estabelecimento de pastagens de capim-braquiária na Zona da Mata e Agreste de Pernambuco. E. L. de Souza Jr., M. de Andrade Lira, J. C. Batista Dubeux Jr., M. V. Ferreira dos Santos, A. C. Leão de Mello e R. L. Caraciolo	45
Notas de Investigación	
<i>Brachiaria brizantha</i> : novo hospedeiro de <i>Magnaporthe grisea</i> . C. E. Marchi; C. D. Fernandes; V. de F. Jerba, M. de F. Borges e E. R. Lorenzetti	52
Efeito da adubação verde no crescimento de sorgo forrageiro. P. F. Dias e S. Manhães Souto	55
Utilização do feno de <i>Desmodium ovalifolium</i> na suplementação alimentar de ovelhas deslanadas durante o período seco na Amazônia. J. A. Magalhães, C. R. Townsend, N. de L. Costa, e R. G. de A. Pereira	62
Utilidad de <i>Cratylia argentea</i> en ganaderías de doble propósito del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. C. H. Plazas y C. E. Lascano	65
Estudio de Caso	
Estrategias para minimizar la escasez de forrajes en zonas con sequías prolongadas en Honduras y Nicaragua. S. Fujisaka, F. Holmann, M. Peters, A. Schmidt, D. White, C. Burgos, J. C. Ordoñez, M. Mena, M.I. Posas, H. Cruz, C. Davis y B. Hincapié	73

Mecanismos de resistencia a insectos: naturaleza e importancia en la formulación de estrategias de mejoramiento para incorporar resistencia a salivazo en *Brachiaria*

César Cardona y Guillermo Sotelo*

Introducción

Con los nombres de salivazo o mión de los pastos en Colombia, cigarrhina en Brasil y mosca pinta en México se conoce un conjunto neotropical de insectos homópteros de la familia Cercopidae que son chupadores de savia del xilema de las plantas y que pertenecen, a por lo menos, a 15 especies dentro de ocho géneros diferentes (Lapointe et al. 1992; Peck 2001). Estos insectos son, sin duda, las plagas más importantes de los pastos del género *Brachiaria* en América Latina (Valério et al. 1996), al punto que se considera que el daño causado por ninfas y adultos de estos insectos es el mayor limitante en la producción comercial del cultivar (cv.) Basilisk (*B. decumbens* Stapf.) y de otros cultivares de *Brachiaria*, sobresalientes por su calidad y por buena adaptación a suelos ácidos, pero muy susceptibles a estos insectos. 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 como el salivazo, que ataca millones de hectáreas de pastos perennes, que no tiene buen control natural y que no responde bien al control cultural. El uso intensivo y extendido de insecticidas para su control resultaría muy costoso y constituiría una empresa con múltiples inconvenientes logísticos, además, de las serias consecuencias ecológicas negativas que traería para el ambiente. Por estas razones, el Proyecto de Forrajes del CIAT ha puesto mucho énfasis en el desarrollo de cultivares resistentes como la mejor alternativa de control de estos insectos.

Valério et al. (2001) publicaron un resumen de los trabajos que se han hecho sobre resistencia varietal a salivazo en *Brachiaria*. No es el propósito de este artículo hacer una revisión a fondo sobre el tema, pero sí es importante indicar que en 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 evaluar miles de genotipos de *Brachiaria* cada año. Esto ha facilitado y acelerado el proceso de selección de híbridos de *Brachiaria* con altos niveles de resistencia a las especies más importantes del insecto en Colombia.

Esta metodología puede ser utilizada con cualquier especie de salivazo y se ha extendido a Brasil y México, donde ocurren especies diferentes, y en trabajos en invernadero permite una diferenciación muy clara entre mecanismos de resistencia. En

* Entomólogo y Asistente, respectivamente, de la Sección de Entomología, Proyecto Forrajes Tropicales del CIAT, A. A. 6713, Cali. Correos electrónicos: c.cardona@cgiar.org; g.sotelo@cgiar.org

este artículo se definen y diferencian los mecanismos de resistencia al insecto con énfasis en tolerancia y antibiosis y se analiza la importancia de conocer muy bien cuál de ellos gobierna la resistencia con el fin de formular estrategias de mejoramiento adecuadas.

Los mecanismos de resistencia a insectos

Painter (1951) fue el primero en distinguir los tres mecanismos básicos por los cuales una planta puede ser clasificada como resistente a un insecto: antibiosis, antixenosis y tolerancia. Esta clasificación sigue siendo aceptada aunque es necesario señalar que la terminología ha variado un poco. En este artículo se utilizan las definiciones propuestas por Smith (1989) para describir cada uno de ellos:

Antibiosis. categoría o mecanismo de resistencia que describe los efectos negativos de un genotipo resistente en la biología de un insecto. Se manifiesta de varias maneras: (1) muerte de insectos inmaduros, generalmente en instares tempranos; (2) prolongación del ciclo de vida del insecto en la variedad resistente; (3) conversión anormal del alimento; (4) fallas en el proceso de empupamiento o de emergencia de adultos; (5) emergencia de adultos muy pequeños o malformados; (6) fecundidad y fertilidad reducidas. Cuando la antibiosis es muy alta generalmente ocurre una disminución en el crecimiento de la población de insectos, por lo cual esta puede desaparecer. La antibiosis es, sin duda, el más importante de los mecanismos de resistencia a insectos.

Antixenosis. También conocida como no-preferencia. Es el conjunto de características de un genotipo que interfieren con la conducta del insecto afectando la cópula, la oviposición, la alimentación y la ingestión de alimentos. Se hace referencia, entonces, a antixenosis para alimentación y para oviposición. En otros términos, es la incapacidad de la planta para servir como hospedante de un insecto. El resultado final de la antixenosis es siempre una reducción

sustancial de la población del insecto en el genotipo forrajero resistente y por consiguiente un menor daño, ya que al existir antixenosis el insecto se ve forzado a seleccionar otro hospedante más atractivo.

Tolerancia. Es la capacidad de un genotipo del hospedante para soportar o tolerar el ataque del insecto sin sufrir igual pérdida económica (rendimiento) que otros a un mismo nivel de infestación de la plaga. Es la habilidad genética de una planta para superar una infestación o para recuperarse y producir nuevos tejidos después de la destrucción por un insecto. En sentido estricto, en la tolerancia se debe demostrar que el genotipo tolerante es capaz de rendir más que uno susceptible, cuando ambos están sometidos al mismo nivel de infestación. El principio siguiente es muy importante y, como se explica más adelante, tiene gran relevancia en el desarrollo de híbridos de *Brachiaria* resistentes a salivazo: La tolerancia de ninguna manera afecta la colonización de la planta (antixenosis) ni afecta el desarrollo o reproducción del insecto (antibiosis). En otras palabras, la tolerancia no afecta al insecto, simplemente, ayuda a que la planta se recupere del daño que éste le causa.

Los mecanismos de resistencia a salivazo en *Brachiaria*

Los principales mecanismos de resistencia a salivazo en *Brachiaria* son antibiosis y tolerancia. La antixenosis ha sido muy poco estudiada en relación con este insecto. Los trabajos al respecto adelantados en el CIAT indican que este mecanismo no tiene un papel importante en la expresión de resistencia, posiblemente por el carácter polífago del salivazo y por la ocurrencia de grandes extensiones cultivadas con uno o dos genotipos de *Brachiaria*. Cuando estas condiciones se presentan, la posibilidad de encontrar un nivel alto de antixenosis (grado marcado de no-preferencia por un genotipo dado) es muy baja, ya que para que ésta funcione como verdadero mecanismo de defensa es necesario que la no-preferencia sea muy alta y que ocurra aún en situaciones

en las cuales el insecto no tiene otra alternativa para su alimentación.

Antibiosis como mecanismo de defensa al ataque de salivazo

Como en otros cultivos, y para otros insectos, en *Brachiaria* también existe variabilidad genética en la planta hospedera para antibiosis. Para ilustrar la ocurrencia de este mecanismo en salivazo, se utilizan hallazgos recientes (Cardona et al., 2004) sobre la forma negativa como un genotipo resistente, el híbrido *Brachiaria* CIAT 36062, afecta la biología de las especies *Aeneolamia varia* (F.) y *Mahanarva trifissa* (Jacobi). Para comparación se utilizan los resultados obtenidos con un testigo susceptible, la accesión CIAT 0654 de *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). Las plantas resistentes tienen una defensa constitutiva —generalmente una sustancia tóxica para el insecto— que mata una proporción importante de la población del insecto. En consecuencia, estas plantas, una vez se liberan de buena parte de esta población, sufren mucho menos daño que las susceptibles. En el Cuadro 1 se observa que la supervivencia de ninfas de *A. varia* y de *M. trifissa* es significativamente menor en el híbrido resistente (CIAT 36062) que en el testigo susceptible (*B. ruziziensis* CIAT 0654). Los niveles de antibiosis a *A. varia* y a *M. trifissa* en el 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 último (Cuadro 1) reflejan el alto grado de protección ofrecido a la planta como resultado de la mortalidad de ninfas.

El análisis detallado de las ninfas indica que la mortalidad de ninfas inmaduras por efecto de antibiosis es progresiva, o sea, que a medida que transcurre el proceso de

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>)	73.5a	79.0a
CIAT 36062 (híbrido)	9.5b	1.0b
	Calificación de daño ^a	
CIAT 0654 (<i>B. ruziziensis</i>)	4.1a	4.8a
CIAT 36062 (híbrido)	1.3b	1.1b

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

Para cada variable, los valores dentro de cada columna seguidos por diferentes letras difieren por Diferencia Mínima Significativa al 5%. Adaptado de Cardona et al. (2004).

infestación, más y más ninfas mueren a tasas variables que dependen de los niveles de antibiosis presentes en diferentes genotipos hospederos. Cuando existe una antibiosis alta, las curvas de supervivencia del insecto difieren significativamente (Figura 1) pero una parte de la población de ninfas, en este caso de *A. varia*, logra completar el ciclo de vida (hasta la formación de adultos) en el genotipo resistente. Las curvas en la Figura 1 se pueden comparar mediante el cálculo del tiempo medio que las ninfas logran supervivir. En el ejemplo de este artículo (Cardona et al., 2004) los valores fueron 37 días en el genotipo susceptible (*B. ruziziensis* CIAT 0654) y 27 días en el resistente

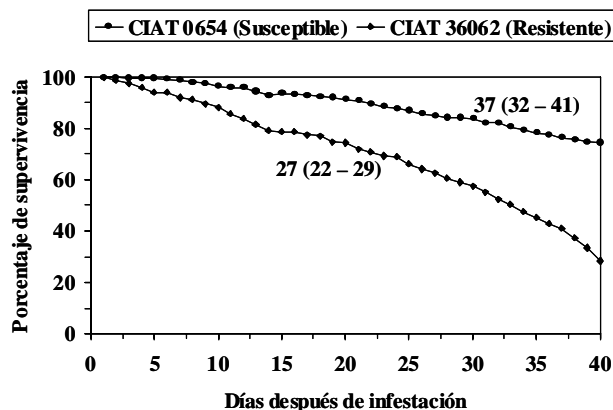


Figura 1. Curvas de supervivencia de ninfas de *Aeneolamia varia* en dos genotipos de *Brachiaria*. Se muestran los valores de tiempo medio de supervivencia (intervalos de confianza al 95%).

(*Brachiaria* híbrido CIAT 36062). Debido a que los intervalos de confianza ($P < 0.05$) para *B. ruziziensis* CIAT 0654 (32 - 41) y el híbrido CIAT 36062 (22 - 29) no se superponen, es válido concluir que la supervivencia de *A. varia* en el genotipo resistente es significativamente menor que en el susceptible.

Cuando la antibiosis es muy alta, la mortalidad de insectos inmaduros es de tal magnitud que la población puede colapsar y desaparecer. Este fue el caso encontrado en el estudio de la supervivencia de *M. trifissa* en el genotipo resistente *Brachiaria* híbrido CIAT 36062 (Figura 2). El tiempo medio de supervivencia (17 días) sugiere que una población de esta especie de salivazo que coloniza un genotipo tan antibiótico como este híbrido está condenada a desaparecer en 17 días.

Este ejemplo sirve para aclarar un concepto erróneo que con frecuencia se tiene sobre la resistencia varietal consistente en descalificar y declarar susceptible un genotipo que ha sido liberado como resistente a un insecto, simplemente porque detectan en él la presencia de adultos o de algunos inmaduros. Esto equivale a confundir resistencia varietal con inmunidad,

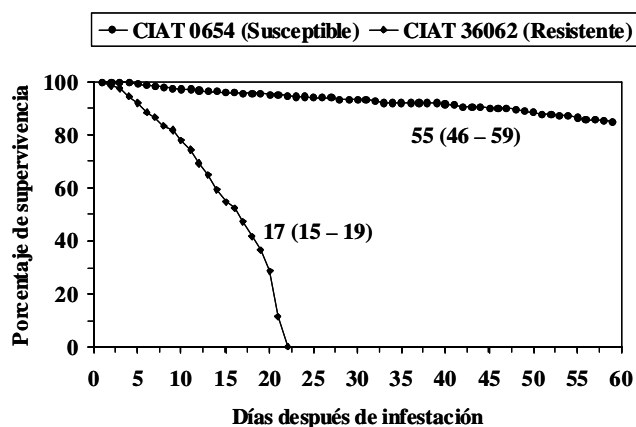


Figura 2. Curvas de supervivencia de ninfas de *Mahanarva trifissa* en dos genotipos de *Brachiaria*. Se muestran los valores de tiempo medio de supervivencia (intervalos de confianza al 95%).

asumiendo erróneamente que la resistencia varietal necesariamente se traduce en absoluta falta de infestación. En realidad es apenas natural que un insecto oviposite en una variedad resistente y que los huevos eclosionen. La importancia radica en que el factor o los factores antibióticos presentes en la variedad sean capaces de reducir la población de inmaduros del insecto a niveles tan bajos que no ocasionen daño económico en el cultivo. En otras palabras, se debe esperar que la resistencia proteja el cultivo ejerciendo control de la población del insecto, pero no es lógico esperar que lo mantenga completamente libre.

La segunda manifestación de antibiosis es una prolongación del ciclo de vida del insecto, lo cual se traduce en menos generaciones por año, contribuyendo así a bajar el nivel general de infestación en una región. En la Figura 3 se observa que los diferentes instares de *A. varia* tardan más en desarrollarse en el genotipo *Brachiaria* híbrido CIAT 36062 (resistente) que en *B. ruziziensis* CIAT 0654 (susceptible). El resultado final es una prolongación de la duración de la etapa ninfal del ciclo de vida (desde eclosión del huevo hasta la emergencia del adulto) (de 34 en el testigo susceptible a 41 días en el híbrido resistente).

La antibiosis también genera insectos más pequeños y de menor peso. Cardona et al., (2004) encontraron que las ninfas de cuarto y quinto instar y los adultos de *A. varia* y de *A. reducta* (Lallemand) criados en *Brachiaria* híbrido CIAT 36062 (resistente) pesaron menos que aquellos criados en *B. ruziziensis* CIAT 0654 (susceptible) (Figura 4). En ocasiones, los adultos criados en un genotipo antibiótico pueden presentar malformación y no ser viables (Lapointe et al. 1992).

Además, la antibiosis afecta la demografía de la población de insectos cuando se alimentan en un genotipo resistente. Sotelo (2004) demostró que las

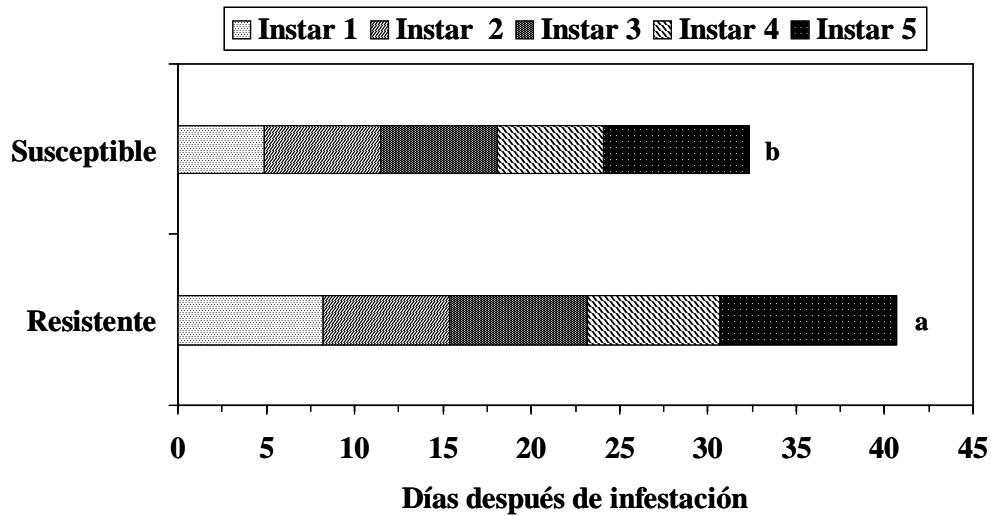


Figura 3. Duración de instares de *Aeneolamia varia* criados en los genotipos *B. ruziizensis* CIAT 0654 (susceptible) y *Brachiaria* híbrido CIAT 36062 (resistente). Las letras indican diferencias significativas en la duración del ciclo de vida desde la eclosión del huevo hasta la emergencia del adulto ($P < 0.05$) según la prueba de 't'.

hembras de *A. varia* provenientes de ninfas criadas en *Brachiaria* híbrido CIAT 36062 ovipositan menos y sus huevos son menos fértiles que aquellos de hembras criadas en el testigo susceptible *B. ruziizensis* CIAT 0654. Esto se conoce como un efecto subletal que

se refleja en una disminución de las tasas reproductiva neta e intrínseca de crecimiento natural, los dos parámetros más importantes de la dinámica poblacional (Cuadro 2). Lo anterior significa que las hembras formadas a partir de ninfas criadas en los genotipos

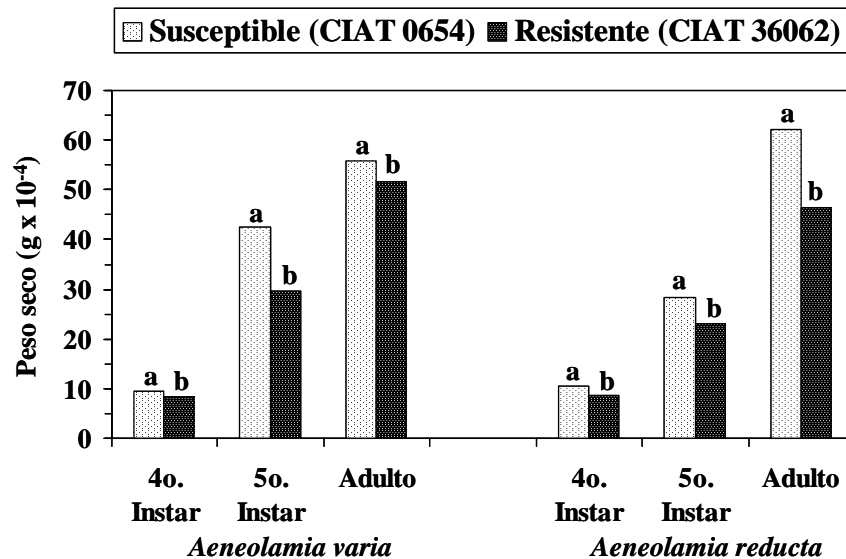


Figura 4. Peso de ninfas y adultos de *Aeneolamia varia* y *Aeneolamia reducta* criados en dos genotipos de *Brachiaria*. Las letras sobre las barras indican diferencias significativas ($P < 0.05$) según la prueba de "t" (comparación pareada dentro de estado).

Cuadro 2. Estadísticas reproductivas de hembras de *Aeneolamia varia* provenientes de ninfas criadas en dos genotipos de *Brachiaria*. Adaptado de Sotelo (2004).

Genotipos	Estadísticas de fecundidad de las hembras resultantes			
	Huevos por hembra (no.)	Porcentaje de fertilidad de huevos	Tasa reproductiva neta	Tasa intrínseca de crecimiento de la población
<i>B. ruziziensis</i> CIAT 0654 (S) ^a	130.4 a*	93.0 a	65.8 a	2.06 a
<i>Brachiaria</i> CIAT 36062 (R)	108.0 b	80.6 b	52.5 b	1.77 b

^a. S = susceptible, R = resistente

* Valores en la misma columna seguidos por letras diferentes difieren entre sí por D.M.S. al 0.05.

resistentes son menos fuertes, nacen menos adaptadas al ambiente y se reproducen menos. A medida que transcurren las generaciones, el efecto se va acumulando y el resultado final es una menor incidencia de salivazo en las regiones donde se cultive un genotipo forrajero resistente.

Otros efectos de antibiosis incluyen la ocurrencia de ninfas de segundo, tercero y cuarto instar diminutas, poca producción de espuma o saliva por las ninfas que sobreviven y ninfas que abandonan la espuma buscando una alimentación más adecuada y como consecuencia mueren por deshidratación. En este punto es posible afirmar que la antibiosis causa no sólo mortalidad directa de individuos inmaduros sino también una serie de interrupciones en el ciclo de vida del insecto y efectos en el largo

plazo sobre su demografía. Todo lo anterior se traduce en una reducción sustancial de los niveles de la población, es decir, en un nivel de protección al cultivo tan bueno o mejor que el alcanzado con la aplicación de un insecticida efectivo, con la diferencia de que la resistencia varietal es un método de control limpio, más económico y sostenible.

La tolerancia como mecanismo de resistencia a salivazo

En algunos genotipos de *Brachiaria* se ha detectado tolerancia a especies de salivazo. Para ilustrar este mecanismo se utilizan datos tomados de Cardona et al. (2004) sobre la relación planta huésped:insecto (*Brachiaria* híbrido CIAT 36062:*Zulia carbonaria* Lallemand). La supervivencia del insecto en

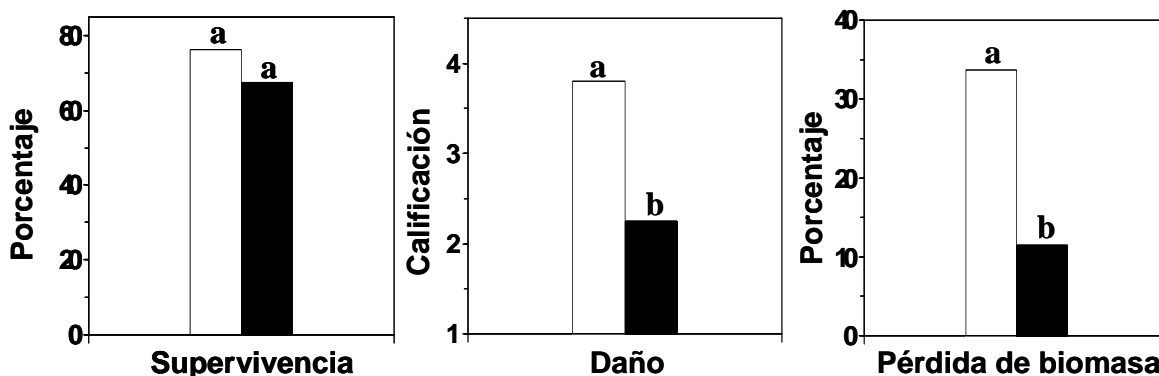


Figura 5. Supervivencia de ninfas, niveles de daño y pérdidas de biomasa causadas por *Zulia carbonaria* en *Brachiaria ruziziensis* CIAT 0654 (susceptible, barras blancas) y en *Brachiaria* híbrido CIAT 36062 (tolerante, barras negras). Las letras sobre las barras indican diferencias significativas ($P < 0.05$) por la prueba de "t" de comparación pareada para cada variable). Adaptado de Cardona et al. (2004).

este genotipo no difiere de la supervivencia en el testigo susceptible *B. ruziziensis* CIAT 0654 (Figura 5). O sea, no hay antibiosis a *Z. carbonaria*. No obstante, las plantas del híbrido CIAT 36062 muestran un menor daño ($P < 0.05$) y pierden menos biomasa que las plantas del testigo susceptible ($P < 0.05$) (Figura 5). La única explicación posible es la ocurrencia de un mecanismo de tolerancia presente en el híbrido CIAT 36062 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 CIAT 36062 se comprobó cuando este genotipo 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 el genotipo como consecuencia del daño. En todos los niveles de infestación a que fue sometido el híbrido *Brachiaria* CIAT 36062 presentó un menor índice que el testigo susceptible *B. ruziziensis* CIAT 0654 ($P < 0.05$) (Figura 6). Se cumplió

así con el postulado de Painter (1951): 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.

Es necesario señalar en este punto que un mismo genotipo puede tener asociados los dos mecanismos de resistencia, por ejemplo, la resistencia de *Brachiaria* híbrido CIAT 36062 a la especie andina *Z. pubescens* (F.) es debida a una combinación de antibiosis moderada y tolerancia al daño de las ninfas (Cardona et al. 2004).

Implicaciones para el mejoramiento de *Brachiaria* por resistencia

Después de describir los mecanismos de antibiosis y tolerancia como responsables de resistencia a salivazo, a continuación se analiza la relevancia de estos conocimientos en la formulación de estrategias de fitomejoramiento en el género *Brachiaria*.

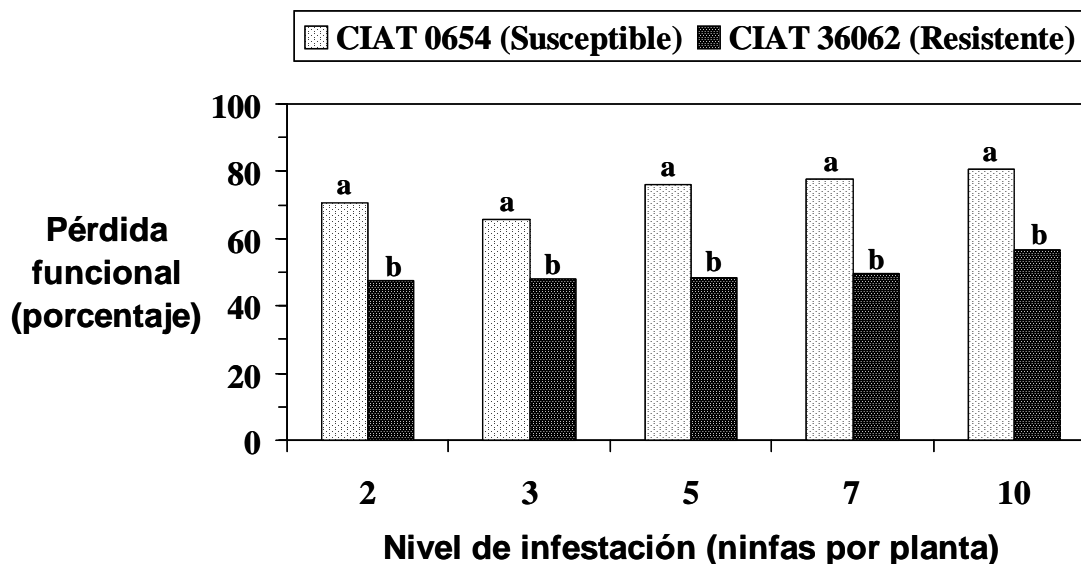


Figura 6. Pérdidas funcionales ocasionadas por *Zulia carbonaria* en dos genotipos de *Brachiaria* expuestos a cinco niveles de infestación. Las letras sobre las barras indican diferencias significativas ($P < 0.05$) por prueba de "t" (comparación pareada dentro de cada nivel de infestación). Adaptado de Cardona et al. (2004).

La tolerancia es un mecanismo importante y de mucha utilidad en cultivos anuales de ciclo corto o en situaciones en las cuales hay riesgo de que se desarrollen biotipos del insecto que puedan quebrar la resistencia (Painter, 1951; Smith, 1989; Panda y Kush, 1995). No obstante, en el caso particular del salivazo hay un riesgo inherente cuando se liberan cultivares tolerantes a salivazo debido al carácter perenne de las pasturas de *Brachiaria*, a las enormes extensiones continuas sembradas con esta gramínea y a la agresividad de estos insectos (Ferrufino y Lapointe, 1989; Lapointe et al., 1992; Valério et al., 2001). Como un genotipo tolerante no afecta la biología del insecto y como 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 de *B. humidicola* cv Llanero y Tully en Colombia y Brasil, respectivamente, como ejemplos de materiales que permitieron el crecimiento desmedido de la población del insecto en las áreas para las cuales fueron liberados, al punto que la tolerancia se quebró y el daño fue severo.

El objetivo del fitomejoramiento de *Brachiaria* es desarrollar cultivares con propiedades antibióticas con capacidad para causar un nivel significativo de mortalidad de individuos inmaduros del insecto, aún mejor, si dicha antibiosis está asociada con tolerancia al daño por adultos. De esta manera, 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. Sin embargo, 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 existen refugios susceptibles o tolerantes para el insecto que sirven para disminuir la presión de selección sobre éste ayudando, así, a prevenir o demorar la aparición de biotipos con capacidad para quebrar la resistencia. El cultivar Marandú (*B. brizantha*), que es una gramínea antibiótica a varias especies de salivazo y se encuentra establecido hace más de dos décadas en grandes extensiones de pasturas de áreas tropicales, es un buen ejemplo de la estabilidad de la resistencia a salivazo.

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 una misma región geográfica). Por ejemplo, *B. brizantha* cv. Marandú siempre ha mostrado resistencia antibiótica a *A. varia* pero no a *Z. carbonaria*. Por la experiencia adquirida en evaluaciones rutinarias de cientos de híbridos provenientes del proyecto de mejoramiento de *Brachiaria* del CIAT se sabe que es frecuente encontrar híbridos que muestran antibiosis a una o dos especies del insecto pero no a otras, así como un buen número que pueden tener diferentes combinaciones de mecanismos de resistencia. Unos pocos, los seleccionados, poseen genes para resistencia por antibiosis a todas las especies del insecto evaluadas.

Lo anterior, unido al hecho que en muchas zonas de América Latina tropical coexisten varias especies de salivazo, resalta la necesidad de desarrollar resistencia múltiple al mayor número posible de especies de este insecto. Este proceso, que hace parte de la estrategia general de mejoramiento de *Brachiaria* que adelanta el Proyecto de Forrajes del CIAT, está en marcha con resultados muy promisorios obtenidos a través de un esquema de selección recurrente que ha permitido la selección de numerosos genotipos híbridos con resistencia antibiótica a *A. varia*, *A. reducta* y *Z. carbonaria* (Miles et al., 2005); muchos de ellos tienen 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*. Entre ellos: la identificación de los factores bioquímicos responsables de la resistencia, el modo de herencia de la resistencia a diferentes especies de salivazo, 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 durabilidad de esta resistencia. Estos conocimientos permitirán progresar en una línea de investigación que producirá beneficios económicos de alta eficiencia y elevado retorno social que superan ampliamente la inversión para investigación en pasturas mejoradas (Rivas y Holmann, 2004).

Resumen

Con los nombres de salivazo o mión de los pastos en Colombia y cigarrhina en Brasil se conoce un conjunto de insectos homópteros de la familia Cercopidae que son chupadores de savia del xilema de las plantas y que pertenecen, por lo menos, a 15 especies dentro de ocho géneros diferentes. Estos insectos son, sin duda, las plagas más importantes del género *Brachiaria* en América Latina al punto que se considera que el daño causado por ninfas y adultos de este insecto es el mayor obstáculo para la producción comercial de Basilisk (*B. decumbens* Stapf.) y de otros cultivares de *Brachiaria*. En este artículo se definen y diferencian los mecanismos de resistencia al insecto con énfasis en tolerancia y antibiosis y se analiza la importancia de conocer muy bien cuál de ellos gobierna la resistencia con el fin de formular estrategias de mejoramiento adecuadas para el género *Brachiaria*. Se presentan las experiencias del Programa de Mejoramiento de *Brachiaria* del Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT con el cultivar resistente *Brachiaria* híbrido 36062 y el susceptible *B. ruziziensis* CIAT 0654 y los principales hallazgos en el desarrollo de cultivares de *Brachiaria* con propiedades antibióticas y capacidad para causar un nivel

significativo de mortalidad de individuos inmaduros y adultos del insecto.

Summary

The insect commonly known as the spittle bug or *mión de los pastos* in Colombia or *cigarrhina* in Brazil actually represents a group of *homopterous* insects belonging to at least 15 species within eight different genera of the *Cercopidae* family that suck the sap from the xilem vessels of plants. These insects are, without a doubt, the most serious plague of the *Brachiaria* genus in Latin America and the damage caused by the nymphs and adults is considered the biggest obstacle for the commercial production of Basilisk (*B. decumbens* Stapf.) and of other *Brachiaria* cultivars. In this article, the resistance mechanisms of these plants to the insects 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 Forages Project with the resistant cultivar hybrid *Brachiaria* 36062 and susceptible *B. ruziziensis* CIAT 0654 are presented, and the main findings in the development of *Brachiaria* cultivars with antibiotic properties and the capacity to cause a significant level of mortality of immature individuals and adult insects are discussed.

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.* 51:155-162.
- 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* (en revisión).
- 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, New York.
- 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.
- Sotelo, P. 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.
- Valério, J. R.; Lapointe, S. L.; Kelemu, S.; Fernández, C. D.; y Morales, F. J. 1996. Pests and diseases of *Brachiaria* species. pp. 87-105 *En*: J. W. Miles, B. L. Maas, and C. B. do Valle (eds.). *Brachiaria: biology, agronomy, and improvement*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
- 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 um modelo matemático para estimar o acúmulo de forragem em função de variáveis climáticas*

H. R. de Medeiros**, C. G. S. Pedreira^ψ, e N. A. Villa Nova^φ

Introdução

Estimar a produção de forragem ao longo do ano é um desafio enfrentado na hora do planejamento sistemas de produção de bovinos em pastagens. Uma das razões para isso é o crescimento estacional das plantas forrageiras (Rolim, 1980). Dentre os fatores responsáveis pela estacionalidade podem ser citados o clima (temperatura e fotoperíodo), a disponibilidade de nutrientes e água (Alcântara et al., 1989; Rodrigues et al., 1989; Rolim, 1980).

A temperatura e o fotoperíodo são os principais condicionantes (na ausência de outro fator limitante do crescimento) da adaptação, da persistência e da produção da pastagem (Rodrigues et al., 1989). Assim, o entendimento e a racionalização da resposta da planta ao fotoperíodo e à temperatura, possibilitaria ao manejador da pastagem estimar a produção de forragem ao longo do ano. Dentre as ferramentas que podem ser utilizadas para estimar a produção de forragem estão os modelos matemáticos que estimam a resposta das plantas utilizando variáveis climáticas, os quais permitem compreender, quantificar e prever as interações entre o ambiente e a planta (Nabinger, 1997).

Utilizando os conceitos propostos por Villa Nova et al. (1983 e 1999), Medeiros et al. (2001) parametrizaram o modelo de UF (Unidades Fototérmicas) para estimar o acúmulo de forragem e a produção de *Cynodon* spp. Entretanto Medeiros et al. (2001) citaram que a falta de dados disponíveis na literatura impediu a validação do modelo sob condições irrigadas, para as quais foi parametrizado. Assim, este trabalho tem por objetivo validar o modelo parametrizado por Medeiros et al. (2001) para *Cynodon* spp.

Material e métodos

O cálculo da quantidade de UF acumuladas no período de tempo determinado é obtido utilizando-se as equações propostas por Villa Nova et al. (1983) e Villa Nova (1999): os resultados de acúmulo de forragem estimados pelo modelo foram comparados aos medidos por Tonato et al. (2002) e Tonato (2003) para cinco cultivares de *Cynodon* (Florico, Florona, Estrela, Coastcross e Tifton 85) submetidos a duas frequências de colheita, 28 ou 42 dias. Esse experimento foi conduzido no período de dezembro de 2000 e janeiro de 2002, em área irrigada e adubada com 400 kg/ha por ano de N e K₂O. O acúmulo de forragem foi calculado pela diferença entre a massa de forragem residual (quantificada no dia zero ou logo após a colheita) e no dia da colheita (Pedreira, 2002 The Forage and Grassland Terminology Committee 1992). A taxa média diária de acúmulo de forragem, foi calculada dividindo-se a massa de a forragem acumulada pelo

* Projeto Finaciado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo

** Bolsista do CNPQ/EMPARN, Natal-RN. Email: hrdemedeiros@yahoo.com.br

^ψ Professor Associado, Departamento de Zootecnia, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

^φ Professor Associado, Departamento de Ciências Exatas, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

período de crescimento para o respectivo intervalo entre cortes, 28 ou 42 dias (Tabela 1).

Foi realizada a análise de sensibilidade da precisão do modelo para períodos de tempo (n) de 7, 14, 21 e 28 dias sobre o acúmulo de forragem. Essa foi realizada utilizando os dados estimados para janeiro e julho de 2001. Esses meses foram escolhidos pois caracterizam as estações do verão e inverno onde ocorrem, respectivamente, a maior e menor produção de forragem. Para essa avaliação foi simulada a produção de forragem nos meses de janeiro e julho sem que as temperaturas média, máxima e mínima fossem alteradas. Os valores de acúmulo de forragem foram estimados a cada 7, 14, 21, 28 e 31 dias divididos pelo respectivo período de crescimento, para a determinação da taxa média diária de acúmulo de forragem (TAF). Assim a TAF média diária foi estimada a cada 7, 14, 21 e 28 dias foram comparados com relação à estimada para 31 dias de crescimento, considerado o valor de referência (VR) do modelo (100%).

A análise de sensibilidade do modelo para o fotoperíodo foi estimada fixando-se a temperatura média (25 °C) e a temperatura base (T_b) inferior (13 °C) durante todos os meses do ano. Nesta avaliação, o único fator de variação e causa de estacionalidade foi o fotoperíodo. A sensibilidade do modelo para a temperatura média do ar foi realizada fixando-se o fotoperíodo inicial (N_i) e final (N_f) em 13.31, bem como a relação N_f/N_i igual a 1 durante todos os meses do ano. Nessa análise foram utilizadas as temperaturas médias, máximas e mínimas medidas pela estação meteorológica do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ durante o ano de 2001, disponíveis no site: <http://www.ciagri.usp.br>. Essa metodologia permitiu isolar os efeitos, respectivamente, do fotoperíodo e da temperatura média do ar no modelo.

Os resultados estimados pelo modelo de UF foram comparados aos medidos por Tonato et al. (2002) utilizando-se o o

procedimento Proc GLM do pacote estatístico SAS® (SAS Institute, 1988). O teste estatístico utilizado foi o de Tukey com nível de significância de 0.05. Além disso, a precisão do modelo foi avaliada utilizando-se análise de regressão linear entre os resultados medidos por Tonato et al. (2002) e os estimados pelo modelo de UF utilizando o procedimento Proc REG do pacote estatístico SAS® (SAS Institute, 1988).

A hipótese de nulidade (H_0) testada foi: $Y = \beta_0 + \beta_1 X$; onde $\beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1$. Foi realizado o teste F para avaliar o grau de significância dos parâmetros β_0 e β_1 . O coeficiente de determinação (R^2) calculado pela metodologia proposta por (Kvalset, 1985):

$$R^2 = 1 - [\sum_i (X_i - Y_i)^2 / \sum (X_i - X_m)^2]$$

onde,

X_i corresponde produção medida no período de tempo i , Y_i a produção estimada para o período i e X_m é a média aritmética da produção medida durante todo o período do experimento. Esse método é indicado para situações onde a fonte de erro do modelo também é resultado dos dados utilizados na sua parametrização e análise de sensibilidade.

Resultados e discussão

Não houve diferença estatística significativa ($P > 0.05$) entre os valores estimados pelo modelo UF e os medidos por Tonato (2002) (Tabelas 1 e 2). O modelo UF estima corretamente ($\beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1$) a taxa de acúmulo de forragem de *Cynodon* spp. desde que a temperatura base inferior utilizada seja um valor entre 13 e 15°C (Medeiros et al., 2001). O coeficiente de determinação (R^2) das regressões entre o modelo e os medidos por Tonato (2002) foram superiores a 60% (Tabela 3). Esses resultados confirmam a boa capacidade de predição do modelo.

Nas simulações realizadas com períodos de acúmulo (intervalo entre cortes) de 42 dias, o coeficiente de determinação

Tabela 1. Taxa média diária de acúmulo de forragem (kg/ha) estimada por Tonato et al. (2002) para *Cynodon* spp. (cvs. Florico, Florona, Estrela, Coastcross e Tifton 85), colhido a cada 28 dias, e utilizando o Modelo de Unidades Fototérmicas (UF).

Data da colheita	Cultivares					Modelo UF
	Estrela	Florico	Florona	Coastcross	Tifton 85	
18/01/01	81	88	69	71	115	127
15/02/01	118	117	96	98	131	80
14/03/01	80	69	73	74	79	52
12/04/01	76	71	53	72	80	117
10/05/01	22	20	19	30	33	54
07/06/01	39	52	29	40	22	24
06/07/01	16	13	27	24	25	18
02/08/01	24	32	30	28	18	24
30/08/01	33	42	38	32	40	43
29/09/01	50	56	66	51	50	84
25/10/01	74	66	52	49	62	84
21/11/01	90	80	78	92	106	126
21/12/01	117	123	108	117	121	151
Média	63	64	57	60	68	76

Data do corte de uniformização: 20/12/2000.

P = 0.3167 pelo teste de Tukey.

aumenta quando se utiliza a temperatura base inferior de 15°C. Isso se deve possivelmente à incapacidade do modelo de estimar os efeitos de frentes frias, que provocam a diminuição da temperatura média do ar durante intervalos de tempo relativamente curtos (de 1 a 3 dias) quando comparados ao período de acúmulo estimado (42 dias). Esse fenômeno ocorre principalmente no outono e primavera, quando se registram as maiores variâncias na temperatura média do ar. Assim a utilização da temperatura base inferior maior (15°C) corrige parte desse erro, e melhora o coeficiente de determinação do modelo.

A medida que se diminui o período de tempo (n) simulado ocorre o incremento no erro do modelo. Possivelmente, isso é devido ao efeito multiplicativo desta variável (n) sobre o cálculo da quantidade de unidades fototérmicas acumuladas. Por esse motivo o modelo deve ser utilizado para realizar estimativa de produção de forragem durante períodos entre 28 e 42 dias de crescimento, quando o erro percentual é inferior a 20% e ao coeficiente de variação da massa de forragem medido no experimento realizado por Tonato (2003). Esse erro pode ser considerado aceitável uma vez que a taxa

Tabela 2. Taxa média diária de acúmulo de forragem (kg/ha) estimada por Tonato et al. (2002) para *Cynodon* spp. (cvs. Florico, Florona, Estrela, Coastcross e Tifton 85), colhido a cada 42 dias, e utilizando o Modelo de Unidades Fototérmicas (UF).

Data da Colheita	Cultivares					Modelo UF
	Florico	Florona	Tifton85	Coastcross	Estrela	
01/02/01	74	84	112	82	82	84
14/03/01	129	120	139	131	120	102
26/04/01	89	81	89	81	82	87
07/06/01	40	37	27	46	39	28
19/07/01	20	28	20	20	17	19
30/08/01	54	55	32	43	37	44
11/10/01	71	72	64	72	67	92
21/11/01	78	81	87	75	78	134
03/01/02	145	137	152	143	130	126
Média	78	77	80	77	72	80

Data do corte de uniformização: 20/12/2000

P = 0.6627 pelo teste de Tukey

Tabela 3. Coeficiente de determinação (R^2) da regressão entre o Modelo de Unidades Fototérmicas (UF) e os resultados medidos por Tonato et al. (2002) para *Cynodon* spp. (cvs. Florico, Florona, Estrela, Coastcross e Tifton 85).

Cultivar	Temperatura base		
	13 °C	14 °C	15 °C
Florico	0.6583	0.6765	0.6866
Florona	0.7420	0.7511	0.7579
Tifton85	0.7028	0.7263	0.7559
Ccross	0.6887	0,7141	0.7286
Estrela	0.6770	0.6970	0.7137

média diária de acúmulo (TMDAC) de forragem é uma variável bastante instável. Isto ocorre pois o crescimento das plantas e consequentemente do seu acúmulo é resultado da interação entre o ambiente (temperatura, fotoperíodo, fertilidade e umidade do solo) e a planta. As estimativas de produção de forragem para períodos curtos podem ser realizadas desde que o usuário simule o acúmulo de unidades fototérmicas para um mês inteiro e divida o valor calculado pelo número de dias do período simulado. Assim, pode-se corrigir o erro da estimativa da quantidade de unidades fototérmicas disponíveis para a planta.

Embora a temperatura seja uma das causas da estacionalidade do acúmulo de forragem, seus efeitos são modificados pela ação de outros fatores como, por exemplo, o fotoperíodo (Bonhomme, 2000). Esse efeito integrado entre a temperatura e o fotoperíodo sobre o crescimento das plantas foi relatado por Hodges (1990), Villa Nova et al. (1999) e Lemos Filho (1997).

O fotoperíodo influencia o acúmulo de forragem (Ludlow, 1978). O efeito dessa variável está mais relacionado com a razão entre o N_f/N_i , que com o fotoperíodo em si. Isto se deve ao fato de fotoperíodos crescentes ($N_f/N_i > 1$) disponibilizarem mais unidades fototérmicas (energia) para o sistema que quando esta razão é decrescente ($N_f/N_i < 1$), no mesmo período de tempo (dias). Por esse motivo, se não houvesse efeito da temperatura, o crescimento das plantas seria crescente de agosto a dezembro e decrescente de janeiro a julho (Figura 1).

Este modelo poderá ser utilizado para estimar o acúmulo de forragem nas pastagens irrigadas desde que não existam limitações físicas e de fertilidade de solo, e os fatores de variação sejam o fotoperíodo e temperatura. Com isso pode-se estimar o acúmulo de forragem presente na pastagem e assim traçar estratégias de sua utilização. Uma outra aplicação do modelo é no planejamento de sistemas de produção de forragem conservada como, por exemplo, a fenação. Nesse caso o usuário poderá estimar o acúmulo de forragem e determinar o momento mais adequado para sua colheita e armazenamento.

Para a utilização do modelo de UF em pastagens cultivadas sob condições não irrigadas e/ou solos de baixa fertilidade, deve-se incorporar ferramentas matemáticas que permitam estimar o risco de se obter um

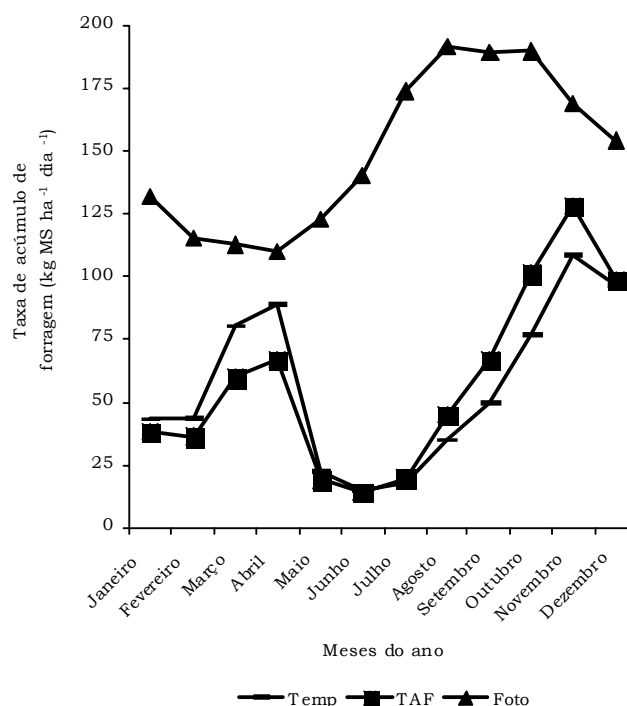


Figura 1. Efeito do fotoperíodo (Foto), da temperatura (Temp) e da unidade fototérmica sobre a taxa média diária de acúmulo de forragem (TAF).

acúmulo de forragem menor que o esperado, provocado por déficit hídrico ou deficiência de nutrientes para a planta.

Conclusão

O Modelo de UF proposto é adequado para estimar a produção de *Cynodon* spp. desde que os fatores de variação sejam unicamente fotoperíodo e temperatura. No futuro mais variáveis, por exemplo, que incorporem os efeitos de fertilidade e umidade do solo sobre o acúmulo de forragem deverão ser incorporadas ao modelo a fim de melhorar a exatidão das suas estimativas.

Resumen

La predicción de la acumulación de forraje a través de la edad de las pasturas es un desafío para los investigadores en áreas tropicales. En este estudio se evaluó un modelo para predecir la acumulación de forraje durante el ciclo de crecimiento de *Cynodon* cvs. Estrella común, Florico, Florona, Coastcross y Tifton 85 como una función de las unidades fototérmicas (UF) en Piracicaba, Brazil. Los resultados obtenidos con el modelo se correlacionaron con mediciones en el campo, utilizando regresiones lineales. El modelo presentó un buen ajuste para predecir la acumulación de forraje de los cultivares en el rango entre 13°C y 15°C. A medida que el período de acumulación de forraje fue menor, el error de predicción fue mayor. El modelo fue adecuado para predecir la acumulación de forraje en periodos entre 28 y 42 días y demostró que la temperatura, unida a la longitud del día, es el factor ambiental que más limitó la producción de forraje.

Summary

Predicting monthly herbage accumulation throughout the year as a result of seasonal growth patterns reported for tropical grasses is

a challenging task when planning pasture-based livestock production systems. The objective of the present study was to evaluate a model that predicts herbage accumulation on *Cynodon* spp. pastures as a function of photothermal units (PU). Predicted results from the PU model were contrasted with actual herbage accumulation values using linear regression. The model was able to predict herbage accumulation rates adequately and the base-temperature values ranged from 13 and 15 °C. As the duration of the accumulation period was shortened, the error of the prediction was increased. This led to the recommendation that the model be used for grazing cycles where the regrowth interval is equal to or longer than 28 days and equal or less than 42 days. In addition, the model showed that temperature is the major environmental constraint to forage growth in Piracicaba, SP, although it compounds with daylength in determining the yield response.

Referências

- Alcantara, P. B.; Pedro Junior, M. J.; Donzelli, e P. L. 1989. Zoneamento edafoclimático de plantas forrageiras. En: Favoretto, V.; Rodrigues, L. R.; e Reis, R. de A. (ed.). Simpósio sobre Ecossistemas de Pastagens. 2. Jaboticabal, 1989. Anais. Jaboticabal: FUNEP, UNESP. p. 1-16.
- Bonhomme, R. 2000. Bases and limits to using 'degree-day' units. *European J. Agron.* 13:1-10.
- Hodges, T. 1990. Temperature and water stress effects on phenology. En: *Predicting Crop Phenology*. Boca Raton, Florida. CRC Press. p. 7-13.
- Kvalset, T. O. 1985. Cautionary note about R². *Amer. Statist.* 39(4):279-285.
- Lemos Filho, J. P.; Villa Nova, N. A.; e Pinto, H. S. 1997. A model including photoperiod in degree-days for estimating *Hevea* bud growth. *Intern. J. Biom.* 41:1-4.

- Ludlow, M. M. 1978. Light relations of pastures plants. En: Plant relation in pastures. Wilson, J. R. (ed.). East Melbourne, Australia, CSIRO. p. 35-49.
- Medeiros, H. R. de; Pedreira, C. G.; Villa Nova, N. A.; Barioni, L. G.; e Mello, A. C. 2001. Prediction of herbage accumulation of *Cynodon* grasses by an empirical model based on temperature and daylength. En: International Grassland Congress, 19, Piracicaba, 2001,. Proceedings. FEALQ. p. 263-265.
- Nabinger, C. 1997. Princípios da exploração intensiva de pastagens. En: Simpósio sobre Manejo de Pastagens, 14, Piracicaba, 1997. Anais. Piracicaba. FEALQ. p. 213-251.
- Pedreira, C. G. S. 2002. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. En: Reunião Anual da ociedade Brasileira De Zootecnia, 39., Recife, 2002. Anais. Recife:SBZ, 2002. p 10-150.
- Pedreira, 2002. The Forage and Grassland Terminology Committee 1992)
- Rodrigues, T. de J. D.; Rodrigues, L. R. de A.; e Reis, R. de A. 1989. Adaptação de plantas forrageiras as condições adversas. En: Favoretto, V.; Rodrigues, L. R.; e Reis, R. de A. (Eds.). Simpósio sobre Ecossistemas de Pastagens, 2, Jaboticabal, 1989. Anais. Jaboticabal. FUNEP, UNESP. p. 17-61.
- Rolim, F. A. 1980. Estacionalidade de produção forrageira. En: Moura, J. C. e Faria, V. P. de (eds.). 1980. Simpósio sobre Manejo de Pastagens, 6, Piracicaba, ESALQ, 1980. p. 39-81.
- Sas Institute, SAS User's guide: Release 6.03 ed. Cary, 1988. 1028 p.
- The Forage And Grassland Terminology Committee – FGTC. 1992. Terminology for grazing lands and grazing animals. J. Prod. Agric. 5:191-201.
- Tonato, F.; Moreno, L.S. de B.; Pedreira, C. G. S.; e Medeiros, H. R. de. 2002. Produção de matéria seca total e taxa média de acúmulo de forragem de cinco cultivares do gênero *Cynodon* manejados para a produção de feno sob irrigação. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39., Recife, 2002. Anais. Recife. Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ). CD-Rom.
- _____. 2003. Determinação de parâmetros produtivos e qualitativos de *Cynodon* spp. em função de variáveis climáticas. Dissertação Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz , Universidade de São Paulo. 85 p.
- Villa Nova, N. A.; Carreteiro, M. V.; e Scardua, R. 1983. Um modelo para avaliação do crescimento de cana-de-açúcar (*Sacharum* spp.) em termos da ação combinada do fotoperíodo e da temperatura média do ar. En: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. 2. Campinas, 1983, Anais. Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/Instituto Agronômico de Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/Instituto Agronômico de Campinas. p.31-48.
- _____; Barioni, L. G.; Pedreira, C. G.; e Pereira, A. R. 1999. Modelo para previsão da produtividade do capim elefante em função da temperatura do ar, fotoperíodo e frequência de desfolha. Rev. Brasil. Agrometeo. 7:75-79.

Modelo de adubação nitrogenada aplicável a rebrota de pastagens submetidas a sistemas de desfolha intermitente

D. Dourado Neto* e E. R. Detomini**

Introdução

Por estimular o perfilhamento e provocar incrementos substanciais no índice de área foliar ao longo da rebrota de pastagens, o nitrogênio (N) é o principal elemento mineral responsável por trazer incrementos substanciais ao crescimento e ao desenvolvimento das pastagens (Whitehead, 1995).

Embora a atmosfera apresente-se como uma vasta fonte de nitrogênio, o fornecimento de N através do uso de fertilizantes caracteriza-se por uma alta demanda de produto e por um alto custo energético e financeiro (Keulen et al., 1989). Outro aspecto, quando há nitrogênio em excesso ao requerimento das plantas, o N é geralmente acumulado nos vacúolos na forma de nitrato, tornando-o praticamente sem aproveitamento e, algumas vezes, tóxico aos animais (Whitehead, 1995).

Desta forma, justifica-se cada vez mais o uso de subsídios teóricos norteadores de manejo do uso racional desses fertilizantes, a exemplo dos modelos matemáticos. Os modelos representam a melhor forma de sintetizar o conhecimento sobre os diferentes componentes de um sistema, pois são capazes de sumarizar dados

e transferir resultados de pesquisa aos usuários (Thornley, 1998; Dourado Neto et al., 1998).

O objetivo deste trabalho é apresentar um modelo de adubação nitrogenada aplicável à prática da produção de forrageiras voltadas aos sistemas de gerenciamento que contemplam a desfolha intermitente (por exemplo, pastejo sob lotação rotacionada e corte de forrageiras).

Material e métodos

O modelo foi desenvolvido visando-se obter a quantidade de fertilizante nitrogenado a ser aplicado (Q_{FN} , kg/ha do fertilizante nitrogenado), utilizando os seguintes atributos:

rendimento almejado da parte exportável

(Ra_{pe} , kg/ha de fitomassa seca de parte exportável);

teor de proteína bruta na parte exportável

($T_{PB_{pe}}$, kg/kg, ou seja, kg de proteína bruta por kg fitomassa seca de parte exportável);

teor de nitrogênio na proteína bruta ($T_{N_{PB}}$, kg/kg, ou seja, kg de nitrogênio por kg de proteína bruta);

índice de colheita, que corresponde à fração de fitomassa seca que é exportável (IC , kg/kg, ou seja, kg de fitomassa seca de parte exportável por kg de fitomassa seca total);

teor de nitrogênio nas outras partes da planta ($T_{N_{op}}$, kg/kg, ou seja, kg de nitrogênio por kg de fitomassa seca de outras partes);

* Professor Associado, Departamento de Produção Vegetal (ESALQ/USP). dourado@esalq.usp.br. Bolsista do CNPq

** Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Doutorando em Irrigação e Drenagem, Departamento de Engenharia Rural (ESALQ/USP). detomini@esalq.usp.br. Bolsista do CNPq.

seja, kg de nitrogênio fornecido pelo solo por kg de nitrogênio total extraído); teor de nitrogênio no fertilizante (T_{N_F} , kg/kg, ou seja, kg de nitrogênio por kg do fertilizante); e eficiência de adubação nitrogenada (Ef_{AN} , kg/kg, ou seja, kg de nitrogênio extraído pela planta proveniente do fertilizante por kg de nitrogênio total aplicado). A representação esquemática dos atributos do modelo é apresentada na Figura 1.

A exportação de nitrogênio (β , kg/ha) é obtida através da seguinte expressão:

$$\beta = Ra_{pe} \cdot T_{PB_{pe}} \cdot T_{N_{PB}} \quad (1)$$

Ao final de um ciclo de rebrota, o retorno acumulado de nitrogênio (α , kg/ha) com os restos culturais ao solo é assim expresso:

$$\alpha = Ra_{op} \cdot T_{N_{op}} \quad (2)$$

em que R_{op} se refere ao rendimento de outras partes (kg/ha, ou seja, kg de fitomassa seca de outras partes por ha). Como o rendimento de outras partes multiplicado pelo índice de colheita (IC) equivale ao mesmo que o rendimento almejado de parte exportável multiplicado pela fração restante, pode-se inferir que:

$$R_{op} \cdot IC = Ra_{pe} \cdot (1 - IC) \quad (3)$$

Rearranjando a Equação 3 de maneira conveniente:

$$R_{op} = \frac{Ra_{pe} \cdot (1 - IC)}{IC} \quad (4)$$

A extração de nitrogênio (γ , kg/ha) é, portanto:

Por conseguinte, a quantidade

$$\gamma = \beta + \alpha \quad (5)$$

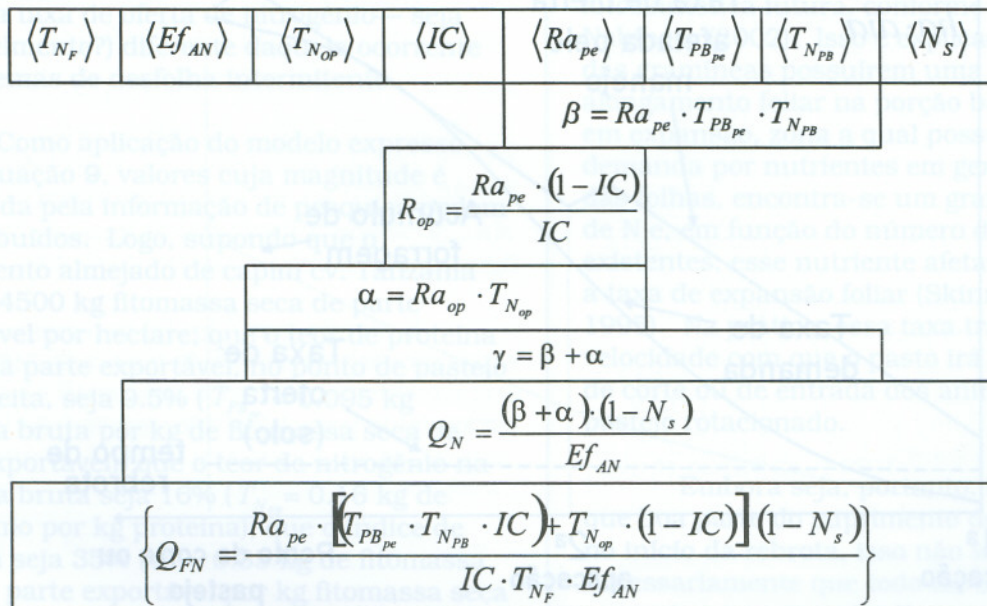


Figura 1. Representação esquemática dos atributos do modelo: $\langle \rangle$ variáveis de entrada do modelo e $\{ \}$ saída do modelo.

Por conseguinte, a quantidade requerida de nitrogênio oriunda de fertilizante (Q_N , kg/ha) será a extração de nitrogênio descontando-se a quantidade relativa de nitrogênio que é fornecida pelo solo, e levando em consideração a eficiência (Ef_{AN} , kg/kg), conforme a seguinte equação:

$$Q_N = \frac{\gamma \cdot (1 - N_s)}{Ef_{AN}} \quad (6)$$

Substituindo a Equação 5 na Equação 6, tem-se:

$$Q_N = \frac{(\beta + \alpha) \cdot (1 - N_s)}{Ef_{AN}} \quad (7)$$

Substituindo a Equação 1 e a Equação 2 na Equação 7, tem-se:

$$Q_N = \frac{(Ra_{pe} \cdot T_{PB_{pe}} \cdot T_{N_{PB}} + T_{N_{op}} \cdot R_{op}) \cdot (1 - N_s)}{Ef_{AN}} \quad (8)$$

Substituindo a Equação 4 na Equação 8, e levando-se em consideração o teor de nitrogênio no fertilizante escolhido, encontra-se a equação que nos fornece a recomendação de adubação nitrogenada (Q_{FN} , kg/ha; ou seja, kg do fertilizante nitrogenado escolhido por hectare), conforme sugerido em Dourado Neto e Fancelli (2004):

$$Q_{FN} = \frac{Ra_{pe} \cdot [T_{PB_{pe}} \cdot T_{N_{PB}} \cdot IC] + T_{N_{op}} \cdot (1 - IC) \cdot (1 - N_s)}{IC \cdot T_{N_F} \cdot Ef_{AN}} \quad (9)$$

Como subsídios teóricos ao desenvolvimento do modelo, têm-se, hipoteticamente, as produções de nitrato e de amônio pelos microrganismos existentes no solo, fazendo com que a taxa de oferta natural de nitrogênio (fornecido pelo solo) à pastagem seja praticamente constante (Figura 2) ao longo de um ciclo de rebrota (para uma dada condição climática); taxa a qual pode ser aumentada mediante um aumento na disponibilidade de carbono e de oxigênio aos microrganismos existentes no solo.

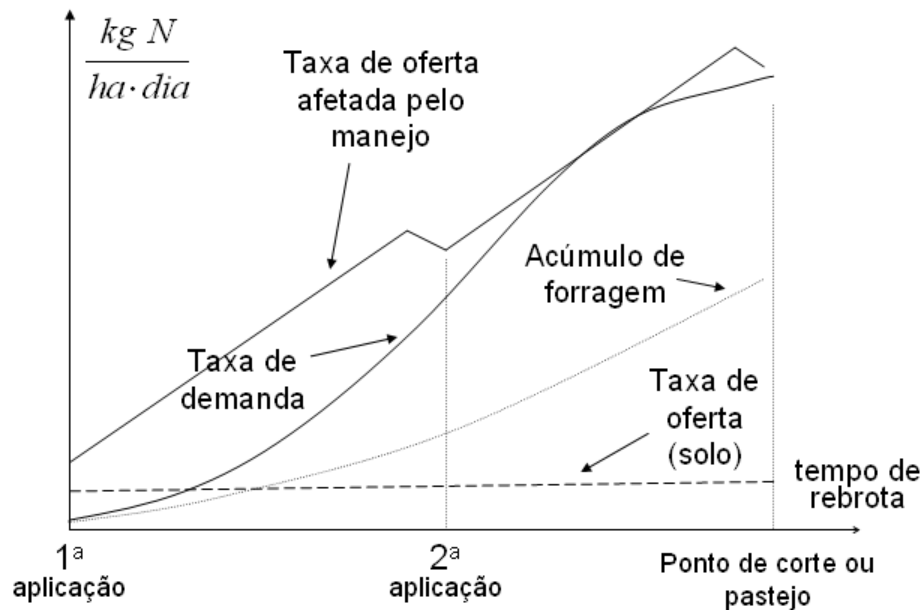


Figura 2 – Representação hipotética das curvas de taxa de oferta de N no solo e de demanda pela planta. A recomendação, quando parcelada, visa que a oferta (agora afetada pela intervenção) seja sempre superior à demanda.

Em contrapartida, tem-se a crescente taxa de demanda de N em função do aumento de fitomassa seca (Keulen et al., 1989), o que vem a requerer mudanças na taxa de oferta através da intervenção humana com a aplicação de fertilizantes nitrogenados e, se possível, com o parcelamento da quantidade requerida (Figura 2), o que é possível principalmente em sistemas irrigados por aspersão, como no caso do pivô central, por exemplo.

Resultados e discussão

O modelo é aplicável para situações de gerenciamento de sistemas que contemplam desfolhação intermitente, a exemplo do pastejo sob lotação rotacionada e das capineiras (manejadas sob corte), já que a etapa de consumo é claramente separada pelo tempo nessas modalidades de utilização do pasto. Isso não ocorre na modalidade de pastejo sob lotação contínua porque não se define, na prática, o rendimento almejado de forragem como uma meta a ser atingida nessa modalidade, mas sim um valor de índice de área foliar a ser mantido, fazendo com que a demanda de nitrogênio — dada pela integral definida das curvas de taxa de demanda menos a taxa de oferta de nitrogênio— seja (possivelmente?) diferente daquela ocorrente em sistemas de desfolha intermitente.

Como aplicação do modelo expresso pela Equação 9, valores cuja magnitude é conhecida pela informação de pesquisa podem ser atribuídos. Logo, supondo que o rendimento almejado de capim cv. Tanzânia seja de 4500 kg fitomassa seca de parte exportável por hectare; que o teor de proteína bruta na parte exportável, no ponto de pastejo ou colheita, seja 9.5% ($T_{PB_{pe}} = 0.095$ kg proteína bruta por kg de fitomassa seca de parte exportável); que o teor de nitrogênio na proteína bruta seja 16% ($T_{N_{PB}} = 0.16$ kg de nitrogênio por kg proteína); que o índice de colheita seja 35% ($IC = 0.35$ kg de fitomassa

seca de parte exportável por kg fitomassa seca total); teor de nitrogênio nas outras partes da planta seja 0.69% ($T_{N_{op}} = 0.0069$ kg de nitrogênio por kg de fitomassa seca de outras partes); que a quantidade relativa de nitrogênio fornecido pelo solo seja 62% ($N_s = 0.62$ kg de nitrogênio fornecido pelo solo por kg de nitrogênio total extraído); que o fertilizante seja a uréia ($T_{N_F} = 0.45$ kg de nitrogênio por kg de fertilizante); e que a eficiência da adubação nitrogenada seja 55% ($Ef_{AN} = 0.55$ kg de nitrogênio extraído pela planta proveniente do fertilizante por kg de nitrogênio total aplicado).

Substituindo os valores mencionados na Equação 9, tem-se:

$$Q_{FN} = \frac{4500 \cdot [(0.095 \cdot 0.16 \cdot 0.35) + 0.0069 \cdot (1 - 0.35)] \cdot (1 - 0.62)}{0.35 \cdot 0.45 \cdot 0.55} \quad (10)$$

Logo, tem-se a quantidade requerida do fertilizante escolhido:

$$Q_{FN} \cong 194 \text{ kg / ha} \quad (11)$$

O potencial fotossintético das gramíneas é, normalmente, determinado no início do período de alongamento das folhas, sendo que deficiências de nitrogênio neste período podem comprometer a eficiência fotossintética futura, conforme salientado por Nabinger (2002). Isso é explicado pelo fato das gramíneas possuírem uma ativa zona de alongamento foliar na porção basal das folhas em expansão, zona a qual possui grande demanda por nutrientes em geral. Nesse local das folhas, encontra-se um grande acúmulo de N e, em função do número de células existentes, esse nutriente afetará diretamente a taxa de expansão foliar (Skinner e Nelson, 1995). Na prática, essa taxa traduz a velocidade com que o pasto irá atingir o ponto de corte ou de entrada dos animais em pastejo rotacionado.

Embora seja, portanto, fundamental que boa parte do suprimento de N seja feito no início da rebrota, isso não significa necessariamente que todo ele deva ser feito somente neste período, já que as folhas mais jovens iniciam sua expansão em momentos diferentes, resultando em um aumento gradativo da fitomassa total de folhas desde o início da rebrota e, conseqüentemente, no aumento absoluto da absorção de nitrogênio.

Logo, sempre que possível, torna-se coerente o parcelamento da adubação nitrogenada (como é feito em outras culturas agrícolas) no intuito de garantir que a taxa de oferta de N seja sempre superior à de demanda. Em sistemas irrigados por aspersão (pivô central, por exemplo), é possível que a quantidade recomendada (Q_{FN} , kg/ha) seja feita de forma parcelada (em dois ou três vezes ao longo da fase vegetativa que antecede o ponto de colheita) através do manejo da fertirrigação. Cabe ressaltar que, como as lâminas de água aplicadas são relativamente elevadas (5 a 50 mm), verificar-se-á, geralmente, uma adequada razão de diluição (relação entre a vazão de injeção da calda fertilizante e a vazão do sistema de irrigação), possibilitando que a concentração de nitrogênio na água que sai nos emissores, que por segurança deve ser inferior a 1%, praticamente não apresente risco de queima de folhas.

O parcelamento pode melhorar também a eficiência de uso do nitrogênio; visto que esse nutriente aplicado em excesso pode ser perdido por volatilização (no caso da uréia, por exemplo) e/ou por lixiviação (Cantarella et al., 2002). Por sua vez, a magnitude das perdas de N por volatilização de NH_3 pode ser altamente afetada pela presença de resíduos vegetais na superfície do solo (devido à alta atividade da urease) e pela umidade do solo; vindo esses fatores a influenciar, portanto, na eficiência da adubação. Maiores perdas de N podem ocorrer quando o solo já estiver úmido antes da adubação, ao passo que menores perdas podem ser verificadas se houver a presença de chuvas após a adubação (Cantarella et al.,

2002).

A eficiência da adubação nitrogenada (Ef_{AN} , kg/kg) e a quantidade relativa de nitrogênio fornecida pelo solo (N_s , kg/kg) são dependentes, principalmente, da classe textural (argiloso ou arenoso, por exemplo), do teor de matéria orgânica do solo, do fertilizante utilizado (uréia, sulfato de amônio, por exemplo), da forma de aplicação (à lanço ou incorporado através da água de irrigação; localizado ou em área total), da condição climática e do sistema de produção (seqüência de cultura, se houver). Particularmente, a quantidade relativa de nitrogênio fornecido pelo solo poderá depender também da profundidade efetiva do sistema radicular (Dourado Neto e Fancelli, 2004).

A rigor, esses atributos (Ef_{AN} e N_s) são determinados concomitantemente utilizando a técnica de fertilizante marcado. Para tal, é necessário utilizar um fertilizante enriquecido com ^{15}N . Sendo assim, tem-se que trabalhar com um teor de ^{15}N acima da abundância natural (Zapata, 1990), obedecendo a seguinte expressão matemática:

$$N_s = 1 - \frac{^{15}Np - An^{15}N}{^{15}Nf - An^{15}N} \quad (12)$$

$$Ef_{AN} = \frac{\gamma}{Q_N} \cdot \left(\frac{^{15}Np - An^{15}N}{^{15}Nf - An^{15}N} \right) \quad (13)$$

em que ^{15}Np se refere à abundância (%) de ^{15}N medida na planta (adubado com fertilizante enriquecido); ^{15}Nf à abundância (%) de ^{15}N no fertilizante enriquecido; e $An^{15}N$ à abundância (%) natural de ^{15}N (igual a 0.3663%).

Supondo que ^{15}Np foi determinado experimentalmente, sendo igual a 0.7463%; e

que o fertilizante foi artificialmente enriquecido para 1.3663%, temos que:

$$1 - N_s = \frac{0.7463 - 0.3663}{1.3663 - 0.3663} = 0.38 \quad (14)$$

A grande limitação dessa técnica é, além da capacitação profissional, o custo do fertilizante enriquecido. Um grama de ^{15}N (sulfato de amônio) custa cerca de US\$ 190, ou seja, 1 kg de sulfato de amônio enriquecido com 10% de ^{15}N custa, portanto, US\$ 3800, conforme segue cálculo abaixo:

$$\text{Custo} = 1000\text{g}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \frac{20\text{gN}}{100\text{g}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} \cdot \frac{10\text{g}^{15}\text{N}}{100\text{gN}} \cdot \frac{\text{US}\$190}{\text{g}^{15}\text{N}} = \text{US}\$3800/\text{kg} \quad (15)$$

Portanto, por ser dispendiosa a pesquisa dos atributos Ef_{AN} e N_s , e vasta a amplitude de variação dos mesmos, faz-se necessário para o uso do modelo que, na prática, valores desses atributos sejam pragmaticamente assumidos conforme o tipo de solo (granulometria e teor de matéria orgânica), a condição climática, o sistema de produção, o fertilizante, a forma de aplicação e a experiência.

No que diz respeito ao teor de nitrogênio nas diversas partes da planta, Keulen et al. (1989) afirmam que, quando o suprimento de nitrogênio não é limitante, existe uma relação linear negativa entre o teor de nitrogênio nos órgãos vegetais e o estágio de desenvolvimento; e genericamente sugerem, como ordem de grandeza, valores de teor de nitrogênio em função do estágio variando de 6% a 2% para folhas, de 3% a 0.8% para hastes, e de 3.5% (emergência) a 1% (maturidade) para os tecidos do sistema radicular.

A magnitude do índice de colheita —fração da fitomassa seca correspondente àquela de interesse econômico— será

inerente ao genótipo e à oferta ambiental, de tal forma que genótipos hábeis em produzir parte aérea são favorecidos em situações de boa disponibilidade hídrica e de nutrientes (Pedreira et al., 2001). Contudo, é possível que valores de IC dificilmente ultrapassem 0.55; principalmente tratando-se de situações não experimentais, nas quais a população de plantas normalmente apresenta algum estresse hídrico.

Importante salientar também que, quando se aumentam os níveis de adubação nitrogenada sem um conseqüente ajuste no período de ‘descanso’ da pastagem no caso de lotação intermitente —ou, oportunamente, sem um ajuste na carga animal, no caso de lotação contínua—, pode-se estar permitindo um exagerado aumento de material em senescência e de material morto, além de uma redução na taxa de desenvolvimento da pastagem (Nabinger, 2002).

Na prática, o aumento na taxa de crescimento e de desenvolvimento trazida pela adição de fertilizante nitrogenado no sistema de produção resulta em elevar a produção de forragem aproveitável em tempos menores, para corte ou pastejo rotacionado, implicando no aumento do número de colheitas durante as épocas do ano mais favoráveis ao desenvolvimento do índice de área foliar; o que para pecuarista situado nos trópicos, como em boa parte das regiões do Brasil, pode acontecer durante o ano todo.

Para trabalhos futuros, sugere-se à pesquisas de plantas forrageiras que, para cada genótipo em seus diversos estádios fenológicos, principalmente no ponto de pastejo ou colheita, experimentações agrônomicas sejam feitas principalmente no sentido de determinar a magnitude do índice de colheita (IC), do teor de nitrogênio nas outras partes da planta ($T_{N_{op}}$) e da quantidade relativa de nitrogênio na planta proveniente do fertilizante ($1 - N_s$), para que o modelo possa ser utilizado em correspondência às diversas situações particulares.

Conclusões

O modelo proposto é recomendável à prática da produção de forrageiras em sistemas de gerenciamento que contemplam desfolha intermitente, a exemplo do pastejo sob lotação rotacionada e das capineiras. Contudo, os valores específicos de cada variável devem ser atribuídos pelo usuário, o qual deve permanecer suficientemente informado das magnitudes geradas pela pesquisa aplicada a cada situação.

Resumen

En condiciones tropicales, el nitrógeno es uno de los nutrimentos responsable del desarrollo sostenible de las pasturas y la fuente principal son los fertilizantes comerciales de alto costo económico y energético. En consecuencia, su uso debe ser racionalizado con el apoyo de modelos teóricos. Tomando como base 13 variables independientes, que fueron manejadas a través de nueve ecuaciones, en el Departamento de Producción Vegetal de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, (ESALQ/USP), Piracicaba, Brasil, se desarrollo un modelo mecanístico con el fin de racionalizar el uso de la fertilización nitrógenada en pasturas tropicales que son sometidas a cortes o pastoreo en forma controlada. Como variables principales fueron consideradas la producción de biomasa aérea, la concentración de PC en el forraje, el índice de cosecha o fracción de la biomasa realmente aprovechable, el contenido de N en la planta entera, la cantidad relativa de N proporcionada por el suelo, la cantidad de N aportada por el fertilizante y la eficiencia de la fertilización nitrogenada. La aplicación del modelo en una situación real demostró su viabilidad en sistemas de producción animal con defoliación frecuente de las plantas.

Summary

Under tropical conditions, nitrogen is one of the nutriments responsible for the

sustainable development of pastures, and the main source comes from the commercial fertilizers with high economic cost and energy, therefore, its use should be rationalized with the support of theoretical models. Having 13 independent variables, handled through nine equations, in the Department of Vegetable Production of the Superior School of Agriculture Luiz of Queiroz (ESALQ/USP), Piracicaba, Brazil, a mechanistic model was developed to rationalize the use of the nitrogenized fertilization in tropical pastures that are subject to cutting or grazing in a controlled way. As main variables were considered the shoot biomass yield, the PC concentration in the forage, the crop index or fraction of the biomass really profitable, the N content in the whole plant, the relative quantity of N provided by the soil, the quantity of N supplied by the fertilizer and the efficiency of the nitrogenized fertilization. The application of the model in a real situation demonstrated its viability in animal production systems with frequent defoliation of the plants.

Referências

- Cantarella, H.; Corrêa, L. A.; Primavesi, O.; e Primavesi, A. C. 2002. Fertilidade do solo em sistemas intensivos de manejo de pastagens. En: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 19, Piracicaba, 2002. Anais. Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ). p. 99-131.
- Dourado Neto, D.; Teruel, D. A.; Reichardt, K.; Nielsen, D. R.; Frizzone, J. A.; e Bacchi, O. O. 1988. Principles of crop modeling and simulation: III. Modeling of root growth and other belowground processes, limitations of the models, and the future of modeling in agriculture. *Scientia Agricola* 55: 58-61.

- Dourado Neto, D. e Fancelli, A. L. 2004. Produção de milho. Guaíba Agropecuária. 360 p.
- Keulen, H. Van.; Goudriaan, J.; e Seligman, N. G. 1989. Modeling the effects of nitrogen on canopy development and crop growth. En: Russel, G.; Marshall, B.; e Jarvis, P. G. (eds.). Plant canopies: their growth, form and function. Cambridge: University Press, 1989. Society for Experimental Biology Seminar Series 31:83-104.
- Nabinger, C. 2002. Manejo da desfolha. En: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 19, Piracicaba, 2002. Anais. Piracicaba, 2002, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ). p. 133-158.
- Pedreira, C. G.; Mello, A. C. de; e Otani, L. O. 2001. Processo de produção de forragem em pastagens. En: Mattos, W. R. (Comp.). A produção animal na visão dos brasileiros. Piracicaba, Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ) p. 772-807.
- Skinner, R. H. e Nelson, C. J. 1995. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. *Crop Sci.* 35:4-10.
- Thornley, J. H. 1998. Grassland dynamics – an ecosystem simulation model. Wallingford: CAB International. 241 p.
- Whitehead, D. C. 1995. Grassland nitrogen. Wallingford, CAB International. 485 p.
- Zapata, F. 1990. Isotope techniques in soil fertility and plant nutrition studies. Austria: International Atomic Energy Agency. Training Course Series, 2. Use of nuclear Techniques in Studies of Soil-Plant Relationships. p. 61-127.

Avaliação da produção de *Panicum maximum* cv. Tanzânia sob diferentes níveis de oferta ambiental

E. R. Detomini*, R. O. C. Monteiro**, e R. D. Coelho***

Introdução

A implementação de modelos em programas computacionais vem se tornando cada vez mais disponível à aplicação de uso dos agropecuaristas, por exemplo, para adequar um genótipo a um ambiente e para balizamento de época de semeadura, permitindo a simulação de diversos atributos de interesse agrônomo. Desta maneira, fundamentadas nas relações de energia entre os componentes planta e atmosfera, e muitas vezes compreendendo também os atributos de solo, torna-se possível estimação da produção de um genótipo em um ambiente específico. Os modelos representam a melhor forma de sintetizar o conhecimento sobre os diferentes componentes de um sistema ao sumarizar dados e transferir resultados de pesquisa aos usuários (France e Thornley, 1984).

Embora a radiação solar e a temperatura sejam igualmente importantes em estudos de ecofisiologia, esses atributos desempenham papéis diferentes na produção de forragem. A radiação solar funciona como a principal responsável pelo desencadeamento dos processos da conversão do CO₂ atmosférico em biomassa

vegetal (Heemst, 1986), ao passo que a temperatura está associada à eficiência dos processos metabólicos envolvidos nessa conversão, pelo fato de alterar a plasticidade de diversas enzimas da planta, fazendo com que estas enzimas se tornem mais flácidas ou mais rígidas (Bonhomme, 2000).

Dos principais nutrientes minerais existentes, o nitrogênio é aquele que apresenta a maior resposta à produção das forrageiras, pois estimula o perfilhamento e provoca incrementos substanciais no índice de área foliar ao longo da rebrota (Whitehead, 1995). De maneira genérica, existe uma linearidade entre a concentração de nitrogênio (N) nas folhas e a taxa de assimilação de dióxido de carbono (CO₂) de plantas C4 e a correspondente performance fotossintética em uma vasta faixa de amplitude, podendo existir uma variabilidade em função dos diferentes estádios de desenvolvimento. Em condições de baixas intensidades luminosas pode não haver efeito significativo da concentração de N nas folhas sobre a eficiência do uso da luz (Keulen et al., 1989).

Apesar de que o conceito de produtividade potencial nunca seja atingido na prática, é indispensável que se obtenha experimentalmente a magnitude desse atributo, visto a necessidade de nortear a intervenção do homem no agroecossistema. O rendimento de uma cultura é, por definição, a produtividade potencial (ou biológica) de um genótipo sendo deplecionada por algum fator de restrição, principalmente o déficit hídrico, o qual

* Eng. Agrônomo, M.Sc. Doutorando em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP, Piracicaba-SP. detomini@esalq.usp.br

** Eng. Agrônomo, M.Sc. Doutorando em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

*** Professor Associado, Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

ocasiona redução na evapotranspiração máxima deste genótipo (Doorenbos e Kassam, 1979) e também a absorção de nutrientes.

O objetivo do presente trabalho é caracterizar uma relação de dependência entre a produção de parte aérea (kg/ha) de capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) e alguns atributos fundamentais (oferta ambiental) na determinação desta produção, tais como a disponibilidade de água no solo, o nível de adubação nitrogenada, a radiação solar e a temperatura do ar; visando estabelecer um modelo que permita a estimativa da produção de forragem em um determinado local de interesse, a partir de uma data em qualquer época do ano.

Material e métodos

O presente trabalho foi realizado a partir dos dados da experimentação conduzida por Lourenço (2004) na região de Piracicaba (SP) (22° 42' S, 47° 38' O, 540 m.s.n.m.), em uma pastagem considerada estabelecida e homogênea em termos de população de capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv., Tanzânia), em um Latossolo Vermelho Álico de textura média. A análise química de fertilidade do solo (0 – 0.40 m) é apresentada na Tabela 1. O período de experimentação ocorreu entre maio de 2002 a novembro de 2003.

A saturação por bases foi elevada a 80% em função da aplicação de 3 t/ha de calcário dolomítico (PRNT = 120). A correção dos níveis de fósforo e de potássio foi feita

empregando, respectivamente, 600 kg/ha de P₂O₅ (fonte: superfosfato simples) e 300 kg/ha (fonte: cloreto de potássio). Empregou-se também 30 kg/ha de micronutrientes (fonte: FTE BR 12).

No intuito de obter total controle das variáveis, principalmente do suprimento hídrico, o experimento foi implantado dentro de estufa, a qual dispunha de cobertura de filme plástico de polietileno de alta densidade de 150 micras, transparente, com tratamento anti UV, instalado em peça única. Com o objetivo de explorar o maior número de tratamentos sem que houvesse a contaminação entre as lâminas de irrigação e as adubações, cada parcela era delimitada por caixas d'água de cimento amianto com capacidade para 500 litros (dimensões: 110 x 95 x 62.5 cm), as quais foram instaladas com a borda superior no nível do solo em quatro blocos de 25 caixas. No fundo destas, foram colocados aproximadamente 50 litros de brita no. 2 sobre uma camada de manta sintética, e um tubo de PVC de 35 mm foi inserido verticalmente para permitir o acesso ao interior da caixa e facilitar a drenagem (Figura 1 -Lourenço, 2004).

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Dentro de cada bloco, foram distribuídas aleatoriamente as diferentes condições de suprimento hídrico (L₂₅, L₅₀, L₇₅, L₁₀₀ e L₁₂₅) associadas aos diferentes níveis de adubação nitrogenada (D₀, D₃₀, D₆₀, D₁₁₀ e D₂₇₀), totalizando-se 25 tratamentos em cada bloco, e 100 parcelas no total do experimento.

Tabela 1. Análises químicas do solo (0 – 0.40 cm) utilizado no preenchimento das caixas.

Bloco (no.)	pH (CaCl ₂)	MO (g/dm ³)	P _{resina} (mg/dm ³)	K	Ca	Mg	Al (mmolc/dm ³)	H + Al	SB	CTC	V (%)
1	4.4	10	5	1.3	9	6	2	25	16	39	39
2	4.7	13	8	2.5	13	7	1	20	23	53	53
3	4.7	13	6	2.3	11	7	1	22	20	48	48
4	4.8	13	6	2.7	13	8	1	22	24	52	52

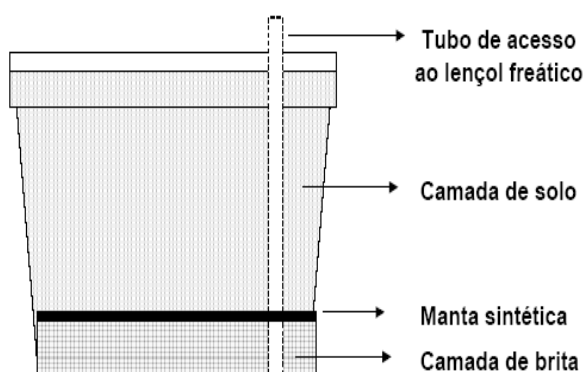


Figura 1. Representação esquemática da caixa d'água que delimitava cada parcela.

Após a desfolha, os níveis de nitrogênio 0, 30, 60, 110 e 270 kg/ha de N por ciclo (fonte: nitrato de amônia) foram aplicados via fertirrigação, juntamente ao fertilizante nitrato de potássio, visando repor as quantidades removidas desse nutriente para manter os níveis do mesmo em um mínimo de 20 g/kg na matéria seca.

Como a quantidade de água a ser aplicada nos tratamentos deveria ter boa precisão, as irrigações foram realizadas ao mesmo tempo, sendo utilizado um sistema tipo gotejamento com emissores autocompensantes de vazão 2.4 l/h, o que permitiu realizar a equalização dos tratamentos, os quais se referiam às porções 25% (L_{25}), 50% (L_{50}), 75% (L_{75}), 100% (L_{100} – testemunha) e 125% (L_{125}), totalizando-se cinco lâminas de irrigação. A variação de vazão foi realizada através do número de gotejadores em cada tratamento, distribuídos proporcionalmente sobre as parcelas de acordo com o tratamento: L_{25} = 1 gotejador, L_{50} = 2 gotejadores; L_{75} = 3 gotejadores; L_{100} = 4 gotejadores; e L_{125} = 5 gotejadores.

A variação da lâmina de irrigação foi obtida a partir de um percentual da quantidade de água evapotranspirada pelo tratamento testemunha (L_{100}), o qual era irrigado até repor 100% da capacidade de armazenamento disponível no solo, ou seja, este tratamento era irrigado à capacidade de campo através do monitoramento do potencial mátrico do solo com base em

tensiômetros de punção digital, os quais foram instalados com o objetivo de monitorar o perfil do solo (nas profundidades 0.10, 0.30 e 0.50 m) com leituras diárias durante o período de amostragem.

Segundo Reichardt (1987), a manutenção do potencial matricial do solo entre os limites de -0.02 e -0.2 MPa na profundidade de 15 a 150 cm parece ser adequada para a produção vegetal, de uma maneira geral. Potenciais acima de -0.02 MPa (menos negativos) não permitem boa aeração e favorecem o desenvolvimento de patógenos anaeróbicos, e potenciais menores que -0.2 MPa (mais negativos) podem reduzir a produtividade porque estão associados a valores de umidade mais baixos no solo, ou seja, à deficiência hídrica. Portanto, no caso do experimento, a irrigação iniciava-se sempre que a média dos tensiômetros registrasse entre -0.03 e -0.04 MPa.

Os valores de temperatura foram obtidos dentro da área experimental, e os valores de precipitação e de radiação líquida através da estação meteorológica padrão da ESALQ/USP (Tabela 2). Ao incidir no interior de estufas, a radiação solar é normalmente reduzida a 70% (ordem de grandeza) da radiação exterior. Como a fração de radiação correspondente à radiação difusa é relativamente maior dentro da estufa, a fração de radiação fotossinteticamente ativa pode ser levemente superior à fração da radiação global, ou seja, por volta de 75%, como ordem de grandeza; podendo, no entanto, não haver diferenças aparentes entre as radiações difusas internas e externas, embora a magnitude desse fracionamento irá depender, por exemplo, do tipo de material de cobertura, do envelhecimento e da espessura do mesmo (Pereira et al., 2002).

A amostragem de forragem contemplou cortes a cada 35 dias, a uma altura em relação à superfície de 0.30 a 0.40 m, os quais proporcionaram resíduos variando entre 3000 a 5000 kg/ha de matéria verde. Após cada corte, a forragem era pesada e sub-amostras de 0.20 kg

Tabela 2. Período de crescimento do capim *Panicum maximum* cv. Tanzânia, temperatura média, chuva efetiva, irrigação (L_{100}) e saldo hídrico.

Ciclo	Período de desenvolvimento			Temp. média (°C)	Radiação solar (MJ/m ²)	Chuva efetiva (mm)	Irrigação (mm)	Saldo hídrico (mm)
	Início	Final	Dias					
1	30/10/02	06/12/02	37	23.8	373.2	228.6	185	43.6
2	07/12/02	10/01/03	35	24.3	368.8	158.8	168	-9.2
3	11/01/03	15/02/03	36	24.0	322.8	273.1	136	157.1
4	16/02/03	22/03/03	35	24.4	328.6	175.2	145	30.2
5	23/03/03	26/04/03	35	21.7	261.3	82.1	92	-9.9
6	27/04/03	31/05/03	35	18.7	185.0	54.1	73	-18.9
7	01/06/03	05/07/03	35	18.8	171.3	9.1	60	-50.9
8	06/07/03	09/08/03	35	18.8	164.5	24.6	105	-80.4
9	10/08/03	13/09/03	35	18.0	220.0	15.4	97	-109.6
10	14/09/03	18/10/03	35	21.2	279.3	35	127	-92.0
Total			353			1056	1196	

(aproximadamente) de material verde eram extraídas para posteriormente serem secadas na estufa de ventilação forçada a 65 °C, até que as sub-amostras atingissem um peso seco constante durante 24 e 48 h, sendo então finalmente determinadas as fitomassas secas de cada tratamento.

As variáveis independentes do modelo proposto para expressar a produção de capim Tanzânia (P , kg/ha) sob corte, tais como latitude, dia do ano, elementos do clima e suprimento de nitrogênio e de água, são apresentados no fluxograma da Figura 2.

Conforme preconizado por Villa Nova et al. (1999) para representar o atributo referente à influência da temperatura sobre a produção, utilizou-se o conceito das unidades fototérmicas (UF , °C.dia), as quais são assim calculadas:

$$UF = \frac{(n \cdot GD) \frac{H_f}{H_i} + 1}{\frac{H_f}{H_i} + 1} \quad (1)$$

em que n se refere ao número de dias contemplados pelo ciclo de rebrota; H_f ao número máximo teórico de horas de brilho solar correspondente ao primeiro dia de rebrota (valores correspondentes a cada ciclo

são apresentados na Tabela 3); H_i ao número máximo teórico de horas de brilho solar correspondente ao último dia de rebrota (valores correspondentes a cada ciclo são apresentados na Tabela 3); GD à diferença entre a temperatura média do dia (\bar{T}_d , °C) e a temperatura basal inferior (T_{bi} , assumida neste trabalho como sendo igual a 15 °C) de cada dia do ciclo de rebrota, ou seja:

$$GD = \bar{T}_d - T_{bi}, \text{ (quando } \bar{T}_d > T_{bi} \text{)} \quad (2)$$

Porém, em dias menos quentes, pode se ter também as seguintes condições:

$$GD = \frac{(T_{máx} - \bar{T}_d)^2}{(T_{máx} - T_{mín}) \cdot 2}, \text{ (quando } \bar{T}_d = T_{bi} \text{)} \quad (3)$$

$$GD = \frac{(T_{máx} - T_{bi})^2}{(T_{máx} - T_{mín}) \cdot 2}, \text{ (quando } \bar{T}_d < T_{bi} \text{)} \quad (4)$$

em que $T_{máx}$ se refere à máxima temperatura (°C) registrada no dia; e $T_{mín}$ à mínima temperatura (°C) registrada no dia.

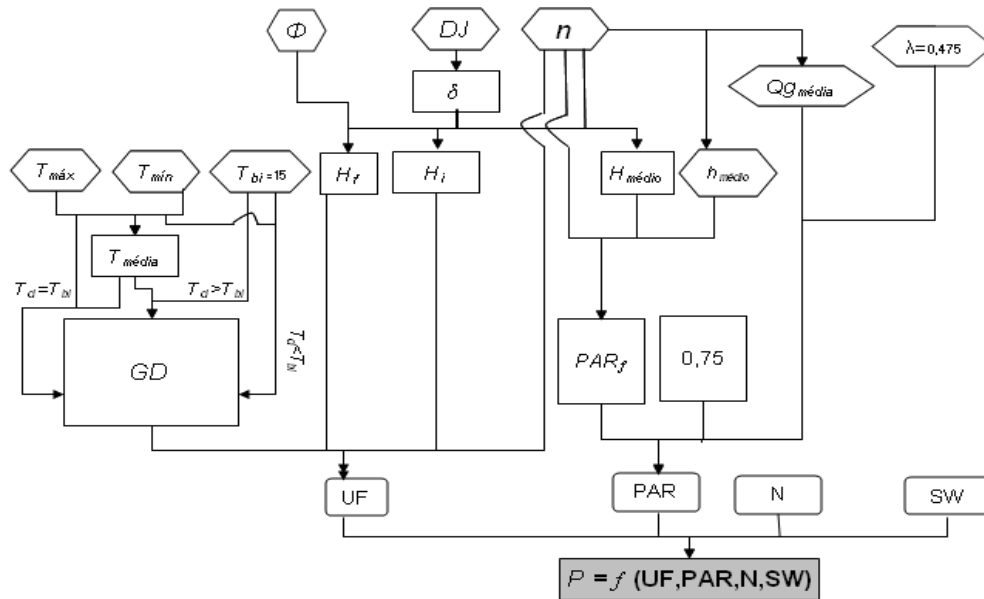


Figura 2. Representação esquemática dos atributos do modelo. As variáveis de entrada são apresentadas nas figuras em formato hexagonal.

Em um local qualquer, o número máximo teórico de horas de brilho solar correspondente a um dia qualquer (H) pode ser estimado pela seguinte expressão:

$$H = 0.133 \cdot \arccos(-\text{tg}\delta \cdot \text{tg}\phi) \quad (5)$$

em que ϕ se refere à latitude (decimais) do local (Piracicaba: 22,7083); e δ à declinação solar do dia.

$$\delta = 23.45 \text{ sen} \left[\frac{360}{365} \cdot (DJ - 80) \right] \quad (6)$$

em que DJ se refere ao Dia Juliano (exemplo: para 1º. de fevereiro, tem-se $DJ = 32$).

A radiação PAR acumulada (MJ/m^2) fora do ambiente protegido foi estimada pela seguinte equação (Villa Nova et al., 2004):

$$PAR_f = n \cdot \overline{Qg} \cdot \left(\lambda - 0.1 \cdot \frac{\bar{h}}{H} \right) \quad (7)$$

em que \overline{Qg} se refere à radiação solar global média ($\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$) durante o ciclo; λ à fração da radiação solar global que é fotossinteticamente ativa (neste trabalho, assumiu-se que $\lambda = 0.475$); \bar{h} ao número

Tabela 3. Máximo brilho solar (h/dia) médio teórico (\bar{H}), brilho solar médio medido (\bar{h}), máximo brilho solar final (H_f) e inicial (H_i) correspondente a cada ciclo de rebrota.

Ciclo	\bar{H}	\bar{h}	H_f	H_i
1	13.14	5.5736	13.347	12.859
2	13.36	6.1885	13.288	13.533
3	13.03	5.2361	12.733	13.278
4	12.35	6.6828	11.974	12.713
5	11.58	6.4885	11.221	11.952
6	10.92	7.4342	10.697	11.202
7	10.63	7.0600	10.653	10.688
8	10.86	6.3085	11.117	10.660
9	11.48	7.2885	11.851	11.135
10	12.25	7.5657	12.622	11.873

real de horas de brilho solar no dia (medido pela estação meteorológica; e H ao número teórico médio de horas de brilho solar no dia. Os valores de \bar{h} e H são apresentados na Tabela 3, conforme cada ciclo de rebrota.

Como não se dispunha dos dados de radiação solar global dentro da estufa, assumiu-se como ordem de grandeza os

valores encontrados por Galvani (2001), ou seja, que a radiação fotossinteticamente ativa no ambiente protegido era equivalente a 75% da radiação fotossinteticamente ativa fora da estufa (Equação 7). Logo:

$$PAR = 0.75 \cdot PAR_f \quad (8)$$

Resultados e discussão

A influência das condições climáticas sobre o desenvolvimento do capim cv. Tanzânia é constatada através da própria lâmina de irrigação aplicada, em função da demanda, durante o período de experimentação (Tabela 4 –Lourenço, 2004). A lâmina requerida pelas parcelas submetidas ao tratamento L_{100} (referência de irrigação no experimento) variou conforme a leitura dos tensiômetros nos diferentes ciclos, já que estes apresentaram diferentes valores para temperatura média, radiação solar e fotoperíodo.

Conforme Lourenço (2004), como se observou através das lâminas que a evapotranspiração do capim cv. Tanzânia naturalmente aumentou com o aumento da produção, o controle da lâmina de referência por nível de adubação apresentaria uma

precisão maior no controle da disponibilidade hídrica por tratamento.

Não houve diferença significativa das lâminas L_{75} , L_{100} e L_{125} para o tratamento D_0 . Contudo, mais significativo foi o efeito da deficiência hídrica na produção quanto maior o nível de N aplicado. Segundo Lourenço (2004) a extração de nitrogênio provavelmente tenha sido menor, em relação aos tratamentos sem deficiência hídrica, nos tratamentos com lâmina de irrigação reduzida a 25%, 50% e 75% da evapotranspiração. Uma equação que permite verificar o efeito do conteúdo relativo de água no solo sobre os processos de absorção de nitrogênio mineral é apresentada em Thornley (1998). Quanto mais úmido é o solo em relação à sua capacidade de campo, maior é a fração de N absorvido.

A produção total de matéria seca do capim cv. Tanzânia no período de coleta dos dados aumentou linearmente em função dos níveis de nitrogênio empregados, independente da condição de disponibilidade de água (Lourenço, 2004). Resultados variáveis sobre o efeito do suprimento de água na resposta à aplicação de fertilizantes são reportados em Whitehead (1995); provavelmente devido às diversas interações que podem ocorrer nos processos

Tabela 4. Lâmina de irrigação (mm) aplicada nos diferentes ciclos do capim *Panicum maximum* cv. Tanzânia em função dos tratamentos.

Ciclo	Tratamento				
	L_{125}	L_{100}	L_{75}	L_{50}	L_{25}
1	231	185	139	93	46
2	210	168	126	84	42
3	170	136	102	68	34
4	181	145	109	73	36
5	115	92	69	46	23
6	91	73	55	37	18
7	75	60	45	30	15
8	131	105	79	53	26
9	121	97	73	49	24
10	159	127	95	64	32
Total	1485	1188	891	594	297

relacionados ao desenvolvimento vegetal, à lixiviação de nitrogênio e à desnitrificação. O efeito do conteúdo relativo de água no solo sobre a desnitrificação pode ser também equacionado, sem nenhuma dependência do tipo de solo ou da porosidade (Thornley, 1998).

A Tabela 5 apresenta os valores de produção, encontrados por Lourenço (2004), de capim cv. Tanzânia em função do suprimento hídrico e de nitrogênio, e em função de atributos relacionados ao clima, tais como a unidade fototérmica —*UF*, variável que contempla temperatura média diária do ar, o número de dias compreendidos pelo ciclo de rebrota e também o número teórico de horas de brilho solar do primeiro e do último dia deste ciclo— e a radiação solar fotossinteticamente ativa acumulada —variável que contempla a radiação solar global média incidente, o número de dias compreendidos pelo ciclo, a fração de radiação solar que é fotossinteticamente ativa e a razão de insolação— estimada em função da radiação

solar fotossinteticamente ativa acumulada fora do ambiente protegido (equação 7). Os valores de produção (variável resposta) se referem à média dos blocos.

Observa-se que o quarto ciclo de rebrota apresentou a maior temperatura média (24.4 °C). Embora a radiação solar líquida média neste ciclo não tenha sido a mais alta dentre todos os ciclos, a temperatura parece ter influenciado fortemente a produção de capim Tanzânia. Diante dos mesmos níveis de suprimento de água e de nitrogênio, condições atmosféricas favoráveis (tais como temperatura do ar e radiação mais elevadas) podem justificar plenamente as diferenças de produção constatadas nos diferentes ciclos, conforme a época do ano. Isso pode ser verificado na Figura 3 e na Figura 4, ambas obtidas por Lourenço (2004).

Devido às condições climáticas do local em que foi conduzido o experimento, não foi possível a avaliação da produção de capim Tanzânia em condições de temperaturas médias do ar superiores a

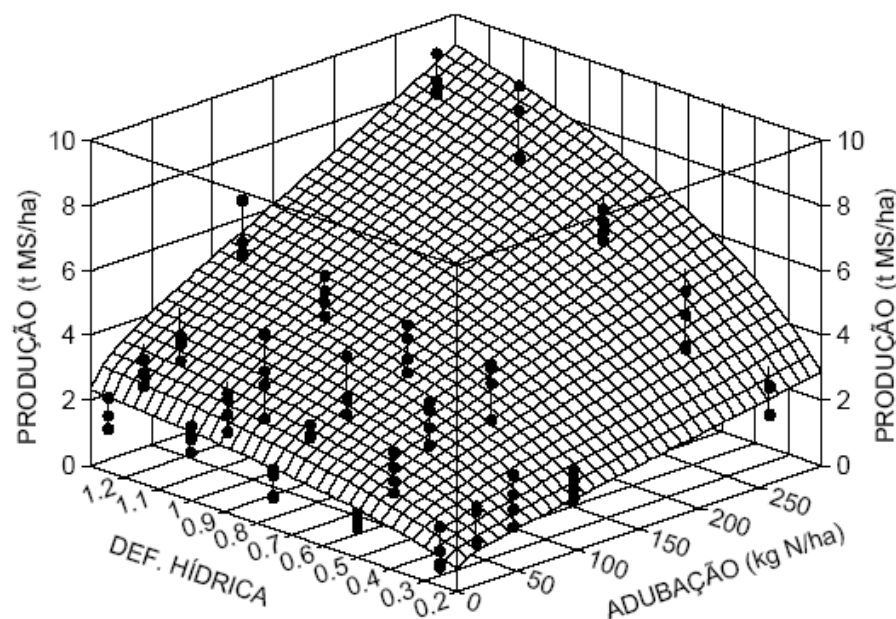


Figura 3. Superfície de resposta de produção de capim Tanzânia (t/ha de MS) em função do suprimento hídrico (valores abaixo de 1 denotam deficiência) e da adubação nitrogenada referente ao ciclo 4 (16/02 a 22/03/2003), nos 4 blocos avaliados.

Tabela 5. Produção (P, t/ha) de fitomassa seca de parte aérea de capim *Panicum maximum* cv. Tanzânia (média das 4 repetições, Lourenço, 2004) em função da oferta ambiental (unidades fototérmicas, PAR acumulada, níveis de adubação nitrogenada e de suprimento hídrico) nos diferentes períodos de coleta.

UF (°C.dia)	PAR acumulada no ciclo (MJ/m ²)	Adução (N, kg/ha)	SW	Ciclo de rebrota										Total						
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
64,7936	45,455	39,999	37,618	19,203	6509	8227	10,064	6785	30,187											
232.5	226.5	196.78	205.42	177.03	150.04	134.61	131.93	112.49	195.47											
0	0.25	2.18	1.33	0.49	1.06	1.10	0.26	0.66	0.40	0.93	0.52	8.56								
30	0.25	2.26	1.64	0.57	1.75	0.94	0.60	0.67	0.45	1.12	1.09	11.92								
60	0.25	2.06	1.91	0.59	1.85	0.90	0.36	0.57	0.67	0.99	0.64	14.08								
110	0.25	2.42	2.58	0.78	1.70	1.20	0.48	0.56	0.73	0.95	0.96	13.33								
270	0.25	1.86	1.84	0.52	2.22	1.00	0.61	0.63	0.83	1.17	2.64	14.33								
0	0.5	2.36	2.31	0.87	1.18	1.23	0.45	0.84	0.66	0.85	1.09	10.90								
30	0.5	2.19	2.51	1.26	2.21	1.64	0.65	0.82	1.14	1.21	1.57	15.34								
60	0.5	1.80	2.82	1.30	3.43	1.76	0.72	0.76	0.70	1.63	1.59	19.17								
110	0.5	2.49	2.72	1.23	3.92	1.75	0.92	1.07	0.88	1.66	1.81	21.67								
270	0.5	1.73	3.78	1.97	3.68	2.33	0.98	1.02	0.83	0.94	1.63	20.33								
0	0.75	1.95	2.87	1.36	1.40	1.92	0.80	0.79	1.28	1.60	1.46	11.60								
30	0.75	2.52	3.34	2.28	2.57	2.01	0.79	1.21	1.13	1.48	1.73	16.62								
60	0.75	2.86	4.16	2.54	3.47	2.40	0.97	1.30	1.54	1.80	3.13	24.30								
110	0.75	3.37	4.92*	3.45	4.11	2.47	1.09	1.41	1.80	2.29	3.60	24.97								
270	0.75	4.96*	4.96*	2.62	5.84*	3.63	0.86	1.26	1.26	1.99	3.59	27.20								
0	1	1.33	2.59	1.67	1.91	1.73	0.48	0.81	0.82	0.86	1.18	12.58								
30	1	2.77	4.03	2.71	2.41	2.29	0.95	1.55	1.37	1.55	1.99	18.64								
60	1	2.63	4.95*	2.27	3.02	2.04	1.15	1.54	1.35	1.96	2.47	26.83								
110	1	3.15	6.17*	2.94	4.85*	2.99	1.33	1.53	1.79	2.15	4.07	31.11								
270	1	3.77	6.37*	3.98	7.95*	3.44	1.23	1.62	2.35	1.87	4.67	33.53								
0	1.25	1.84	2.37	1.59	1.67	1.06	0.47	0.82	0.63	1.22	1.14	12.06								
30	1.25	2.54	3.80	2.84	2.66	1.89	0.88	1.52	1.47	1.63	2.05	20.12								
60	1.25	2.94	4.72*	3.43	3.17	2.03	1.27	1.66	2.26	2.10	3.34	31.34								
110	1.25	3.51	6.02*	3.76	5.77*	2.42	1.75	1.68	1.76	2.75	4.13	37.77								
270	1.25	5.08*	6.12*	4.45	8.57*	2.30	1.33	1.65	1.79	2.53	4.38	38.36								

*Dados considerados discrepantes – excluídos da análise de regressão.

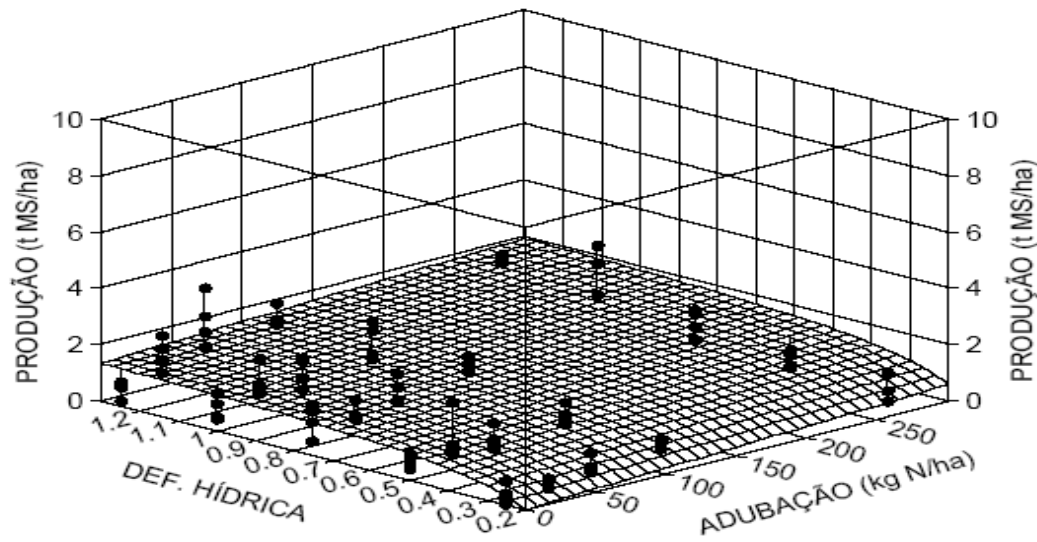


Figura 4. Superfície de resposta de produção de capim Tanzânia (t/ha de MS) em função do suprimento hídrico (valores abaixo de 1 denotam deficiência) e da adubação nitrogenada referente ao ciclo 7 (01/06 a 05/07/2003), nos 4 blocos avaliados.

25°C; sendo que, neste caso, as respostas da cultura em função do suprimento hídrico e de nitrogênio poderiam ser ainda maiores, vindo a reforçar a justificativa das técnicas de irrigação nas regiões situadas em latitudes menores, como no Norte e no Centro-Oeste do Brasil, por exemplo (Lourenço, 2004).

Como recomendações de manejo da pastagem, Lourenço (2004) menciona que, quanto mais intensificado for o sistema de produção no que diz respeito ao suprimento de nitrogênio, maior é a possibilidade de ocorrer uma redução na produção de capim Tanzânia em função da ocorrência de um veranico; o que sugere, como um importante atrativo para esses casos, a adoção de sistemas de irrigação (condizente com o momento econômico e com a realidade de cada produtor) no intuito de minimizar os riscos decorrentes da ação climática para garantir a produção.

Levando-se em consideração também a temperatura do ar (expressa através das unidades fototérmicas) e a disponibilidade de energia solar, expressa através da estimativa de radiação solar fotossinteticamente ativa,

obteve-se a seguinte equação de caracterização (hiper-superfície de resposta) da produção de parte aérea (P , kg/ha) de capim cv. Tanzânia em função da oferta ambiental:

(9)

em que N se refere ao suprimento de nitrogênio (kg/ha de N); SW ao suprimento hídrico relativo (adimensional: valores abaixo de 1 denotam deficiência hídrica; sendo $0.25 < SW < 1.25$); UF às unidades fototérmicas (°C.dia; sendo $5000 < UF < 80,000$); PAR à radiação solar fotossinteticamente ativa (MJ/m²; sendo $100 < PAR < 500$) acumulada no ciclo; e α , β , γ e C (interseção da equação) aos parâmetros empíricos determinados através de análise de regressão linear múltipla. A descrição estatística da equação e dos parâmetros é apresentada na Tabela 6.

Além dos quatro parâmetros da interseção terem sido significativos teste 'F' ao nível de 5%, eles delimitam um intervalo de confiança onde não está compreendido o valor zero, o que estatisticamente os tornam

Tabela 6. Descrição estatística geral da equação de caracterização obtida através de análise de regressão linear múltipla.

Parâm.	Valor	F	Erro padrão	Stat. 't'	p < 0.05	Intervalo de confiança		R ²
						95% inferiores	95% superiores	
<i>C</i>	-1.17699		0.405455	-2.9028	0.004057	-1.97587	-0.37811	
α	0.003255		0.000471	6.91767	4.51 .10 ⁻¹¹	0.002328	0.004183	
β	1.21562	71.66	0.122871	9.89348	1.86 .10 ⁻¹⁹	0.973524	1.457715	0.5548
γ	1.33 .10 ⁻⁰⁵		6.42 .10 ⁻⁶	2.0630	0.040228	5.96 .10 ⁻⁷	2.59 .10 ⁻⁵	
φ	0.008525		0.003082	2.766	0.006132	0.002453	0.014598	

válidos. Embora o valor de R² seja relativamente baixo, este pode ser considerado ainda aceitável para a regressão múltipla, pois se refere a uma medida de exatidão, e não de precisão (valores altos de R² podem denotar um bom ajuste, mas podem ao mesmo tempo não explicar um fenômeno de interesse). Como não é possível a representação gráfica da hiper-superfície descrita pela Equação 9, torna-se inoportuna a visualização do comportamento biológico característico apresentado pelo capim cv. Tanzânia em função das variáveis independentes.

Diante dos dados de produção obtidos, visando tornar o modelo mais simplificado no que diz respeito aos elementos do clima, outros atributos foram também analisados para compor a análise de regressão linear múltipla, tais como temperatura média do ar ou graus-dia ao invés das unidades fototérmicas, radiação solar global ao invés da radiação fotossinteticamente ativa, etc. Porém, os resultados das análises estatísticas dos

parâmetros relacionados a esses atributos não permitiram a inclusão destes nas equações de caracterização que eram obtidas (exemplo na Tabela 7), denotando possivelmente a existência de fontes de erro a própria complexidade com que deve ser considerada a relação entre solo, planta e atmosfera.

Como principais fontes de erro referente aos valores discrepantes de produção de parte aérea de capim cv. Tanzânia, pode-se mencionar principalmente aqueles relacionados à amostragem e também à influência dos diferentes pontos de colheita em que foram submetidos os tratamentos, já que a experimentação baseou-se no calendário cronológico para a desfolhação.

Trabalhos futuros podem ser feitos estabelecendo como o critério do ponto colheita (ou pastejo) a interceptação luminosa (95 e 100%, por exemplo) pelo dossel, ao invés do calendário cronológico. Diante desse critério, cabe a pesquisa quantificar,

Tabela 7. Descrição da análise estatística dos parâmetros referentes aos atributos relacionados à produção: em função do intervalo de confiança correspondente ao parâmetro referente à radiação PAR, não foi possível a escolha de *GD* ao invés de *UF*.

Parâmetro relacionado a	valor	F	Stat. 't'	p	Intervalo de confiança		R ²
					95% inferiores	95% superiores	
Interseção	-1.24425		-3.97267	9.51 .10 ⁻⁰⁵	-1.86135	-0.62713	
<i>N</i>	0.003275		7.019574	2.48 .10 ⁻¹¹	0.00235	0.00419	
<i>SW</i>	1.223041	73.91	10.04013	6.65 .10 ⁻¹⁹	0.98302	1.463056	0.5624
<i>PAR</i>	0.005712		1.773549	p > 0.05	-0.0006	0.01205	
<i>GD</i>	0.004157		2.889451	0.004228	0.00132	0.00699	

portanto, a magnitude das produções de fitomassa seca de parte aérea, especialmente das folhas, de pastagens de capim cv. Tanzânia com alta densidade populacional de perfilhos em função da variação dos principais atributos responsáveis pela produção vegetal, tais como radiação solar fotossinteticamente ativa, temperatura, água e nitrogênio.

Vale ressaltar a importância de se testar o modelo com dados de locais que disponham de mensurações de temperatura do ar, de radiação solar global incidente e de número reais de horas de brilho solar; bem como que tenha avaliado a produção em diferentes condições de suprimento hídrico e de nitrogênio, considerando-se que a população de capim cv. Tanzânia represente uma elevada densidade populacional (a máxima que a parte aérea possa permitir) de perfilhos.

Conclusão

Considerando o desenvolvimento de pastagens sob a ótica do calendário cronológico, não houve resposta significativa da produção de capim *Panicum maximum* cv. Tanzânia à adubação nitrogenada no período mais frio e com menor disponibilidade energia solar do ano, mesmo quando o dossel dispunha de um suprimento hídrico adequado. O modelo obtido apresenta-se como uma boa ferramenta quanto à estimativa da produção de parte aérea de capim cv. Tanzânia, podendo ser utilizado em planejamento de sistemas agrícolas desde que sejam definidos os níveis de adubação nitrogenada e os níveis de água no solo, por exemplo, se houver disponibilidade de irrigação, em função do momento econômico. Contudo, é necessário que haja também um histórico de radiação solar, de temperatura do ar e de insolação do local de interesse para tornar possível a elaboração das curvas diárias de distribuição probabilística desses atributos e a posterior escolha aleatória de valores com grandes probabilidades de ocorrência para os mesmos, os quais possibilitam simulações mais eficazes.

Resumen

Panicum maximum cv. Tanzania es una de las principales especies forrajeras utilizadas por productores en sistemas ganaderos en Brasil. Tomando como base los trabajos desarrollados en la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz en Piracicaba (SP), Brasil, se estudió la relación de dependencia entre la producción de materia seca de la parte aérea de la planta de cv. Tanzania y algunos atributos de oferta ambiental como agua disponible en el suelo, nivel de fertilización nitrogenada, radiación solar fotossinteticamente activa y temperatura. Para el efecto se desarrolló un modelo de utilidad que puede ser utilizado en varios sitios y épocas del año:

$$P = \alpha \cdot N + \beta \cdot SW + \gamma \cdot UF + \varphi \cdot PAR + C,$$

donde, N es el nivel de suministro de nitrógeno, SW es el suministro hídrico relativo, UF son las unidades fototérmicas ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{día}$), PAR es la radiación solar fotossinteticamente activa (MJ/m^2) acumulada en el ciclo, α , β , γ , φ , e C son los parámetros empíricos determinados a través de regresión lineal múltiple. Bajo condiciones de baja temperatura y disponibilidad de radiación solar y restricción de agua, no se encontró respuesta a la aplicación de N , lo que muestra, una vez más, el importante papel que ejercen los factores ambientales en la producción de las plantas forrajeras. Los resultados muestran la importancia del modelo para la planificación de los sistemas de uso de pasturas de este cultivar.

Abstract

Panicum maximum cv. Tanzania is one of the main fodder species used by producers in cattle systems in Brazil. Based on the works developed in the Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz en Piracicaba (SP), Brazil, the dependence relationship between the production of dry matter of the cv. Tanzania shoot and some environmental attributes offer as available water in the floor, level of nitrogenized fertilization, solar radiation photosynthetically active and tempera-

ture were studied. For that purpose, it was developed a model that can be used in several places and seasons of the year:

$a \cdot N + \beta \cdot SW + \gamma \cdot UF + \varphi \cdot PAR + C$, where, N is the level of nitrogen supply, SW is the relative hydric supply, UF are the photothermal units ($^{\circ}C \cdot day$), PAR is the radiation solar photosynthetically active (MJ/m^2) accumulated in the cycle, and, α , β , γ , φ , e C are the empiric parameters determined through multiple lineal regression—. Under the conditions of low temperature, solar radiation availability, and the restriction of water, there was no answer to the application of N , what shows, once again, the significant role that exerts the environmental factors in the production of fodder plants. The results show the importance of the model for the planning of systems of pasture usage of this cultivar.

Referências

- Bonhomme, R. 2000. Bases and limits to using degree-day units. *Europ. J. Agron.* 13:1-10.
- Doorenbos, J. e Kassam, A. H. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma. FAO. Riego y Drenaje no. 33. 212 p.
- France, J. e Thornley, J. H. 1984. *Mathematical models in agriculture.* Londres. Butterworths. 335 p.
- Galvani, E. 2001. Avaliação agrometeorológica do cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) em ambientes protegidos e a campo, em ciclos de outono-inverno e primavera-verão. Botucatu, 2001. Tese Doutorado. Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (UNESP). 124 p.
- Heemst, H. D. van. 1986. Physiological principles. 1986. En: Keulen, H. e Wolf, J. (eds.). *Modelling of agricultural production: Weather soils and crops.* Wageningen: Pudoc. p. 13-26.
- Keulen, H.van.; Goudriaan, J.; e Seligman, N. G. 1989. Modelling the effects of nitrogen on canopy development and crop growth. En: Russel, G.; Marshall, B.; e Jarvis, P. G. (eds.). *Plant canopies: their growth, form and function.* Cambridge: University Press, 1989. Society for Experimental Biology seminar series, 3. p. 83-104.
- Lourenço, L. F. 2004. Avaliação da produção de capim Tanzânia em ambiente protegido sob disponibilidade variável de água e nitrogênio no solo. Piracicaba, 1994. Dissertação Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 76 p.
- Pereira, A. R.; Angelocci, L.R.; e Sentelhas, P. C. 2002. *Agrometeorologia – fundamentos e aplicações práticas.* Guaíba: Agropecuária. 478 p.
- Reichardt, K. 1987. *A água em sistemas agrícolas.* São Paulo: Manole. 188 p.
- Thornley, J. H. M. 1998. *Grassland dynamics – an ecosystem simulation model.* Wallingford: CAB International. 241 p.
- Villa Nova, N. A.; Detomini, E. R.; Dourado Neto, D.; Manfron, P. A.; e Pedreira, C. G. 2004. Modelo de estimativa da produtividade de fitomassa seca de parte aérea de *Cynodon nlemfuensis* L. cv. Florico. *Pasturas Tropicales.*26(3):56-61.
- Villa Nova, N.A.; Barioni, L. G.; Pedreira, C. G.; e Pereira, A. R. 1999. Modelo para produtividade do capim elefante em função de temperatura do ar, fotoperíodo e frequência de desfolha. *Rev. Bras. Agromet.* 7(1):75-79.
- Whitehead, D. C. 1995. *Grassland nitrogen.* Wallingford, CAB International. 485 p.

Efeito do sombreamento no estabelecimento de leguminosas arbóreas para pastagens

D. de J. Ferreira* ; P. F. Dias**; S. Manhães Souto***, e L. Jimenez^φ

Introdução

São inúmeros os benefícios da presença de árvores em pastagens, entre eles, destacam-se o conforto para os animais, o controle de erosão e melhoramento da fertilidade do solo, melhor aproveitamento da água das chuvas, aumento na disponibilidade de forragem em certas épocas do ano e maiores teores de proteína bruta na forragem sombreada, aumento da rentabilidade da propriedade rural com redução de gastos com insumos, e algumas vezes, com a obtenção de pelo menos dois produtos comercializáveis (leite, carne, madeira, frutos e mel), aumento e conservação da biodiversidade e proteção dos mananciais de água.

A maioria das espécies arbóreas apresenta baixa demanda para nutrientes, uma alta tolerância à acidez do solo e aos estresses ambientais. Em geral, os sistemas silvipastoris têm maior produtividade primária, como consequência de sua maior captação de luz e maior ciclagem de nutrientes o que implica em maior seqüestro de carbono, em uma menor emissão de N₂O e o abrandamento da emissão de gás metano pelos ruminantes, todos são compostos dos gases componentes do efeito estufa (Botero, 2000). O efeito ecológico mais esperado das árvores nos agrossistemas é sem dúvida a

conservação do solo e, os teores de nitrogênio e matéria orgânica no solo são geralmente mais pronunciados nas leguminosas arbóreas que possuam a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico. Dentre as leguminosas arbóreas avaliadas para serem utilizadas em pastagens destacam-se as espécies, jurema branca (*Mimosa artemisiana*) e a saman (*Samanea saman*), a primeira por estabelecer suas mudas nas pastagens na presença de animais, a segunda por se sobressair em recuperação de áreas degradadas, e ambas, por apresentarem ampla adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, por terem folhas pequenas, entre outras características desejáveis (Dias, 2004). Ainda segundo este mesmo autor, a saman apresenta bom crescimento inicial, enquanto a jurema branca só começa apresentar um crescimento satisfatório após os 10 meses iniciais.

Dentre os fatores que afetam a sobrevivência, o crescimento e o desenvolvimento das mudas das espécies arbóreas, a incidência de luz é um dos mais importantes (Nodari et al., 1999), por isso os estudos dos efeitos de sombreamento na produção de mudas de espécies arbóreas são de extrema importância devido a grande diversidade de respostas das mudas das plantas à luminosidade (Scalon e Alvarenga, 1993).

Algumas espécies arbóreas são mais, e outras menos, exigentes em luz (Reis et al., 1994; Scalon et al., 2002) e podem modificar suas necessidades de luz ao longo do seu desenvolvimento o que pode ocorrer até mesmo dentro do estágio de mudas (Engel

* Estudante de Zootecnia da UFRRJ, Seropédica-RJ.

** Pesquisador da Estação Experimental de Seropédica, Seropédica-RJ. E-mail: pfdias@hotmail.com.br (autor para correspondência).

*** Pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica-RJ.

^φ Estudante de pósgraduação, MSc. em Ciências Ambientais e Florestais na UFRRJ.

1989). A eficiência do crescimento inicial das espécies arbóreas pode estar relacionada à habilidade de adaptação das plântulas as condições de intensidade luminosa do ambiente (Moraes Neto et al., 2000). A capacidade das plântulas crescerem rapidamente quando sombreadas é um mecanismo importante de adaptação da espécie, o que constitui uma valiosa estratégia para escapar das condições de baixa intensidade luminosa (Scalon et al., 2002). Segundo estes mesmos autores, esta adaptação as baixas intensidades luminosas é ditada pelas características genéticas da planta em interação com o meio ambiente, o que faz com que as folhas apresentem anatomia e propriedades fisiológicas que as capacitem a um uso efetivo de radiação solar disponível.

Em virtude da carência de conhecimentos, os estudos básicos para a produção de mudas são de extrema importância para o desenvolvimento da atividade florestal e programas de conservação (Monteiro e Ramos, 1997) e também para programas de introdução de árvores em pastagens (Souto et al, 2003). Dentro dos estudos básicos para produção de mudas, destaca-se o relacionado aos efeitos da luminosidade no desenvolvimento da parte aérea e no sistema radicular das mudas.

Daí objetivou com a presente pesquisa, avaliar a influência do sombreamento no estabelecimento das mudas de jurema branca (*Mimosa artemisiana*) e saman (*Samanea saman*), leguminosas de grande potencial para aproveitamento em pastagens tropicais.

Material e métodos

O experimento foi conduzido sob condições de campo na área da Embrapa Agrobiologia, Seropédica-RJ, localizada no Km 47 da BR 465, na latitude 21° 45', longitude 43° 41' e altitude 33 m.s.n.0., no período de novembro-2003 à junho-2004. As sementes das leguminosas usadas, a jurema branca e saman foram escarificadas com ácido

sulfúrico concentrado por 10', lavadas e inoculadas antes do plantio com as misturas de rizóbios BR-3462 + BR-3609 e BR-6204 + BR-6208, respectivamente. O plantio das sementes de cada leguminosa inoculada foi feito dia 23/11/2003 em caixa tipo 'plantagil' contendo 72 células, cada célula (155 cm³) contendo o seguinte substrato: 30% de areia de emboço + 30% de barro + 30% de composto orgânico e 10% de fosfato de rocha. A análise química do substrato usado apresentou o seguinte resultado: pH_(em água) = 6.3, Al= 0 cmol_c/dm³, Ca = 17.5 cmol_c/dm³, Mg = 13.5 cmol_c/dm³, P = 41.8 mg/dm³, K= 900 mg/dm³. Todas as covas, feitas nas células para o plantio das sementes receberam a inoculação da mistura das espécies de micorrizas *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita* na base de 2 g da mistura por cova. Para alcançar maior uniformidade no desempenho das plantas as sementes foram pré-germinadas em casa de vegetação, sendo transplantadas duas plântulas para cada célula aos 15 dias após a germinação.

O delineamento experimental adotado foi o de parcelas subdivididas com três repetições. Os tratamentos constituíram-se de quatro níveis de sombreamento (0, 25, 50 e 70%) representando as parcelas que foram subdivididas num esquema fatorial 2 x 4, com duas leguminosas arbóreas e quatro idades de avaliação (2, 4, 6 e 8 meses após o plantio).

O sombreamento artificial foi obtido com a utilização de armações galvanizadas de 1.50 m de altura e 1.50 m de cada lado, revestidas de sombrite com tamanho de malha que permitisse passar somente a quantidade de luminosidade desejada, sendo que o tratamento testemunha (sem sombreamento) foi mantido à céu aberto. Para se assegurar que não haveria interferência de outra fonte de sombreamento sobre as parcelas, estas foram instaladas em local distante de obstáculos, como árvores e construções, e a uma distância de 5 m entre elas.

Em cada parcela foi colocado uma caixa (plantagil) de cada espécie. Foi garantido o fornecimento de água diário para as plantas de modo manter a capacidade de campo do solo.

Em todas as quatro avaliações feitas foram determinados os comprimentos das raízes, caule e parte aérea, peso seco das raízes, caule e folhas mais a área foliar, exceto o peso de nódulos que só foi feito na última avaliação. A medição da área foliar foi realizada com auxílio de integrador de área foliar 'Li Cor'. Foi também determinada a RAF (razão da área foliar e o peso seco total da planta). Os dados foram analisados usando o programa SAEG 8.1 e as diferenças entre as médias pelo teste Scott-Knott.

Resultado e discussão

Em todas as idades de avaliação, *Samanea saman* apresentou ($P < 0.05$) maior comprimento de raiz (CR) e de parte aérea

(CPA), maior peso seco da raiz (PSR) e de caule (PSC) e maior área foliar (AF) que *M. artemisiana* (Tabela 1). As médias de CR das espécies em todas as idades foram iguais a 9.8 e 8.7 cm/planta, respectivamente, mostrando uma diferença de 13% entre estas médias a favor do saman. Foi observado uma relação de dependência quadrática decrescente no CR de jurema branca com a idade (I) da planta, representada pela equação: $CR = -1.80 + 3.80 I - 0.285 I^2$ ($R^2 = 0.6$, $F = 38.1$, $P < 0.0001$). A idade de avaliação que proporcionou maior CR nas plantas de jurema branca foi aos 6.6 meses, durante o período experimental. Com saman a relação de dependência do CR com a idade de avaliação foi linear e positiva, segundo a equação: $CR = 6.90 + 0.568 I$ ($R^2 = 0.42$, $F = 35.10$, $P < 0.0001$), indicando que até os 8 meses após o plantio, o CR máximo de saman não havia sido atingido. Interessante que mesmo com uma cubagem da célula aparentemente pequena onde cresceram as mudas, em torno de 155 cm³, o CR da jurema

Tabela 1. Comprimento de raiz (CR) e da parte aérea (CPA), peso seco de raiz (PSR) e de caule (PSC), e área foliar (AF) das leguminosas jurema branca (*Mimosa artemisiana*) e saman (*Samanea saman*), em diferentes idades de avaliação das plantas. (médias de três repetições).

Leguminosa	Meses após o plantio			
	2	4	6	8
CR (cm/planta)				
Jurema branca	4.90 dB*	8.30 cB	11.30 aA	10.20 bB
Saman	7.70 cA	9.30 bA	11.20 aA	10.80 bA
CPA (cm/planta)				
Jurema branca	5.40 cB	6.60 cB	11.00 bB	18.30 aB
Saman	11.70 dA	13.60 cA	25.50 bA	36.00 aA
PSR (g/planta)				
Jurema branca	0.02 cB	0.21 cB	0.61 bB	1.41 aB
Saman	0.08 dA	0.48 cA	0.95 bA	2.44 aA
PSC (g/planta)				
Jurema branca	0.01 bB	0.08 bB	0.22 bB	0.74 aB
Saman	0.08 dA	0.31 cA	0.99 bA	2.44 aA
AF (cm ² /planta)				
Jurema branca	3.75 bB	16.90 bB	34.60 bB	93.35 aB
Saman	30.30 cA	88.10 bA	169.45 aA	175.00 aA

* Valores nas linhas e colunas com mesmas letras minúsculas e maiúsculas, respectivamente, não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott no nível $P < 0.05$.

branca só atingiu o máximo com 6.6 meses e o CR máximo de saman ultrapassou os 8 meses.

As médias de CPA de todas idades de saman e jurema branca foram iguais a 21.70 e 10.33 cm/planta, respectivamente, com uma diferença entre as médias igual a 110%, a favor de saman (Tabela 1). As relações lineares positiva de dependência do CPA's de saman e jurema branca com a idade são representadas pelas equações: $CPA = 0.525 + 4.234I$ ($R^2 = 0.62$; $F = 73.9$, $P < 0.0001$) e $CPA = -0.483 + 2.163I$ ($R^2 = 0.42$, $F = 34.6$, $P < 0.0001$), respectivamente.

Os resultados de CR e CPA do presente experimento, contrariam as recomendações que normalmente são feitas em relação ao transplântio das mudas de jurema branca e saman, dos viveiros para o campo, em torno de 4 meses.

As médias PSR das plantas de jurema branca e de saman de todas idades, foram iguais a 0.53 e 0.99 g/planta, respectivamente, (Tabela 1), com uma diferença a favor de saman igual a 75%. A dependência linear positiva de PSR de plantas de jurema branca com a idade foi igual a: $PSR = -0.583 + 0.229I$ ($R^2 = 0.44$, $F = 38.2$, $P < 0.0001$). A relação de dependência para saman foi também linear positiva, expressa pela equação: $PSR = 0.899 + 0.377I$ ($R^2 = 0.75$, $F = 145.3$, $P < 0.0001$) onde, mostra que o valores máximos de PSR para as duas espécies não foram atingidos até 8 meses de idade.

As médias do PSC das plantas de jurema branca e saman, considerando todas as idades, foram iguais a 0.26 e 0.96 g/planta, respectivamente, apresentando uma diferença de 269%, a favor da espécie saman (Tabela 1). A relação de dependência do PSC das plantas de ambas espécies em relação à idade de avaliação foi linear positiva, segundo as equações: $PSC_{(jurema\ branca)} = -0.319 + 0.116I$ ($R^2 = 0.35$, $F = 26.1$, $P < 0.0001$) e $PSC_{(saman)} = -0.981 + 0.387I$ ($R^2 = 0.69$, $F = 107.9$, $P < 0.0001$).

As médias de AF de todas idades para as espécies foram iguais a 37.65 e 115.71 cm²/planta, respectivamente, mostrando uma diferença entre as médias igual a 211% a favor de saman (Tabela 1). A relação de dependência da AF com a idade para ambas as espécies foi linear positiva, expressa pelas equações: $AF_{(jurema\ branca)} = -35.5 + 14.63I$ ($R^2 = 0.36$, $F = 27.1$, $P < 0.0001$) e $AF_{(saman)} = -10.30 + 25.21I$ ($R^2 = 0.38$, $F = 29.1$, $P < 0.0001$).

Os efeitos do sombreamento no CPA das plantas, mostraram os maiores valores para jurema branca e foram obtidos nos maiores níveis de sombreamento, indicando que o sombreamento 50% e 75% beneficiaram o CPA dessa espécie, enquanto o sombreamento de 50% foi que proporcionou maior CPA (27.85 cm/planta) de saman (Tabela 2). Segundo Moraes Neto et al. (2000) houve uma tendência dos maiores valores de CPA das mudas de seis espécies arbóreas (*Croton urucana*, *Guazuma ulmifolia*, *Peltophorum dubium*, *Lonchocarpus muehlbergianus*, *Tabebuia impetiginosa* e *Genipa americana*) serem obtidas com 40% de radiação fotossinteticamente ativa. Scalon e Alvarenga (1993) observaram que mudas de plantas da espécie *Platyciumus regnelli* apresentaram melhor CPA na sombra, enquanto para as mudas de *Dalbergia nigra* e *Bombacopsis glabra*, Reis et al. (1991) e Scalon et al. (2003), encontraram de 30% a 50% e 50% de sombreamento, respectivamente, como os melhores níveis de sombreamento para o máximo de CPA's dessas espécies.

Em relação ao PSC os maiores valores encontrados para ambas espécies foram nos níveis de sombreamento 25% e 50%, que não diferenciaram entre si, e as médias de PSC para jurema branca e saman nestes níveis foram iguais a 0.41 e 1.11 g/planta, respectivamente (Tabela 2).

As maiores AF (66.3 e 184.7 cm²/planta, respectivamente para jurema branca e saman) foram obtidas com o nível 50% de sombreamento (Tabela 2). Os maiores valores para AF das mudas de seis espécies

Tabela 2. Efeito de sombreamento no comprimento da parte aérea (CPA), no peso seco do caule (PSC) e na área foliar (AF) das leguminosas jurema branca (*Mimosa artemisiana*) e saman (*Samanea saman*). (médias de três repetições).

Leguminosa	Sombreamento (%)			
	0	25	50	75*
	CPA (cm/planta)			
Jurema branca	5.75 bB*	10.55 aB	13.20 aB	11.85 aB
Saman	14.35 dA	20.35 cA	27.85 aA	24.20 bA
	PSC (g/planta)			
Jurema branca	0.08 bB	0.40 aB	0.42 aB	0.15 bB
Saman	0.52 cA	1.16 aA	1.21 aA	0.93 bA
	AF (cm ² /planta)			
Jurema branca	12.50 bB	40.95 bB	66.30 aB	30.85 bB
Saman	45.50 dA	136.35 bA	184.70 aA	96.30 cA

* Valores nas linhas e colunas com mesmas letras minúsculas e maiúsculas, respectivamente, não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott no nível $P < 0.05$.

arbóreas foram obtidos com 40% de radiação fotossinteticamente ativa (Moraes Neto et al., 2001) e com 50% de sombra para a espécie *Goupia glabra* (Daniel et al., 1994). Reis et al. (1997) encontraram que mudas de *Dalbergia nigra* sob 50% de sombreamento apresentaram em média 20% mais AF do que aquelas sob 30% de sombreamento.

As correlações de Pearson mostraram que dentre as seis variáveis estudadas no presente experimento, o sombreamento afetou mais o CPA da jurema branca ($R^2 = 0.32$, $P < 0.0138$) e de saman ($R^2 = 0.41$, $P < 0.0019$) e a AF de saman ($R^2 = 0.56$, $P < 0.0001$).

Os maiores valores para RAF dentro de cada idade de avaliação foram obtidos com as plantas de ambas espécies crescendo no nível mais alto de sombreamento (2 meses = 119 e 149, 4 meses = 54 e 110, 6 meses = 28 e 91, 8 meses = 19 e 40) para jurema branca e saman, respectivamente). E os maiores valores de RAF dentro de cada nível de sombreamento foram obtidos na avaliação feita aos 2 meses, para ambas espécies. Moraes Neto et al. (2000) encontraram que os RAFs de seis espécies arbóreas também aumentaram com o decréscimo do nível de

luminosidade. Segundo Benincasa (1988) o RAF tende a aumentar em baixa luminosidade em função do maior AF e da redução de matéria seca acumulada pelo auto sombreamento.

Não foram observados efeitos dos sombreamentos na nodulação das leguminosas na última idade de avaliação (8 meses) das plantas, no entanto, jurema branca e saman apresentaram médias de peso seco iguais a 0.0432 e 0.2558 g/planta, respectivamente, mostrando que saman produziu cinco vezes mais peso de nódulos do que jurema branca, nesta idade de avaliação.

Conclusões

O crescimento inicial das mudas da espécie saman (*Samanea saman*) foi superior a jurema branca (*Mimosa artemisiana*) em todos níveis de sombreamento para seis variáveis estudadas. O sombreamento afetou mais o comprimento da parte aérea das mudas das duas espécies e a área foliar da saman. Com base nos resultados, o maior crescimento de ambas leguminosas ocorreu quando as mudas estavam sob 50% de sombreamento.

Resumen

En condiciones de campo del área de Embrapa Agrobiologia, municipio de Seropédica-RJ, Brasil, se estudiaron los efectos de diferentes niveles de sombreadamiento (0, 25, 50 y 75%) en la nodulación y desarrollo del sistema radicular y parte aérea de las leguminosas arbóreas jurema branca (*Mimosa artemisiana*) y saman (*Samanea saman*) en cuatro edades (2, 4, 6 y 8 meses) después de la siembra. El saman fue superior ($P < 0.05$) a jurema branca en las variables: longitud de raíz (LR) y de la parte aérea (LPA), peso seco de la raíz (PSR) y del tallo (PST), y área foliar (AF), en todas las edades de evaluación. No obstante que el volumen celular en el 'plantagil' (recipiente donde crecieron las plántulas) fue aparentemente pequeña, la LR de jurema branca alcanzó el máximo valor a 6.6 meses, mientras que las LR y la LPA óptimas de saman excedieron 8 meses. Así, los resultados de la LR y de la LPA de ambas leguminosas para trasplante en el campo fueron diferentes a los recomendadas en otros estudios, que normalmente son de 4 meses. Los efectos del sombreadamiento en la LPA de las plántulas de jurema branca fueron obtenidos con los mayores niveles de este tratamiento, indicando que los sombreadamientos de 50% y 75% beneficiaron la LPA de esta leguminosa, mientras que el sombreadamiento de 50% fue el que proporcionó la mayor LPA de saman. Los mayores valores de AF en ambas leguminosas fueron encontrados en el nivel de 50% de sombreadamiento. Las correlaciones de Pearson mostraron que dentro de las seis variables estudiadas, el sombreadamiento afectó las LPA de jurema branca y de saman, y el AF de saman. Los mayores valores para RAF (razón entre AF y el peso total -PSR + PST + PSF) dentro de cada edad de evaluación fueron obtenidos para ambas especies cuando crecieron en el nivel más alto de sombreadamiento. No se observaron efectos del sombreadamiento en la nodulación de las

leguminosas, no obstante, los nódulos de saman fueron cinco veces más pesados que los de jurema branca.

Summary

Under field conditions of the area of Embrapa Agrobiologia, municipality of Seropédica-RJ, Brazil, were studied the effects of different shading levels (0, 25, 50 and 75%) in the nodulation and development of the radical system and the shoot of the arboreal leguminous jurema branca (*Mimosa artemisiana*) and saman (*Samanea saman*) in four ages (2, 4, 6 and 8 months) after the sowing. The saman was superior ($P < 0.05$) to jurema branca in the variables: root length (RL) shoot (APL), dry weight of the root (DWR) and stem (PST), and foliate area (FA), in all the evaluation ages. Nevertheless, that the cellular volume in the 'plantagil' (container where the seedlings grew) was seemingly small, the RL of jurema branca reached the maximum value at 6.6 months, while the RL and the optimal LPA of saman exceeded 8 months. This way, the results of LR and LPA of both legumes for transplant in the field were different to the recommended ones in other studies, which are usually of 4 months. The effects of shading in the LPA of the jurema branca seedlings were obtained with the biggest levels in this treatment, indicating that a shading of 50% and 75% benefited the LPA of this legume, while a shading of 50% provided the highest LPA in samán. The highest values in AF in both legumes were found in the level of 50 % shading. The correlations of Pearson showed that inside the six studied variables, shading affected the LPA of jurema branca and samán, and the AF of samán. The highest values for RAF (rate between AF and the total weight - PSR + PST + PSF) within each evaluation age were obtained for both species when they grew in the highest level of shading. There were no observed shading effects in the nodulation of the legumes, nevertheless, the samán nodules were five times heavier than those of jurema branca.

Referencias

- Benincasa, M. M. 1988. Análise de crescimento das plantas. (noções básicas). Jabotical: FCAV-UNESP. 41 p.
- Botero, J. A. 2000. Contribución de los sistemas ganaderos tropicales al secuestro de carbono. En: Simposio Internacional sobre Sistemas Florestais na América do Sul. Juiz de Fora. Embrapa Gado de Leite, FAO 1. CD-Rom.
- Daniel, O.; Ohashi, S. T.; e Santos, R. A. 1994. Produção de mudas de *Goupia glabra* (cupiúba): efeito de níveis de sombreamento e tamanho de embalagem. Rev. Árvore 18(1):1-13.
- Dias, P. F. 2004. Importância da arborização com leguminosas fixadoras de N₂ na sustentabilidade de pastagens. Tese de Doutorado submetida na Universidade Federal Rural de Rio Janeiro (UFRRJ). 180 p.
- Engel, V. L. 1989. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia. Tese de MSc. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros (ESALQ). 202 p.
- Monteiro, P. P. e Ramos, F. A. 1997. Beneficiamento e quebra de dormência de sementes em cinco espécies florestais do Cerrado. Rev. Árvore 21(2):169-174.
- Moraes Neto, S. P. et al. 2000. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na Mata Atlântica, em função do nível de luminosidade. Rev. Árvore 24(1):35-45.
- Moraes Neto, S. P.; Gonçalves, J. L.; e Takari, M. 2001. Produção de mudas de seis espécies arbóreas que ocorrem na floresta Atlântica, com diferentes substratos de cultivos e níveis de luminosidade. Rev. Árvore 25(3):227-280.
- Nodari, R. O; Reis, M. S.; Fantini, A. C.; Montovani, A; Ruschel, A; e Welter, L. J. 1999. Crescimento de mudas de palmiteiro (*Euterpe edulis*) em diferentes condições de sombreamento e densidade. Rev. Árvore 23(3):285-292.
- Reis, G. G.; Reis, M. G.; Paula, R. C.; Maestri, M.; e Borges, E. E. 1994. Crescimento e ponto de compensação lumínico em mudas de espécies florestais nativas submetidas a diferentes níveis de sombreamento. Rev. Árvore 18(2):97-106.
- _____: _____; Leles, P. S.; Neves, J. C.; e Garcia, N. C. 1997. Exigências nutricionais de mudas de *Dalbergia nigra* (jacarandá-da-Bahia) produzidas em dois níveis de sombreamento. Rev. Árvore 21(4):463-471.
- Reis, M. G.; Reis, G. G.; Regazzi, A. J.; e Leles, P. S. 1991. Crescimento e forma de fuste de mudas de jacarandá-da- Bahia (*Dalbergia nigra*), sob diferentes níveis de sombreamento e tempo de cobertura. Rev. Árvore 15(1):23-34.
- Scalon, S. P. e Alvarenga, A. A. 1993. Efeito do sombreamento sobre a formação de mudas de pau-pereira (*Platycomium regnelli* Benth). Rev. Árvore 17(3):265-270.
- Scalon, S. P.; Mussury, R. M.; Rigoni, M. R.; e Scalon Filho, H. 2003. Crescimento inicial de mudas de *Bambacopsis glabra* sobre condição de sombreamento. Rev. Árvore 27(6):753-758.
- Scalon, S. P.; Mussury, R. M.; Rigoni, M. R.; e Veraldo, F. 2002. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. Rev. Árvore 26(1):1-5.
- Souto, S. M. et al. 2003. Levantamento de ocorrência de árvores individuais em pastagens localizadas em áreas montanhosa, litorânea e de baixada do estado do Rio. Seropédica, Embrapa Agrobiologia, Documentos no. 162. 100 p.

Estabelecimento de pastagens de capim-braquiária na Zona da Mata e Agreste de Pernambuco*

E. L. de Souza Jr.** , M. de Andrade Lira*** , J. C. Batista Dubeux Jr.*** , M. V. Ferreira dos Santos*** , A. C. Leão de Mello^φ e R. L. Caraciolo***

Introdução

A abertura do mercado e a globalização da economia exercem profundas alterações nas atividades econômicas em todo o mundo, não sendo diferente para a pecuária. Nesse sentido, a sustentabilidade dos sistemas de produção de carne, leite ou lã, depende de maior eficiência, que pode ser alcançada pela redução dos custos de produção e adoção de novas tecnologias. A alimentação é o fator que mais onera esses sistemas de produção, e a introdução de espécies forrageiras mais produtivas pode contribuir para aumentar os índices de desempenho zootécnico e sua rentabilidade.

O capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) representa uma das gramíneas mais importantes dos trópicos, ocupando cerca de 50% da área de pastagens cultivadas no Brasil (Zimmer et al., 1994). Esta espécie é amplamente cultivada na Zona da Mata de Pernambuco, tendo a sua exploração ampliada, nos últimos anos, na região Agreste, face a redução das áreas cultivadas com o capim pangola (*Digitaria eriantha* Steud.). Tanto na Zona da Mata

como no Agreste pernambucano, freqüentemente, é necessário a implantação de pastagem sem o preparo mecânico do solo. Isto pode comprometer a germinação das sementes e o crescimento das plântulas, exigindo cuidados especiais no estabelecimento das pastagens (Carvalho e Cruz Filho, 1994).

Em recente revisão, não foram constatados na literatura estudos sobre época de plantio com o capim-braquiária. Isto deve ocorrer, possivelmente, devido ao seu cultivo ser predominante nas áreas de maior precipitação pluvial. Por outro lado, trabalhos conduzidos no semi-árido (Torres et al., 1990; Santos et al., 1996) com o capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) indicaram que o plantio no seco, ao final da estação chuvosa, propicia melhor formação da pastagem do que o plantio durante a estação chuvosa.

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo avaliar os efeitos da adubação, época e forma de plantio no estabelecimento e produtividade do capim-braquiária na Zona da Mata e Agreste de Pernambuco.

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos nas estações experimentais de Vitória de Santo Antão e Caruaru – PE, pertencentes à Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA). O município de Vitória de Santo Antão localiza-se na região da Zona da Mata úmida de Pernambuco, a 146 m de altitude, 8° 08' 00"S e 35° 22' 00" W. O clima da região é As', quente e úmido, com

* Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor ao Programa de Pósgraduação em Zootecnia/ UFRPE; Trabalho realizado pelo acordo IPA/UFRPE.

** Professor da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Patos.

*** Professor da UFRPE; bolsista do CNPq; Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, 52171-030; E-mail: mercia@ufrpe.br

^φ Professor da UFAL.

temperatura média anual de 25,6 °C e índice pluviométrico médio anual de 1025 mm (Encarnação, 1980). O experimento foi realizado no período de 03.02.98 a 17.09.98 e os tratamentos consistiram de um arranjo fatorial 2 x 3 x 2 (duas épocas, três tipos de semeadura e dois níveis de adubação), num delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. As duas épocas de plantio foram no final do período seco (fevereiro/98) e início do período chuvoso (maio/98). Os métodos de semeadura utilizados foram: a lanço, cova aberta e cova fechada. As covas tiveram uma profundidade de 10 cm, sendo que na cova fechada, a semente foi coberta levemente com terra. O espaçamento entre sulcos foi de 1 m e entre covas de 0.5 m. Com relação à adubação, foram utilizados dois níveis: presença (50 kg/ha de P_2O_5 + 100 kg/ha de N) e ausência de fertilizante.

Antes da instalação do experimento, foi coletada uma amostra composta de solo a profundidade média de 20 cm para análise química no Laboratório de Química do Solo do IPA. Foram observados valores de pH ($CaCl_2$) de 6, V = 62.4%, teores de P de 3.93 $\mu g/cm^3$, e de K, Ca, Mg e Na de 0.31, 2, 1.45 e 0,08 $cmol/dm^3$, respectivamente. A precipitação acumulada no ano foi de 508.3 mm, representando cerca de 50% da média anual. Durante o período experimental (do plantio na época seca à coleta dos dados) o total precipitado foi de 412 mm, o que está abaixo da faixa de tolerância da *B. decumbens* Stapf., que é de 800 a 1500 mm (Botrel et al., 1998).

As parcelas experimentais mediam 4 m x 5 m, espaçadas de 0.5 m, com área útil de 9 m^2 (3 m x 3 m), totalizando 1343.75 m^2 de área total e 432 m^2 de área útil. A semeadura na época seca foi realizada no 03.02.98, com taxa de 15.8 kg/ha de sementes com 40% de valor cultural. A semeadura no período chuvoso foi realizada no 21.05.98, quando a precipitação mensal ultrapassou 60 mm, utilizando a mesma taxa de semeadura.

Nas parcelas com adubação foi aplicado em cobertura, 50 kg/ha de P_2O_5 e 100 kg/ha de N (superfosfato triplo e uréia,

respectivamente), 47 dias após a semeadura do período chuvoso. A aplicação do adubo foi feita a lanço nos tratamentos com este método de plantio e no plantio em covas a quantidade de adubo foi dividida pelo número de covas e colocada nas mesmas, sem incorporação. Como medida auxiliar no estabelecimento da pastagem, procedeu-se a pulverização com herbicida (2,4-D + Picloran), na dosagem de 6 lt/ha, no 10.07.98.

A coleta dos dados foi realizada utilizando-se quadrados de 0.4 m x 0.4 m, em locais previamente sorteados na área útil, para obtenção de quatro amostras/parcela. Dentro dos quadrados foi realizada a avaliação visual da porcentagem de solo descoberto, contagem do número de plantas e medição da altura das plantas de braquiária. As alturas (quatro/quadrado) foram medidas como o comprimento da base até o ápice da planta, totalizando 16 plantas por parcela.

Para a estimativa da produção de matéria seca (MS) foram realizados cortes rentes ao solo na área de cada quadrado, retirando-se uma amostra composta para determinação da MS da forrageira, conforme o componente botânico.

Nas parcelas com semeadura em covas foram coletados (21.07.98) em duas parcelas por bloco, dados de umidade do solo em quatro profundidades (0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm) e em três pontos (no meio da cova e a 20 cm de distância de cada lado). Nas parcelas com semeadura a lanço, as distâncias e profundidades utilizadas foram semelhantes às adotadas na amostragem em covas. As amostras foram acondicionadas em recipientes de alumínio com tampas, para evitar a perda de umidade, e em seguida, foram colocadas em estufas a 105 °C, durante 72 h, para determinação da porcentagem de umidade.

O experimento na estação experimental de Caruaru foi realizado de 10.02.98 a 15.10.98, no mesmo delineamento experimental e arranjo fatorial descritos para o experimento de Vitória de Santo Antão, bem como os mesmos tratamentos experimentais

e coleta de dados. O município de Caruaru está localizado na região do Agreste, a 537 m de altitude, 08° 14' 18"S e 38° 00' 00" W. O clima é classificado como Dd'a' - Semi-árido megatérmico (Encarnação, 1980). Cerca de 55% da precipitação anual ocorre no período de março a junho, não se constatando períodos de excessos hídricos. A precipitação média anual no município de Caruaru é de 661.5 mm. No entanto, foi registrado, no 1998, uma redução de quase 50% em relação à precipitação média anual.

A análise química do solo da área experimental revelou valor de pH de 6.1, V = 86%, teor de P de 13.6 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ e teores de K, Ca, Mg e Na de 1.1, 3.6, 1.4 e 0.2 cmol/dm^3 , respectivamente.

A semeadura da época seca foi feita no 10.02.98 e a da época chuvosa em 09.06.98, com a mesma taxa de semeadura do experimento instalado em Vitória de Santo Antão, seguida pela adubação (22.07.98).

Antes de proceder a análise de variância dos dados de ambos os experimentos, aplicou-se o teste de Lilliefors (Campos, 1983) para observar a normalidade dos dados. Como alguns destes não apresentaram distribuição normal, foram realizadas transformações para arco seno da raiz quadrada da porcentagem nos dados relativos às porcentagens de solo descoberto e dos componentes botânicos. As variáveis densidade e altura tiveram os dados

transformados para $\sqrt{x + 0.5}$ e procedeu-se a correlação entre estas (x) e a produção de MS (Y). Os dados de produção de MS dos componentes botânicos foram submetidos a transformação em $\ln(x + 1)$. A análise de variância foi realizada por intermédio do pacote estatístico SAS (SAS, 1988). Para a comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey a um nível de 1% de significância.

Resultados e discussão

A análise de variância para produção de MS revelou diferenças significativas entre as épocas de plantio, em Vitória de Santo Antão

(Tabela 1). A produção de MS da braquiária semeada na época chuvosa em Caruaru foi nula, pois as sementes de braquiária germinaram, porém as plântulas não resistiram, possivelmente, por deficiência hídrica na estação e competição com gramíneas nativas, tais como a milhã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.) e o capim de raiz (*Chloris orthonoton* Doell.). O plantio em covas foi superior ao plantio a lanço, quanto a produção de MS, sendo as diferenças entre covas fechadas e abertas não significativas em Vitória de Santo Antão e significativas em Caruaru, com o método em covas fechadas sendo superior (Tabela 1). Não foram observados efeitos significativos ($P > 0.05$) para a adubação e as interações entre os fatores sobre a produção de MS nos dois locais estudados.

A superioridade do plantio em covas na época seca vem confirmar os resultados encontrados por Santos et al. (1996) que ao avaliarem diferentes sistemas de plantio de capim-buffel e de capim-corrente (*Urochloa mosambicensis* (Hack) Dandy) no sertão de Pernambuco, também observaram maiores produções de MS nos sistemas de plantio em covas, quando comparados ao plantio a lanço. Torres et al. (1990) também verificaram que, para as condições do semi-árido do Ceará, o plantio de capim-buffel foi mais bem sucedido quando realizado na época seca. A colheita em Vitória de Santo Antão foi realizada 167 e 61 dias após o plantio da época seca e chuvosa, respectivamente, com a produção média do plantio em covas de 8.74 e 1.97 t/ha de MS, para as respectivas épocas de plantio. Assim, a taxa de acúmulo líquido de forragem atingiu 52.5 e 32.3 kg/ha por dia de MS, para o plantio na época seca e chuvosa, respectivamente. Também em Vitória de Santo Antão, o índice pluviométrico foi de 412 e 242.6 mm para plantio nas épocas seca e chuvosa, respectivamente, o que indica uma eficiência de uso de água (EUA) de 0.469 e 1.231 kg água:kg MS produzida. Deste modo, apenas os fatores tempo decorrido entre o plantio e a colheita, bem como a quantidade de chuvas não explicam os valores de produção obtidos.

Tabela 1. Produção de matéria seca, número médio de plantas e altura média de plantas (cm) de *Brachiaria decumbens* Stapf. em função de três métodos, duas épocas e dois locais de plantio. Pernambuco, Brasil.

Característica	Métodos de plantio	Local e época de plantio		
		Vitória de Santo Antão		Caruaru ^a
		Seca	Chuvosa	Seca
MS (t/ha)	Cova aberta	8.49 a	1.948 a	591 b
	Cova fechada	9.05 a	1.993 a	0.92 a
	Lanço	0.25 b	0.068 b	0.34 c
	Média	5.93 A	1.33 B	0.619 A
	C.V.(%)	–	44.7	31.5
Plantas (no./m ²)	Cova aberta	98 a	31 a	104 a
	Cova fechada	111 a	50 a	141 a
	Lanço	5 b	4 b	31 b
	Média	71.3 A	28.3 B	92.0
	C.V.(%)	–	29.8	35.6
Altura (cm/planta)	Cova aberta	48.2 a	20.7 a	19.2 a
	Cova fechada	52.4 a	31.5 a	21.9 a
	Lanço	5.8 b	3.8 b	7.7 b
	Média	35.5 A	18.7 B	16.3
	C.V.(%)	–	29.2	22.6

A *B. decumbens* não apresentou adaptação a Caruaru.

* Para cada característica medida, valores não seguidos de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade de erro.

Em Caruaru, a produção média de capim-braquiária para o plantio ocorrido na estação seca em covas fechadas foi de 920 kg/ha de MS, tendo a precipitação pluvial atingido 324.6 mm, no período do plantio à colheita. A EUA em Caruaru foi muito baixa, quando comparada àquelas observadas em Vitória de Santo Antão, tendo atingido 3.528 kg água:kg MS produzida.

A emergência das plântulas do plantio realizado no período seco em Vitória de Santo Antão ocorreu em sua maioria 57 dias após o plantio. Nesta ocasião, as chuvas totalizaram 54 mm, com uma distribuição em 13 dias. Possivelmente, sementes inicialmente dormentes garantiram o estabelecimento do plantio realizado ao final do período seco. O número de dias decorridos entre o plantio e a germinação não foi observado em Caruaru.

Os resultados obtidos com relação a superioridade do plantio em covas sobre o

plantio a lanço concorda com a literatura (Andrade, 1985; Cruz Filho et al., 1986) e apresenta três possíveis e complementares justificativas. Primeiramente, a cova pode atuar como uma microbacia de captação de água das chuvas. Em segundo lugar, a abertura da cova representa um controle de invasoras no local de plantio. E por último, no plantio em covas, as plântulas de braquiária encontram-se concentradas na cova, o que pode levar a uma maior competição localizada com as invasoras. Os resultados obtidos não permitem comprovar as hipóteses mencionadas, mas o teor de umidade do solo em Vitória de Santo Antão, em 22 de julho, foi 16.84% para amostra colhida na cova aberta e 10.54% para o plantio a lanço, sendo estas diferenças significativas.

Na avaliação do número de plantas por área (Tabela 1) foram observadas diferenças significativas para os efeitos época

e método de plantio, bem como para a interação época x método de plantio, em Vitória de Santo Antão. Não foi observada diferença significativa ($P > 0.05$) para o número de plantas, sendo de cinco e quatro plantas/m² para o plantio a lanço na época seca e chuvosa, respectivamente. Concordando e reiterando os resultados para produção de MS, o número médio de plantas no plantio em covas foi sempre superior ao do plantio a lanço, não ocorrendo diferenças entre cova aberta e fechada (Tabela 1). Ainda em Vitória de Santo Antão, o número médio de plantas/m² do plantio feito em covas foi 104 e 40, para o plantio da época seca e chuvosa, respectivamente, sendo esta diferença significativa ($P < 0.05$).

Em Caruaru, o número médio de plantas/m² para o plantio da época seca foi de 104, 141 e 31, respectivamente, para cova aberta, cova fechada e a lanço (Tabela 1). A densidade de plantio foi de 15.8 kg/ha de sementes (VC = 40%), ou seja 6.32 kg/ha de sementes viáveis, eqüivalendo a 1,706,400 sementes/ha, uma vez que um quilograma de sementes de braquiária apresenta em torno de 270,000 unidades (Agrocerec-Yates, s.d.). Assim, no plantio na época seca e em covas, que apresentou um número médio de 1,135,000 plantas/ha, o número médio de plantas atingiu 66.5% das sementes plantadas. Segundo análise de regressão, a densidade de plantas explicou 71% e 75% da variabilidade da produtividade de forragem para Vitória de Santo Antão e Caruaru, respectivamente, conforme calculado pelo coeficiente de determinação.

Para altura média de plantas foi verificado efeito altamente significativo para época e método de plantio, em Vitória de Santo Antão, sendo os demais efeitos não significativos (Tabela 1). Independente da época de semeadura, a altura média das plantas foi de 34.4, 41.9 e 4.8 cm para o plantio em cova aberta, cova fechada e a lanço, respectivamente. As plantas provenientes do plantio da época seca e chuvosa obtiveram altura média de 35.5 e 18.7 cm, respectivamente (Tabela 1). O efeito da época de plantio sobre a altura das

plantas não foi avaliado em Caruaru devido a ausência de plantas. Neste local, no plantio da época seca, a altura média de plantas foi de 19.2, 21.9 e 7.7 cm para os métodos de cova aberta, cova fechada e a lanço, respectivamente, sendo o plantio em covas superior ao plantio a lanço (Tabela 1). A adubação apresentou efeito significativo negativo sobre a altura das plantas, as quais atingiram 18.3 e 14.3 cm para os tratamentos sem e com adubo, respectivamente. Segundo análises de regressão, a altura das plantas explicou 60% e 58% da variação da produtividade de forragem de Vitória de Santo Antão e Caruaru, respectivamente.

A avaliação da composição botânica revelou marcantes diferenças entre a vegetação espontânea de Vitória de Santo Antão e de Caruaru. No primeiro local, as dicotiledôneas (792 kg/ha de MS), foram os componentes predominantes, além da *B. decumbens*. Por outro lado, as gramíneas nativas capim de raiz e a milhã predominaram em Caruaru (225 e 536 kg/ha de MS, respectivamente).

Sabe-se que pastagens nativas, decorrentes do controle das espécies lenhosas no Agreste pernambucano, têm predominância da milhã no início da estação chuvosa, seguida pelo capim de raiz (Fernandes et al., 1983; Albuquerque, 2000). Vale ressaltar que o plantio de braquiária no final da época seca propiciou melhor implantação da pastagem, além de ser uma alternativa para maior eficiência do uso da mão-de-obra, considerando que o plantio nesse período libera a mão-de-obra para outras atividades no início das chuvas.

Conclusões

- O plantio ao final da época seca propiciou melhor implantação de pastagens de capim-braquiária (*B. decumbens*).
- O plantio em covas, abertas ou fechadas, foi superior ao plantio a lanço.
- No período avaliado, braquiária não apresentou adaptação a Caruaru.

Resumen

En las zonas de Mata y Agreste de Pernambuco, Brasil, se evaluaron los efectos del método de siembra (a voleo y en surcos abiertos y cubiertos con suelo) sobre el establecimiento y producción de MS de *Brachiaria decumbens* (braquiaria). Las siembras se hicieron al finalizar la época seca y al comienzo de la época de lluvias con y sin fertilización (50 kg/ha de P_2O_5 + 100 kg/ha de N), en un diseño de bloques al azar y cuatro repeticiones. Braquiaria no se adaptó en la zona Agreste. En ambas localidades se contraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en producción de MS entre épocas, siendo ésta mayor cuando la siembra se hizo al finalizar la época seca.

Abstract

In the Pernambucan areas of Mata and Agreste, Brazil, the effects of the sowing method (by volleying and in open furrows covered with soil) on the establishment and production of DM of *Brachiaria decumbens* (braquiaria) were evaluated. The sowings were made at the end of the dry season and at the beginning of the rainy season with and without fertilization (50 kg/ha of P_2O_5 + 100 kg/ha of N), in a randomized block design and four repetitions. Braquiaria didn't adapt in the Agreste area. In both sites, differences ($P < 0.05$) in production of DM among seasons were significant, being greater when the sowing was made at the end of the dry season.

Referências

- Agrocerec-Yates. (s.f.) Pastagens consorciadas, um novo enfoque para a pecuária. São Paulo. Sementes Agrocerec S.A. 79 p.
- Albuquerque, S. S. 2000. Utilização de diferentes fontes de proteína na suplementação de vacas leiteiras alimentadas com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill.) e pasto diferido. 2000. Dissertação Mestrado.

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

- Andrade, I. F. 1985. Métodos de introdução de leguminosas em pastagem nativa de Cerrado. Rev. Soci. Bras. Zoot. 14(2):151-158.
- Botrel, M. A. et al. 1998. Características forrageiras de algumas gramíneas tropicais. Juiz de Fora, MG. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa/CNPGL). Documentos 66. 65 p.
- Campos, H. 1983. Estatística experimental não-paramétrica. 4 ed. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). 349 p.
- Carvalho, M. M. e Cruz Filho, A. B. 1994. Estabelecimento de pastagens cultivadas em áreas de campo. En: Desenvolvimento de pastagens na zona fisiográfica Campos das Vertentes. Coronel Pacheco, MG. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa/CNPGL). 127 p.
- Cruz Filho, A. B. et al. 1986. Comparação entre métodos de plantio de *Brachiaria decumbens* em pastagens de capim gordura em áreas montanhosas. Rev. Soci. Bras. Zoot. 15(4):297-306.
- Encarnação, C. R. 1980. Observações meteorológicas e tipos climáticos das Unidades e campos experimentais da empresa IPA. Recife. IPA. 110 p.
- Fernandes, A. P. et al. 1983. Efeito de diferentes períodos de diferimento sobre o pasto de capim de Raiz (*Chloris orthonotum* Doell.). En: Congresso Brasileiro de Forrageiras e Pastagens Nativas. 1. Olinda. Anais... Olinda, IPA. s.p.
- Santos, D. C. et al. 1996. Épocas, métodos e sistema de plantio dos capins Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) e Corrente (*Urochloa mosambicensis* (Hack) Dandy) no semi-árido de Pernambuco. En Reunião Anual

da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 33. Fortaleza. Anais... Fortaleza. Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ). p. 141-142.

SAS (SAS Institute). 1988. SAS user's guide: realese. 6.03. Cary, 1988. 1028 p.

Torres, S. M. et al. 1990. Estudo da produção de biomassa do capim Buffel, *Cenchrus*

ciliaris L., em diferentes épocas e métodos de plantio. *Ciência Agron.* Fortaleza 21(1-2):11-18.

Zimmer, A. H. et al. 1994. Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Brachiaria*. En: Simpósio sobre Manejo da Pastagem. 11. Piracicaba. Anais... Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiros (FEALQ). p. 153-208.

Brachiaria brizantha*: novo hospedeiro de *Magnaporthe grisea

C. E. Marchi*; C. D. Fernandes**; V. de F. Jerba*, M. de F. Borges*** e E. R. Lorenzetti^o

Introdução

A pecuária é uma das atividades econômicas mais importantes do Brasil, sendo que 90 % da produção de carne baseia-se na alimentação do rebanho exclusivamente com pastagens (Anualpec, 2004). Da área total de pastagens cultivadas, estima-se que 85 % corresponda a espécies do gênero *Brachiaria* (Macedo, 1995). Algumas braquiárias têm sido reportadas como hospedeiras de *Magnaporthe grisea* (Herbert) Barr. (anamorfo: *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc., sin. *P. oryzae* Cav.), entre elas: *Brachiaria decumbens* (Purchio, 1992), *B. distachya* (MacKill e Bonman, 1986), *B. humidicola* (Lenné, 1990), *B. mutica* (Mc Intosh, 1951) e *B. plantaginea* (Purchio, 1992). Trata-se de um fungo ascomiceto heterotático com ampla gama de hospedeiros, incluindo mais de 50 espécies de gramíneas, algumas das quais com grande importância econômica como o arroz, o trigo e a cevada (Sweigard et al., 1995; Xue et al., 2002).

Recentemente, observou-se doença em folhas de *B. brizantha* cv. Marandú, proveniente de Goiás, semelhante à causada por *M. grisea* em outras gramíneas. Os sintomas consistiram de manchas elípticas com extremidades pontiagudas, centro acinzentado e margens marron-avermelhadas (Figura 1C). A partir dos conídios coletados de lesões esporulantes foi obtida cultura monospórica do fungo. Para a esporulação, removeu-se o micélio superficial de culturas com 7 a 10 dias de idade, usando pincel e água destilada. Posteriormente, essas placas de cultura foram cobertas com filme plástico transparente perfurado e mantidas à temperatura ambiente, com fotoperíodo de 12 h.

Produção de conídios abundante foi observada com 3 a 5 dias de incubação (Figura 1A). Em exame ao microscópio óptico, os conídios apresentaram forma piriforme a obclavada, com base circular, ápice fino, levemente escuros, e, em geral, bisseptados (Figura 1B). O tamanho médio dos conídios foi de 28.34 x 8.64 µm. Baseado nas características morfológicas dos conídios, o fungo foi identificado como *M. grisea*.

O teste de patogenicidade foi conduzido em plantas de *B. brizantha* cv. Marandú com 60 dias de idade. Após pulverização da suspensão de inóculo (10^5 conídios/ml), as plantas foram mantidas em câmara de nevoeiro à temperatura ambiente por 48 h e fotoperíodo de 12 h. Em seguida, essas plantas foram transferidas para câmara de crescimento com as mesmas condições.

* Pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (EMBRAPA/CNPGC), Caixa Postal 154, CEP 79002-970, Campo Grande, MS, Brasil. e-mail: cemarchi@brturbo.com.br

** Professor Colaborador da Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (UNIDERP), Caixa Postal 2153, CEP 79003-010, Campo Grande, MS, Brasil.

*** Fiscal Agropecuário da Superintendência Federal de Agricultura-MS, CEP 79002-182, Campo Grande, MS, Brasil.

^o Estudante de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, CEP 87020-090, Maringá, PR, Brasil.

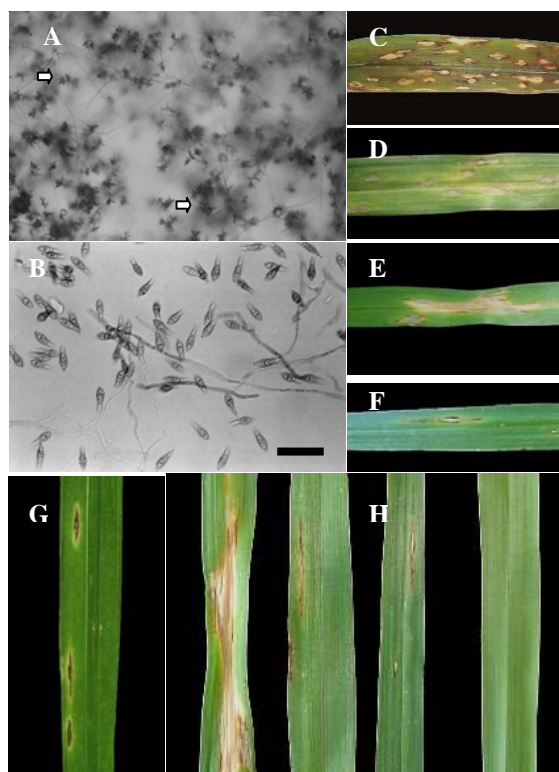


Figura 1. *Magnaporthe grisea*. **A.** Conídios produzidos por cultura com 3 dias de idade. **B.** Detalhes dos conídios. Barra equivale a 30 μ m. **C.** Sintomas naturais em *B. brizantha* cv. Marandú. **D e E.** Sintomas em folhas aos 6 e 10 dias após a inoculação (dai), respectivamente. **F e G.** Aspectos de lesões individuais aos 10 dai: lesões pontiagudas, centro acinzentado, margens marron-avermelhadas e halo amarelado circundante. **H.** Sintomas de brusone aos 13 dai: coalescência e lesões individuais bem desenvolvidas. Controle negativo apresentado à direita.

Decorridos 5 - 6 dias após a inoculação, foram observadas lesões foliares semelhantes às observadas no material original (Figuras 1C-H). Foram observadas lesões pontiagudas, com centro acinzentado, margens marron-avermelhadas e a presença de halo amarelado circundante (Figuras 1F-G). Com o monitoramento diário, foi possível observar o aumento de tamanho das lesões, a coalescência e, finalmente, a necrose do tecido (Figuras 1D-E). *Magnaporthe grisea* foi consistentemente reisolado de lesões das plantas inoculadas, completando os postulados de Koch.

Em minuciosa consulta na literatura disponível não foram encontrados relatos de *M. grisea* causando doença em *B. brizantha*, consistindo este o primeiro registro de associação entre o ascomiceto e a gramínea no Brasil e no mundo.

Resumen

Se reporta por primera vez en Brasil y a nivel mundial la presencia del hongo patógeno *Magnaporthe grisea* (Herbert) Barr. (anamorfo: *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc., sin. *P. oryzae* Cav.) atacando plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. El hallazgo del patógeno fue comprobado en estudios realizados en el Laboratorio del Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC-Empraba), Campo Grande, MS, y confirmado en estudios de campo por investigadores de la Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (Uniderp), y de la Universidade Estadual de Maringá.

Summary

The presence of the pathogenic fungus *Magnaporthe grisea* (Herbert) Barr. (anamorphic: *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc., sin. *P. oryzae* Cav.) attacking plants of *Brachiaria brizantha* cv. Marandú was reported for the first time in Brazil and worldwide. The discovery of the pathogen was observed in studies carried out in the Laboratory of the Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC-Embrapa), Campo Grande, MS, and confirmed in field studies by investigators of the Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (Uniderp), and of the Universidade Estadual de Maringá.

Referências

Anualpec (Anuário da Pecuária Brasileira). 2004. Argos Comunicação FNP, São Paulo. 376 p.

- Lenné, J. M. 1990. A world list of fungal diseases of tropical Pasture species. CAB International, Wallingford. 162 p.
- Macedo, M. C. M. 1995. Pastagens no ecossistema Cerrados: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. En: Andrade, R. P.; Barcellos, A. de O.; e Rocha, C. M. C da (eds.). Simpósio sobre Pastagens nos Ecossistemas Brasileiros. 1995. Brasília, DF. Anais... Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ). p. 28-62.
- MacKill, A. O. e Bonman, J. M. 1986. New hosts of *Pyricularia oryzae*. Plant Disease 70:125-127.
- McIntosh, A. E. 1951. Annual Report Department of Agriculture, Malaya. 1949. En: Rev. Appl. Mycol. 30:508-509.
- Purchio, A. F. 1992. Estudo taxonômico do anamorfo (*Pyricularia*) de *Magnaporthe grisea*. Dissertação de Mestrado. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa.
- Sweigard, J. A., Carroll, A. M., Kang, S., Farrall, L., Chumley, F.G. e Valent, B. 1995. Identification, cloning, and characterization of *PWL2*, a gene for host species specificity in the rice blast fungus. Plant Cell 7:1221-1233.
- Xue, C., Park, G., Choi, W., Zheng, L., Dean, R. e Xu, J. R. 2002. Two novel fungal virulence genes specifically expressed in appressoria of the rice blast fungus. Plant Cell 14:2107-2119.

Efeito da adubação verde no crescimento de sorgo forrageiro

P. F. Dias* e S. Manhães Souto**

Introdução

O sorgo (*Sorghum bicolor*) é uma planta C₄, de dias curtos e com altas taxas fotossintéticas. Tolera mais o déficit de água e o excesso de umidade do solo do que a maioria dos outros cereais e pode ser cultivada numa ampla faixa dec condições de solo (Dogget, 1970, citado por Rodrigues e Magalhães, 2001; Cummings, 1980). Necessita de 330 kg de água para produzir 1 kg de matéria seca (MS), enquanto o milho e o trigo necessitam de 370 e 500 kg de água, respectivamente, a mesma quantidade de MS (Aldrich et al., 1975, citado por Magalhães e Rodrigues, 2001).

A temperatura, o déficit de água e as deficiências pelos nutrientes afetam as taxas de expansão das folhas, a duração da área foliar e a altura da planta, sobretudo nos genótipos sensíveis ao foto-período (Magalhães e Rodrigues, 2001). Durante a primeira fase de crescimento da cultura que vai do plantio até a iniciação da panícula, é muito importante a rapidez da germinação, emergência e estabelecimento da plântula. Segundo Paul (1990) embora não existam dados concretos disponíveis acerca de como os estádios iniciais da cultura podem afetar o

rendimento, é lógico pensar que um bom estande, com rápida formação de folhas e sistema radicular, tornará aquela cultura apta a enfrentar possíveis estresses ambientais durante o seu ciclo. Na primeira fase de crescimento do sorgo ocorre o início da crescente absorção dos nutrientes, principalmente N, P e K (Pitta et al., 2001). Da fase da iniciação da panícula até o florescimento, vários processos de crescimento, como o desenvolvimento da área foliar, sistema radicular, acumulação de MS e o estabelecimento de um número potencial de sementes, se afetados poderão comprometer o rendimento (Magalhães e Rodrigues, 2001). Segundo Pitta et al. (2001) na segunda fase de crescimento, a MS acumula-se a taxas constantes até a maturação e há intensa absorção de nutrientes e ela termina quando 50% do florescimento ocorreu, em média, entre 55 e 70 dias após a germinação, dependendo da cultivar utilizada. Nesse estágio, 70% de N, 60% do P e 80% do K estão acumulados (Paul, 1990).

Na última fase, que vai da floração à maturação fisiológica, os processos mais importantes são aqueles relacionados ao enchimento de grãos (Rao e House, 1972, citados por Magalhães e Rodrigues, 2001; Paul, 1990). Da antese ao estágio de grão duro, período de aproximadamente 30 dias, o grão atinge 75% do seu peso seco e a absorção dos nutrientes está completa.

A adubação verde tem sido utilizada para fornecer nutrientes às culturas e melhorar as características físicas (Bertoni e Lombardi, 1985), químicas e biológicas do solo (Igue, 1984). As leguminosas têm sido

* Pesquisador da Estação Experimental de Seropédica-PESAGRO-RJ, Km 47 da antiga Estrada Rio-São Paulo, Seropédica-RJ, CEP-23835-970 ; Fone:(21)26821074. E-mail:pfranciscodias@hotmail.com

** Pesquisador da Embrapa Agrobiologia, km 47 da antiga Estrada Rio-São Paulo, CEP, Seropédica- RJ, CEP-23851-970; Fone: (21)26821500.

as plantas preferidas por sua rusticidade, elevada produção de MS, sistema radicular profunda e simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, e elas como adubo verde, podem ser uma ótima opção, como nutrição sustentável para a cultura do sorgo. Segundo Resende (2000) a adubação verde de uma maneira geral comporta-se como uma importante e complementar fonte de N para o sistema solo-planta. Aplicação de nitrogênio, via adubação verde, aumentou significativamente a altura e o acúmulo de proteína na planta de sorgo (Mayub et al., 2002), mas segundo Palms e Sánchez (1991) para que o N do adubo verde seja disponibilizado para o solo é necessário que a relação do ácido polifenólico : N na planta seja menor que 0.5. No mesmo trabalho, os autores acharam que a lignina não interferiu na mineralização.

Afora a prática de semeadura direta, o uso racional de fertilizantes, especialmente o nitrogênio (N), o uso de pastagens associadas de leguminosas com gramíneas forrageiras, a manutenção dos resíduos da colheita no campo e a otimização da contribuição da fixação biológica de nitrogênio (FBN) têm sido uma estratégia que deve garantir, pelo menos um adequado crescimento e o balanço positivo de carbono (Campbell et al., 2001; Yadav e Yaduvanski, 2001) e N (Urquiaga et al., 2004).

O emprego de não-leguminosa na adubação verde pode mitigar perdas de nitrogênio, mediante a imobilização temporária deste nutriente em sua biomassa (Andreola et al., 2000). Amado et al. (2000) verificaram que na adubação verde de inverno, a relação C/N da gramínea e leguminosa isoladas, foi de 45 e 15, respectivamente, enquanto na consorciação a relação ficou em torno de 25, valor considerado próximo ao equilíbrio entre os processos de mineralização e imobilização. Além disso, resíduos de gramíneas, em virtude de sua baixa taxa de decomposição, determinam melhor a proteção do solo (Bortolini et al., 2000) e também melhora a nutrição das plantas pelo aporte de N pelas

leguminosas, via FBN. Neste contexto, tem-se que resíduos de gramíneas, em virtude de sua baixa taxa de decomposição, determinam melhor a proteção do solo (Bortolini et al., 2000) e também melhora a nutrição das plantas pelo aporte de nitrogênio pelas leguminosas, via FBN.

Tem-se que levar em conta também não só a presença do adubo verde na recuperação do solo de uma determinada área, mas também a presença de uma cultura de grão, no presente trabalho o milho, pois segundo Oliveira et al. (1996) sua produção representa uma queda considerável no custo de recuperação dessa área. Martin e Santos (1984) mostraram que uma análise econômica de sistemas de produção indicou aumento de 45% no rendimento e diminuição de 3% no custo de insumos para a cultura de milho, quando se adotou a rotação de cultura e o adubo verde.

No entanto, há uma carência de informação relativo ao cultivo consorciado de gramínea e leguminosa, usado como adubo verde, principalmente, de dados relacionados a uma determinada região e ao seu efeito no crescimento de culturas como a do sorgo para silagem, que se bem nutrido poderá enfrentar possíveis estresses ambientais durante o seu ciclo. Daí, o objetivo do presente trabalho que foi de avaliar os efeitos dos adubos verdes de verão, mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) e crotalaria (*Crotalaria juncea*) consorciados com o milho (*Zea mays*) e só o milho, deixados na superfície do solo, mais a adubação com esterco e uréia, no crescimento (altura das plantas) de sorgo forrageiro cv. Sta Eliza, durante o ciclo da cultura, em áreas de pastagens do município de Paty do Alferes-RJ, Brasil.

Material e métodos

O presente experimento foi realizado no campo experimental de Avelar, no município de Paty do Alferes-RJ, numa área com topografia levemente ondulada, num solo Podzólico Vermelho Amarelo, com as

seguintes características químicas (0-20cm de profundidade): $pH_{em\ água\ (1:2.5)} = 5.5$, $Al^{3+} = 0\ cmol_c/dm^3$, $M.O. = 1.74\%$, $P_{Mehlich} = 24.8\ mg/dm^3$, $K = 190.8\ mg/dm^3$, $Ca = 2.6\ mol_c/dm^3$, $Mg = 0.6\ cmol_c/dm^3$, $C = 1.01\%$ e $N = 0.11\%$.

A adubação de plantio foi realizada apenas com FTE BR-10, nos sulcos de plantio, atendendo assim, as exigências das culturas, conforme recomendação no Manual de Adubação para o Estado do Rio de Janeiro (Almeida et al., 1988).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constaram de adubos verdes: mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) + milho; crotalaria (*Crotalaria juncea*) + milho; milho + esterco bovino (100 kg/ha de N) e milho + uréia (100 kg/ha de N). O esterco foi aplicado no plantio de uma só vez, nos 15cm da camada superficial do solo, enquanto a aplicação da uréia foi parcelada, metade no plantio e metade 45 dias após o plantio. A cultivar de milho (*Zea mays*) usada foi a BR-116. Por ocasião da semeadura (12-11-01) dos adubos verdes as estirpes de *Bradyrhizobium* sp. BR-2811 e a mistura BR-2001+ BR-2003, da coleção de cultura da Embrapa Agrobiologia, foram inoculadas nas sementes de mucuna-preta e crotalaria, respectivamente.

Os adubos verdes foram cortados aos 105 dias após o plantio e deixados sobre a superfície do solo nas parcelas (32 m²), uma semana antes do plantio do sorgo, em 14-03-2002. As produções de N e MS nesse corte, da mucuna preta + milho, crotalaria + milho e milho, foram de 26.5, 19.7 e 20.9 mg/ha e 636; 414 e 145 kg/ha, respectivamente. A mucuna preta proporcionou efeitos semelhantes na produção de milho, quando incorporada ou deixada em cobertura (De-Polli e Chada, 1989).

Cada parcela com 32 m² (4 x 8 m), comportava cinco linhas de sorgo var. Sta Elisa, espaçadas de 1 m e com 20 plantas/m. As medições no campo das alturas das plantas na linha central foram feitas aos 37,

74 e 111 dias após plantio do sorgo. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, bem como, a análise de regressão entre as idades de coleta (X) e altura das plantas (Y), com auxílio do SAEG versão 8.0.

Resultados e discussão

O resultado com a adubação verde, com esterco e com uréia no crescimento do sorgo é mostrado na Tabela 1. Aos 37 dias após o plantio (d.a.p.) do sorgo, os tratamentos mucuna preta + milho e crotalaria + milho, com altura média igual a 61.6 cm/planta, foram superiores estatisticamente ($P < 0.05$) aos tratamentos da adubação verde só com milho, com esterco bovino e com uréia, com altura média igual a 46.9 cm/planta. A descrição das plantas de sorgo nesta idade, feita por Nussio (1993), coincide com as do presente estudo, ou seja, plantas com aproximadamente 12 folhas e com ritmo crescimento em aceleração, crescendo de 5 a 7 cm/dia; as plantas caracterizam-se pela máxima área foliar com esporões do número potencial de grãos e desenvolvimento máximo do pendão.

Aos 74 d.a.p., os tratamentos não diferenciaram estatisticamente ($P > 0.05$) entre si, mostrando uma média de altura

Tabela 1. Efeito da adubação verde e nitrogenada (esterco e mineral) no crescimento do sorgo forrageiro.

Tratamento	dias após o plantio do sorgo		
	37	74	111
	Altura da planta (cm)		
Mucuna preta + milho	63.8 a*	202.5 a	223.9 a
Crotalaria + milho	59.4 a	203.3 a	221.9 a
- Milho	43.5 b	183.4 a	204.8 b
- Esterco ^a	46.3 b	186.7 a	199.6 b
- Uréia ^a	51.1 b	197.4 a	211.3 b

a Quantidade de esterco e uréia equivalente a 100kg/ha de N.

* Valores com mesma letra nas colunas não diferenciam significativamente ($P < 0.05$).

igual a 194.7 cm/planta. Segundo Nussio (1993) as plantas de sorgo nesta idade apresentam emergência do estilo-estigma e polinização; cessa a emissão de folhas e configura-se como um momento crítico no ciclo da cultura, por ser muito susceptível às condições climáticas, principalmente disponibilidade hídrica, condicionante na formação do tubo polínico e da efetiva polinização. Daí, a explicação dos tratamentos terem se igualado nesta idade, em relação as alturas das plantas, pelo cessar de formação de superfície fotossintética e também por se constituir num momento crítico para as plantas de sorgo em relação a sua maior exigência em água. Por outro lado, Mangombe et al. (1998) encontraram que a altura da planta de genótipos de sorgo foi positivamente correlacionada com a eficiência do uso da água.

Aos 111 d.a.p. novamente observou-se a superioridade estatística ($P < 0.05$) dos adubos verdes mucuna preta e crotalaria consorciados com milho (média de 223 cm/planta) em relação aos demais tratamentos (média de 205 cm/planta).

A análise de regressão entre d.a.p. e altura da planta, mostrou que todos os tratamentos apresentaram crescimento quadrático decrescente. Através da equação da distribuição 't' de Student (Li, 1967) foram comparados, dois a dois, os coeficientes de regressão linear e também os de regressão quadráticos dos cinco tratamentos, não se encontrando diferenças significativas ($P > 0.05$) entre esses coeficientes. Assim, a média de crescimento esperada, nas fase linear e quadrática para os cinco tratamentos, nas condições do presente experimento, foram iguais, respectivamente, a 8.40 cm/planta por dia e -0.0412 cm/planta por dia (Figura 1). O coeficiente de determinação (R^2) foi altamente significativo ($P < 0.01$) para os cinco tratamentos, apresentando um valor $R^2 = 0.98$.

A média das alturas máximas dos tratamentos foi obtida, aproximadamente,

aos 102 dias de idade para a var. Sta Elisa, nas condições edafoclimáticas no presente experimento. Nesta idade, Nussio (1993) descreve o sorgo com os grãos no ponto farináceo duro, apresentando início de formação de dentes, registros coincidentes com os observados no presente experimento. E Paul (1990) mostrou que nesta idade os grãos de sorgo atingem 75% do seu peso seco e não há mais absorção de nutrientes pelas plantas o que coincidiu com o início da queda de crescimento do sorgo no presente trabalho.

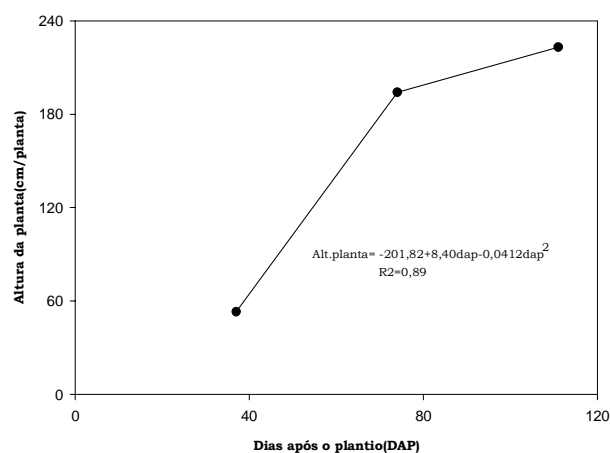


Figura 1. Efeito de cinco tratamentos (três com adubo verde, com esterco e uréia) no crescimento do sorgo.

Conclusões

Os dados acumulados das alturas das plantas com a idade, mostrou que adubação verde com as leguminosas mucuna-preta e crotalaria consorciadas ao milho, proporcionou maior crescimento das plantas de sorgo do que as adubações com esterco bovino e uréia, aos 111 dias após o plantio, idade esta próxima a que normalmente se recomenda o corte do sorgo para silagem. Os resultados de crescimento mostraram que a var. Sta Elisa é bem adaptada as condições do município de Paty do Alferes-RJ, Brasil.

Resumen

En el campo experimental de Avelar, municipio de Paty do Alferes, Rio Janeiro (Brasil) en un suelo Podzólico Vermelho Amarelo de topografía levemente ondulada ($\text{pH}_{\text{em água (1:2.5)}} = 5.5$, $\text{Al}^{+3} = 0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, $\text{M.O.} = 1.74\%$, $\text{P}_{\text{Mehlich}} = 24.8 \text{ mg}/\text{dm}^3$, $\text{K} = 190.8 \text{ mg}/\text{dm}^3$, $\text{Ca} = 2.6 \text{ mol}_c/\text{dm}^3$, $\text{Mg} = 0.6 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, $\text{C} = 1.01\%$ e $\text{N} = 0.11\%$) se evaluó el crecimiento del sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* var. Sta Elisa), utilizado para ensilaje, cuando se sembró después de un abono verde de maíz (*Zea mays*) BR-116 solo o con aplicación de 100 kg/ha de N en forma de urea y de estiércol de bovinos, o cuando se sembró después de abono verde de maíz asociado con mucuna (*Mucuna aterrima*) o crotalaria (*Crotalaria juncea*). Al momento de la siembra se aplicó en forma uniforme en el fondo de los surcos FTE BR-10. Treinta y siete días después de la siembra (d.d.s.) los tratamientos mucuna + maíz y crotalaria + maíz favorecieron una altura de planta del sorgo, promedio, de 62 cm, siendo éste mayor ($P < 0.05$) que en los tratamientos de maíz solo o con N (47 cm). A los 74 d.d.s. no se observaron diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos, siendo la altura promedio de las plantas de sorgo de 195 cm/planta. A los 111 d.d.s., las alturas del sorgo en los tratamientos de abono verde con mucuna y crotalaria asociadas con maíz, no se diferenciaron entre sí (223 cm), siendo superior ($P < 0.05$) a las alturas de las plantas en los demás tratamientos (205 cm). El análisis de regresión entre la edad de crecimiento y la altura de la planta no mostró diferencias significativas entre los coeficientes de regresión lineal y cuadrática. Así, los promedios de crecimiento esperado, en las fases lineal y cuadrática para los tratamientos, en las condiciones del experimento fueron iguales respectivamente, a 8.4 cm/planta por día y $-0.0412 \text{ cm}/\text{planta}$ por día. El promedio de las alturas máximas del sorgo en todos los tratamientos ocurrió aproximadamente a los 102 d.d.s. El uso de Mucuna y crotalaria como abonos verdes mostraron ser buenas alternativas para la

producción de MS de sorgo forrajero var. Sta. Elisa en la región del municipio de Paty do Alferes-RJ, Brasil.

Summary

In the experimental field of Avelar, municipality of Paty do Alferes, Rio Janeiro (Brazil) in a Red Yellowish Podzolic soil of slightly wavy topography ($\text{pH}_{\text{em water (1:2.5)}} = 5.5$, $\text{Al}^{+3} = 0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, $\text{M.O.} = 1.74\%$, $\text{P}_{\text{Mehlich}} = 24.8 \text{ mg}/\text{dm}^3$, $\text{K} = 190.8 \text{ mg}/\text{dm}^3$, $\text{Ca} = 2.6 \text{ mol}_c/\text{dm}^3$, $\text{Mg} = 0.6 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, $\text{C} = 1.01\%$ and $\text{N} = 0.11\%$) the growth of fodder sorghum (*Sorghum bicolor* var. Sta. Elisa) (used for silage) was evaluated when it was sowed after the fertilization with green manure of corn (*Zea mays*) BR-116 alone or with the application of 100 kg/ha of N in form of urea and bovine manure, or when it was sowed after green manure of corn associated with mucuna (*Mucuna aterrima*) or crotalaria (*Crotalaria juncea*). At the moment of the sowing, FTE BR-10 was applied in an even way at the bottom of the furrows. Thirty-seven days after the sowing (d.a.s.), the treatments mucuna + corn and crotalaria + corn favored the height of the sorghum plant, with an average of 62 cm, being greater ($P < 0.05$) that in the treatments of corn alone or with N (47 cm). At 74 d.a.s., no differences were observed ($P > 0.05$) among the treatments, being the average height of the plants of sorghum of 195 cm/plant. At 111 d.a.s., the height of sorghum in the treatments with green manure (mucuna and crotalaria associated with corn) didn't differ to each other (223 cm), being superior ($P < 0.05$) to the heights of the plants in the other treatments (205 cm). The regression analysis between the age of growth and the height of the plant didn't show significant differences among the lineal and quadratic coefficients. This way, the averages of probable growth in the lineal and quadratic phases for the treatments, under the conditions of the trial, were 8.4 cm/plant per day and $-0.0412 \text{ cm}/\text{plant}$ per day, respectively. The average of the maximum heights of sorghum in all the treatments occurred nearly 102 d.a.s. The use of

Mucuna and crotalaria as green manures showed to be good alternatives for the production of DM of fodder sorghum var. Sta. Elisa in the area of the municipality of Paty do Alferes-RJ, Brazil.

Referências

- Almeida, D. L.; Santos, G. A.; De-Polli, H.; et al. 1988. Manual de adubação para o estado do Rio de Janeiro. Itaguaí, Universidade Rural. Coleção Universidade Rural, Ciências Agrárias no. 2. 179 p.
- Amado, T. J.; Mileniczuk, J.; Fernandes, S. B. 2000. Leguminosas e adubação verde como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. Rev. Brasil. Ciência do Solo 24:179-189.
- Andreola, F.; Costa, L. M.; Olszewsk, N.; e Jucksch, I. A. 2000. A cobertura do vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho. Rev. Brasil. Ciência do Solo 24:867-874.
- Bertoni, J. e Lombardi-Neto, F. 1985. Conservação do solo. 1ª Ed. Piracicaba: Livrocere. 392p.
- Bortolini, C. G.; Silva, P. R.; e Argenta, G. 2000. Sistemas consorciados de aveia preta e ervilhaca comum como cobertura de solo e seus efeitos na cultura do milho em sucessão. Rev. Brasil. Ciência do Solo 24:897-903.
- Campbell, C. A.; Selles, F.; Lafond, G. P.; e Zentner, R. P. 2001. Adopting zero tillage management: impact on soil C and N under long-term crop rotations in a thin black chernozem. Can. J. Soil Sci. 81(2):139-148.
- Cummings, D. G. 1980. Response of silage corn and sorghum to irrigation. University of Georgia. Athens. University of Georgia. Res. Bull. 262. 12 p.
- De-Polli, H. e Chada, S. S. 1989. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. Rev. Bras. Ci. Solo 13:287-293.
- Igue, K. 1984. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos na propriedade do solo. En: Fundação Cargil. Adubação Verde no Brasil, Campinas, fundação Cargil. p.232-267.
- Li, J. C. 1967. Statistical inference. En: Edwards Brothers, Inc. Ann Arbor, Michigan. 265 p.
- Magalhães, P. C.; e Rodrigues, J. A. S. 2001. Fisiologia da Produção do sorgo forrageiro. En: Cruz, J. C.; Pereira Filho, I. A.; Rodrigues, J. A. S.; e Ferreira, J. J. (eds.). Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Milho e Sorgo). p. 227-262.
- Mangombe N.; Gono, L. T.; e Mushonga, J. N. 1998. Grain yield and water use efficiency of sorghum genotypes in response to late season drought. Zimbabwe J. Agric. Res. 34(2):135-143.
- Martin, N. B.; Santos, Z. A. P.; e Assumpção, R. 1984. Análise econômica da utilização da adubação verde nas culturas de algodão e soja em rotação com milho e amendoim. En: Fundação Cargil. p. 133-160.
- Mayub, A.; Tanveer, A.; Ali, S.; e Nadeem, M. 2002. Effect of different nitrogen levels and seeds rates on growth, yield and quality of sorghum (*Sorghum bicolor*) fodder. Indian J. Agric. Sci. 72(11):648-650.
- Nussio, L. G. 1993. Milho e sorgo para produção de silagem. En: Peixoto, A. M.; Moura, J. C.; e Faria, V. P. (eds.). Confinamento de bovinos leiteiros. Piracicaba. Fundação de Estudos

- Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ). 39-141.
- Oliveira, I. O. P.; Kluthcouski, J.; Yogoyama, L. P.; Dutra, L. G.; Pontes, T. A ; Silva, A. E.; Pinheiro, B. S.; Ferreira, E.; e Castro, E. M. 1996. Sistema Barreirão: recuperação, renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. Goiânia, EMBRAPA CNPAF-APA. Documento no. 64. 90 p.
- Palms, C. A. e Sánchez, P. A. 1991. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. *Soil Biol. Biochem.* 23(1):83-88.
- Paul, C. L. 1990. *Agronomia del sorgo*. Patancheru, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT). 301 p.
- Pitta, G. V. E.; Vasconcellos, C. A ; e Alves, V. M. C. 2001. Fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo forrageiro. En: Cruz, J. C.; Pereira Filho, I.A ; Rodrigues, J. A S.; e Ferreira, J. J. (eds.). *Produção e utilização de silagem de milho e sorgo*. Sete Lagoas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Milho e Sorgo). p. 243-262.
- Urquiaga, S.; Jantalia, C. P.; Alves, B. J. R.; e Boddey, R. M. 2004. Importância de la FBN en el secuestro de carbono en el suelo y en la sustentabilidad agrícola. Jornadas Centenária Facultad Agronomía-UBA. Buenos Aires, Argentina. Maio-19-22.
- Yadav, D. V.; Yaduvanski, N. P. S. 2001. Integration of green manure and fertilizer-N for yield and juice quality and better soil conditions in sugarcane grown after mustard and wheat in different plant arrangements. *J. Agric. Sci.* 136:199-205.

Utilização do feno de *Desmodium ovalifolium* na suplementação alimentar de ovelhas deslanadas durante o período seco na Amazônia

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

Introdução

A atividade pecuária no Norte do Brasil vem sendo conduzida na sua totalidade em regime de pastagem, atravessando períodos de abundância e escassez na disponibilidade de forragem, fato diretamente relacionado com a estação chuvosa (setembro a maio) e seca (junho a agosto), tais oscilações se dão também sobre valor nutritivo da forragem, que implicam no desempenho produtivo dos animais. Desta forma, torna-se necessário a busca de alternativas que viabilizem a melhora do sistema pecuário da região, dentre estas, a fenação poderá ser uma alternativa viável, uma vez que os excedentes de produção ocorridos no período chuvoso poderão ser armazenados, e fornecidos, sob a forma de feno, aos animais durante a estação seca. De origem asiática, o desmodio (*Desmodium heterocarpon* (L.) DC. subsp. *ovalifolium* (Prain) Ohashi) é uma leguminosa que tem apresentado boa persistência em solos ácidos dos trópicos úmidos, tendo sido utilizada como cobertura em cultivos perenes. Na pecuária, apesar dos elevados teores de tanino (21% a 43 %), pode ser utilizada na forma de banco de proteína e em consorciação com gramíneas. Com digestibilidade em torno de 50%, o desmodio produz forragem de boa qualidade. Nas condições de Porto Velho-RO, Costa et al. (1995) obtiveram rendimentos de matéria

seca (MS) de 6 e 2.3 t/ha, respectivamente, nos períodos chuvoso e seco, com teores médios de proteína bruta (PB) de 15%, cálcio 0.61% e fósforo 0.19%.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da suplementação do feno de *D. ovalifolium* sobre o ganho de peso de ovelhas deslanadas durante o período seco em Porto Velho-RO.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Rondônia), no município de Porto Velho, onde o clima segundo a classificação de Koppen é do tipo Am, com médias anuais de 24.9 °C de temperatura do ar, 89% de umidade relativa do ar e precipitação anual em torno de 2200 mm, sendo o período de setembro a maio o de máxima e o de junho a agosto de mínima precipitação.

Foram utilizadas 20 ovelhas deslanadas da raça Santa Inês, com idade entre 12 e 24 meses e peso vivo médio inicial de 27.34 kg, distribuídas segundo delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos, representados pelos níveis de suplementação com feno de desmodio: 0, 80, 160, 240 g/animal por dia e cinco repetições, durante 35 dias, após 7 dias de adaptação, a fim de avaliar a variação no peso vivo. As ovelhas foram mantidas durante o dia em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e à noite foram recolhidas em baias coletivas onde recebiam, de acordo com os tratamentos, feno de desmodio, previamente

* Investigador, Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 341, 64200-971, Parnaíba, Piauí. E-mail: avelar@cpamn.embrapa.br

** Investigadores, Embrapa Rondônia, Caixa Postal 406, 78900-970, Porto Velho, Rondônia. E-mail: claudio@cpafro.embrapa.br, newton@cpafro.embrapa.br, ricardo@cpafro.embrapa.br

Tabela 1. Ganho de peso e consumo médio diário de ovelhas deslanadas suplementas com feno de *Desmodium ovalifolium*, durante o período seco em Porto Velho-RO., Brasil.

Suplementação (feno, g/anim./dia)	Ganho de peso vivo		Consumo	
	no período (kg/animal)	diário (g/animal)	diário (g/animal)	% do ofertado
240	2.40 a*	68.56 a	135.88	56
120	1.46 a	49.33 a	98.97	61
80	1.72 a	41.71 a	44.11	55
0	0.112 b	3.23 b	—	—

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

triturado e sal mineralizada à vontade. Os animais foram pesados semanalmente, quando também coletava-se amostras do feno, sobre as quais determinou-se os teores de PB, Ca e P. Sendo as sobras rejeitadas nos cochos recolhidas e pesadas diariamente, estimando-se o consumo médio através da diferença entre o ofertado e o rejeitado.

Resultados e discussão

Em média, a suplementação com feno de desmodio resultou em ganhos de 1.86 kg/animal por período e 53.2 g/animal por dia, os quais foram superiores ($P < 0.05$) aos obtidos com o tratamento testemunho (0.112 kg/animal por período e 3.23 g/animal por dia) (Tabela 1). Estes resultados foram superiores aos descritos por Costa et al. (1997) com ovelhas da raça Morada Nova mantidas em pastagem de *B. Humidicola*, e por Gurgel (1986) ao submeter ovinos da mesma raça a dietas contendo diferentes níveis de feno de leucena (*Leucena leucocephala*), com os ganhos médios diários oscilando entre 27.41 g e 34.19 g. No entanto, foram inferiores ao reportado por Ciriaco (1983) que obteve ganho de peso na ordem de 110 g/animal por dia em ovinos Morada Nova alimentados com capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) e feno de cunhã (*Clitoria ternatea*).

O teor de PB (10.8 %) encontrado no feno de desmodio foi inferior aos determinados por Gonçalves et al. (1992) e

Costa et al. (1995) nas consorciações com *Andropogon gayanus* cv. Planaltina quando a PB do desmodio oscilou entre 11.4% e 15.9 %. No entanto, aproxima-se do relatado por Santana et al. (1993) quando em consorcio com *B. humidicola*. Enquanto que os níveis de Ca (1.17%) e P (0.77%), foram superiores aos obtidos por Abaunza et al. (1993) e Costa et al. (1995).

Os consumos médios diários de feno de desmodio foram de 44.11, 98.97 e 135.88 g/animal, os quais representavam 55.61% e 57% dos níveis de oferta de 80, 160 e 240 g/animal, respectivamente. Gurgel (1986) com os níveis de oferta de feno de leucena 250, 350, 450 e 550 g/ovino por dia obteve consumo diário de 223, 311, 394 e 478 g/ovino, representando em torno de 88% do total ofertado, indicando a excelente aceitação pelos animais, estes resultados quando comparados aos obtidos com o feno de desmodio, quando o consumo representou em média 58% do total ofertado, indicam, de certa forma, a sua baixa palatabilidade, principalmente em função dos elevados teores de tanino.

Conclusões

Os resultados obtidos demonstram a viabilidade técnica da utilização do feno de *D. ovalifolium* na alimentação suplementar de ovinos deslanados, durante o período seco em Rondônia, podendo propiciar ganhos superiores a 60 g/animal/dia.

Resumen

En estación experimental de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa- Rondônia), Brasil, se evaluó el uso de heno de desmodio (*Desmodium heterocarpon* (L.) DC. subsp. *ovalifolium* (Prain) Ohashi) como suplemento durante la época seca de ovinos de la raza Santa Inés con edades entre 12 y 24 meses y un peso vivo promedio de 27.3 kg, los cuales durante el día pastaban en *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. El heno era suministrado a los animales en corral durante las horas nocturnas, en un diseño experimental totalmente al azar con cuatro tratamientos (0, 80, 160 y 240 g/animal por día). El consumo de heno en el nivel más bajo de oferta fue de 44.11 g/animal por día y en el más alto de 135.88 g/animal por día. La ganancia diaria de peso vivo promedio de los animales que recibieron heno fue de 53.2 g/animal siendo superior ($P < 0.05$) a la ganancia de los animales testigo que no recibieron heno (3.3 g/animal).

Summary

In the experimental station of the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa- Rondônia), Brazil, the use of desmodio hay (*Desmodium heterocarpon* (L.) DC. subsp. *ovalifolium* (Prain) Ohashi) was evaluated as a supplement during the dry season of Santa Inés sheep with ages between 12 and 24 months and an average live weight of 27.3 kg, which grazed during the day in *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. The hay was given to confined animals during the night hours, in a randomized block design trial with four treatments (0, 80, 160 and 240 g/animal per day). The consumption of hay in the lowest level was of 44.11 g/animal per day and in the highest of 135.88 g/animal per day. The daily average gain of live weight of the animals that received hay was of 53.2 g/animal being greater ($P < 0.05$) to the check animal gain that didn't receive hay (3.3 g/animal).

Referências

- Abaunza, M. A.; Lascano, C. E.; Giraldo, H.; e Toledo, J. M. 1993. Valor nutritivo y aceptabilidad de gramíneas y leguminosas tropicales em suelos acidos. Pasturas Tropicales 13(2):2-9.
- Ciriaco, A. L. 1983. Utilização de feno de cunhã (*Clitorea ternatea* L.) e esterco de galinha no acabamento de cordeiros da raça Morada Nova, variedade branca, para o abate. UFC, Fortaleza, CE. 37p.
- Costa, N. de L.; Oliveira, J. R. da C.; Magalhães, J. A.; e Leônidas, F. das C. 1995. Produção e composição química de leguminosa forrageiras em Rondônia. Lavoura Arrozeira 48(422):18-20.
- Costa, N. de L.; Magalhães, J. A.; Lima Filho, A. B. e Pereira, R. G de A. 1997. Efeito da carga animal sobre o ganho de peso de ovinos deslanados em pastagens de *Brachiaria humidicola* em Porto Velho-RO. En.:Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, 25, Gramado, RS. 1997. Anais...Gramado. p. 269.
- Gonçalves, C. A.; Costa, N. de L.; Oliveira, J. R. da C. 1992. Associação de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina com leguminosa forrageiras em Rondônia, Brasil. Pasturas Tropicales 14(3):24-30.
- Gurgel, M. A. 1986. Efeito de diferentes níveis de leucena (*Leucena leucocephala* (LAM) de Wit) sobre o crescimento de ovinos em confinamento. UFC, Fortaleza, CE. 37 p.
- Santana, J. R.; Pereira, J. M.; Moreno, M. A.; e Spain, J. M. 1993. Persistência e qualidade protéica da consorciação de *Brachiaria humidicola-Desmodium ovalifolium* cv. Itabela sob diferentes sistemas e intensidades de pastejo. Pasturas Tropicales 15(2):2-8.

Utilidad de *Cratylia argentea* en ganaderías de doble propósito del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia*

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

Entre 40% y 50 % de la leche que se comercializa en los centros urbanos de Colombia proviene de explotaciones con sistemas de producción doble propósito localizadas a menos de 1000 m.s.n.m. En los Llanos Orientales la productividad de este sistema es baja: entre 2 y 4 lt /vaca por día, una natalidad entre 40% y 50% y un peso vivo animal al destete entre 100 y 120 kg. Esta baja productividad es debida a la pobre calidad nutritiva de las pasturas, principalmente durante la época seca. Una alternativa comúnmente utilizada por los productores para hacer frente a esta situación es el suministro de concentrados comerciales de alto costo.

En la zona del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia predominan las especies de *Brachiaria* en sistemas de producción doble propósito las cuales, en una alta proporción, se encuentran en diferentes estados de degradación y consecuentemente su calidad nutritiva y consumo por los animales son muy bajos.

* Resultados parciales de un proyecto financiado por el Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (Pronatta), adscrito al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) de Colombia y por el Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT), ejecutado con la colaboración de las instituciones locales: Unidad Municipal de Asistencia Técnica (UMATA) de Villavicencio, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Comité de Ganaderos del Meta, Universidad de los Llanos (Unillanos) y la participación de pequeños productores del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

** Respectivamente, investigador y Director del Programa de Forrajes Tropicales del CIAT.

Una alternativa para suplementar proteína a los animales es la introducción de leguminosas forrajeras. Los estudios previos mostraron que algunas de ellas, como *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium*, no se adaptan a los suelos ácidos de baja fertilidad comunes en los Llanos Orientales de Colombia, no obstante, el Programa de Forrajes Tropicales del CIAT después de evaluar en condiciones de campo 22 especies arbustivas y arbóreas identificó a *Cratylia argentea* cv. Veranera como una de las especies mejor adaptadas en fincas con sistemas doble propósito bajo las condiciones del Piedemonte.

Objetivos

Los objetivos en estos trabajos fueron los siguientes:

- Fomentar el uso de *C. argentea* cv. Veranera entre productores con el fin de contribuir a aumentar sus ingresos y a una mayor competitividad del sector lechero del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.
- Determinar las ventajas biológicas y económicas del cv. Veranera como suplemento para vacas lecheras y establecer metodologías de transferencia de esta tecnología entre productores de la región.

Localización

Los trabajos hacen parte de un proyecto financiado por el Ministerio de Agricultura de Colombia y el Centro Internacional de Agricultura Tropical y fueron realizados en

las veredas La Llanerita, El Hachón y Santa Helena, en la vía Villavicencio-Puerto López, departamento del Meta, Colombia. Los sitios de los ensayos se encuentran a 305 m.s.n.m., con una temperatura de 27 °C y 3650 mm de precipitación anual, una humedad relativa del 75% y un brillo solar de 1467 horas luz por año.

Los suelos están constituidos principalmente por terrazas altas y bajas. Las primeras se caracterizan por suelos arcillosos ácidos con alto contenido de aluminio y baja fertilidad natural. Los suelos de terrazas bajas tienen drenaje deficiente, baja fertilidad natural y han sido intervenidos por el hombre para el establecimiento de pasturas y cultivos comerciales.

Uso del suelo y sistemas de producción

En las fincas donde se realizan los trabajos predomina la ganadería en sistema doble propósito en 7300 ha de *Brachiaria decumbens* y *B. humidicola*. Los cultivos permanentes comprenden 213 ha y los perennes 182 ha, los bosques de galería se encuentran en 180 ha. El número de fincas en las veredas del estudio es de 106 y el 57% de ellas tienen entre 1 y 20 ha.

La ganadería en el área de estudio se basa en la producción de leche y carne, incluyendo la cría, el levante y la ceba de bovinos. Las explotaciones son extensivas en sabanas bien drenadas de *Trachipogon* sp., *Axonopus* sp., *Paspalum* sp. y *Andropogon* sp., especies nativas de baja producción y deficiente calidad que son sometidas a quemadas frecuentes.

En las explotaciones lecheras se hace un ordeño diario en las horas de la mañana y tanto la leche como los terneros machos, los novillos cebados y las vacas de descarte son vendidos en el mercado local (Cuadro 1).

Metodología

En una encuesta previa se identificaron las necesidades y las posibilidades de adopción de nuevas tecnologías basadas en el uso de leguminosas forrajeras semiarborescentes. No obstante la baja aceptación inicial del cv. Veranera, fue posible seleccionar 14 productores con hatos destinados a la producción en sistema doble propósito que estaban dispuestos a ensayarlo en sus fincas. En total fueron establecidas 11.8 ha, 6.5 ha para corte y acarreo, 3 ha para ramoneo y 2.26 ha para producción de semillas (Cuadro 2). En forma paralela con los trabajos en las

Cuadro 1. Algunas características de las explotaciones ganaderas en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Actividad	Ganadería en pie
Compra de animales	Proviene de crías de la finca, salientes de la etapa de levante.
Alimentación	Pastos <i>Brachiaria decumbens</i> y <i>B. humidicola</i>
Suplementos	Sal mineralizada. Ocasionalmente concentrados en la época seca.
Sanidad Animal	Baños cada mes para controlar ectoparásitos. No suministran vitaminas, se aplica droga únicamente cuando se enferman los animales.
Destino	Compradores mayoristas en Villavicencio y Bogotá
Almacenamiento	No existe
Transporte	De la finca con destino a Villavicencio y frigoríficos de Bogotá
Lugar de Venta	En finca o centro ganadero de Villavicencio
Compradores	Mayoristas

Cuadro 2. Sistemas de uso de *Cratylia argentea* cv. Veranera en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Finca	Sistema de uso del cv. Veranera (área, m ²)		
	Corte y acarreo	Producción de semillas	Pastoreo en franjas
Los pinos	—	4360	—
Bruselas	8400	—	—
La gloria	1800	—	—
Morichal	1160	—	—
La isla	8640	3000	—
Chaguaní	8000	3000	30,000
La pata rosa	—	10,000	—
Poco a poco	5320	—	—
Fecena	5700	2300	—
Las nieves	3000	—	—
Paraíso	4300	—	—
Rancho alegre	11,700	—	—
Madrigal	3180	—	—
Sena: hachón	4400	—	—
Total	65,600	22,660	30,000

fincas, en ocho colegios agropecuarios de la región se establecieron lotes de producción de semillas con destino al fomento del cv. Veranera entre productores. Tanto en las fincas como en los colegios, los productores aportaron la mano de obra necesaria para el establecimiento y el mantenimiento del cultivo.

En los lotes destinados a corte y acarreo la siembra se hizo en forma manual a 'chuzo' a una distancia de 1 m entre plantas y entre surcos. Cuando los lotes se destinaron a la producción de semillas, la siembra se hizo a 1.5 m. Una vez germinaron las semillas se procedió a la resiembra en aquellos sitios donde la población de plántulas fue baja.

Para el control de malezas en posemergencia se utilizó Roundup y como fertilización basal se aplicaron en cada planta 15 g de urea y una mezcla de superfosfato triple (10 g), KCl (10 g), cal dolomítica (14 g), sulfato de magnesio (8 g), flor de azufre (1 g),

de acuerdo con los resultados del análisis de suelo.

Una vez que se establecieron los lotes, los productores en cada sitio fueron responsables de su mantenimiento y utilización. Como parte del programa de asesoramiento, los técnicos de las instituciones involucradas en el Proyecto realizaron visitas periódicas para hacer observaciones y evaluar conjuntamente con los productores el comportamiento del cultivo del cv. Veranera.

Resultados

Establecimiento

El establecimiento de *C. argentea* cv. Veranera en franjas fue difícil debido a la alta competencia con la gramínea acompañante y con las malezas, por tanto, en los sistemas de ramoneo es recomendable establecer primero la leguminosa y posteriormente la gramínea acompañante.

En general, el establecimiento de la leguminosa en los lotes para corte y acarreo y en los semilleros fue exitoso, aunque en algunos de ellos se presentaron problemas de malezas, encharcamientos y plagas, que fueron fácilmente controlados.

La siembra por trasplante representó un alto costo por el mayor uso de mano de obra, además de un daño radicular a las plántulas que retardó su desarrollo.

Producción de forraje y altura de planta

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 (Cuadros 3 y 4).

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

Cuadro 3 . Producción de MS (t/ha) de *Cratylia argentea* cv. Veranera en diferentes edades y épocas de corte en fincas de los Llanos Orientales de Colombia.

Finca	Edad al corte		Época	
	6 meses después del establecimiento	70 días después del corte de uniformización	Lluviosa	Seca
Bruselas	3.7	2.8	-	-
Chaguani	1.8	1.7	-	-
El Paraíso	1.4	1.6	2.9	0.4
Fecena	2.0	1.8	3.7	0.5
La Isla	1.2	1.8	3.4	0.5
Las Nieves	2.6	1.8	3.1	0.6
Madrigal	2.1	2.0	3.2	0.7
Morichal	1.9	2.2	2.1	-
Poco a poco	2.1	2.7	4.5	0.8
Rancho alegre	1.1	2.0	4.3	0.6
Sena	3.4	2.2	3.4	0.6
Villa Gloria	0.9	0.9	2.6	0.7

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 en la época seca.

Calidad nutritiva

El contenido de proteína cruda (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% (Cuadro 5). Este mayor contenido de PC del cv. Veranera es una de las

Cuadro 4 . Altura de planta (cm) de *Cratylia argentea* cv. Veranera en diferentes edades y épocas de corte en fincas de los Llanos Orientales de Colombia.

Finca	Edad al corte		Época	
	6 meses (después del establecimiento)	70 días después del corte de uniformización	Lluviosa	Seca
Bruselas	75	147	-	-
Chaguani	137	121	-	-
El Paraíso	131	131	138	114
Fecena	144	135	150	109
La Isla	104	129	149	108
Las Nieves	164	114	136	106
Madrigal	139	136	123	130
Morichal	140	136	114	-
Poco a poco	132	66	141	117
Rancho alegre	105	124	151	106
Sena	49	120	155	112
Villa Gloria	135	113	116	108

Cuadro 5. Contenido de proteína cruda en *Cratylia argentea* cv. Veranera y la gramínea asociada en fincas del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Finca	<i>C. argentea</i> (PC, %)	(<i>B. decumbens</i> , <i>B. humidicola</i>) (PC, %)
Bruselas	19.00	6.24
Chaguani	19.94	6.67
Paraíso	20.12	8.84
Fecena	19.84	4.20
La Isla	24.93	6.27
Las Nieves	26.63	5.46
Madrigal	18.30	8.77
Morichal	22.00	6.46
Poco a poco	20.79	13.73
Rancho alegre	24.9	4.81
Sena	21.51	12.81
V. Gloria	21.58	6.86

características sobresalientes que justifica su inclusión como una alternativa de suplementación para reemplazar el uso de concentrados comerciales durante la época seca en sistemas doble propósito de la región.

Es necesario mencionar que algunos productores de la región han obtenido concentraciones de PC hasta de 10% en ensilado de maíz más cv. Veranera vs. 7% con ensilado de solo maíz.

Sistemas de uso

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. (Figura 1)

Producción de leche

Aunque los aumentos en la producción de leche durante la época seca debidos al suministro del cv. Veranera no fueron significativos (Cuadro 6), 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

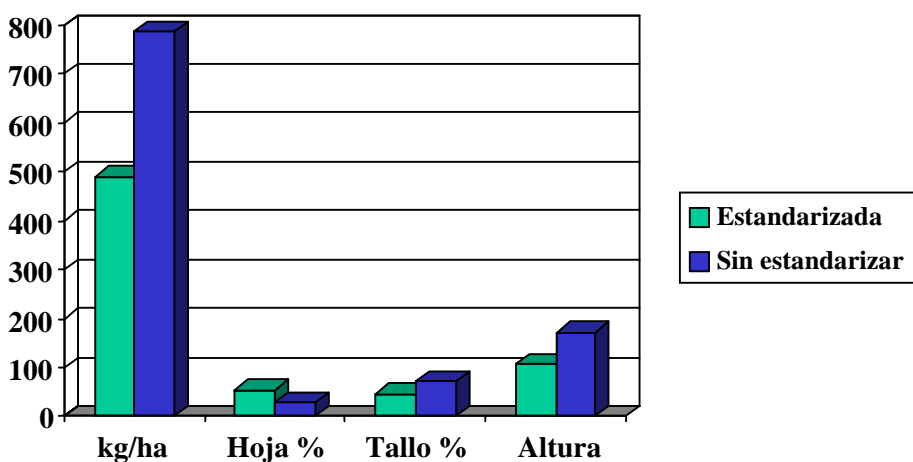


Figura 1. Producción de MS (kg/ha), partes de la planta (%) y altura de planta (cm) de *Cratylia* con y sin corte de estandarización después del ramoneo en fincas del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Cuadro 6. Producción de leche (lt /vaca) con y sin suplementación en fincas del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. (diciembre 2001 - septiembre 2003).

Finca	Vacas ordeño	Tipo de suplementación							
		Gram. sola	Gram. + conc. ^a	Gram. + ensilaje	Cratylia	Cratylia + conc. ^a	Cratylia + ensilaje 2	Cratylia + caña	Cratylia + <i>Gliricidia sepium</i>
Fecena	7	8.53	—	—	8.45	—	—	—	—
Madrigal	10	8.01	—	—	8.48	—	—	8.81	8.25
Bruselas	14	5.19	—	—	6.33	—	—	—	—
Morichal	6	5.86	—	—	5.95	—	—	—	—
La isla	8	6.64	—	6.00	8.01	—	5.75	—	—
La isla	8	6.33	—	4.50	5.86	—	4.50	—	—
Las nieves	10	—	4.40	5.36	4.30	4.88	—	—	—
Las nieves	8	—	4.72	—	3.27	4.30	—	—	—
Chaguani	10	6.94	—	—	6.53	—	—	—	—
Promedio	—	6.78	4.56	5.28	6.35	4.59	5.12	8.81	8.25

a.: Concentrado con 16% de proteína.

Ensilaje 2 : ensilaje de Maíz

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 (Cuadro 7), 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

Cuadro 7. Producción de semillas (kg/finca) de *Cratylia argentea* en fincas del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Finca	Febrero	Marzo	Abril	Total
Los Pinos	—	6.17	1.153	7.3
Villa Gloria	—	Vana	Vana	—
Morichal	—	Vana	Vana	—
La Isla (Productor)	—	—	—	10
Fecena	0.88	0.65	—	1.5
Chaguani	7.73	5.78	—	13.5
El Paraíso	12.45	13.39	4.40	30.2
Pata de la Rosa	—	7.11	2.06	9.1
Rancho alegre	—	29.43	2.84	32.3

provocan defoliación y caída de flores y el alto costo de la mano de obra.

Lecciones aprendidas

La participación activa de los productores permitió identificar formas de cultivo y de uso de *C. argentea* cv. Veranera diferentes a aquellos inicialmente propuestos en estos trabajos.

- El sistema de corte y acarreo del forraje resultó ser costoso debido a la alta demanda de mano de obra, por tanto, los productores prefieren utilizar sistemas como corte y suministro del forraje directamente en el campo, ramoneo y ensilaje.
- Fue interesante observar que los productores establecen el cv. Veranera intercalado con cultivos de maíz u hortalizas, lo que les permite reducir costos en esta fase del cultivo.
- 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.

Summary

The shrub legume *Cratylia argentea* cv Veranera was evaluated in farms in the piedmont region of the llanos of Colombia (305masl, 27°C and 3600 mm of rains) to determine its utility to dual purpose cattle farmers. In spite of the initial lack of interest of farmers to test the legume at the beginning of the project, it was possible to select 14 farms to establish plots for cut and carry (6.5 ha), direct grazing (3 ha) and for seed multiplication (2.3 ha). In plots for cut and carry the legume was planted manually using 1 m between plants and 1 m between rows. In seed multiplication plots the legume was planted in rows 1.5 m apart to allow more space to individual plants. In the wet season of 2002 dry matter yield of cv Veranera in plants measuring 1.4 m was on average 3.3 tons/ha with 66% leaf and plants. In the dry season of the same year dry matter yield of plants measuring 1.12 m was reduced to 0.6 tons/ha with 52% leaf and 22% crude protein. Active participation of farmers resulted in innovations in how cv Veranera was planted and utilized in the different farms. To reduce establishment cost *Cratylia* was sown in some farms intercropped with maize or with vegetables.

The cut and carry system promoted by researchers proved to be to expensive due to high labor demand. As a result farmers either cut and fed the legume to animals in the pasture and not in the milking barn, or ensiled the legume or used it with direct grazing. The recommendation from researchers to farmers evaluating *Cratylia* was to use it as a dry season feed to increase milk yields given that it is drought tolerant. Milk yields were not increased with legume supplementation in the dry. However, farmers soon realized that *Cratylia* had other advantages: a) to supplement milking cows in the wetter part of the rainy season when grazing in the pastures was limited due to excess soil moisture, b) to partially replace expensive commercial concentrates in the dry and wet seasons and, c) to improve body condition of cows for better reproduction.

Literatura 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.
- Estudio general de suelos, municipios Calvario, Guamal, Acacias, Villavicencio, Restrepo, y Cumaral. Instituto Geográfico Agustín Codazzi 1980.
- Fondo Nacional del Ganado. 2000. La Ganadería Bovina en Colombia 1998-1999. Federación Nacional de Ganaderos de Colombia (FEDEGAN). Bogotá.
- Holmann, F. y C. Lascano. 2001. Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. Un proyecto ejecutado por el Consorcio TropicLeche. F. Holmann y C. Lascano (eds.) Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali.
- Holmann, F. y R. D. Estrada. 1997. Alternativas agropecuarias en la región Pacífico Central de Costa Rica: Un modelo de simulación aplicable a sistemas de doble propósito. En: C. E. Lascano y F. Holmann (eds.). Conceptos y Metodologías de Investigación en Fincas con Sistemas de Producción Animal de Doble Propósito. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1997. Cali.
- Holmann, F y C. E. Lascano, (eds.) Sistemas de Alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. CIAT.
- 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.
- NRC (National Research Council). 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy Press. Sixth Revised Edition. Washington, D.C.
- Plancha 267, 267 IC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi 1990.
- 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.

Estudio de Caso

Estrategias para minimizar la escasez de forrajes en zonas con sequías prolongadas en Honduras y Nicaragua

S. Fujisaka¹, F. Holmann², M. Peters³, A. Schmidt⁴, D. White⁵, C. Burgos⁶, J.C. Ordoñez⁷, M. Mena⁸, M.I. Posas⁹, H. Cruz¹⁰, C. Davis¹¹ y B. Hincapié¹²

Este estudio forma parte integral de las actividades de los proyectos de fomento de la productividad, calidad, inocuidad y comercio de la carne bovina en Centroamérica, coordinado por ILRI (Instituto Internacional de Investigación en Ganadería, por sus siglas en inglés), el Programa de Forrajes Tropicales y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Los autores agradecen al Fondo Común de Productos (CFC, por sus siglas en inglés) y las agencias alemanas para el desarrollo y la investigación {Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) y Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)} por el financiamiento y publicación de este estudio.

Introducción

En los sistemas ganaderos de América Central es común el uso de diferentes estrategias para la alimentación del ganado, que van desde pasturas naturales y naturalizadas hasta residuos de cultivos, pasando por ensilado y pastos de corte y acarreo. En Honduras y Nicaragua existen zonas caracterizadas por épocas secas prolongadas (4 a 8 meses), durante las cuales la oferta de forrajes es deficitaria, y el predominio de explotaciones ganaderas de

pequeños productores en sistemas doble propósito (producción de leche y carne). Esta condición de baja disponibilidad de forraje afecta negativamente la producción de leche por vaca y total en el hato. La escasez de alimentos durante la época seca limita igualmente el tamaño del hato (Holmann et al., 2004).

Desde 1997 el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Instituto Internacional de Investigación en Ganadería (ILRI, sigla en inglés) con la colaboración de

¹ Antropólogo Agrícola. Consultor. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia (s.fujisaka@cgiar.org).

² Economista y Especialista en Ganadería. Instituto Internacional de Investigación en Ganadería (ILRI) y CIAT, Cali, Colombia (f.holmann@cgiar.org).

³ Especialista en germoplasma forrajero. CIAT. Cali, Colombia (m.peters-ciat@cgiar.org).

⁴ Agrónomo especializado en forrajes. CIAT. Managua, Nicaragua (a.schmidt@cgiar.org).

⁵ Economista Agrícola. CIAT. Cali, Colombia (d.white@cgiar.org).

⁶ Agrónomo. Director Pecuario, Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Tegucigalpa, Honduras (conrado_burgos@msn.com).

⁷ Nutricionista Animal. DICTA. Tegucigalpa, Honduras (jot65@hotmail.com).

⁸ Agrónomo. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Managua, Nicaragua (martinmurbina@yahoo.com).

⁹ Agrónoma. Servicios Técnicos para el Desarrollo Sostenible (SERTEDES). Yoro, Honduras (marleneposas@hotmail.com).

¹⁰ Agrónomo. CIAT. Yoro, Honduras (heraldo_cruz@yahoo.com).

¹¹ Agrónomo. INTA. Matagalpa, Nicaragua (ciatforrajes@cable.net.ni).

¹² Asistente de Investigación. CIAT. Cali, Colombia (b.hincapie@cgiar.org).

socios en Honduras y Nicaragua han venido trabajando con productores en el desarrollo de sistemas alternativos eficientes y de fácil adopción para la alimentación del ganado vacuno durante la época seca. Para el desarrollo de estos trabajos se hicieron encuestas de diagnóstico con el fin de conocer los sistemas de alimentación existentes dentro del ámbito de la finca. En ambos países las regiones en estudio eran similares y se caracterizaban por una época seca prolongada y por su dependencia de la explotación de ganado en sistema doble propósito y de los cultivos de maíz y frijol. No obstante, en Nicaragua la época seca era más prolongada (entre 5 y 8 meses) en comparación con Honduras (entre 4 y 6 meses).

Objetivos

El objetivo de este estudio fue realizar un diagnóstico de la situación de los sistemas de producción pecuaria en cada región tomando como base la oferta y la demanda de forrajes en forma de germoplasma de especies mejoradas o como heno y ensilaje. Se presentan, igualmente, algunas alternativas de alimentación animal, se identifican los retos para la investigación y se calculan los costos de establecimiento y producción de diferentes alternativas forrajeras.

Caracterización y diagnóstico de los sistemas de producción

Metodología

En la fase inicial del trabajo se realizaron encuestas de diagnóstico con propietarios de fincas en sistemas doble propósito, de las formas siguientes:

1. Utilizando una estructura de entrevista informal de preguntas abiertas (Fujisaka et al., 1997), en la zona de Juticalpa (Honduras) se entrevistaron 65 ganaderos y en el norte (Ocotal-Somoto-Esteli) de Nicaragua, 53 ganaderos. Estas zonas presentan estaciones secas prolongadas.
2. En Nicaragua se repitió una segunda serie de encuestas con un grupo de 46 ganaderos, con el objeto de conocer las

causas de las diferencias en la producción de leche durante las épocas seca y de lluvias. Estas encuestas tenían también como fin capacitar a los investigadores nacionales que participaron en el estudio.

3. Adicionalmente se realizaron entrevistas con productores en las principales cuencas ganaderas en los departamentos de Choluteca, Comayagua, Yoro, Danli y Olancho en Honduras y en las zonas central-norte (Las Segovias), central-sur y Pacífico en Nicaragua.

Para la recopilación de la información no se utilizó el formato de entrevista escrito o impreso, ésta se hizo mediante conversaciones concertadas, interactivas y abiertas a nuevos temas y tópicos, en lugar del tradicional ejercicio consistente en llenar formularios 'siguiendo la receta' (Fujisaka, 1991). En las entrevistas se recopiló la información siguiente:

Características de la finca. Entre ellas, se incluyeron el tamaño de la finca, los cultivos sembrados y el área respectiva, las áreas en pasturas naturalizadas y mejoradas, el número de cabezas de ganado, las fuentes de agua para el ganado y el uso de riego.

Producción de leche. En las fincas en ambos países, se determinaron el número de vacas en ordeño y la producción de leche (lt/vaca) durante la época de lluvias, además, en Nicaragua se tomó la misma información para la época seca.

Sistemas de alimentación del ganado. Se recopiló la información existente sobre el uso de pasturas nativas y mejoradas, residuos de cosechas, árboles forrajeros, concentrados, heno y ensilado, pasto de corte y acarreo, maíz y sorgo forrajeros y formas de tenencia de la tierra.

Problemas. Se identificaron los problemas relacionados con la producción de cultivos anuales, la sanidad de los animales, el impacto de las remesas familiares recibidas del exterior y la falta de cohesión social.

En las entrevistas se identificaron las razones y las percepciones que tenían los productores para el uso de ciertas prácticas. En cada país se conformaron equipos de 10 ó

12 personas que trabajaban por parejas y eran funcionarios de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) de Honduras, del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Nicaragua, de la ONG hondureña Servicios Técnicos para el Desarrollo Sostenido (Sertedeso), del Instituto Internacional de Investigación Pecuaria (ILRI) y del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

La selección de las fincas y los productores entrevistados se hizo de una forma oportunista, de la manera siguiente: (1) en un recorrido a través de rutas seleccionadas se observaban las fincas y el ganado en las pasturas para luego contactar al productor y (2) se solicitaba la colaboración de los entrevistados para identificar otros productores en fincas típicas en la zona. Cada pareja de entrevistadores se reunía con 3 ó 4 productores durante la mañana y en horas de la tarde se realizaba una reunión general con todo el grupo de entrevistadores para reunir, presentar y analizar los datos que se habían recopilado durante el día. Con esta información se construyeron matrices sobre un tablero para facilitar, la identificación por parte del grupo de los principales patrones, tendencias y resultados de los sistemas de producción ganadera. Este es un sistema que permite explicar y relacionar fácilmente los datos y los resultados aislados.

El análisis diario de la información permitió al grupo identificar oportunamente los vacíos en la toma de datos y generar

nuevos interrogantes. El grupo de entrevistadores también identificó temas adicionales que debían ser tratados en los días siguientes durante las visitas de campo (por ej., el impacto de los giros monetarios procedentes del exterior sobre las comunidades de Honduras y el uso de paja de arroz como suplemento para animales durante la época seca en Nicaragua). Para facilitar una mayor interacción y enfoques diferentes en las entrevistas, cada día se conformaban nuevas parejas de entrevistadores.

Resultados

Tamaños de los hatos y de las fincas

Los resultados del trabajo revelaron un amplio rango en los tamaños del hato y en las estrategias de producción ganadera. Para facilitar el análisis de los datos relacionados con los sistemas de alimentación del ganado y la productividad de leche, los productores fueron clasificados según el número de cabezas de ganado que poseían (entre paréntesis): pequeño (entre 1 y 12), mediano (entre 13 y 70) y grande (> 70) (Cuadro 1).

En ambos países, la proporción de fincas en cada rango era similar, siendo, respectivamente, en Honduras y Nicaragua: pequeñas (15% y 17%), medianas (55% y 58%) y grandes (17% y 25%). Los hatos más grandes se encontraban en Honduras, donde los grandes propietarios tenían, en promedio, 178 cabezas de ganado, mientras que en Nicaragua eran de 148 cabezas de ganado,

Cuadro 1. Características de las fincas, producción animal y estrategias de alimentación de los animales en la época seca en fincas de diferentes tamaños en Honduras y Nicaragua.

Característica	Honduras			Nicaragua		
	Pequeño (n = 10)	Mediano (n = 36)	Grande (n = 19)	Pequeño (n = 9)	Mediano (n = 31)	Grande (n = 13)
Número de vacunos	9	43	178	7	29	148
Tamaño de la finca (ha)	11	38	86	18	48	226
Área cultivada (ha; % de la finca)	2.8 (26)	4.7 (12)	3.8 (4)	3.1 (18)	5.3 (11)	4.0 (2)
Carga animal/ha	0.5	0.8	0.9	0.2	0.5	0.5

diferencia que pudo ser debida a error de muestreo y al tamaño de muestra pequeño. El área de toda la finca por rango de tamaño de hatos fue ligeramente más grande en Nicaragua que en Honduras, de la forma siguiente: pequeño (18 ha y 11 ha), mediano (48 ha y 38 ha), grande (226 ha y 86 ha). En una gran mayoría de las fincas se cultivaban maíz y frijol. En ambos países los productores medianos tenían las mayores extensiones dedicadas a cultivos, así, mientras estos dedicaban 5 ha a esta actividad, los pequeños dedicaban 3 ha y los grandes 4 ha (Cuadro 1). Como respuesta a los bajos precios pagados por los productos agrícolas, algunos productores indicaron que habían reducido la producción de granos básicos a niveles que sólo satisfacían las necesidades de consumo doméstico.

Carga animal

En las fincas en Honduras la carga animal (2 animales/ha) fue aproximadamente el doble que en de Nicaragua. Esta diferencia puede ser explicada por la precipitación más favorable y el mayor porcentaje de pasturas mejoradas con uso intensivo existente en el primer país. Este último hecho fue notorio en fincas de productores que recibían giros de familiares residentes Estados Unidos o Europa. En ambos países, las tasas de carga animal en fincas de productores medianos y grandes fueron significativamente mayores que en las de los pequeños productores (ver Cuadros 1, 4 y 5).

Producción de leche durante la época seca

Una proporción significativa de fincas de pequeños productores (20% en Honduras y 33% en Nicaragua) dejaban de producir leche durante la época seca, siendo las razones principales para esta situación la falta de alimento para los animales y, en algunos casos, de agua. Mientras un número bajo de fincas de productores medianos dejaba de producir leche, la totalidad de las fincas de grandes productores continuaba con esta actividad. Durante la época seca, en Honduras la producción diaria de leche aumentó según el tamaño de las fincas desde 3.2 lt/vaca en las pequeñas hasta 5.4 lt/día en las grandes; en Nicaragua, por el contrario, la producción varió desde 5.1 lt/vaca en fincas pequeñas hasta 2.1 lt/día en fincas medianas y 3.3 lt/día en las grandes (Cuadro 2).

Las diferencias en producción por rangos de tamaño de fincas pueden ser explicadas de diversas maneras. En Honduras los productores más grandes tenían operaciones en varias de las áreas de producción que les eran más favorables, además, el 47% de ellos recibían apoyo en forma de giros de familiares que trabajaban en el exterior, lo que les permitía invertir más en animales de mejor calidad, en el mejoramiento de la tierra y de las pasturas para incrementar la producción de leche. Lo anterior estaba acompañado por una reducción en el área de cultivos anuales. En Nicaragua los pequeños productores

Cuadro 2. Características de la producción de leche en épocas seca y de lluvias en fincas de diferentes tamaños en Honduras y Nicaragua.

Característica	Honduras			Nicaragua		
	Pequeño (n = 10)	Mediano (n = 36)	Grande (n = 19)	Pequeño (n = 9)	Mediano (n = 31)	Grande (n = 13)
Producción de leche en la época seca (%)	20	3	0	33	10	0
Vacas en ordeño (no.)	4.3	12	41	1.6	10	40
Producción de leche en la época seca (lt)	3.2	4.2	5.4	5.1	2.1	3.3
Producción de leche en la época de lluvias (lt)	—	—	—	6.8	5.1	6.7
Relación de producción de leche época seca/época de lluvias	—	—	—	0.75	0.41	0.49

ordeñaban, en promedio, menos de 2 vacas durante la época seca, lo que equivalía a menos de la mitad del número de vacas que ordeñaban los productores de este rango en Honduras. Además, los pequeños productores nicaragüenses manejaban en forma intensiva entre 1 y 3 vacas de alto mestizaje Holstein con mayor potencial de producción que las vacas Brahman x Pardo Suizo que eran comunes en las fincas de Honduras. En Nicaragua la tendencia durante la época seca de los productores medianos y grandes de concentrarse en la producción de carne y no en la de leche también afectó los resultados.

Producción de leche durante las épocas seca y de lluvias

Teniendo en cuenta las experiencias adquiridas en Honduras, los esfuerzos en el trabajo de diagnóstico inicial en Nicaragua estuvieron dirigidos a estudiar las diferencias entre la producción de leche durante las épocas seca y de lluvias. Entre 53 productores entrevistados se encontró que, en las fincas pequeñas en este país la producción de leche durante la época seca fue equivalente al 75% de la alcanzada en la época de lluvias (5.1 vs. 6.8 lt/vaca por día), mientras que en las fincas medianas y grandes la producción alcanzada fue solamente de 40% a 50% de su producción en la época de lluvias.

Diez y siete productores, de 46 entrevistados, suspendían el ordeño de los hatos en la época seca; mientras que en los demás hatos la producción durante la misma época variaba entre 0.5 y 5 lt/vaca por día. En la época de lluvias las vacas producían entre 3 y 10 lt/día, lo que significa una diferencia en producción entre 11% y 80% en relación con la época seca. Los hatos de mayor producción y aquellos que mantenían una producción constante de leche a través de épocas se caracterizaban por poseer un número reducido de vacas de alto mestizaje (Holstein) en ordeño y utilizar prácticas de manejo intensivo, además, durante la época seca utilizaban sistemas de alimentación de alto costo basados en la combinación de diferentes alternativas forrajeras.

Precio estacional de la leche durante las épocas seca y de lluvia

Tanto en Honduras como en Nicaragua el precio pagado al productor por la leche fue más alto en la época seca (US\$0.25-0.30/litro) que en la época de lluvias (US\$0.10-0.15/litro). Con el fin de promover la producción constante de leche a través de las épocas del año, la industria láctea de Honduras ofreció recientemente a los productores contratos de compra con precios y cantidades acordes con los niveles históricos de producción de leche durante la época seca. Los precios estacionales de la leche también afectan los precios de los derivados lácteos, por tanto, los productores que elaboraban queso (cuajada o semiduro) tenían, igualmente, incentivos adicionales para aumentar la producción durante la época seca. Estos incentivos estaban representados por un precio más alto en esta época y por la menor cantidad de leche requerida para lograr un peso igual del derivado debido al mayor contenido de grasa en la leche. El mercado informal para leche y queso, en contraposición con la recolección de leche, fue más importante en Nicaragua que en Honduras debido, posiblemente, a que este último país exporta queso fresco a El Salvador durante todo el año.

Los resultados de las encuestas posteriores realizadas en otras regiones de Nicaragua y Honduras sirvieron de base para comparar los sistemas de alimentación y las estrategias de manejo del ganado. La información recopilada fue agrupada según los niveles de producción de leche durante la época de lluvias en los rangos siguientes (lt/vaca por día): (1) bajo = entre 0.1 y 3, (2) medio = entre 3.1 y 4.9, y (3) mayor que 5.

La proporción relativa de productores que obtenían rendimientos de leche/vaca bajo, medio o alto no presentó una tendencia definida. En algunas áreas, los productores que obtenían rendimientos bajo sobrepasaron aquellos que obtenían rendimientos medio y alto (ver Cuadros 4 y 5).

Cuadro 3. Estrategias de alimentación de animales utilizados por los productores durante la época seca, por tamaño de finca según la encuesta inicial en Honduras y Nicaragua.

Característica	Honduras			Nicaragua		
	Pequeño (n = 10)	Mediano (n = 36)	Grande (n = 19)	Pequeño (n = 9)	Mediano (n = 31)	Grande (n = 13)
Residuos de cultivos (%)	60	40	10	66	84	77
Paja de arroz (%)	0	0	0	44	42	46
Alquiler de tierras (%)	40	20	10	22	26	42
Pastos mejorados (ha) (% de la finca)	1.6 (9)	8.2 (14)	89 (66)	1.6 (6)	6.2 (9)	127 (86)
Árboles forrajeros (%)	bajo	bajo	bajo	56	71	77
Concentrados (%)	30	30	60	11	48	69
Paja de arroz (%)	10	30	50	20	10	55
Forrajes para corte y acarreo (%)	20	30	70	11	35	62
Area bajo riego (%)	10	10	30	0	24	42
Maíz/sorgo forrajero (%)	0	0	0	78	68	92
Silos y ensilaje	0	10	40	0	10	42

Discusión

Sistemas de alimentación y retos de investigación

Los sistemas de alimentación del ganado en ambos países variaban desde la utilización de pasturas nativas de baja productividad hasta pasturas mejoradas en sistemas intensivos, heno, ensilados de maíz y sorgo forrajero, pastos de corte y acarreo, y alimentos concentrados (Cuadro 3).

Pasturas nativas. La mayor parte de los productores entrevistados dependía del uso de pasturas nativas de baja productividad y en estado avanzado de degradación para el sostenimiento de los animales en la época seca. Estas pasturas representaban un área significativa en las fincas y estaban compuestas principalmente por especies de *Hyperrhenia rufa*, *Paspalum* spp. y *Axonopus* sp. Algunos productores poseían áreas igualmente de especies nativas a distancias considerables de la propia finca en las que mantenían sus animales en la época seca, mientras que otros practicaban un sistema de pastoreo de transhumancia con los animales que no se encontraban produciendo

leche. En este sistema fueron identificados como retos para la investigación:

- La investigación debe concentrarse en la búsqueda de tecnologías de bajo costo que permitan mejorar la productividad y las calidad de las especies forrajeras nativas o reemplazarlas por especies mejoradas más productivas y de mejor calidad nutritiva con el fin de aumentar la producción de leche por animal y por área. El mejoramiento de las pasturas en las zonas del estudio permitiría reducir el pastoreo en áreas de laderas escarpadas y la presión sobre el bosque, a la vez que reduciría los gastos por el alquiler de tierras y el desplazamiento de animales entre sitios (Holmann, 1999).

Residuos de cosechas. La utilización de residuos de las cosechas de cultivos como maíz y frijol para la alimentación de animales es una práctica común tanto en Honduras como en Nicaragua. En este último país, las encuestas iniciales indicaron que más del 66% de los productores utilizaban estos residuos para alimentar sus animales, independientemente del tamaño de la finca. En Honduras, la dependencia de dichos

residuos era menor en la medida que aumentaba la escala del negocio ganadero reflejando, nuevamente, un cambio de los productores más grandes hacia la producción de leche/carne respecto a la agricultura mixta. En un número limitado de casos de pequeños y medianos productores, los residuos de cultivos se almacenaban en la finca para ser utilizados durante un intervalo más largo en la época seca. La reducción en la producción de granos básicos debido a la baja relación beneficio/costo, una situación común en ambos países, conduce, por un lado a la escasez de alimento para la población humana y por otro, a una baja disponibilidad de residuos de cosecha para mantener los animales durante la época seca.

Mención especial merecen las pacas de paja de arroz, un residuo de baja calidad, frecuentemente utilizado por los productores en épocas secas en Nicaragua. En las zonas próximas al cultivo de arroz, aproximadamente en el 40% de los hatos en todos los rangos de productores entrevistados, utilizaban este residuo.

El análisis de los resultados de las encuestas combinadas indicaron una baja relación inversa entre el porcentaje de productores que utilizaban residuos de cosechas y los rendimientos de leche durante la época de lluvias, especialmente en Nicaragua (Cuadro 4). Por lo anterior en este tema los retos para la investigación son los siguientes:

- Intensificar las investigaciones con cultivos mejorados en aquellas áreas donde los productores dependen más del uso de residuos de cosechas para la alimentación del ganado.
- Mejorar la calidad de los residuos de cosecha mediante la siembra de leguminosas anuales en asociación con cultivos. Entre estas, *Vigna unguiculata* y *Lablab purpureus* con cultivos de frijol y maíz han dado los mejores resultados.
- Como alternativa a mediano plazo se debe investigar en el tratamiento de los residuos con productos acondicionadores como amonio.
- Debido al uso frecuente de la paja de arroz en los hatos de Nicaragua y su alta relación

beneficio/costo, se recomienda evaluar sus beneficios en la producción de leche vs. el uso de heno y ensilado.

Alquiler de tierras. Pueden ser tierras con pasturas o con residuos de cosechas. Las encuestas confirmaron que en Nicaragua los productores dependían más del alquiler de tierras que en Honduras. Una cuarta parte de los productores nicaragüenses alquilaba tierras para el pastoreo de sus animales y/o tierras con residuos de cosechas. El pago tradicional calculado por vaca con ternero variaba entre US\$1.50 y 4.00, dependiendo de la distancia a los mercados. En Honduras, la importancia de esta práctica era menor en la medida que aumentaba la escala de producción. En términos generales, las operaciones de bajo rendimiento mostraron una dependencia ligeramente mayor en el alquiler de tierras en comparación con las operaciones de rendimientos intermedio y alto. En este aspecto la investigación debe tener presente que:

- En algunas zonas el alquiler de tierras representa una opción menos costosa que permite mantener los hatos durante la época seca, en comparación con alternativas más intensivas como el suministro de pastos de corte y la suplementación con granos.

Uso de heno. La fabricación y uso de heno de gramíneas, especialmente de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), es una práctica tradicional en muchas explotaciones lecheras de América Central. Aproximadamente el 50% de los grandes productores entrevistados en ambos países compraban cantidades limitadas de heno para suplementar los animales durante la época seca, mientras que entre 10% y 30% de los pequeños y medianos productores dependían de esta forma de suplemento (ver Cuadro 3). El costo del heno de pasto estrella era, en promedio, de US\$1 por paca de 25 lb y su demanda era alta en comparación con las pacas de paja de arroz de inferior calidad. En Nicaragua el uso de heno estaba restringido a la zona norte (Cuadro 4), mientras que en Honduras su utilización era común en las

Cuadro 4. Producción de leche, características de la finca y estrategias de alimentación de animales durante la época seca, según los datos recopilados en las encuestas combinadas realizadas en Nicaragua^a.

Aspecto	CNB	CNI	CNA	CSB	CSI	CSA	NB	NI	NA	PaB	PaI	PaA	Prom. ponderado
n =195	8	21	25	11	26	10	9	14	30	13	16	12	
Producción de leche													
Vacas en ordeño en época de lluvias	16	34	17	2	39	27	5	10	22	29	18	13	21.7
Producción de leche en época de lluvias (lt/vaca)	3	4	6	3	4	6	2	4	7	2	4	6	4.6
Vacas en ordeño en la época seca	10	30	16	2	9	13	-	-	-	24	15	12	11.2
Producción de leche en época seca (lt/vaca)	2	3	4	2	3	3	0	2	3	2	2	3	2.7
Tamaño del hato (no. de animales)	26	125	52	4	107	76	26	40	69	89	60	46	68
Características de la finca													
Tamaño de la finca (ha)	97	107	71	28	111	101	28	84	114	75	71	51	85
Área cultivada (ha)	4	8	4	0	1	3	4	5	4	16	8	4	5
Pasturas mejoradas (ha)	2	21	4	5	9	15	0	8	41	27	14	7	15.4
Pastura mejorada (% de la finca)	2	20	6	18	8	15	0	10	36	36	20	14	17
Carga (animales/ha)	1	1	1	0.1	1	1	1	0.5	1	2	2	2	1.1
Estrategia de alimentación													
Uso de árboles (%)	13	10	0	100	100	100	33	71	80	54	31	50	53.9
Uso de residuos de cultivos (%)	50	38	44	18	8	0	78	86	77	69	50	42	46.8
Pastos de corte y acarreo (%)	25	62	68	9	42	30	11	29	50	46	44	25	42.6
Uso de maíz/sorgo forrajero (%)	38	29	8	45	23	40	56	71	83	15	25	17	37.9
Alquiler de pasturas (%)	38	19	24	36	15	30	67	29	17	62	44	33	29.8
Uso de concentrados (%)	0	5	12	0	23	30	0	43	63	8	19	33	23.6
Silos/ensilaje (%)	13	0	0	0	0	10	0	14	20	0	0	0	5.1
Uso de heno (%)	0	0	0	0	0	0	0	14	23	0	0	0	4.5

a. CN = Región Centro-Norte; CS = Región Centro-Sur; N = Región Norte; Pa = Región del Pacífico

B = baja (0.1-3 lt/vaca por día); I = Intermedia (3.1-4.9 lt/vaca por día); A = Alto (? 5 lt/vaca por día).

Cuadro 5. Producción de leche, características de la finca y estrategias de alimentación de animales utilizadas durante la época seca, según los datos recopilados en las encuestas combinadas realizadas en Honduras^a

Aspectos	ChI	ChA	CoB	CoI	CoA	YoB	YoI	YoA	DaB	DaI	DaA	OIB	OII	OIA	Prom. ponderado	
Producción de leche																
Vacas en ordeño en época de lluvias	59	8	6	10	22	12	12	20	36	50	5	10	21	26	22.9	
Producción de leche en época de lluvias (lt/vaca)	4	8	2	4	8	3	4	7	2	4	6	2	4	6	4.9	
Tamaño promedio del hato	241	109	22	31	67	87	49	80	150	147	18	36	85	108	93.9	
Características de la finca																
Tamaño de la finca (ha)	139	106	23	37	45	126	35	53	217	298	25	29	52	67	95.2	
Áreas cultivada (ha)	6	8	3	5	1	3	5	5	1	4	5	4	2	5	4.3	
Pasturas mejoradas (ha)	69	26	1	27	31	83	23	25	5	21	4	2	17	31	24.9	
Pasturas mejoradas (% del área)	50	25	4	73	69	66	66	47	2	7	16	7	33	46	35.3	
Carga (animales/ha)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1.9	
Estrategia de alimentación																
Uso de concentrados (%)	54	96	40	67	94	71	86	92	7	32	75	22	31	52	58	
Uso de residuos de cultivos (%)	46	61	-	-	-	-	-	-	57	77	75	35	31	24	47.5	
Pastos para corte y acarreo (%)	69	91	-	-	-	-	-	-	43	59	100	4	8	-	37.5	
Silos/ensilaje (%)	23	35	0	0	6	14	57	35	0	23	25	0	8	38	27.1	
Uso de heno (%)	23	35	0	13	6	0	14	8	0	0	0	0	46	21	20.1	
Alquiler de praderas (%)	23	4	20	13	11	14	0	4	7	9	0	13	8	14	10.8	

a. Ch = Choluteca; Co = Comayagua; Yo = Yoro; Da = Danlí; OI = Región de Olancho.
 B = baja (de 0.1 a 3 lt/vaca por día); I = Intermedia (de 3.1 a 4.9 lt/vaca por día); A = alta (≥ 5 lt/vaca por día).

fincas con niveles de producción de leche media-alta localizadas en Choluteca y Olancho (Cuadro 5). En la fabricación y uso de heno aún hace falta mayor investigación, especialmente en:

- Prácticas de manejo agronómico adecuadas para la producción de heno con nuevas especies adaptadas y de calidad reconocida. Entre estas prácticas son especialmente importantes los sistemas de preparación de suelos y el diseño de los campos que permita el uso eficiente de la maquinaria en el momento del corte, las épocas y frecuencias de corte y las dosis y épocas de fertilización de las pasturas.
- Las investigaciones agronómicas deben ir acompañadas por investigaciones sobre las alternativas más económicas para el secado de los forrajes y los sitios y formas de almacenamiento o estiba de las pacas, así como de un control de calidad a través del tiempo.

Pasturas mejoradas. La presencia de pasturas mejoradas dependía del tamaño de la finca. Los productores grandes eran quienes más las utilizaban y ocupaban el 66% de las áreas en fincas de Honduras y el 86% en fincas de Nicaragua. Los pequeños y medianos productores disponían de áreas más reducidas en pasturas de este tipo siendo, respectivamente, de 9% y 14% de las áreas en fincas de Honduras y de 6% y 9% en fincas de Nicaragua (ver Cuadro 3).

En Honduras la introducción y uso de materiales forrajeros mejorados de *Brachiaria* es reciente, presentando una alta demanda para el mejoramiento de pasturas (Holmann et al., 2004). En las fincas de productores entrevistados en Nicaragua existían áreas pequeñas sembradas con *Andropogon gayanus*, introducido al comienzo de los años noventa. No obstante, la mayoría de los agricultores no tenían acceso a los materiales liberados más recientemente (por ej., *Brachiaria*) y consideraban que las pasturas de *Hyperrhenia rufa* y *Axonopus compressus* eran mejoradas aunque en realidad son pasturas naturalizadas que fueron

introducidas hace décadas. En ambos países los productores entrevistados conocían y aceptaban el uso de las pasturas mejoradas, esto era evidente en áreas con un mejor desarrollo en Honduras donde varios productores se encontraban en la fase de introducción de cultivares mejorados de *B. brizantha* cv. Toledo y el híbrido Mulato de *Brachiaria*. Algunos agricultores conocían las nuevas opciones forrajeras pero se quejaban acerca de los altos precios de las semillas y la falta de garantías sobre su calidad y pureza.

Los resultados de las encuestas en Nicaragua indicaron un amplio rango en la adopción de pasturas mejoradas. En este país, las fincas de baja producción en el norte no tenían estas pasturas, mientras que las fincas con alto rendimiento en esa misma región presentaban en promedio 36% del área sembrada con ellas. En Honduras, el uso variaba desde un promedio de 2% en las fincas de baja producción en Danlí hasta 70% del área en las de rendimientos medio y alto en Comayagua (Cuadro 5). Aunque los datos no son muy consistentes indican, como era de esperar, que las mayores proporciones en pasturas mejoradas contribuyen a la obtención de mayores rendimientos de leche (Holmann et al., 2003). Las entrevistas con distribuidores de semillas de especies forrajeras confirmaron la tendencia hacia el aumento de las áreas sembradas en pasturas mejoradas. La investigación en este tema apenas se inicia en la región del estudio, pero se pueden identificar como prioritarios para investigación:

- Los productores entrevistados coincidieron en que la necesidad más apremiante de investigación es la identificación de germoplasma forrajero mejorado adaptado a las condiciones de alta aridez y tolerante a la sequía comunes en algunas zonas de Honduras y Nicaragua.
- El costo de las semillas de pasturas mejoradas y los sistemas de mercadeo y oferta son los mayores limitantes para la adopción de especies forrajeras mejoradas.
- En Nicaragua aproximadamente el 95% del volumen total de semillas vendido se

hace en forma directa a los productores medianos y grandes y el 5% restante a través de pequeñas tiendas de insumos agrícolas. Esta estrategia limita el acceso a la información y el suministro de semillas a los pequeños y medianos agricultores.

- En Honduras la estrategia de mercadeo es diferente al caso de Nicaragua. Aproximadamente el 50% de las semillas se vende a través de pequeñas tiendas de insumos agrícolas; el 20% a través de mayoristas, el 10% a través de vendedores independientes y solamente el 10% a través de ventas directas a los productores.
- La investigación debe evaluar la posibilidad de reducir los precios de las semillas mediante la producción en pequeña escala involucrando algunas cooperativas agrícolas locales.

Árboles forrajeros. Aproximadamente el 75% de los productores entrevistados en Nicaragua dependía, en cierta medida, de árboles y arbustos de leguminosas forrajeras, principalmente *Gliricidia sepium* (poró), *Enterolobium ciclocarpum* (guanacaste), *Acacia pennatula* (carbón) y *Leucaena* spp. (frijolillo, vainilla). Los productores utilizan los frutos y semillas y, en menor grado, el material vegetal como fuente de forraje para sus animales. Estas formas de forraje son cosechadas por los animales directamente en los potreros o son suministrados suplementos durante el ordeño. En su mayoría, los agricultores protegían y conservaban los árboles benéficos que crecían en forma espontánea en los potreros y campos, evitando y previniendo el corte y uso como madera combustible o como material para construcción. En Nicaragua el porcentaje de productores que utilizaba árboles y arbustos forrajeros fue variable desde 100% en la región central-sur hasta menos del 10% en la región central-norte. Como retos para investigación en el uso de árboles y arbustos forrajeros se presentan los siguientes:

- Los árboles de leguminosas en sistemas de alimentación animal pueden

promoverse aún más aprovechando su reconocimiento actual y su nivel de uso.

- El análisis nutricional de los materiales justificaría un mayor uso. Un mayor conocimiento de las prácticas locales y el trabajo continuo con los agricultores pueden facilitar la siembra y el uso de nuevas especies tolerantes de la sequía (por ejemplo, la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea*) y variedades de árboles forrajeros, principalmente para uso como suplemento durante la época seca.

Uso de concentrados. El uso de concentrados como alimento para vacas en lactancia es una práctica costosa, pero bien conocida y aceptada por los productores entrevistados en ambos países. Un alto porcentaje (60% - 70%) de los grandes productores la empleaba regularmente, mientras que sólo entre 10% y 30% de los pequeños y entre 30% y 50% de los medianos lo hacía esporádicamente (ver Cuadro 3). Algunos agricultores utilizaban concentrados con el fin de mantener las condiciones físicas de los animales durante la época seca y no para mantener la producción de leche. Los niveles de utilización variaban desde cero concentrado en fincas de baja producción de leche en Nicaragua hasta un uso generalizado de este insumo en fincas con alta producción en Honduras (ver Cuadros 4 y 5). Sobre uso de concentrados en fincas lecheras en zonas con sequía prolongada de Nicaragua y Honduras, los grupos de trabajo consideraron que:

- Los materiales forrajeros (leguminosas herbáceas y arbóreas) existentes en las fincas son una buena alternativa para la elaboración de concentrados con el objeto de reducir los costos de alimentación de vacas en ordeño durante la época seca.
- Tanto los ganaderos como los agricultores sin ganado tienen la posibilidad de producir suplementos concentrados a partir de plantas forrajeras, especialmente leguminosas. Estos últimos podrían vender su producción a los ganaderos o las empresas de alimentos concentrados

para animales. No obstante es necesario hacer más investigación sobre producción, calidad y manejo general de los cultivos potenciales para la producción de este tipo de alimento y desarrollar alianzas para el mercado con empresas comerciales. Los productores de concentrados en Honduras y en Nicaragua indicaron que es necesario romper un círculo vicioso con el fin de iniciar relaciones de trabajo mutuamente benéficas, por una parte, los agricultores no utilizan las especies forrajeras para producir harinas porque no existe un mercado para ello, mientras que las empresas productoras de concentrados no demandan dicho producto porque no hay oferta.

- Las observaciones anteriores indican claramente la necesidad de investigar sobre el potencial de uso de harinas de origen vegetal altas en proteína, considerando aspectos de producción y calidad nutritiva, costos de producción y respuesta animal.

Pastos para corte y acarreo. Las áreas relativamente pequeñas sembradas con pasto elefante (*Pennisetum* spp.) y caña de azúcar (*Saccharum* sp.) utilizados para la alimentación de vacunos durante la época seca aumentaban en la medida que era mayor el tamaño de las fincas, así, en Honduras los utilizaban 20% de los pequeños, 30% de los medianos y 50% de los grandes productores; mientras que en Nicaragua estos valores eran, respectivamente, 11%, 35% y 62% (ver Cuadro 3).

En Nicaragua el uso de pastos para corte y acarreo fue más bajo que en Honduras. En las zonas centro-sur y norte era utilizado por el 10% de los pequeños productores, seguido de los productores medios (62%) y de alta producción (68%) en la zona centro-norte (ver Cuadro 4). En la segunda encuesta realizada en Honduras no fue posible recopilar la totalidad de la información sobre el uso de pastos para corte y acarreo (ver Cuadro 5).

Los pastos para corte y acarreo como suplemento en comederos durante la época seca fueron establecidos como una opción en aquellos sitios donde los reservorios y riachuelos suministraban agua en forma permanente y los productores tenían recursos para irrigación. En Nicaragua los pequeños productores no aplicaban riego en los pastos para corte y acarreo, mientras que el 42% de los grandes sí lo hacía (Cuadro 3).

Este sistema de alimentación tenía en una fuerte competencia por recursos de agua, insumos y mano de obra por parte de los cultivos de hortalizas y tabaco. Además, es un sistema que requiere de instalaciones, maquinaria y combustible, no obstante, algunos productores pequeños utilizan métodos manuales de bajo costo para implementar este sistema en sus fincas. Sobre uso de especies forrajeras para corte y acarreo, es necesario enfatizar la investigación sobre:

- La identificación de especies forrajeras con bajos requerimientos de riego durante la época seca. La leguminosa forrajera arbustiva *Cratylia argentea* ha mostrado ser una alternativa en muchas zonas con épocas secas de América Central.
- El manejo en forma de ensilaje de los excedentes de forrajes para corte y acarreo que ocurre durante la época de lluvias.

Maíz y sorgo forrajeros. Estos cultivos se establecen durante la época de lluvias para ser utilizados en la época seca como forraje. En Nicaragua una alta proporción de los ganaderos entrevistados (68% - 92%) utilizaba este sistema (ver Cuadro 3). El nivel de utilización era diferente entre regiones, en el centro-norte era de 8% en explotaciones de alto rendimiento, en el Pacífico era de 15% en explotaciones de bajo rendimiento, llegando a 83% en explotaciones de alto rendimiento en el norte (ver Cuadro 4). No fue evidente una relación entre el uso de maíz y sorgo forrajeros con mayores rendimientos de leche.

El costo del ensilaje de maíz o sorgo forrajeros era alto debido a la demanda de mano de obra, maquinaria y uso de tierra agrícola. Sobre el uso de cultivos como forrajes para animales se identificaron como temas prioritarios para investigación:

- La caracterización en detalle de los sistemas de maíz y sorgo forrajeros utilizados por los productores, incluyendo los rendimientos de materia seca, la calidad nutritiva, la eficiencia de costos y el uso de especies mejoradas.

Silos y ensilaje. Esta es una práctica conocida en ambos países y una forma eficiente de utilizar el maíz y el sorgo como reservas para la época de escasez de forraje. Los pequeños productores no lo utilizaban, mientras que sí la hacían el 10% de los productores medianos y cerca del 40% de los grandes productores (Cuadro 3). Los silos variaban desde el tipo de montón sobre el suelo revestidos y selladas hasta grandes silos de trincheras en terraplén o cilíndricos en mampostería. En la fabricación del ensilado se utilizaban tractores para el llenar, compactar y, posteriormente, utilizar el material. Algunos productores más grandes vendían ensilaje a sus vecinos, lo que confirma la existencia de una alta demanda de este tipo de alimento para suplementar animales en la época seca en las regiones del estudio.

En la región centro-norte de Nicaragua el uso de ensilado era una actividad significativa en el 20% de las explotaciones de alto rendimiento (Cuadro 4). En Honduras el uso de este producto fue más generalizado, siendo empleado por 35% de los ganaderos en fincas con alto rendimiento en Choluteca, Yoro y Olancho (Cuadro 5). En el tema de silos y ensilaje, las investigaciones deben ser orientadas hacia:

- La identificación de sistemas alternativos de ensilaje, diferentes de los relativamente costosos que se usan en la actualidad.
- Los estudios sobre costos de fabricación y manejo del ensilado, especialmente aquellos que más inciden en las

explotaciones pequeñas y medianas.

- El mejoramiento de la calidad y manejo de sistemas de producción de ensilaje en bolsas plásticas de bajo costo y fácil manejo.
- El desarrollo de tecnologías participativas propuestas por el CIAT y el ILRI con el fin de resolver problemas técnicos y promover cambios en los sistemas de conservación de forraje en forma de ensilado.

Presión por los forrajes. En las fincas de la encuesta se observó una alta competencia de diferentes tipos de animales sobre la disponibilidad de forrajes. Este fenómeno, aunque no ha sido cuantificado, es reconocido como uno de los problemas que más limita la disponibilidad de forrajes para la alimentación del ganado en producción en las épocas secas. En Nicaragua, debido a los bajos niveles de mecanización de los cultivos, existe una alta población de equinos y bueyes que demandan volúmenes importantes de alimento.

Disponibilidad de agua para el ganado. Es un factor importante que limita la carga animal y la producción de leche y carne en Honduras y Nicaragua, especialmente durante la época seca. No obstante, los grandes propietarios tenían en sus fincas reservorios permanentes o temporales para el suministro de agua a los animales. Los pequeños productores, por el contrario, frecuentemente tenían que mover sus hatos a grandes distancias en busca de agua en fuentes como ríos y reservorios comunitarios, lo que significaba un alto desgaste energético para los animales y consecuentemente una reducción significativa en la producción de leche y carne.

Problemas asociados con el manejo de los hatos

Los productores mencionaron algunos problemas relacionados con el manejo del ganado que de alguna manera afectan la productividad y la rentabilidad de sus hatos, entre ellos: (1) de mercadeo como bajos precios de la leche, falta de infraestructura para la recolección de la leche, competencia de la leche de contrabando y altos precios de

producción, y bajos precios reconocidos por productos como maíz y frijol; (2) de oferta de forrajes, principalmente altos precios y contaminación de alimentos concentrados, acompañados de su baja oferta en el mercado; (3) pérdida de animales y problemas de salud animal por efectos de enfermedades debidas al ataque de murciélagos, falta de atención veterinaria y abigeato; (4) falta de programas de extensión y asistencia técnica pecuaria y agrícola; y (5) de manejo familiar de la finca debido a los sistemas tradicionales de producción implementados por sus antiguos propietarios con baja participación de los hijos.

Costos de las alternativas para suplir las deficiencias de forraje en épocas secas

Establecimiento y producción

En los Cuadros 6 a 9 se presentan los costos de producción de heno de gramíneas mejoradas, ensilado, maíz y sorgo forrajeros y

alternativas de pastos para corte y acarreo, considerando alimentos ricos en energía como la caña de azúcar y en proteína la leguminosa arbustiva *C. argentea*. En el Cuadro 10 se resumen las alternativas de suplementación forrajera para la época seca, clasificadas por costo/unidad de energía. La energía es el nutrimento más limitativo en los sistemas de producción de doble propósito (Avila y Lascano, 2001), por tanto, en este estudio la expresión del costo de cada alternativa en función del costo/unidad de energía (US\$/Mcal, US\$/g) facilita la comparación y el análisis de las diferentes alternativas de alimentación.

La alternativa más económica, y también la más utilizada, es el aprovechamiento de residuos de cultivos (ver Cuadros 4 y 5). Una vez se agota esta alternativa, los productores dependen de otros recursos en la finca como los árboles forrajeros que son ampliamente utilizados en Nicaragua pero no en Honduras. Ambos recursos son de bajo costo ya que el ganado

Cuadro 6. Costo de producción (US\$/ha) del establecimiento de pasturas mejoradas y de fabricación de heno en Nicaragua y Honduras.

Variable	Cantidad	Nicaragua	Honduras
Mano de obra para limpieza del campo	11 días	28.60	24.40
Herbicida	3 lt	18.80	31.70
Mano de obra para aplicar herbicidas	2 días	5.00	4.40
Preparación del suelo con maquinaria alquilada	1 ha	90.00	64.00
Semillas	4 kg	40.00	55.60
Fertilizante (18-46-0)	70 kg	18.80	23.30
Fertilizante (urea)	70 kg	15.00	20.00
Mano de obra para aplicar los fertilizantes	2 días	5.00	4.40
Mano de obra para sembrar	4 días	10.00	8.80
Mano de obra para el control de malezas	8 días	20.00	17.60
Total (US\$)		251.20	254.50
Costo de producción de heno^a			
Fertilizante (urea)	140 kg	30.00	40.00
Maquinaria para cortar el pastos y enfardarlo	1 ha	125.00	150.00
Transporte del heno al sitio de almacenamiento	1 ha	26.80	15.90
Depreciación de la pastura ^b	1 ha	5.20	5.30
Costo de oportunidad de la tierra (costo del alquiler) ^c	1 ha	34.20	34.20
Costo de almacenamiento ^d	30 m ²	25.00	25.00
Total por hectárea (US\$)	-	246.20	270.40
Costo por paca de heno	-	0.49	0.54
Costo por kg de heno (materia seca) ^e	-	0.03	0.03

Supuestos:

- Rendimiento de 500 pacas de heno/ha de 18 kg cada una.
- Depreciación sobre una vida útil de 8 años, considerando 12.5% por costo de año de establecimiento. Ya que el heno generalmente se produce a finales de la época de lluvias, los costos de depreciación se calcularon solamente con base en 2 meses de los 12 del año.
- Costo de alquiler de US\$0.1875/vaca por día, con una carga de 0.5 UA/ha durante 365 días.
- Costo de construcción de US\$50/m², depreciado en un periodo de 30 años y utilizado durante 182 días.
- Con 90% de contenido de materia seca.

Cuadro 7. Costo de producción (US\$) de una hectárea de pastura y ensilado de maíz o sorgo en Nicaragua y Honduras.

Variable	Cantidad	Nicaragua	Honduras
Costo de producir maíz/sorgo forrajeros^a			
Mano de obra para limpiar el terreno	4 días	10.00	8.80
Herbicida	3 litros	18.80	31.70
Mano de obra para aplicar el herbicida	2 días	5.00	4.40
Preparación de la tierra (con tractor alquilado)	1 ha	90.00	64.00
Semilla	50 kg	35.70	34.90
Fertilizante (18-46-0)	92 kg	25.00	30.60
Fertilizante (urea)	92 kg	20.00	26.30
Mano de obra para aplicar el fertilizante	2 días	5.00	4.40
Mano de obra para sembrar	6 días	15.00	13.40
Mano de obra para el control de malezas	9 días	22.50	19.80
Costo total por hectárea (US\$)	-	247.00	238.30
Costo/t de forraje (como alimento para animales)	-	20.60	19.90
Costo/kg de maíz/sorgo forrajeros (materia seca)	-	0.05	0.05
Costo de producir ensilaje de maíz o sorgo^b			
Mano de obra para limpiar el terreno	4 días	10.00	8.80
Herbicida	3 litros	18.80	31.70
Mano de obra para aplicar el herbicida	2 días	5.00	4.40
Preparación de la tierra (con tractor alquilado)	1 ha	90.00	64.00
Semilla	50 kg	35.70	34.90
Fertilizante (18-46-0)	92 kg	25.00	30.60
Fertilizante (urea)	92 kg	20.00	26.30
Mano de obra para aplicar el fertilizante	2 días	5.00	4.40
Mano de obra para sembrar	6 días	15.00	13.40
Mano de obra para el control de malezas	9 días	22.50	19.80
Mano de obra para la cosecha, transporte, corte y llenado de silos	45 días	112.50	100.00
Alquiler de un tractor	3 días	56.30	53.30
Aditivo para el ensilaje (3% de la producción total) ^c	990 kg	99.00	99.00
Plástico para sellar el silo	60 m	45.00	40.00
Depreciación de la infraestructura de ensilaje ^d	30 años	27.50	27.50
Costo de oportunidad de la tierra (costo de alquiler) ^e	1 ha	34.20	34.20
Costo del combustible de la picadora	60 lt	41.60	35.20
Costo de oportunidad de la picadora (alquiler) ^f	5 días	9.00	9.00
Costo total por hectárea (US\$)	-	672.10	636.50
Costo por tonelada de ensilaje (como alimento para animales)	-	20.40	19.30
Costo por kg de ensilaje (materia seca)	-	0.07	0.06

Supuestos:

- 12 t/ha como la cantidad suministrada como alimento (5 t de MS).
- 33 t/ha como la cantidad suministrada como alimento (9.9 t de MS).
- Melaza.
- un silo tipo 'bunker' de 40 t, con un costo total de US\$825, depreciado en un periodo de 30 años.
- un costo de alquiler de US\$0.1875/vaca por día, con una tasa de carga de 0.5 UA/ha durante 365 días.
- una picadora cuesta US\$1,500, depreciado en un periodo de 5 años y siendo utilizado un 70% del tiempo (por ej., 1277 días) y permitiendo un 50% de costos de mantenimiento adicionales (por ej., a US\$1.8/día).

los consume directamente en pastoreo o como ramoneo.

Otra estrategia, relativamente de bajo costo y conocida en ambos países, es el uso de pastos para corte y acarreo ricos en energía como caña de azúcar y en proteína como *C. argentea* (Cuadro 10). Avanzando en la escala de costos se encuentra el uso de maíz o sorgo forrajero que es utilizado por el 38% de los productores en Nicaragua.

Finalmente, por sus altos costos debido al requerimiento de maquinaria, se encuentran el ensilaje y la fabricación de heno de pastos mejorados (ver Cuadro 3), prácticas poco comunes en Nicaragua (< 5% de los productores la utilizan) ya que solamente el 17% del área en pasturas se siembra con especies forrajeras mejoradas. En Honduras, donde más de un tercio (35%) del área se encuentra sembrada en pasturas mejoradas, esta tecnología es utilizada por

Cuadro 8. Costos (US\$) de establecimiento y producción de 1 ha de caña de azúcar como alimento energético para animales en un sistema de corte y acarreo^a.

Variable	Cantidad	Nicaragua	Honduras
Costos de establecimiento			
Mano de obra para limpiar el terreno	4 días	10.00	8.80
Herbicida	3 litros	18.80	31.70
Mano de obra para aplicar el herbicida	2 días	5.00	4.40
Preparación de la tierra (con tractor alquilado)	1 ha	90.00	64.00
Semilla	14 TM	140.00	140.00
Fertilizante (18-46-0)	92 kg	25.00	30.60
Fertilizante (urea)	92 kg	20.00	26.30
Mano de obra para aplicar el fertilizante	2 días	5.00	4.40
Mano de obra para la siembra	16 días	40.00	35.20
Sub-total		353.80	345.40
Costos anuales de mantenimiento			
Mano de obra para el control de malezas	9 días	22.50	19.80
Herbicida	3 litros	18.80	31.70
Fertilizante (urea)	92 kg	20.00	26.30
Depreciación (10% del costo de establecimiento)		35.40	34.50
Costo de oportunidad de la tierra (costo del alquiler) ^b	1 ha	34.20	34.20
Subtotal	—	130.90	146.50
Costos de cosecha			
Mano de obra para la cosecha, el transporte, el corte y el suministro del alimento	36 días	90.00	79.20
Costo de combustible de la picadora	240 lt	166.40	140.80
Costo de oportunidad de la picadora (alquiler) ^c	15 días	27.00	27.00
Subtotal	—	283.40	247.00
Costo total por hectárea por año	—	414.30	393.50
Costo por tonelada de caña de azúcar (como alimento para animales)	—	5.20	4.90
Costo por kg de caña de azúcar (materia seca)	—	0.03	0.03

Supuestos:

- un suministro de 80 t/ha (16 t de MS) de caña de azúcar como alimento para animales durante la época seca.
- un costo de alquiler de US\$0.1875/vaca por día con una tasa de carga de 0.5 UA/ha durante 365 días.
- que una picadora cuesta US\$1500, depreciado en un período de 5 años y utilizado el 70% del tiempo (es decir, 1277 días) y dejando un 50% adicional para costos de mantenimiento (por ej., US\$1.80/día).

más del 20% de los ganaderos. La fabricación de heno tiene un alto potencial tanto en Nicaragua como en Honduras debido al crecimiento del área establecida con pastos mejorados de buena calidad y rendimiento en el proceso de henolaje.

El alquiler de tierras aunque representa uno de los costos más altos en la producción de leche y carne es utilizada por el 30% de los productores en Nicaragua y el 11% en Honduras. Para los pequeños agricultores esta es una alternativa con el fin de mantener sus animales en épocas críticas ya que generalmente carecen de dinero en efectivo para invertir en la maquinaria necesaria para los sistemas de corte y acarreo.

Conclusiones

Con base en las respuestas de los productores en las encuestas iniciales, es posible concluir lo siguiente:

- En Honduras y Nicaragua la producción de leche durante la época de lluvias es similar en todas las escalas de operación. Sin embargo, durante la época seca los mejores rendimientos se presentaban en las fincas de los grandes productores en Honduras, lo que era debido al acceso de áreas más desarrolladas y a la intensificación de la producción mediante el uso de dinero girado por familiares en el exterior. Esta intensificación se reflejaba por un mayor uso de alimentos

Cuadro 9. Costos (US\$) de establecimiento y producción de *Cratylia argentea* en un sistema de corte y acarreo^a.

Variable	Cantidad	Nicaragua	Honduras
Costos de establecimiento			
Mano de obra para limpiar el terreno	4 días	10.00	8.80
Herbicida	3 litros	18.80	31.70
Mano de obra para aplicar el herbicida	2 días	5.00	4.40
Preparación de la tierra (con tractor alquilado)	1 ha	90.00	64.00
Semilla	14 mt	140.00	140.00
Fertilizante (18-46-0)	92 kg	25.00	30.60
Fertilizante (urea)	92 kg	20.00	26.30
Mano de obra para aplicar el fertilizante	2 días	5.00	4.40
Mano de obra para sembrar	16 días	40.00	35.20
Sub-total	-	353.80	345.40
Costos anuales de mantenimiento			
Mano de obra para el control de malezas	9 días	22.50	19.80
Herbicida	3 litros	18.80	31.70
Fertilizante (urea)	92 kg	20.00	26.30
Depreciación (10% del costo de establecimiento)		35.40	34.50
Costo de oportunidad de la tierra (costo de alquiler) ^b	1 ha	34.20	34.20
Subtotal		130.90	146.50
Costos de cosecha			
Mano de obra para la cosecha, el transporte, el corte y el suministro del alimento	36 días	90.00	79.20
Costo de combustible de la picadora	60 lt	41.60	35.20
Costo de oportunidad de la picadora (alquiler) ^c	5 días	9.00	9.00
Subtotal	-	140.60	123.40
Costo total/ha por año (US\$)	-	206.00	196.70
Costo por tonelada de <i>Cratylia</i> (como alimento para animales)	-	10.30	9.80
Costo por kg de <i>Cratylia</i> (materia seca)	-	0.04	0.04

Supuestos:

- se hacen 2 cosechas de *Cratylia argentea* con un rendimiento de 10 t/ha (2.5 t de MS) que se utilizan como alimento para los animales cada 90 días.
- un costo de alquiler de US\$0.1875/vaca por día, con una tasa de carga de 0.5 UA/ha durante 365 días.
- una picadora cuesta US\$1500, depreciado en un período de 5 años y utilizado el 70% del tiempo (por ej., 1277 días) y dejando un 50% adicional para costos de mantenimiento (por ej., \$1.80/día).

concentrados, sistemas de corte y acarreo, compra de suplementos de heno y uso de ensilaje de maíz y sorgo forrajero.

- En Nicaragua la situación era diferente. En este país los pequeños productores obtenían los mayores rendimientos de leche por vaca en ordeño, en comparación con los medianos y grandes productores. Esto es explicable ya que los primeros tenían pocas vacas de razas especializadas como Holstein que cuidaban en forma intensiva.
- En general se puede concluir que, en igualdad de condiciones de manejo, la producción de leche durante la época seca era significativamente inferior que en la de lluvias __no obstante los grandes incentivos económicos durante la primera época__ debido a los costos relativamente

elevados que demanda el manejo del hato para aumentar la producción durante la época seca, incluyendo los costos de oportunidad de la tierra, sobre todo con acceso a agua y el capital asociados con mayores resultados durante la época seca.

- Las encuestas combinadas confirmaron nuevamente los resultados anteriores y sirvieron como punto de comparación para los investigadores respecto a problemas, limitaciones y oportunidades de investigación específicas para cada una de las regiones del estudio.
- Es posible que la investigación cambie la situación de la producción de leche durante la época de lluvias vs. la reducción durante la época seca, ofreciendo alternativas de bajo costo por ejemplo: pasturas mejoradas, heno,

Cuadro 10. Comparación de las alternativas de alimentación durante la época seca clasificados según el costo por unidad de nutriente energético.

Alternativa	Costo de materia seca ^a (US\$/kg)	Contenido nutritivo		Costo por unidad de nutriente	
		PC ^b (%)	EM ^c (Mcal/kg MS)	PC ^d (US\$/unidad)	Energía (US\$/Mcal)
Uso de árboles ^e	0.00	18.0	1.8	0.00	0.00
Residuos de cultivos ^f	0.00	3.6	1.7	0.00	0.00
Caña de azúcar en sistema de corte y acarreo ^g	2.59	3.6	2.1	0.72	1.23
Heno de pasto mejorado ^h	3.04	8.0	2.0	0.38	1.52
Banco proteico en sistemas de corte y acarreo ⁱ	4.12	18.0	1.8	0.22	1.96
Alquiler de tierra ^j	3.13	3.0	1.5	1.04	2.09
Maíz/sorgo forrajeros ^k	4.94	5.9	1.8	0.84	2.74
Ensilaje ^k	6.79	6.4	2.0	1.06	3.40
Heno de paja de arroz	6.17	5.0	1.5	1.23	4.11
Alimento concentrado	24.00	14.0	2.6	1.71	9.23

- a. En centavos estadounidenses. En este ejercicio se utilizan los costos y precios de Nicaragua como fines ilustrativos.
- b. Proteína cruda.
- c. Energía metabolizable.
- d. Costo por punto percentil.
- e. Asumiendo que son leguminosas arbóreas ubicadas dentro de la finca para pastoreo directo y que los residuos de cultivos son del maíz y frijol sembrados para el consumo doméstico, sin costo adicional.
- f. Tomado del Cuadro 8.
- g. Tomado del Cuadro 6.
- h. Tomado del Cuadro 9.
- i. Al precio de alquiler de US\$0.1875/vaca por día, asumiendo un consumo de un 1.5% del peso corporal (i.e., 400 kg).
- j. Tomado del Cuadro 7.
- k. Tomado del Cuadro 7.

árboles forrajeros, alimentos concentrados, pastos de corte y acarreo, y ensilaje de maíz y sorgo forrajero.

- También es conveniente promover el trabajo colaborativo con diversos proyectos de desarrollo y ONGs, cuyos esfuerzos tienen que ver, entre otros, con los recursos de agua potable (pozos y bombas), subsidios para adecuación de equipos de riego, saneamiento doméstico, biogas para cocinar, introducción de nuevos materiales forrajeros, construcción de casas, y reforestación y repoblación forestal.

Resumen

En Honduras y Nicaragua existen zonas caracterizadas por épocas secas prolongadas (4 a 8 meses) durante las cuales la oferta de forrajes es deficitaria y por el predominio de explotaciones ganaderas de pequeños

propietarios en sistemas doble propósito (producción de leche y carne). El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Instituto Internacional de Investigación Pecuaria (ILRI, sigla en inglés) con la colaboración de socios en Honduras y Nicaragua han venido trabajando con productores en el desarrollo de sistemas alternativos eficientes y de fácil adopción para la alimentación del ganado vacuno durante la época seca. Para el desarrollo de estos trabajos se hicieron encuestas de diagnóstico con el fin de conocer los sistemas de alimentación existentes dentro del ámbito de la finca. En ambos países, las regiones en estudio eran similares y se caracterizaban por una época seca prolongada y por su dependencia de la explotación de ganado en sistema doble propósito y de los cultivos de maíz y frijol. En el estudio se hizo un diagnóstico de la situación de los sistemas de producción pecuaria en cada región tomando como base la oferta y la demanda de pasturas

mejoradas o como heno y ensilado. Se presentan algunas alternativas de alimentación animal, se identifican los retos para la investigación y se calculan los costos de establecimiento y producción de diferentes alternativas forrajeras. La recopilación de la información se hizo mediante conversaciones concertadas, interactivas y abiertas a nuevos temas y tópicos, en lugar del tradicional ejercicio consistente en llenar formularios. En las entrevistas se identificaron los sistemas y los problemas de alimentación durante la época seca.

En ambos países la producción de leche durante la época de lluvias es similar en todos los tamaños de fincas. Sin embargo, durante la época seca los mejores rendimientos se presentaban en las fincas de los grandes productores en Honduras, lo que era debido al acceso de áreas más desarrolladas y a la intensificación de la producción mediante el uso de remesas familiares del exterior. Esta intensificación se reflejaba por un mayor uso de alimentos concentrados, sistemas de corte y acarreo, compra de suplementos de heno y uso de ensilaje de maíz y sorgo forrajero. En Nicaragua los pequeños productores obtenían los mayores rendimientos de leche por vaca en ordeño, en comparación con los medianos y grandes productores. En general se concluye que, en igualdad de condiciones de manejo, la producción de leche durante la época seca era significativamente inferior que en la de lluvias —no obstante los grandes incentivos económicos durante la primera época— debido a los costos relativamente elevados que demanda el manejo del hato durante la época seca, incluyendo los costos de oportunidad de la tierra con acceso a agua y el capital asociados con los mayores resultados durante la época seca. Es posible que la investigación cambie la situación de la producción de leche durante la época de lluvias vs. la reducción durante la época seca, ofreciendo alternativas de bajo costo por ejemplo: pasturas mejoradas, heno y ensilaje, árboles forrajeros, pastos de corte y acarreo. También es conveniente promover el trabajo colaborativo con diversos proyectos

de desarrollo y ONGs, cuyos esfuerzos tienen que ver, entre otros, con los recursos de agua potable (pozos y bombas), subsidios para adecuación de equipos de riego, saneamiento doméstico, biogas para cocinar, introducción de nuevos materiales forrajeros, construcción de viviendas y reforestación y repoblación forestal.

Summary

In Honduras and Nicaragua there are areas characterized by long dry seasons (4 to 8 months) during which the offer of forages is deficient and because the prevalence of double-purpose system cattle exploitations (production of milk and meat) owned by small holders. The International Center of Tropical Agriculture (CIAT) and the International Livestock Research Institute (ILRI) with the collaboration of partners in Honduras and Nicaragua have been working with producers in the development of efficient alternative and easy adaptive systems for cattle feeding during the dry season. For the development of these works, diagnostic surveys were made with the purpose of knowing the current feeding systems in the farm. In both countries, the study regions were similar and characterized by a long dry season and for their dependence on the livestock exploitation in double-purpose systems and the cultivation of corn and bean. In the study, a diagnosis of the situation of the cattle production systems was made in each region taking as premise the offer and demand of enhanced pastures or hay and silage. Some alternatives of animal feeding are presented, the research challenges are identified and the establishment and production costs of different alternative forages are calculated. The summary of the information was made by means of agreed interactive conversations, open to new subjects and topics, instead of the traditional consistent exercise of filling forms. In the interviews the systems and the feeding problems were identified during the dry season.

In Honduras and Nicaragua, the milk yield during the rainy season is similar in all sizes

of farms. However, during the dry season, the best yields were found in the farms of the big producers in Honduras, due to the access of more developed areas and to the intensification of the production by means of the use of family remittances from abroad. This increase was reflected for a bigger use of concentrates, cut and carry systems, purchase of supplements of hay and use of corn and fodder sorghum silage. In Nicaragua, the small producers obtained the biggest yields of milk per milking cow, compared with the medium and big producers. In general, under similar terms of handling, the production of milk during the dry season was significantly inferior than in that of rains – nevertheless the big economic incentives during the first season – due to the relatively high costs of the herd management during the dry season, including the opportunity costs of the land with access to water, and the capital associated with the biggest results during the dry season. It is possible that the research will change the situation of the milk production during the rainy season vs. the decrease during the dry season, offering low cost alternatives, for example: enhanced pastures, hay and silage, fodder trees, cut and carry pastures. It is also convenient to promote the collaborative work within diverse development projects and non governmental organizations whose efforts have to see, among others, with the resources of fresh water (wells and bombs), subsidies for the adaptation of irrigation equipments, domestic health, biogas for cooking, the introduction of new fodder materials, the construction of housings and reforestation and forest recovery.

Referencias

- Avila, P. y Lascano, C. E. 2001. Definición de las concentraciones de NUL para recomendaciones óptimas de la relación proteína:energía en dietas a base de forrajes tropicales. En: Holmann, F. y C. Lascano, eds. 2001. Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. Un proyecto ejecutado por el Consorcio Tropicoleche. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Documento de Trabajo no. 184.
- Holmann, F.; Rivas, L.; Argel, P.; y Pérez, E. 2004. Impacto de la adopción de pastos *Brachiaria*: Centroamérica y México. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Documento de Trabajo No. 197.
- Holmann, F.; Rivas, L.; Carulla, J.; Giraldo, S.; Guzmán, M.; Martínez, B.; Rivera, A.; Medina; y Farrow, A. 2003. Evolution of milk production systems in tropical Latin America and its interrelationship with markets: An analysis of the Colombian case. *J. Livest. Res. Rural Develop.* 15(9). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/9/holm159.htm>.
- Holmann, F. y C. Lascano C. E. (eds.). 2001. Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. Un proyecto ejecutado por el Consorcio Tropicoleche. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Documento de Trabajo no. 184.
- Holmann, F. 1999. Ex-ante economic analysis of new forage alternatives in dual-purpose cattle farms in Peru, Costa Rica and Nicaragua. *J. Livest. Res. Rural Develop.* 11(3): <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd11/3/hol113.htm>.
- Fujisaka, S. 1991. A set of farmer-based diagnostic methods for setting post green revolution rice research priorities. *Agric. Syst.* 36:191-206.
- Fujisaka, S.; Holmann, F.; Escobar, G.; Solorzano, N.; Badilla, L.; Umaña, L.; y Lobo, M. 1997. Sistemas de producción de doble propósito en la región Pacifico Central de Costa Rica: Uso de la tierra y demanda de alternativas forrajeras. *Revista Pasturas Tropicales* 19(1):55.

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 periodo 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.