

Materia seca comestible en una pastura bajo diferentes coberturas de dosel arbóreo en una zona de Bosque seco Tropical (Bs-T) en el Tolima, Colombia

Edible dry matter in a pasture under different arboreal canopy coverage in a Tropical Dry Forest (Bs-T) area from Tolima, Colombia

Rodrigo Serrano¹, Jairo Mora-Delgado^{2*} y Roberto Piñeros Varón²

¹Universidad del Tolima, Centro Universitario Regional del Norte, CURDN, Colombia.

²Universidad del Tolima, Grupo de Investigación Sistemas Agroforestales Pecuarios, Colombia. *Correo electrónico: jrmora@ut.edu.co

RESUMEN

La biomasa comestible para el ganado es la materia seca que se aprovecha después de descontar las pérdidas por pisoteo, más la biomasa residual que constituye la reserva de nutrientes para el rebrote. Evaluar la productividad y calidad de la pastura es fundamental en el manejo de pastizales naturales usados para la crianza de bovinos. El objetivo del presente trabajo fue el de medir la cantidad y calidad de la biomasa comestible de la pastura en función de la cobertura de dosel. El estudio se hizo en una pastura localizada en la Hacienda Pajonales (Latitud: 4.76667; Longitud: -74.8167), municipio de Ambalema (Colombia); zona de vida Bosque seco Tropical (Bs-T) del valle cálido del río Magdalena. Se muestrearon 19 sitios a partir del levantamiento virtual de una cuadrícula de 50 x 50 m, superpuesta sobre una imagen satelital Quick Bird de Google earth usando ArcGIS 9.2. La biomasa total disponible se estimó con el método del Botanal y se realizaron análisis químicos para evaluar la calidad del forraje. El campo experimental presentó un promedio de MS comestible de 2008,67±302,1 kg en cobertura arbórea escaza y de 2270,92±375,7 kg/ ha/corte en cobertura baja. Esta biomasa fue diferente estadísticamente respecto a las coberturas mayores a 40%. Un análisis de correlación de Pearson sugiere que existe una relación positiva entre la cobertura arbórea y la producción de biomasa comestible, pero el R² indica que solo la cobertura no es un criterio robusto para predecir la producción de biomasa.

Palabras clave: Materia seca, pastos bajo sombra, bovinos.

Recibido: 22/10/13 Aprobado: 03/06/15

ABSTRACT

The edible biomass for livestock is the dry matter harnessed once losses due to trampling and residual biomass for regrowth are thicounted. Evaluation of productivity and pasture quality is fundamental for management of natural grasslands used for raising cattle. This study aimed to measure quantity and quality of the edible biomass under different canopy cover in a pasture. It was located in the Hacienda Pajonales (Lat: 4.76667, Longitude: -74.8167) Ambalema municipality (Colombia); living area Tropical Dry Forest (Bs-T) warm Magdalena River Valley. 19 sites were sampled from lifting a virtual grid of 50 x 50 m, superimposed on Quick Bird satellite image of Google earth using ArcGIS 9.2. Total available biomass was estimated by the method of Botanal and chemical analyzes were performed to assess the quality of forage. The pasture presented an average value for edible DM of 2008,67±302,1 kg under sparse tree cover and of 2270,92±375,7 kg/ha/cutting under low tree cover. This biomass was statistically different respect for greater coverage to 40%. Pearson correlation analysis suggests a positive relationship between tree cover and edible biomass production, but the R² indicates that the coverture is not a robust approach to predict biomass production.

Key words: Dry matter, pasture under shade, cattle.

INTRODUCCIÓN

En la parte alta y media de la cuenca del río Magdalena, el manejo de los sistemas ganaderos está basado en pastoreo sobre pasturas degradadas de colosoana (*Botriochloa pertusa*), puntero (*Hyparrhenia ruffa*), angleton (*Dichanthium aristatum*) y en menor extensión con pastos mejorados de estrella (*Cynodon plectostachyus*) y pangola (*Digitaria decumbens* Stent). Tal estado de degradación trae como resultados al productor, una baja en los rendimientos zootécnicos y altos costos de producción (Holmann *et al.*, 2004).

La literatura reporta interesantes experiencias del papel de los doseles arbóreos en las pasturas tropicales, especialmente bajo arreglos de árboles dispersos en potreros, mostrando una gran diversidad de especies leñosas apreciadas por los ganaderos (Ospina, 2003; Serrano, 2014; Garzón, 2014). Estos sistemas son ampliamente difundidos en los valles interandinos y zona Caribe colombiana, en los cuales se conserva el componente arbóreo proveniente por la retención de especies apreciadas por el ganadero o por regeneración natural (Cajas y Sincler, 2001). Así, la ganadería predominante en el valle cálido del alto Magdalena se ha orientado a la producción de carne y doble propósito, empleando pasturas comúnmente asociadas a especies arbóreas, aunque con un deficiente manejo.

La interacción entre el componente leñoso y herbáceo en las pasturas puede generar efectos negativos, como es el caso de la cobertura arbórea sobre el crecimiento de las gramíneas y leguminosas herbáceas por competencia de luz, pero puede ser también positiva por la conservación de humedad y disponibilidad de materia orgánica y nutrientes en el suelo (Ramírez, 1997). Algunas investigaciones reportan que las gramíneas existentes bajo cobertura arbórea son sometidas a transformaciones importantes debido a la cantidad y calidad de la radiación solar que reciben (Plevich *et al.*, 2002). Por ejemplo, otros investigadores indican que la producción de biomasa en las gramíneas disminuye por el efecto que la sombra está ejerciendo sobre la longitud y número de brotes de pasto (Villafuerte *et al.*, 1999; Betancourt *et al.*, 2003), no obstante el área foliar y la eficiencia fotosintética aumenta dando como resultado

forrajes de mejor calidad (Piñeros *et al.* 2011). La disminución de temperatura bajo copa reduce la temperatura foliar en la gramínea, lo que a su vez mengua los niveles de transpiración, aumentando la eficiencia de uso de agua de la gramínea (Plevich *et al.*, 2002; Gil *et al.*, 2005).

La sombra del dosel arbóreo incide en la biomasa del estrato herbáceo. Piñeros *et al.* (2011) reportó 1,82 y 0,91 t/ha/corte, respectivamente, en una pastura monofítica de *B. pertusa* comparada con un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala* × *B. pertusa*. Posiblemente, la baja productividad del *B. pertusa* en el segundo sistema, pueda deberse a la baja tolerancia de *B. pertusa* a la sombra. No obstante, en la costa Caribe colombiana, la repuesta de esta especie en un sistema silvopastoril fue satisfactoria, al obtenerse 2.4 t de MS/ha/corte equivalente a 44,2% más que la pastura monofítica (1,7 t/ha/corte de MS) (Mora-Delgado *et al.* 2015). A su vez, Sierra (2004) reporta para *B. pertusa* 1,3 t/ha y para el *B. repens* 0.8 t/ha de materia seca.

Estas relaciones entre el dosel arbóreo y la producción de materia seca comestible han generado interrogantes en cuanto al diseño de potreros, convirtiéndose en objeto de interés para estudiosos de los sistemas silvopastoriles. El objetivo de este artículo fue el de medir la cantidad y calidad de la biomasa comestible en función de la cobertura de dosel arbóreo en una pastura del valle cálido del Magdalena en el departamento del Tolima, Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la hacienda Pajonales perteneciente a la Organización Pajonales S.A. localizada en el municipio de Ambalema, departamento del Tolima (Colombia), parte alta de la cuenca del Magdalena (Latitud: 4.76667; Longitud: -74.8167) y a una distancia de 15 km del casco urbano del municipio de Ambalema (Figura 1). La zona presenta una precipitación media anual del sitio de 1.270 mm, una temperatura media de 28 °C y una altura de 300 m, ubicándose en una zona de vida de Bosque seco Tropical (Bs-T) según Holdridge (1967). La mayor parte de los suelos corresponden a vertisoles, inceptisoles y molisoles. Los sistemas productivos de la hacienda Pajonales están dirigidos a diversas actividades de tipo

agropecuario dentro de éstas la ganadería bovina.

Estimación de la cobertura arbórea del potrero

La cuantificación de la cobertura arbórea del potrero se realizó mediante una imagen satelital Quick Bird de Google Earth. Para ello, se procedió a realizar una modelación del dosel con fundamento en la diferenciación de las tonalidades de la cobertura vegetal. Se usó ArcGIS 9.2 licenciado para la Universidad Nacional de Colombia, con lo cual se hizo una delimitación de los contornos de la zona boscosa; esta posteriormente fue convertida a polígonos, los que a su vez fueron representados en una imagen de puntos, separados a 5 m².

La cobertura arbórea se estimó en una cuadrícula de 350 celdas de 0,25 ha cada una, construida en un ambiente GIS y superpuesta

a la capa de cobertura arbórea (Figura 2). Así se calculó la cobertura con base al conteo de puntos correspondientes a cobertura en cada celda y expresada en forma porcentual, que posteriormente fueron clasificadas en cinco clases de cobertura: Escasa $\leq 20\%$, Baja $\geq 20\%$ y $\leq 40\%$, Intermedia $\geq 40\%$ y $\leq 60\%$, Alta $\geq 60\%$ y $\leq 80\%$ y Muy alta $\geq 80\%$. Se construyó una imagen de clasificación de las celdas usando el software libre DivaGis (Figura 3).

Disponibilidad de forraje

Con el uso de la cuadrícula superpuesta en el mapa de cobertura arbórea, se seleccionaron 19 sitios, bajo el criterio que estos representaran las diferentes densidades de dosel en las cuatro zonas predeterminadas en la imagen satelital. Así, se estimó la biomasa herbácea total en parcelas de 2.500 m².

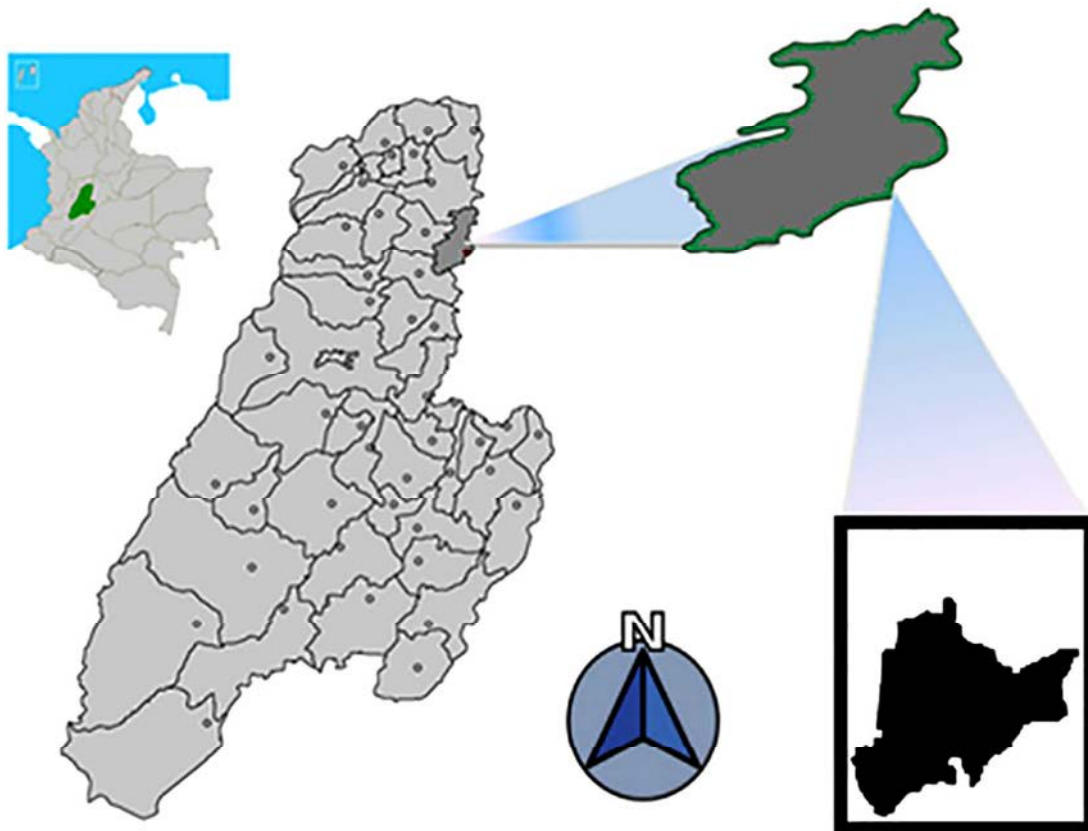


Figura 1. Imagen de la hacienda Pajonales, municipio de Ambalema y su ubicación en el departamento del Tolima (Colombia).

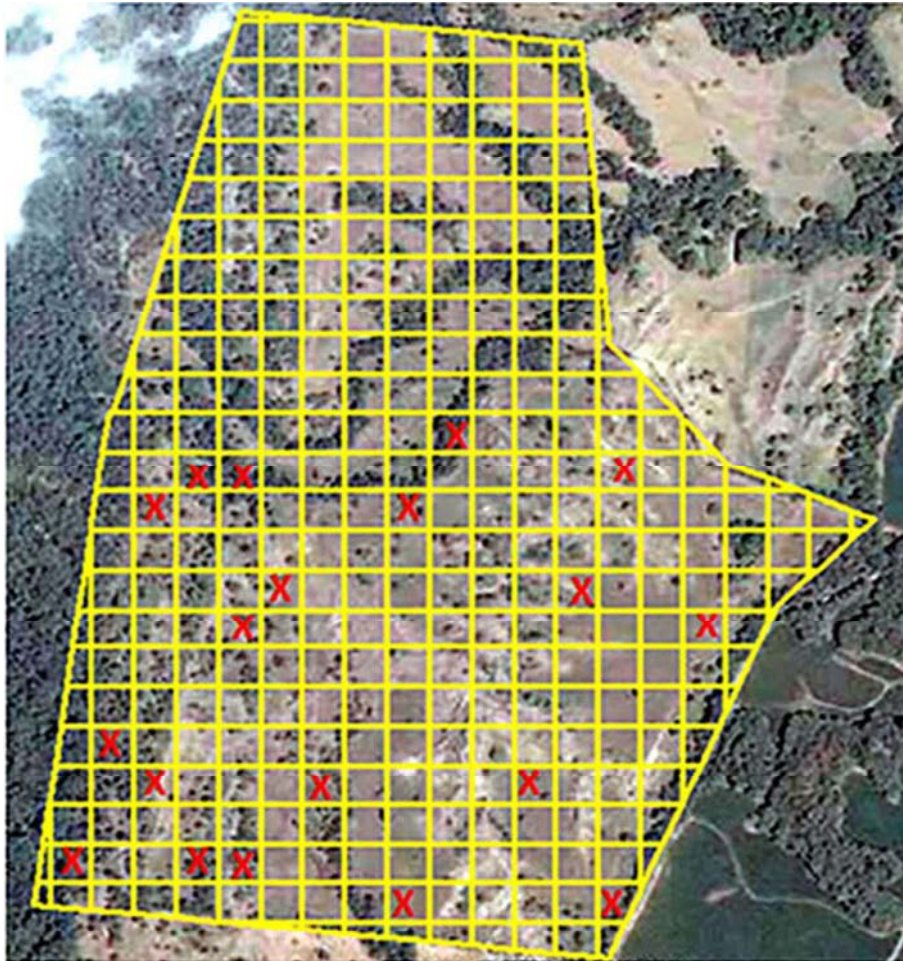


Figura 2. superposición de una cuadrícula de 2.500m² sobre la imagen de coberturas y ubicación espacial de las 19 parcelas para aforos en un potrero arbolado del Magdalena Tolimense.

La biomasa total (viva y muerta) se calculó haciendo cortes de la biomasa total cortada a ras del suelo, con el uso de marcos de madera de 50 x 50 cm, siguiendo la metodologías clásicas de Haydock y Shaw (1975); T'Mannetje y Haydock (1963), con algunas modificaciones de Estrada (2002) en un doble muestreo visual, como se explica en el estudio de Serrano *et al.* (2014). Se hizo un seguimiento a la producción de biomasa mediante cuatro aforos en diferentes periodos (dos secos y dos lluviosos) entre el 25 de noviembre de 2009 al 25 de diciembre de 2010. La biomasa comestible se estimó descontando de la biomasa total un 30% por pisoteo (Estrada, 2002) y un 20% de biomasa residual (Bosch, 1956) para estimar un factor de uso del 50%.

Muestreo para análisis bromatológico

Para seleccionar la muestra destinada al análisis bromatológico se aprovechaba la cantidad de forraje obtenido a partir de los aforos, los cuales una vez pesados fueron homogenizados para tomar 1 kg de forraje, empacarlo y rotularlo en una bolsa plástica para enviar al Laboratorio de Ecofisiología Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad el Tolima. Se realizaron análisis para materia seca por el método de secado en estufa (prueba gravimétrica por diferencia de peso), la FDN, FDA y Lignina se determinaron a partir del método de van Soest y la PC se determinó con el método de Kjeldahl siguiendo los protocolos de AOAC (1990).

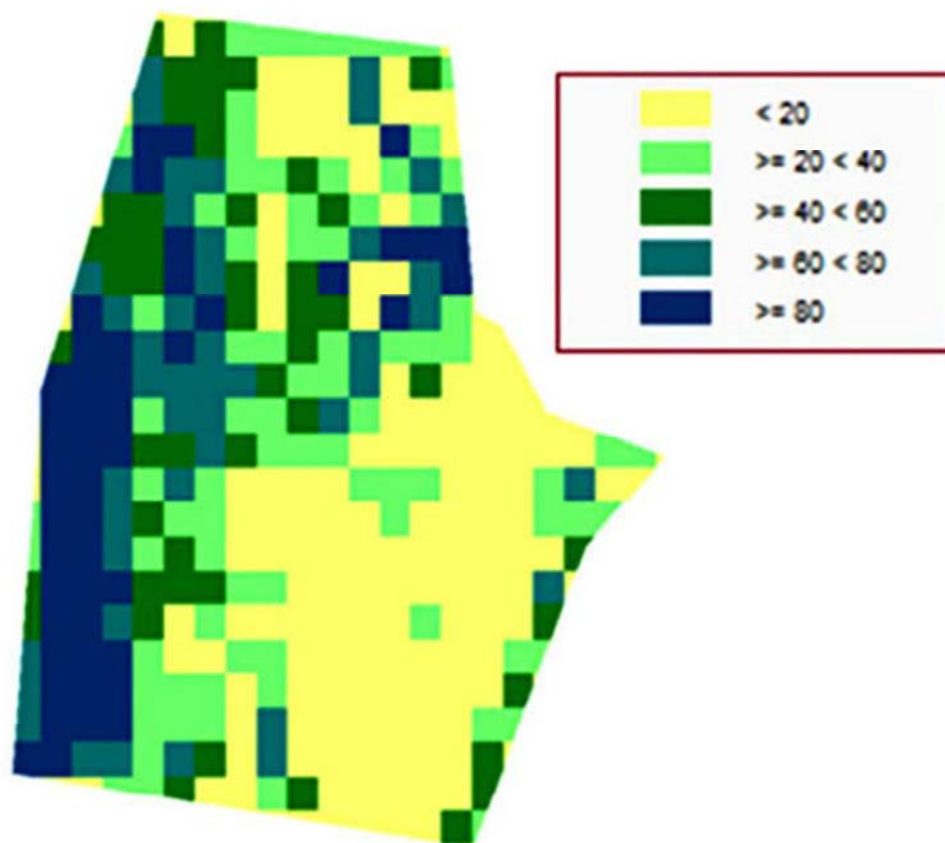


Figura 3. Clasificación por rangos de cobertura usando DivaGIS un potrero arbolado del Magdalena Tolimense.

Análisis estadístico

Para analizar la producción de materia seca (t/ha de *Bothriochloa pertusa*) en función de la cobertura de dosel se realizó un ANDEVA, donde las clases de cobertura fueron los tratamientos; además, se realizó una prueba de comparación múltiple de Duncan. La producción de materia seca comestible en función de las épocas se realizó mediante una prueba T-student para muestras independientes.

Además se calculó el coeficiente de correlación lineal de Pearson y se hizo una regresión para determinar la relación funcional entre una variable respuesta Y (variable dependiente) y una regresora X (variable independiente o predictora) (Draper & Smith, 1998). Los datos se representaron mediante diagramas de dispersión. Para el análisis se utilizaron los software estadísticos Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2008) y SPSS v2.0. Se realizaron curvas de

tendencia y gráficas de barras para ilustrar las tendencias de los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Disponibilidad de materia seca comestible en función de la cobertura arbórea

La disponibilidad de materia seca promedio estimada teniendo en cuenta la clasificación porcentual de la cobertura arbórea en el potrero de estudio tuvo como resultados los valores observados en el Cuadro 1. Las áreas con cobertura arbórea $\leq 40\%$ fueron las que presentaron mayor promedio en disponibilidad de materia seca comestible. La tendencia de disponibilidad promedio de materia seca estimada para el potrero en estudio tiene similitud con otras investigaciones, en donde se reportan valores parecidos cuando interactúan pastos y especies arbóreas en los potreros (Scholes

Cuadro 1. Relación entre la disponibilidad de materia seca comestible y la cobertura arbórea en la pastura analizada.

Clase	Cobertura (%)	Disponibilidad de materia seca (k/ha/corte)
Escaza:	<20%	2008,67±302,1 b
Baja:	≥20 - ≤40	2270,92±375,7c
Intermedia:	≥40 - ≤60	1728,92±176,9 a
Alta:	≥60 - ≤80	1769,83±336,9 a
Muy alta:	≥80	1764,67±297,1 a

Letras iguales denotan que no hay diferencias estadísticas ($P>0,05$).

y Archer, 1997; Cruz *et al.*, 1999; Mahecha *et al.*, 1999). Abaunza *et al.* (1991) en un estudio realizado en el departamento del Cauca, Colombia encontraron diferentes valores para algunas gramíneas como *Brachiaria decumbens* (2,7 t/ha), *Broachiaria humidicola* (4,1 t/ha), *Andopogon gayanus* (5,6 t/ha) y *Paspalum plicatulum* (2,7 t/ha). Estas diferencias marcadas para materia seca entre algunas gramíneas puede ser debido a factores como la época, la frecuencia de pastoreo, por la calidad y cantidad de radiación solar incidente al estrato herbáceo en potreros con pasturas nativas o debido a la implementación de especies mejoradas en asocio con especies leñosas (Ella *et al.*, 1991 y Acciaresi *et al.*, 1994).

Hay que resaltar que el pasto colosoana (*Bothriochloa pertusa*) se encontraba en una proporción superior al 94% de cobertura herbácea, el 6% restante estaba compuesto por *Desmodium triflorum*, *Conmelina diffusa*, *Desmodium tortuosum*, *Aspilla tonella* y *Pavonia fruticosa*. Por estas características, la pastura del potrero se definió como monofítica, constituida casi en su totalidad por una sola especie de gramínea. En parte, esta condición puede atribuirse a que *Bothriochloa pertusa* presenta una alta producción de semilla, convirtiéndola en una gramínea invasora y agresiva que impide el desarrollo de otras especies de gramíneas y leguminosas en la pradera (Cuesta, 2005).

El análisis de varianza de la producción promedio de biomasa comestible de *Bothriochloa pertusa*, indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores de disponibilidad

de materia seca/ha/corte, bajo los diferentes porcentajes de dosel arbóreo ($P<0,01$). Bajo los doseles arbóreos entre 20 y 40% de cobertura, se presentó la mayor disponibilidad de materia seca comestible, seguida de la cobertura de escasa cobertura (<20%), mientras que en las áreas con coberturas superiores a 40% se presentaron los valores más bajos de materia seca (Cuadro 1). Esto demuestra la poca tolerancia de los pastos tropicales C4 a altas coberturas (Pezo e Ibrahim, 1999), aunque un nivel bajo de sombra puede favorecer la formación de un microclima y calidad de sitio en el suelo, que favorezca la producción de biomasa (Piñeros *et al.*, 2011).

Esta tendencia coincide con los resultados de un estudio conducido en Brasil, en el cual se encontró que la materia seca disponible de *B. decumbens* se incrementó en una cobertura del 22% respecto a la biomasa producida a una baja cobertura arbórea del 12%), sin embargo, después de esta cobertura la materia seca disponible decreció en coberturas superiores al 30% (Alvin *et al.* 2004). El incremento de materia seca fue atribuido al mejoramiento de las características químicas del suelo, como a al microclima bajo el dosel causado por los árboles.

En otras especies, como *Brachiaria humidicola* cultivado bajo al influencia del dosel de *Acacia mangium* también han experimentado una reducción en la producción de materia seca bajando de 2,511 kg/ha en un sistema de baja densidad arbórea a 2,311 kg MS/ha en un sistema de alta densidad (Giraldo, 2000), lo que confirma la afectación de la densidad del dosel

arbóreo sobre la producción de materia seca del estrato herbáceo.

Por el contrario, Casasola *et al.* (2001) encontró que el forraje (kg MS/ha) en un ecosistema seco de Nicaragua fue similar entre pasturas con alta densidad arbórea (>30 árboles/ ha) que aquellos con baja densidad (<30 árboles/ ha)

La Figura 4 muestra la producción promedio de materia seca de *B. pertusa* durante los periodos de evaluación (seca y lluviosa), bajo los diferentes rangos de cobertura arbórea. Los datos sugieren que las áreas con una cobertura escasa y baja presentaron una mayor producción de materia seca comestible durante las dos épocas. Los datos empíricos denotan una ligera ventaja en la producción de materia seca comestible durante la época lluviosa, pese a, la prueba T-Student para muestras independientes, indica que no hay diferencias estadísticas entre los dos periodos anualizados.

No obstante, deben hacerse más evaluaciones, ya que otros estudios han reportado valores contrarios siendo más altos durante la época

predominantemente seca, como lo encontrado por Chamorro *et al.* (2005) en un estudio realizado en el municipio de Saldaña Tolima (Colombia) bajo condiciones de Bs-T.

Estadísticamente se confirma que hay una relación de dependencia inversa entre la producción de materia seca comestible y la cobertura de dosel arbóreo (Figura 5). Este patrón también fue observado por Esquivel (2007) con gramíneas bajo potreros con árboles dispersos en zonas tropicales. Pero, en este estudio esta correlación el R^2 del modelo cuadrático es baja, sugiriendo que el modelo no explica la producción de biomasa comestible con la cobertura arbórea. El análisis de regresión reportado por Esquivel (2007) muestra que hubo a una relación significativa en un modelo cuadrático ($P < 0,006$) entre la biomasa herbácea (Kg de MS/ha) y el porcentaje de cobertura de dosel arbóreo.

Calidad de los pastos

Los valores promedio en porcentaje resultantes del análisis bromatológico para *Bothriochloa*

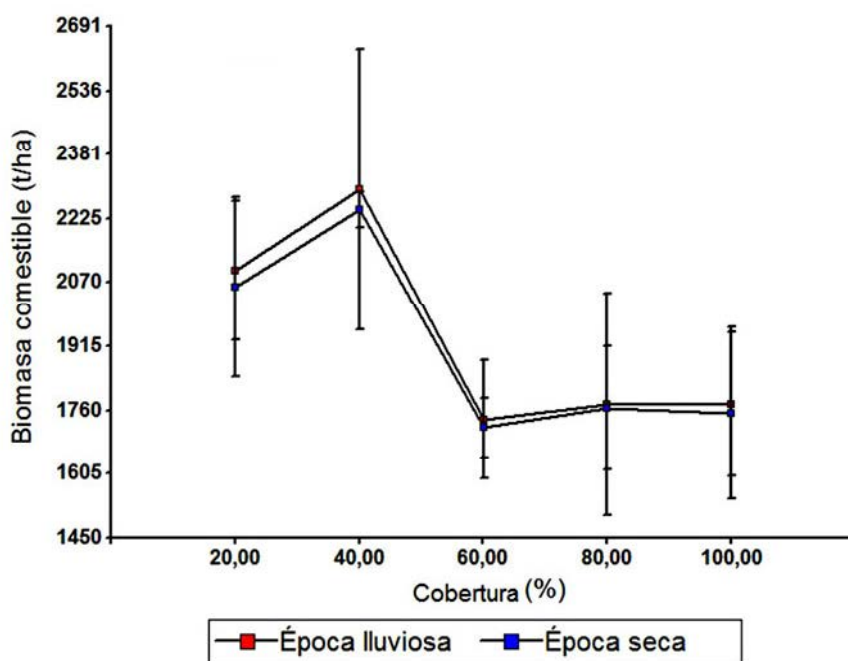


Figura 4. Disponibilidad de materia seca comestible de *Bothriochloa pertusa* por corte durante época de lluvia y época seca en función de diferentes porcentajes de cobertura arbórea en la pastura analizada.

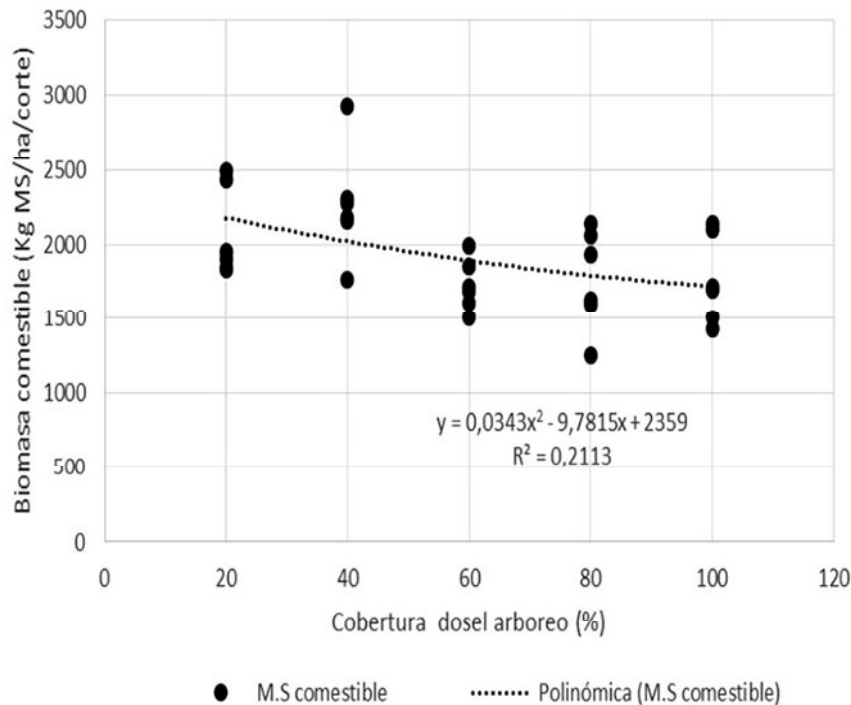


Figura 5. Relaciones entre el porcentaje de cobertura de dosel arboreo y la biomasa comestible herbácea en la pastura analizada.

pertusa en función de la clasificación de cobertura arbórea para el potrero en estudio muestran que para materia seca el valor más alto se presenta en coberturas altas con 36% y el más bajo en coberturas muy altas con 34%. Los valores para materia seca del forraje de las gramíneas tradicionalmente utilizadas en la alimentación animal estudiados en Costa Rica reportan rangos entre 25 y 32% de MS para las hojas; entre 23 y 29% para los tallos tiernos y entre 24 y 45% para el tallo leñoso (Benavides, 2000). En un estudio realizado con el género *Bothriochloa* se reporta que el pasto sometido a una cobertura de 30-50% revela una producción de forraje seca similar que a libre exposición, lo cual sugiere una tolerancia a la sombra de *B. saccharoides* (Piñeros et al, 2011).

Los valores más altos en porcentaje para proteína cruda en la biomasa disponible de la pastura en estudio se encontró en las áreas con cobertura alta, mientras los más bajos estuvieron en las áreas de cobertura baja (8,3 y 7,2%, respectivamente). A pesar de, estos resultados contrastan con los reportados por

Abaunza *et al.*, (1991) para otras gramíneas tropicales; especialmente del género *Brachiaria* los cuales oscila entre 11 y 13% de proteína bajo condiciones de trópico seco. Hay que advertir, que las gramíneas utilizadas comúnmente en el trópico, presentan una amplia variación en los contenidos de proteína cruda, la cual está directamente relacionado con el periodo vegetativo variando entre 9 y 4% (Loch, 1977). La proteína cruda para *Bothriochloa pertusa* en el potrero evaluado se encontró dentro de ese rango.

Otros estudios para pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) confirman la influencia del ciclo vegetativo en los contenidos de proteína en biomasa reportando reducciones de hasta 33%, es decir, una reducción del 9,6% al 6,6% en función del día de corte (Rodríguez y Morillo, 1977).

Por otra parte, es evidente la influencia de la sombra sobre el contenido de proteína en los pastos. Piñeros *et al.* (2011) encontraron una mejor respuesta en *Bothriochloa*

saccharoides bajo 50 y 30% de cobertura presentando un contenido de proteína mayor que a libre exposición (11,4% y 10,5% y 8,3%, respectivamente). Al respecto Eriksen y Whitney (1981) indican que la intensidad de luz que reciben las pasturas modifica la composición química del forraje. A su vez, Mahecha *et al.* (2001) evaluaron la disponibilidad de biomasa para *Panicum maximum* en asociación con *Eucalyptus tereticornis* de 10 y 5 m de altura, encontrando que en época predominantemente seca la producción de la gramínea en los sistemas que tenían árboles de 10 m de altura se redujo en un 66% en relación con los sistemas que tenían árboles de 5 m de altura.

Igual tendencia encontraron estos mismos autores en la proteína cruda, la cual se redujo en un 59% (9,2 vs 3,76%), explicando de esta manera la injerencia del dosel en la producción y calidad de biomasa.

Las variaciones climáticas favorables ocasionadas con la sombra bajo el dosel de las especies arbóreas, aumenta la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, desencadenando factores relacionados con la calidad de la biomasa disponible. Se han desarrollado estudios que sugieren un aumento en los contenidos de proteína cruda en las gramíneas que se asocian con especies arbóreas en comparación a pasturas no asociadas (Bustamante, 1991; Belsky *et al.*, 1993; Carvalho, *et al.*, 1994).

El mayor contenido de pared celular se encontró en la cobertura entre 40 y 60% con un 70% de FDN y 56% de FDA, mientras el menor se

registró de FDN se registró en coberturas entre 60-80% con 66% y la FDA más baja (52%) en coberturas $\leq 40\%$. La mayor lignina en la pastura fue registrada a 40-60% de cobertura, con un valor de 25%, mientras la menor se detectó a menos de 20% de cobertura (20%; ver Cuadro 2). Los datos denotan valores altos de FDN y FDA, lo cual incide en la capacidad de ingestión y digestibilidad de las especies forrajeras y posiblemente la identifique como de tercera según la clasificación de Linn *et al.* (1987).

La variabilidad en el contenido de PC, FDN y FDA concuerda con reportes que mencionan variación en la calidad del forraje por efecto de la sombra, específicamente en lo relacionado a proteína y digestibilidad (Pezo e Ibrahim, 1999). Los valores encontrados en este estudio sugieren que *Bothriochloa pertusa* bajo las condiciones del potrero evaluado posiblemente presenten una baja digestibilidad y alto tiempo de retención en el tracto gastrointestinal de un rumiante (Linn *et al.*, 1987).

Teniendo en cuenta que el contenido de FDN está correlacionado positivamente con la densidad del forraje y el llenado del rumen; se puede decir que un mayor contenido de fibra detergente neutro en la biomasa disponible para alimentación bovina provoca un menor consumo de materia seca (Belyea *et al.*, 1996).

Cabe anotar, que la discusión hecha sobre este tópico debe entenderse solo como un análisis basado en la diferencia del valor numérico de los resultado, pues como lo advierte Sánchez (2014) las aseveraciones que se hacen, no

Cuadro 2. Valores promedios de análisis bromatológico para colosoana (*Bothriochloa pertusa*) según clasificación de cobertura arbórea.

Cobertura (%)	MS (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	LIG (%)
Escasa	31,3	7,3	68	52	20
Baja	35,1	7,2	69	52	21
Intermedia	33,9	7,9	70	56	25
Alta	33,8	8,3	66	55	22
Muy Alta	33,9	8,2	66	54	24

MS: Materia seca; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutro; FDA: Fibra detergente ácido; LIGN: Lignina.

están soportadas por un análisis de varianza que discrimine de manera contundente si hay diferencia significativa entre los tratamientos estudiados y sus variables, lo cual, desde el punto de vista estadístico esto puede ser un comportamiento aleatorio y no un comportamiento por efecto de los tratamientos (Cobertura de dosel).

CONCLUSIONES

Los niveles de escasa y baja cobertura arbórea ejercen un efecto positivo sobre la disponibilidad de biomasa comestible, causado posiblemente una menor interceptación de radiación solar por parte del dosel arbóreo hacia el estrato herbáceo.

El porcentaje de materia seca para *Bothriochloa pertusa* teniendo en cuenta la clasificación para cobertura arbórea del potrero evaluado, muestra que cuando la gramínea estuvo bajo coberturas bajas, presentó los valores más altos (35,1%) y bajo coberturas escasas presentó el valor más bajo (31,3%), lo que sugiere la existencia de una relación directa entre cobertura arbórea y porcentaje de materia seca.

Hay una correlación inversa entre la producción de materia seca comestible y la cobertura de dosel arbóreo, aunque para ser más concluyentes en cuanto a la predictibilidad de la materia seca comestible mediante un modelo de regresión cuadrática requiere de estudios adicionales dado el bajo R^2 obtenido en este estudio.

RECOMENDACIONES

Se sugiere ampliar el estudio de calidad del forraje comestible con muestras y repeticiones tomadas bajo las diferentes coberturas para llegar a inferencias estadísticamente robustas.

LITERATURA CITADA

- Abaunza, M. A., C. E. Lascano, H. Giraldo, J. M. Toledo. 1991. Valor nutritivo y aceptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en suelos ácidos. *Pasturas tropicales*, Vol. 13 No. 2. pp. 3 - 4.
- Acciaresi, H, O. E. Ansin y R. M. Marlats. 1994. *Sistemas Silvopastoriles: Efecto de la densidad arbórea en la penetración solar y rendimiento de forraje en rodales de álamo (Populus deltoides Marsh). Agroforestería en las Américas*. Comisión de investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires Argentina. *Avances de Investigación*. Octubre - diciembre de 1994. pp. 6-9.
- Alvin, M. J., D. Sabio, C. Paciullo, M. Carvalho and r D. F. Xavie. 2004. Influence of different percentages of tree cover on the characteristics of a *Brachiaria Decumbens* pasture. In: Mannelje et al.(eds). *The importance of silvopastoral systems in rural livelihoods to provide ecosystem services. Proceedings of the Second International Smposium on Silvopastoral Systems*. Mérida, Yucatan, Mexico 346 p.
- AOAC. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 1990. 15 Ed., Arlington, Virginia, USA.
- Belsky, A. J., S. M. Mwonga and J. M. Duxbury. 1993. Effects of widely spaced trees and livestock grazing on understory environments in tropical savannahs. *Agroforestry systems* 24: 1-20.
- Belyea, R. L., B. Steevens, G. Garner, J. Whittier and H. Sewell. 1996. Using NDF and ADF To Balance Diets Missouri University Extension: G3161.
- Benavides, J. E. 2000. La morera, un forraje de alto valor nutricional para la alimentación animal en el trópico. *Pastos y Forrajes*.
- Betancourt, K., M. Ibrahim, C. Harvey y B. Vargas. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*. 10 (39-40):47.
- Bosch, S. 1956. The determination of pasture yield. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 8, 211-224.
- Bustamante, J. 1991. Evaluación de comportamiento de ocho gramíneas forrajeras asociadas con poró (*Erythrinapoeppigiana*) y solas. Tesis Mag. Sc. Turrialba Costa Rica CATIE 131 p.

- Carvalho, M., V. Freitas, D. S. Almeida e H. Villaca. 1994. Efeito de árvore sisoladas sobre a disponibilidade e composicao mineral da forragemem pastagens de braquiaria. Sociedade Brasileira de Zootecnia Vol. 23 (5): 709-719.
- Cajas-Jiron, Y. and F. Sincalir. 2001. Characterization of multistrata silvo-pastoril system on seasonally dry pastures in the Caribbean region of Colombia. *Agroforestry Systems* 53:215-225.
- Casasola, F. C., M. Ibrahim, C. Harvey y C. Kleinn. 2001. Caracterización y productividad de sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotenté, Estelí, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 8(30): 17-20.
- Chamorro, D. R., J. E. Carulla y P. A. Cuesta. 2005. Caracterización nutricional de dos asociaciones gramínea-leguminosa con novillas en pastoreo en el Alto Magdalena. CORPOICA.
- Cruz, P., J. J. Siera, R. Wilson, M. Dulornme y R. Tournebize. 1999. Effects of shade on the growth and mineral nutrition of tropical grasses in silvopastoral systems. *Ann. AridZone*, 38(3&4): 335-361.
- Cuesta, P. A. 2005. Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las Regiones Caribe y Valles interandinos CORPOICA capítulo IV paginas 43-63.
- Di Rienzo, J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, C. W. Robledo. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Draper, N. R. and H. Smith. 1998. *Applied Regression Analysis*. John Wiley Sons Inc., New York, 3rd Ed.
- Ella, A., W. W. Stur, G. J. Blair and C. N. Jacobsen. 1991. Effect of plant density and cutting frequency on the yield of four treelegumes and interplanted *Panicum maximum* cv Riversdale. *Tropic. Grassld.* 25:281.
- Eriksen, F. I. and A. S. Whitney. 1981. Effects of lighth intensity on growth of some tropical forage species. 1. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. *Agron J* 73:427-433.
- Esquivel, H. 2007. Tree resources in traditional silvopastoral systems and their impact on productivity and nutritive value of pastures in the dry tropics of Costa Rica. PhD Thesis. CATIE, Turrialba. 160 p.
- Estrada, J. 2002. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Universidad del Caldas. Manizales Colombia.
- Garzón, E. F. y J. Mora Delgado. 2014. Análisis multicriterio del estado de las pasturas de la hacienda ganadera García abajo en corinto (Cauca, Colombia) *Rev. Med. Vet. Zoot.* 61 (I), 64-82.
- Gil, J. L., Y. Espinoza y N. Obispo. 2005. Relaciones suelo-planta-animal en sistemas silvopastoriles. *Revista digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias*. 9: 20-26. Disponible en línea: www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos. [Mar. 06, 2006].
- Giraldo, L. A. 2000. Sistemas silvopastoriles para la ganadería en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 87 p.
- Haydock, K. P. and N. H. Shaw. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of experimental Agriculture and Animal Husbandry* 15 (76): 662-670.
- Holdridge, L. R. 1967. «Life Zone Ecology». Tropical Science Center. San José, Costa Rica. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: «Ecología Basada en Zonas de Vida», 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA, 1982).
- Holmann, F., P. Argel, L. Rivas, D. White, R. D. Estrada, C. Burgos, E. Pérez, G. Ramírez y A. Medina. 2004. Beneficios y costos de la rehabilitación de pasturas degradadas en Honduras, Honduras. *Pasturas Tropicales*. Vol. 26, No. 3.

- Loch, D. S. 1977. *Brachiaria decumbens* (Signal grass). A review with particular reference to Australia. *Tropical Grass*, 11: 141-157.
- Linn, J. G., N. P. Martin, W. T. Howard and D. A. Rohweder. 1987. Relative feed value as a measure of forage quality. *Minnesota Forage UPDATE*. Vol XII, No. 4. pp. 2 - 4. Minnesota Forage and Grassland Council.
- Mora-Delgado, J. y R. Piñeros Varón. 2015. *Bothriochloa* sp: una gramínea con potencial forrajero para pasturas del trópico seco. In: Paisajes, Pasturas y Pastos (Mora-Delgado, J, Castañeda, R y Piñeros, R.). Universidad del Tolima, Ibagué. pp. 53-70.
- Mahecha, L., J. F. Arroyave y M. A. Monsalve. 2001. Evaluación de la ceiba de novillos Cebú en sistemas silvopastoriles de *Eucalyptus tereticornis* y *Panicum maximum*, en la Reforestadora San Sebastián: I. Época predominantemente seca. **En:** Memorias VI Encuentro Nacional de Investigadores de las Ciencias Pecuarias. Universidad de Antioquia, Medellín, 8 y 9 de Noviembre de 2001. 5 p.
- Mahecha, L., M. Rosales y C. Molina. 1999. Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala* - *Cynodon plectostachyus* - *Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca. **En:** Sánchez M. y M. Rosales (Eds.) Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. Serie FAO Producción y Salud Animal, No. 143. Roma. Italia. pp. 407-420.
- Ospina A. A. 2003. Agroforestería: aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Cali. Colombia: ACASOC. 209 p.
- Pezo, D. y M. Ibrahim 1999. Sistemas silvopastoriles. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, Turrialba. Costa Rica. 276 p.
- Plevich, J., C. Nuñez, J. Cantero, M. Deaestri y S. Viale. 2002. Biomasa del pastizal bajo diferentes densidades de pino (*Pinuselliottii*). *Agroforestería en las Américas*. 33-34: 19-23.
- Piñeros, R., J. Mora-Delgado y V. A. Holguín. 2011. Respuesta del pasto *Bothriochloa saccharoides* ([Sw.] Rydb.) a diferentes intensidades de sombra simulada en el valle cálido del Magdalena en el Tolima (Colombia). *Revista CORPOICA*. Volumen 12 - No. 1. pp. 40-50.
- Piñeros Varón, R., V. Tobar, y J. Mora-Delgado. 2011. Evaluación agronómica y zootécnica del pasto colosoana (*Bothriochloa pertusa*) en el trópico seco del Tolima. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 4 (1), 36-40.
- Ramírez, H. 1997. Evaluación de dos sistemas silvopastoriles integrados por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*. **En:** Seminario Internacional de Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. CIPAV. Cali.
- Rodríguez, S., and D. E. Morillo. 1977. Effect of cutting frequency and application. Offertilizer yield and chemical composition of *Cynodon nlemfuensis*. *Agronomía Tropical* 27: 613.
- Sánchez, A. 2014. Comunicación Escrita como evaluador del presente artículo. Notas al margen del primer borrador. 12 de marzo de 2014.
- Serrano, R., H. J. Andrade y J. Mora-Delgado. 2014. Caracterización de la cobertura arbórea en una pastura del trópico seco en Tolima, Colombia. *Agronomía Mesoamericana* 25(1):99-110.
- Sierra, O. 2004. Observaciones sobre colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L.) Camus) en la costa Atlántica de Colombia. *Pasturas tropicales boletín*, vol. 8 N° 1.
- Scholes, R. J. y S. R. Archer. 1997. Tree-grass interactions in savannas. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 28: 517-544.
- T'Mannetje, L. and K. P. Haydock. 1963. The dry-weight rank method for the botanical analysis of pasture. *Journal of the British Grassland Society* 18 (4): 268-275.
- Villafuerte, L. J. Arze y M. Ibrahim. 1999. Rendimiento de pasturas con y sin sombra en el trópico húmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. 6:2-23. 54-56.