

# Producción de *Brachiaria humidicola* Bajo un Sistema Silvopastoril con *Acacia mangium* en el Trópico Húmedo

Diana María Bolívar Vergara<sup>1</sup>, Muhammad Ibrahim<sup>2</sup> y Francisco Jiménez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mg. Sc. Sistemas Agroforestales, CATIE.

<sup>2</sup>Profesor Investigador, CATIE, Costa Rica

<sup>3</sup>Profesor Investigador, CATIE, Costa Rica

Correspondencia:

Diana María Bolívar Vergara

Karrera 80 # 52 B 69 Medellín, Antioquia

Tels: 2 34 46 32 Medellín / 8 60 13 62 (Santa Rosa de Osos, Antioquia)

E-mail: silvopas@perseus.unalmed.edu.co

## Resumen

En la búsqueda de sistemas de producción sostenible, los sistemas agroforestales parecen ser ventajosos a corto y largo plazo, especialmente por el aporte de materia orgánica y ciclaje de nutrientes a través del componente arbóreo. Uno de los sistemas agroforestales más utilizados es el silvopastoril, implementado con el fin de mantener la producción de leche y carne y al mismo tiempo disminuir el impacto sobre los recursos naturales y el ambiente.

Fassbender (1993) menciona que los estudios regionales o nacionales de los sistemas silvopastoriles son escasos y se encuentran en su fase de instrumentación, siendo necesario un conocimiento más profundo de los componentes biofísicos y sus interacciones en éstos sistemas, con el fin de aprender a manejarlos y diseñarlos ventajosamente.

El objetivo de este estudio fue evaluar la radiación fotosintéticamente activa (RAFA) incidente bajo los árboles, la producción de materia seca (MS), relación hoja:tallo (H:T) y material muerto (MM) de *Brachiaria humidicola* en diferentes épocas bajo un sistema silvopastoril con *Acacia mangium* (SSP).

La RAFA incidente sobre *B. humidicola* en el SSP fue 65% de la RAFA a pleno sol, sin embargo, este factor no fue limitante ya que se encontró mayor producción de MS en el SSP que en la pastura como monocultivo (2562 vs 1834 kg/ha). El contenido de humedad en el suelo fue superior en el SSP y el porcentaje de MM inferior en dicho sistema. *B. humidicola* presentó mayor relación H:T y menor MM en la época lluviosa.

**Palabras Claves:** materia seca, material muerto, radiación solar, relación hoja tallo, suelo ácido.

## Introducción

Las pasturas de América Tropical están establecidas en su mayoría en Oxisoles y Ultisoles, caracterizados por su acidez y baja fertilidad. La escasez de germoplasma adaptado a esas condiciones y el manejo inadecuado de las pasturas, son los principales factores condicionantes de la baja productividad en esos ecosistemas. Durante los últimos años se han evaluado gramíneas y leguminosas que se adapten a estas condiciones, encontrando que algunas especies de *Brachiaria* han mostrado un alto potencial productivo en este ecosistema, entre ellas *Brachiaria humidicola* (CIAT, 1982).

Esta especie presenta buena adaptación a suelos ácidos de baja fertilidad (o cuando hay pocas posibilidades de hacer uso de muchos insumos), pues bajo esas condiciones son capaces de manifestar

adecuada velocidad de rebrote, mantener buena composición botánica y proporcionar una aceptable producción animal (Machado y Nuñez, 1991; Salinas y Gualdrón, 1982). Además tolera la sequía con producción de materia seca en la época de baja precipitación, correspondiente a un 30-40% de la producción total anual (Tergas, 1981; Terherbilcock y Montoya, 1980).

La introducción de árboles en las pasturas pueden crear condiciones favorables mediante el aporte de materia orgánica, el ciclaje de nutrientes, el mejoramiento del contenido de humedad en el suelo y la disminución de la temperatura (Serrao, 1991; Belsky, 1992; Cooperband, 1992; Wilson, 1996). Sin embargo, esto depende de la densidad, altura, arquitectura y fenología propia de la especie arbórea.

Las pasturas tropicales del tipo metabólico  $C_4$  alcanzan su máxima producción con niveles altos de intensidad lumínica, por lo tanto, considerando solamente la intersección de la radiación solar, se espera que resulte en una reducción en la tasa de producción, en comparación con potreros abiertos (Giraldo y Velez, 1993). Sin embargo, algunos autores han reportado aumentos en la disponibilidad del forraje cuando estos están asociados con árboles (Lowry *et al.*, 1988; Wilson *et al.*, 1990; Bustamante, 1991; Libreros, *et al.*, 1990) estos aumentos en la mayoría de los casos se han obtenido en condiciones de sombreado moderado (30-40%) y donde el nivel de nitrógeno en el suelo es bajo. En esas condiciones se ha observado mayor concentración de N en el área sombreada (Eriksen e Whitney, 1981; Wilson, *et al.*, 1990; Belsky, 1993) situación que sugiere un aumento en la disponibilidad de N para las gramíneas.

Las plantas que crecen bajo condiciones de sombra sufren cambios morfológicos como mecanismo de adaptación a la baja intensidad de luz. Esta adaptación incluye un mayor índice de área foliar, mejor distribución del área foliar en altura, coeficientes de extinción de luz más bajos y una reducción en la tasa respiratoria (Trembath, 1974; Wong y Wilson, 1980). El sombreado también puede afectar la cantidad de material muerto en las pasturas (Mesquita *et al.*, 1994).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto que tiene la *Acacia mangium*, (leguminosa adaptada a suelos ácidos y que recientemente está siendo manejada en SSP) sobre la producción de materia seca, relación hoja:tallo (H:T) y porcentaje de biomasa muerta (MM) de *Brachiaria humidicola*, el contenido de humedad en el suelo y la transmisión de radiación a través de este componente arboreo a la pastura.

## Materiales y métodos

### Localización

El estudio se realizó en la Estación Experimental de Calabacito, Provincia de Veraguas, Panamá. El sitio está localizado a  $8^{\circ} 15'$  de Latitud Norte y  $81^{\circ} 05'$  de Longitud Oeste, altitud 100 m, 2500 mm/año distribuidos entre mayo y diciembre y temperatura promedio anual de  $27^{\circ}C$ ., correspondiendo a una zona de vida de bosque húmedo tropical (Holdridge, 1978). La pendiente del terreno es del 2%. El suelo es un Typic Plinthudult, fino, profundo, ácido, de estructura en bloques subangulares y una capacidad de intercambio catiónico (CIC) de  $14\text{cmol (+) / kg}$ .

*Acacia mangium* fue sembrada en agosto de 1994  $3 \times 8$  m, en hileras con orientación  $50^{\circ}$  sureste. Para determinar la relación H : T y el porcentaje de MM de *B. humidicola* como monocultivo (BMC) y bajo un sistema silvopastoril con *A. mangium* (SSP) se utilizaron parcelas de  $18\text{ m}^2$ , escogidas al azar en un área de 3 ha. En las parcelas con acacia esta área correspondió a una franja de 4 m de ancho, conteniendo cuatro árboles a lo largo del centro de la parcela.

Para la estimación de la producción de materia seca (MS), la radiación fotosintéticamente activa (RAFA), el contenido de humedad en el suelo, la relación H : T y porcentaje de MM a diferentes distancias del árbol (1, 2.5 y 4 m), el tamaño de las parcelas fue de 72 m<sup>2</sup>, compuesta por cuatro árboles y 4 m a cada lado de éstos. Se utilizó el promedio de los datos de producción de MS, RAFA y humedad encontrados en las tres distancias de la hilera de los árboles en el SSP para ser comparados con el sistema BMC.

Todas las parcelas fueron pastoreadas con una misma carga animal (2 UA/ha en la época lluviosa y 1 UA en la época seca) y con un ciclo de pastoreo de 27 días (tres de ocupación y 24 de descanso). Las muestras de pasto y la medición de la producción se realizó a los 24 días de rebrote.

## Diseño Experimental

Para evaluar el porcentaje de MM y la relación H:T de *B. humidicola* sola y en SSP en las épocas seca y lluviosa, se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo de parcelas divididas, donde la parcela grande correspondió al tipo de sistema (S) y la subparcela a la época (E). Cada tratamiento contó con cinco repeticiones. Para el análisis de RAFA se utilizó un diseño de parcelas divididas en el tiempo, donde la parcela grande estuvo constituida por el tipo de sistema y las parcela pequeña por cuatro fechas de medición.

El mismo diseño fue utilizado para evaluar el efecto de la *A. mangium* sobre el porcentaje de MM y la relación H:T de *B. humidicola* a diferentes distancias del árbol. Las parcelas grandes fueron las distancias al árbol (D), y las subparcelas las épocas (E). El factor D constó de tres niveles (1, 2.5 y 4 m del árbol), el factor E constó de dos niveles (época seca y época lluviosa). Cada tratamiento tuvo cinco repeticiones. Un diseño similar se utilizó para detectar la variación espacial de la RAFA en el SSP, pero la subparcela estuvo constituida por las cuatro fechas de medición.

Para evaluar la producción de MS de *B. humidicola*, en los diferentes sistemas y distancias del árbol, en los cuatro cortes, se utilizó un diseño de sub-subparcelas, con distancia anidado en tipo de sistema. Las parcelas grandes estuvieron constituidas por el tipo de sistema (BMC y SSP), las sub-parcelas por las distancias (1, 2.5 y 4m) y las sub-subparcelas por los cuatro cortes (febrero, abril, junio y julio).

Los análisis estadísticos se realizaron por el procedimiento de Análisis de Varianza (SAS, 1985) y se realizó un análisis de residuos a todas las variables para verificar el cumplimiento de los supuestos, para esto se utilizó el procedimiento de Proc Univariate, para normalidad y Proc Discrim para homogeneidad de varianzas, tanto por sistema, como por época, las interacciones se analizaron por LS Means (SAS, 1985).

Para evaluar el efecto de la acacia en las diferentes distancias se hicieron comparaciones entre medias mediante la prueba Tukey (Steel y Torrie, 1988). Adicionalmente se hizo una prueba de Sphericity por medio de la prueba de Mauchly, utilizando el PROC GLM y el comando REPEATED de SAS (Kuehl, 1994), la cual es utilizada para analizar los datos cuando se toman diferentes mediciones sobre una misma unidad experimental, para verificar de que no existiera autocorrelaciones entre las medidas tomadas en las tres distancias, ya que éstas no fueron aleatorizadas.

Los coeficientes de correlación de Pearson se hallaron utilizando el, procedimiento estadístico PROC CORR de SAS (1985).

## VARIABLES DE RESPUESTA

**Producción de materia seca.** Para determinar la producción de materia seca de *B. humidicola*, se realizaron mediciones en cuatro ciclos, el primero en febrero de 1998, correspondiente a la época seca; el segundo en abril del mismo año, al inicio del período lluvioso y en los meses de junio y julio, con mayor precipitación. La producción se midió en cuatro sitios al azar, dos a cada lado de la hilera, en cada una de las distancias. La cosecha se realizó con tijeras a 10 cm del suelo, luego de 24 días de rebrote, utilizando un marco de 0.25 m<sup>2</sup>. Se pesó la biomasa verde total, de la cual se separó una submuestra y se secó en un horno a 65 °C durante 48 horas, previamente pesadas, al cabo de este tiempo se pesaron nuevamente para estimar la producción de materia seca en cada corte. No se estimó producción anual debido que no se midió el rechazo después de cada ciclo de pastoreo.

**Relación Hoja:tallo y porcentaje de material muerto.** Se realizaron dos muestreos para determinar el porcentaje de MM y la relación H:T, el primero en febrero de 1998, coincidiendo con la época de mayor sequía y el segundo a finales de julio, correspondiendo con la época lluviosa. Las muestras estuvieron conformadas por 16 submuestras tomadas a lo largo de los árboles a ambos lados a 1 m; igualmente se hizo para las distancias de 2.5 y 4 m. En las parcelas sin árboles se tomaron ocho submuestras al azar para cada muestra.

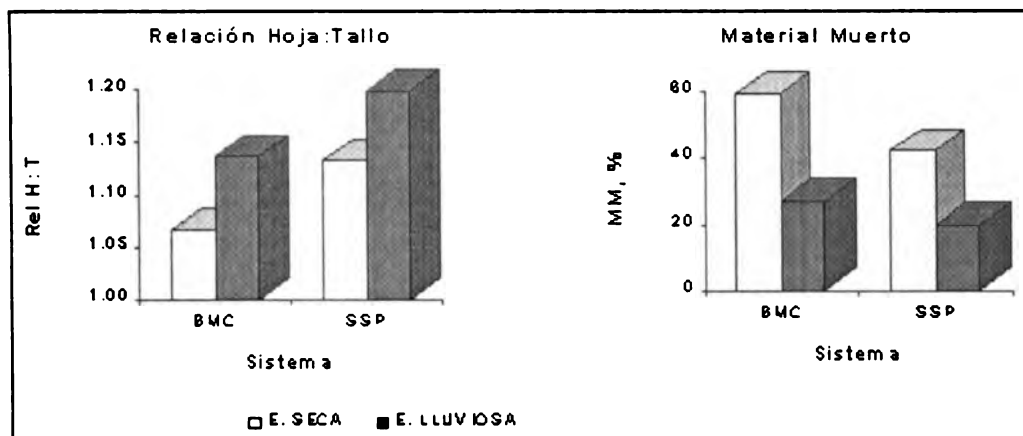
Una vez cosechado el pasto de todas las parcelas, se tomó una submuestra de 500 g de la cual se fraccionaron hojas, tallos verdes y biomasa muerta. Se secaron las muestras en un horno a 65 °C durante dos días y se pesaron posteriormente para cuantificar la relación Hoja:Tallo y el porcentaje de biomasa muerta.

**Radiación fotosintéticamente activa (RAFA).** Las mediciones de RAFA se realizaron en los mismos períodos en que se realizaron las de producción de materia seca. Se utilizó un ceptómetro (Decagon Devices Inc., Pullman, Wa, EE.UU.). Este permite medir la radiación activa para la fotosíntesis en términos de densidad del flujo fotosintético de fotones (PPFD). En el SSP se tomaron mediciones a lo largo de los trayectos distanciados a 1, 2.5 y 4 m del árbol; en las parcelas a pleno sol, se hizo en diferentes puntos al azar. También se midió la cantidad de radiación reflejada y transmitida por el pasto para calcular la radiación absorbida.

## Resultados

### Relación Hoja:Tallo y Material Muerto

La relación H:T fue mayor en la época lluviosa que en la época seca ( $P < 0.01$ ), por el contrario el % de MM lo fue en la época seca (Figura 1). El % MM fue mayor en la BMC que en el SSP ( $P < 0.01$ ). No se detectó diferencia significativa en la relación H:T entre los sistemas, aunque tendió a ser superior en el SSP. La distancia al árbol no afectó la relación H:T ni el % de MM., aunque la relación H:T tendió a ser superior a 1 m (1.2, 1.1 y 1.1, para 1, 2.5 y 4 m respectivamente); mientras que el MM lo fue a 4 m del árbol (31.1, 31.8 y 36.8 respectivamente).



**Figura 1.** Relación hojatallo y porcentaje de material muerto de *Brachiaria humidicola* como monocultivo (BMC) y en asocio con *Acacia mangium* (SSP) durante la época seca y la lluviosa.

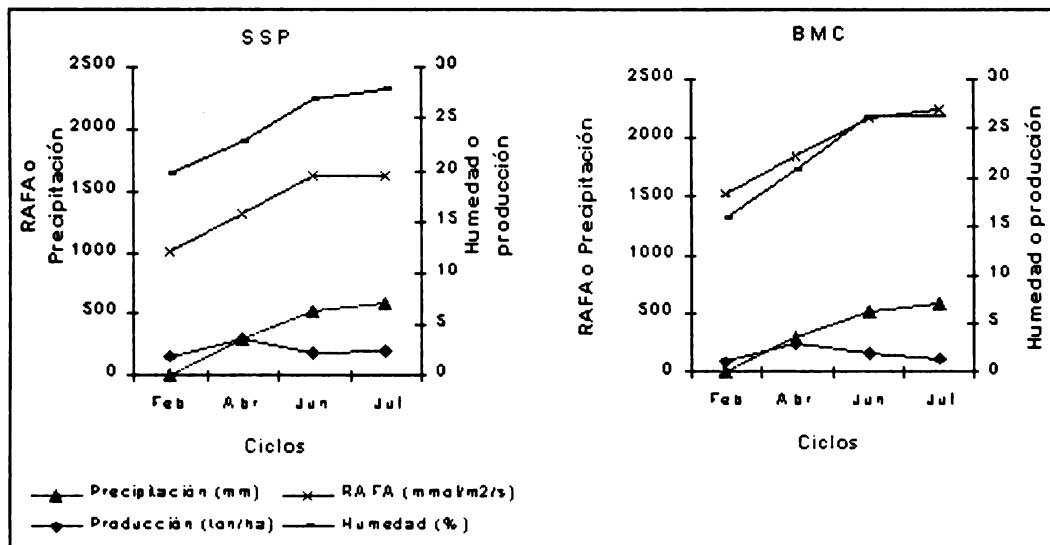
### Radiación fotosintéticamente activa, humedad en el suelo y producción de materia seca de *B. humidicola*

Hubo diferencias significativas tanto, entre sistemas como entre ciclos, para la cantidad de RAFA, humedad en el suelo y producción de MS. La RAFA fue superior ( $P < 0.0001$ ) en la BMC, mientras que la producción de MS ( $P < 0.01$ ), y el contenido de humedad en el suelo ( $P < 0.0001$ ), fueron superiores en el SSP. En cuanto a los diferentes ciclos, la producción más baja se obtuvo en el mes de febrero y la más alta en abril, mientras que en junio y julio fueron similares. La radiación fue superior en los meses de junio y julio, la inferior en febrero (en abril fue intermedia). La humedad en el suelo aumentó durante el período lluvioso siendo más baja en febrero y la más alta julio (Cuadro 1, Figura 2).

**Cuadro 1.** Radiación fotosintéticamente activa, contenido de humedad en el suelo y producción de MS de *Brachiaria humidicola* bajo un sistema silvopastoril con *Acacia mangium* (SSP) y como monocultivo (BMC)

SISTEMA	RAFA ( $\mu \text{ mol m}^{-2} \text{ seg}^{-1}$ )	HUMEDAD (%)	PRODUCCION $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$
SSP	1397 (275)	24 (3.47)	2562 (867)
BMC	1950 (292)	22 (4.55)	1834 (864)
DMS	69.9 **	0.6 **	524 **

\*\*Diferencia mínima significativa ( $P < 0.01$ ).  
 Valor entre paréntesis corresponde a las desviación estándar.  
 DMS: diferencia mínima significativa



**Figura 2.** Precipitación, R.M.A., contenido de humedad en el suelo y producción de MS de *B. humidicola* bajo un sistema silvopastoril con *A. mangium* (SSP) y bajo *B. humidicola* como monocultivo (BMC) en los diferentes ciclos.

La RAFA aumentó a medida que nos alejamos del árbol. Este patrón varió dependiendo de las fechas. No se encontraron diferencias en la humedad y producción de materia seca en función de la distancia, aunque estas tendieron a ser mayores a 1 m (Cuadro 2)

**Cuadro 2.** R.M.A., contenido de humedad en el suelo y producción de MS de *B. humidicola* en las diferentes distancias de la hilera de árboles de *A. mangium*.

VARIABLES	DISTANCIA			DMS
	D1 (1m)	D2 (2.5m)	D3 (4m)	
RAFA ( $\mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	1008 (267)	1415 (309)	1765 (279)	123.7 **
HUMEDAD (%)	24.5 (3.84)	24.3 (3.41)	24.2 (3.22)	0.417
PRODUCCION ( $\text{t ha}^{-1}$ )	2683 (827)	2577 (754)	2425 (1023)	662

\*\* Diferencia significativa ( $P < 0.01$ ).

Valor dentro de los parentesis correspond. a las desviación estandar.

DMS: Diferencia mínima significativa.

El balance de radiación (Cuadro 3) mostró que la radiación absorbida por el pasto fue menor en el SSP. La cobertura arbórea redujo la RAFA en 35%. No se encontraron correlaciones significativas entre producción de MS y RAFA.

**Cuadro 3.** Balance de Radiación ( $\text{kJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ ) en un sistema silvopastoril con *Acacia mangium* (SSP) y en *Acacia mangium* como monocultivo (BMC).

RAFA ( $\mu \text{ mol/m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	SISTEMA	
	SSP	BMC
Radiación incidente en el pasto ( $R_i$ )	1353	2101
Radiación reflejada por el pasto ( $R_r$ )	60	80
Radiación transmitida al suelo ( $R_t$ )	351	610
Radiación absorbida por el pasto * ( $R_a$ )	942	1411

$$* (R_a) = (R_i) - (R_r) - (R_t)$$

## Discusión

Los mayores porcentajes de MM de *B. humidicola* encontrados en la época seca y en el sistema sin árboles se deben posiblemente a, las mayores temperaturas registradas en ambientes no sombreados (Wilson, 1996; Zelada, 1996), menor contenido de humedad en el suelo y mayor radiación incidente sobre el pasto en el sistema BMC. Estos resultados coinciden con los reportados por Mesquita *et al.* (1994), quienes reportan una mayor proporción de BM en una pastura de *B. brizantha* a pleno sol, comparada con la encontrada bajo la copa de diversos árboles. Este es un efecto benéfico de los árboles, ya que MM es de baja calidad, afectando el contenido de PC y DIVMS del forraje producido.

Los valores para la relación hoja: tallo estuvieron entre 1.1 y 1.2, coincidiendo con los reportados por Vallejos *et al.* (1989) para esta especie y con Vallejos (1988), quien evaluó 10 especies de *Brachiaria* y encontró que el 80% de los valores estuvieron entre 0.75 y 1.25, siendo el promedio de 1.1. Dicha relación fue superior en la época lluviosa, pero no hubo diferencia significativa entre sistemas, aunque fue superior en 5.7% en el SSP. Diferentes autores (Eriksen y Whitney, 1981; Mesquita, *et al.*, 1994, Wong y Wilson, 1980; Zelada, 1996) reportan mayor contenido de hojas en las gramíneas creciendo bajo la copa de los árboles o con sombra artificial cuando la reducción en la radiación solar no es demasiado como mecanismo de adaptación al sombreadamiento, aunque esta respuesta fisiológica depende de la especie. Por el contrario Bustamante (1991) reporta una relación hoja:tallo más estrecha cuando la *B. humidicola* se asoció con *E. poeppigiana* encontrando valores de 4.6 y 7.6 con y sin árboles respectivamente, probablemente debido a que el estudio se realizó en suelos de alta fertilidad.

La cantidad de RAFA fue inferior en el SSP y aumentó en forma significativa a medida que se aleja de la hilera de los árboles, sin embargo es importante anotar que en ambos sistemas llega una cantidad importante de radiación al suelo, mostrando esto que la radiación no fue un factor limitante para la producción de pasto. Esto se confirma con la mayor producción de MS en el SSP, a pesar de que la *B. humidicola*, como especie  $C_4$  es exigente en cantidad de luz. Además, no se encontró correlación entre la cantidad de RAFA y la producción. La mayor disponibilidad de forraje en el SSP se debe a los mayores contenidos de humedad, N y P en el suelo bajo *A. mangium* (Bolívar, 1998). No se encontraron diferencias significativas en las diferentes distancias del árbol, aunque tendió a ser mayor a 1 m, probablemente debido a los altos CV que se registraron (30.8, 29.2 y 42% para 1, 2.5 y 4 m respectivamente). Se ha reportado un aumento en el 17% en la producción de *B. humidicola* cuando esta se asoció con *Erythrina poeppigiana*, en comparación con la obtenida a pleno sol (Bustamante, 1991).

La producción de MS estuvo entre 1678 y 3430 kg/ha, dependiendo de la época y el sistema, coincidiendo con la reportada en otros estudios (Mata, 1989; Navarro *et al.*, 1992; Santana *et al.*, 1993) realizados en suelos ácidos de baja fertilidad.

La producción de pasto varió significativamente en función del ciclo, siendo importante anotar que la producción más baja coincidió con la época más seca, siendo más crítico en el sistema BMC debido posiblemente al menor contenido de humedad en el suelo. Sin embargo, la mayor producción no coincidió con la época de mayor precipitación y mayor contenido de humedad en el suelo. La mayor producción se dio al inicio de la época lluviosa debido al receso en el crecimiento que se dio durante los meses secos y posiblemente a la acumulación de nutrientes que se dio en esta época. Diferentes autores reportan una mayor descomposición de la materia orgánica cuando ha sufrido un período de sequía y posteriormente es humedecida, en comparación a la que se da cuando siempre está bajo las mismas condiciones de humedad (Amato, *et. al.*, 1984; Sorensen, 1974), esto posiblemente fue lo que sucedió al inicio de las lluvias, estimulando la producción. Además en los meses de alta precipitación se puede saturar el suelo de humedad y verse afectada la producción, ya que se ha reportado que la *B. humidicola*, no soporta el encharcamiento (Terherbilcock y Montoya, 1980). Un comportamiento similar en función de las lluvias fue reportado por Da Silva *et al.*, (1992).

### Conclusiones

1. La *B. humidicola* presentó mejor calidad en la época lluviosa en términos de mayor relación H:T y menor porcentaje de MM.
2. El pasto que creció en presencia de *A. mangium* presentó 28% menos de material muerto, lo que mejora la calidad de la pastura.
3. La cantidad de RAFA incidente sobre *B. humidicola* en el SSP fue significativamente inferior comparada a la que se presenta en la BMC, pero este factor no fue limitante para la producción de la pastura en esta zona de estudio.
4. El contenido de humedad en el suelo y la producción de MS de *B. humidicola* fueron superiores en el SSP con *A. mangium*.

### Bibliografía

- Amato M, Jackson R B, Butler J .H A, Ladd J N (1984) Decomposition of Plant Material in Australian Soils II. Residual Organic <sup>14</sup>C and <sup>15</sup>N from Legume Plant Parts Decomposing under Field and Laboratory Conditions. Australian Journal Soil Research 22: 331-341
- Belsky A J (1992) Effects of trees on nutritional quality of understory gramineus forage in tropical savannas. Tropical Grasslands 26: 12-20
- Belsky A J, Mwionga S M, Duxbury J M (1993) Effects of widely spaced trees and livestock grazing on understory environments in tropical savannas. Agroforestry systems 24: 120
- Bolívar V D (1998) Contribución de *Acacia mangium* al mejoramiento de la calidad forrajera de *Brachiaria humidicola* y la fertilidad de un suelo ácido del trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C R, CATIE, 97 p
- Bustamante J (1991) Evaluación de comportamiento de ocho gramíneas forrajeras asociadas con poró (*Erythrina poeppigiana*) y solas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 131 p
- Centro Internacional de Adricultura Tropical (1982) Programa de pastos tropicales. Informe anual 1981, Cali, Col, 302 p
- Cooperband L (1992) Soil phosphorus dynamics in a Humid Tropical silvopastoral system. PhD. Thesis, Ohio.



Ohio State University, U S 400 p

Da Silva S F, Dutra S, Serrao E A S (1992) Productividade estacional e composicao química de *Brachiaria humidicola* e pastagem nativa de Campo Cerrado do Estado do Amapá, Brasil. *Pasturas Tropicales* 14 (1): 11-16

Eriksen F I, Whitney A S (1981). Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilisation on six forage grasses. *Agronomy Journal* 73: 427-433

Giraldo L A, Velez G (1993) El componente animal en los sistemas silvopastoriles. *Industrias & Producción Agropecuaria*. Azoodea, Medellín, 1 (3): 27-31

Kuehl R O (1994) Repeated Measures Designs. *In: Statistical Principles of Research Design and Analysis*. 2 ed. California, U.S.A.. Duxbury Press 499-528 p

Libreros J. H F (1990) Efecto de depositar en el suelo material de poda de poró (*Erythrina poeppigiana*) sobre la producción y calidad de la biomasa del King grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) establecido en asocio. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 116 p

Machado R, Nuñez C A (1991) Comportamiento de variedades de *Brachiaria sp.* Bajo pastoreo en condiciones de secano y fertilización media. *Pastos y Forrajes (Cuba)* 14: 123-132

Mata D P (1989) Rendimiento y composición química de seis gramíneas introducidas en una sabana del sureste del estado Guarico. *Zootecnia Tropical* 12 (1y 2): 69-89

Mesquita M, De Paula V, Sette D, E De Assis H (1994) Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composicao mineral de forragem em pastagens de Braquiaria. *Revista da sociedade Brasileira de Zootecnia* 23 (5): 709-718

Navarro D L, Vasquez D, Torres A (1992) Efecto de la dosis de nitrógeno y la edad en el rendimiento, tasa de acumulación de materia seca y en el valor nutricional del pasto *Brachiaria humidicola*. *Zootecnia Tropical* 10 (1): 65-85

Salinas J G, Gualdrón R (1982) Adaptación y requerimientos de fertilización de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt en la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia, Cali, Col, CIAT 21 p

Sas institute inc (1985) SAS user's guide: Statistics. Cary, EE.UU., SAS Institute Inc. 629 p

Santana J .R, Pereira J M, Morero M A, Spain J .M (1993). Persistencia e qualidade proteica da consorciacao *Brachiaria humidicola*- *Desmodium ovalifolium* cv. Itabela sob diferentes sistemas e intensidades de pastejo. *Pasturas Tropicales* 15 (2): 2-8

Serrao E A (1991) Sustainability of pastures replacing forests in the Latin American humid tropics: The Brazilian Experience. *In* DESFIL humid tropical lowlands conference. (1991, Panama City, Pan.). [Conferencia]. P. irr

Sorensen L H (1974) Rate of decomposition of organic matter in soil as influenced by repeated air drying rewetting and repeated additions of organic material. *Soil Biological Biochemistry* 6: 287-292

Steel R D G, Torrie J C (1988) Bioestadística: principios y procedimientos. 2ª ed. Trad. Por Ricardo Martínez. México, McGraw-Hill, 622 p

Tergas L E (1981) El potencial de *Brachiaria humidicola* para suelos ácidos e infértiles en América Tropical. *Pastos Tropicales*. Boletín Informativo (Col.) 4: 12-13

Terheebilcock P E, Montoya H J A (1980). Concentración de nitratos en *Brachiaria sp.* Y su relación con la

metahemoglobinemia bovina en fincas ganaderas de Córdoba. Revista ICA (Colombia) 15: 11-16

Vallejos A A (1988) Caracterización y evaluación agronómica preliminar de accesiones de *Brachiaria* y *Panicum* en el trópico húmedo de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 126 p

Vallejos A, Pizarro E A, Chácez C, Pezo D, Ferreira P (1989) Evaluación agronómica de gramíneas en Guapiles, Costa Rica. I. Ecotipos de *Brachiaria*. Pasturas Tropicales 11(2): 2-9

Wilson J R, Hill K, Cameron D M, Shelton H M (1990) The growth of *Paspalum notatum* under the shade of a *Eucalyptus grandis* plantation canopy or in full sun. Tropical Grasslands 24 (1): 24-28

Wilson J R (1996) Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. Australian Journal Agriculture Research. 47: 1075-1093

Wong C C, Wilson J R (1980) Effects of shading on the growth and nitrogen content of Green Panic and Siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. Australian Journal of Agricultural Research 31: 269-285

Zelada S E (1996) Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 88 p