

DINÁMICA DE CRECIMIENTO DE PASTURAS CON MANEJO ROTACIONAL EN DIFERENTE TOPOGRAFIA EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CARNE VACUNA EN CÓRDOBA, COLOMBIA

GROWTH DYNAMICS OF PASTURE WITH ROTATIONAL GRAZING ON DIFFERENT TOPOGRAPHY IN A BEEF PRODUCTION SYSTEM IN CORDOBA, COLOMBIA

RODRÍGUEZ, A. GERMAN² Zootec.; PATIÑO, P. RENÉ ^{1*}Dr.;
ALTAHONA, B. LUIS³ Zootec.; GIL, B. JUAN⁴ Zootec.

¹ Profesor Asociado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Sucre, Colombia. ^{2,3} Zootecnistas Universidad de Sucre. ⁴Zootecnista Empresa Tierras y Ganados S.A.

*Correspondencia: re_patino@yahoo.com

Recibido: 01-05-2011; Aceptado:08-06-2011.

Resumen

El objetivo del estudio fue caracterizar la dinámica de crecimiento y productividad de dos pasturas con manejo rotacional, una en zona ondulada (TA) y otra en zona baja (TB), en un sistema de producción de carne vacuna en el departamento de Córdoba, Colombia, durante la época seca. Se estudiaron variables morfogénicas, de producción forrajera, de calidad nutricional y de desempeño animal. La pastura de zona baja correspondió a 64 ha divididas en 32 potreros, y la de zona colinada a 70 ha con 27 divisiones. Se utilizaron animales cebú con peso medio inicial de 376 kg en la TB y de 297 kg en la TA. Se realizaron evaluaciones durante 60 días. En la zona baja predominaron *D. aristatum*, *C. nlefluensis* y *B. mutica*, y en la colinada *B. pertusa*. La producción media de materia seca fue de 2.913 kg/ha en la TB y de 3.830 kg/ha en TA, con 31 y 34,5% de materia seca, respectivamente. La tasa media de elongación foliar fue de 4.1 cm/día en TB y de 6,0 cm/día en TA, con valor medio de formación de una hoja cada 3,4 días y cada 4,3 días, respectivamente, y una densidad de rebrotes/m² de 3.824 en TB y 2.012,8 en TA. La relación hoja: tallo fue de 1,2:1 en TB y 2,9:1 en TA. El valor medio de la ganancia diaria de peso de los animales durante el periodo fue de 0,511 kg en la TB y de 0,340 kg en TA. Se concluye que la dinámica de crecimiento de las pasturas estudiadas presenta características propias en cada zona topográfica, las cuales influyen sobre la productividad del sistema de producción. Por tanto, se recomienda que las características morfogénicas de los pastos sean consideradas a la hora de definir la estrategia de pastoreo a implementar bajo las condiciones del estudio.

Palabras clave: desempeño animal, vacunos, manejo pastoril, morfogénesis vegetal.

Abstract

The study aimed to characterize the dynamics of growth and productivity of two pastures with rotational management, one in a hilly area (TA) and in low zone (TB) a system of beef production in the department of Córdoba, Colombia, during the dry season. Morphogenic aspects, forage production, nutritional quality and animal performance were studied. The pasture of TB with 64 ha was divided into 32 paddocks, and the TA pasture, with 70 ha, in 27. Zebu animals were used and initial average weight of 376 kg in TB and 297 kg in TA. Evaluations were conducted for 60 days. *D. aristatum*, *C. nlefluensis* and *B. mutica* were presents in TB, and principally, *B. pertusa* in TA. The average production of dry matter was 2.913 kg/ha in the TB and 3.830 kg/ha in TA, with 31 and 34,5% of dry matter, respectively. The average rate of leaf elongation was 4,1 cm/day in TB and 6,0 cm/day in TA, with value of leaf formation of 3,4 days and 4,3 days per leaf, respectively, and a density of 3.824 tillers/m² in TB and 2.012,8 in TA. Leaf: stem ratio was of 1,2:1 and 2,9:1 in TB and TA, respectively. The mean of daily weight gain of animals during the period was 0,511 kg in the TB and 0,340 kg in TA. We conclude that the growth dynamic of pastures studied its own characteristics in each zone topography, which influence the productivity of the production system. Therefore, it is recommended that the morphogenic characteristics of the pastures are considered when defining grazing strategy implemented under the study conditions.

Key words: animal performance, bovine, grazing management, vegetal morphogenics.

Introducción

En el Departamento de Córdoba la ganadería es una actividad fundamental para la economía y hace parte de su identidad cultural. Posee uno de los inventarios ganaderos más grandes del país (VILORIA DE LA HOZ, 2004). Según FEDEGAN (2011), el hato bovino de Córdoba es de 2.053.803 animales, de los cuales 732.401 son machos. Los pastos son la principal fuente de alimento de estos animales y diferentes especies forrajeras son utilizadas. Los sistemas de manejo pastoril son variados, pero en los últimos años se ha incrementado la tendencia de la rotación, reduciendo los periodos de permanencia y la superficie de los potreros. Se deduce, por tanto, que todo factor que tenga influencia sobre la productividad de la pastura, tendrá a su vez un efecto sobre la productividad del sistema de producción.

Los pastos tropicales son eficientes usando el agua, tanto la de lluvia como la del suelo. La eficiencia de uso de agua de este tipo de pastos fluctúa entre 13,7 y 28,8 kg MS/ha por mm. La producción de materia seca anual depende del tipo de gramínea y de suelo, además del régimen de lluvias (MURPHY, 2010) y de la capacidad del suelo para retener agua, siendo en este sentido muy relevante el posible efecto del tipo de topografía sobre la dinámica de crecimiento de una pastura. En la época seca del año se presenta la menor tasa de acumulación de MS, lo que ocasiona una reducción de la oferta, que a su vez causa una reducción en la carga y en el desempeño animal, afectando la productividad del sistema.

Existen varios sistemas de pastoreo que se pueden emplear para usar la biomasa forrajera como la principal fuente de nutrientes y energía para el animal. Se debe tener presente que el manejo de estos sistemas no solo debe buscar maximizar la producción diaria del animal sino la producción por unidad de área, a partir de la maximización del consumo de forraje. En la región Caribe de Colombia son pocos los estudios que describen la dinámica de crecimiento de gramíneas en diferentes condiciones topográficas, en sistemas de producción vacuna bajo diferentes tipos de manejo. El estudio de la dinámica de crecimiento permite optimizar el manejo de las pasturas y facilitar la toma de decisiones en relación al manejo pastoril (PEDREIRA *et al.*, 2007).

Las estrategias de manejo afectan las características de la planta forrajera y la interceptación luminosa, influyendo sobre el proceso de rebrote. En general se busca acompañar el proceso de rebrote para permitir que el forraje sea pastoreado en una misma condición fisiológica (PEDREIRA *et al.*, 2007). Los diferentes métodos de obtención del forraje deben permitir la flexibilidad del manejo de la pastura, puesto que los modelos fijos o inflexibles no consideran los factores fisiológicos y morfológicos de la planta.

Los sistemas intensivos de pastoreo surgen como el resultado de numerosas observaciones y experiencias, hoy plenamente comprobada en América Latina, sobre el comportamiento del ganado bovino frente a la pastura y de esta frente al pastoreo a que se somete. De allí resultó una de las conclusiones fundamentales de André Voisin, que dice que “el pasto no debe crecer sólo, ni el ganado debe comerlo sin la orientación del hombre, ya que el bovino y el pasto constituyen una asociación íntima y dependiente, actuando el uno sobre el otro, por ello se deberá ayudar al pasto en su crecimiento y dirigir al bovino en la cosecha del mismo, utilizando los recursos tecnológicos para la modificación de los factores naturales,

con el fin de alcanzar mayores y mejores resultados económicos en la explotación pecuaria” (VOISIN, 1967; PINHEIRO, 1973).

El objetivo del estudio fue caracterizar la dinámica de crecimiento y productividad de dos pasturas con manejo rotacional intensivo, una en zona ondulada (tierra alta - TA) y otra en zona baja (tierra baja - TB), en un sistema de producción de carne vacuna en el departamento de Córdoba, Colombia, durante la época seca.

Material y Métodos

Aspectos generales

La presente investigación se realizó en la Hacienda Santa Elena, perteneciente a la empresa Tierras y Ganados S.A, municipio de Las Palomas, localizada al noreste del departamento de Córdoba, sobre el margen izquierdo del río Sinú, con una altura de 50 msnm, y clasificado ecológicamente como zonobioma tropical. Topográficamente el 30% del terreno es ondulado y corresponde a la zona alta de la finca y un 70% es plano correspondiente a la zona baja; los suelos son franco limo arcilloso y franco arcilloso en las tierras altas y bajas respectivamente (VELEZ y GIL, 2002). El promedio anual de temperatura es de 30°C, con una precipitación promedio anual es 1.200 mm distribuidos entre los meses de abril a julio y de agosto a noviembre; humedad relativa en la época seca de 75% y en la época de lluvia de 85%.

Este estudio empleó 64 ha ubicadas en zona baja (plano inundable), que en adelante se denominará tierra baja (TB) y 70 ha en tierra alta (TA), que en este caso hace referencia a sabanas colinadas u onduladas, conformando así los dos tipos de pastoreos evaluados. La pastura de TB se manejó con una sola cuerda eléctrica fija, y fue dividida en franjas de 2 ha, con periodos de ocupación entre 1 y 2 días, y entre 32 y 45 días de descanso, según la recuperación. Cada franja contó con dos bebederos móviles de 200 L de capacidad y dos saladeros móviles de 20 kg de capacidad.

En el pastoreo de la TA, que se manejó también con cerca eléctrica (una fija y 2 móviles), los animales fueron rotando en parcelas de 11,3 ha lo que corresponde a 4 parcelas y media de las 27 parcelas de 2,5 ha con un promedio de ocupación de 12 días/parcela de 11,25 ha. Cada división contó con saladeros móviles y tuvo acceso al agua de bebida, tomada directamente de una represa.

Ambas áreas eran fertilizadas anualmente usando el complejo Remital-M[®] (17-6-18) a razón de 20 kg/ha.

Animales en pastoreo

Se utilizaron machos enteros cebuinos que previo al ensayo fueron desparasitados, marcados, vacunados contra carbón bacteriano y en el transcurso de su estadía se aplicaron las prácticas sanitarias y de prevención de obligatoriedad, como el caso de la vacunación contra la fiebre aftosa, exigida por el ICA. En el sistema pastoril de la tierra baja se utilizaron 200 animales con peso vivo medio inicial de 376 kg ($\pm 24,5$), mientras que en la tierra alta se emplearon 90 animales con peso de 296,6 kg (± 38). El periodo de evaluación fue de 60 días, durante la época seca.

Mediciones y análisis

Se calculó la ganancia diaria de peso por animal y por unidad de superficie. Para esto, los animales se pesaron en una báscula electrónica, registrando el peso al inicio y final del periodo de evaluación (previo ayuno de 12 horas), y considerando los días del periodo. La presión de pastoreo se definió en kg/100 kg de peso vivo, teniendo en cuenta la producción de materia seca, peso total de los animales, área y los días de ocupación.

La disponibilidad de materia seca se determinó utilizando el método de patrones propuesto por HAYDOCK y SHAW (1975), realizando 10 lanzamiento por ha. Las muestras de forraje se secaron para la determinación de MS y posteriormente para el análisis de la composición nutricional (PC, C, MO; FDN y FDA) siguiendo las metodologías propuestas por la AOAC (1990) y GOERING y VAN SOEST (1970).

La tasa de acumulación de forraje se determinó utilizando el método agronómico, considerando la cantidad de MS presente al inicio y al final del periodo de recuperación del potrero. Mientras que para el cálculo de la relación entre material vivo y muerto, y la proporción entre lámina foliar y tallo, se tomaron entre 10 y 15 submuestras (0,25 m²) por hectárea, a una altura de 10 cm del suelo después del periodo de recuperación. La determinación de las relaciones y de la composición florística se realizó manualmente.

Por su parte, la dinámica de crecimiento se estudió según la metodología de GARCEZ NETO *et al.* (2002), calculando tasa de elongación foliar y de aparición foliar, número de rebrotes nacidos y densidad de rebrotes, durante el periodo de recuperación.

Todos los datos de las mediciones y variables evaluadas fueron tabulados en hojas de cálculos del programa Microsoft Excel. Utilizando las funciones estadísticas se calcularon: media, desviación estándar y coeficiente de variación de cada variable en estudio. Para algunas variables, utilizando las funciones de línea, dentro de gráfico, se definió el modelo que mejor representó los datos graficados. No se realizaron comparaciones entre sistemas de pastoreo, debido a las características propias y únicas de cada subsistema.

Resultados y discusión

Caracterización de la pastura de tierra baja (TB)

Los animales iniciaron con un peso promedio 376 kg ($\pm 24,5$) y al terminar el periodo de evaluación presentaron un peso promedio de 406 kg ($\pm 23,9$) (Tabla 1). El número de días fue de 59.

Tabla 1. Respuesta animal durante la época seca en el pastoreo de tierra baja en época seca

Variable	Incremento (kg)
Ganancia de peso total/animal	30,1
Ganancia/día/animal	0,511
Presión de pastoreo (peso vivo/ha)	1.175
Ganancia/día/ha	1,6
Total de ganancia ha/periodo	94,4
Ganancia proyectada a 1 año*	576

*Sin considerar las posibles variaciones climáticas.

Usando este tipo de sistema pastoril, VÉLEZ y GIL (2002) encontraron ganancias entre 600 y 800 g/día, debido a una mejor calidad nutritiva del forraje disponible. MATEUS (2001), por su parte, encontró en la época seca ganancias de 0,627 kg/día, en el bajo Magdalena en potreros rotacionales de pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa*), con una capacidad de carga de 2,25 animales/ha y una producción de 46,6 kg/ha.

La disponibilidad de materia seca a la entrada y salida de los animales durante la época seca, se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Producción de materia seca (MS), MS desaparecida, presión de pastoreo, tasa de acumulación y eficiencia de utilización la pastura en tierra baja (TB), en época seca

Aspecto evaluado	Incremento (kg)
MS a la entrada, kg	2.912,8
MS a la salida, kg	1.046,4
MS desaparecida, kg	1.866,4
MS de la pastura, %	31
Oferta de forraje, kg MS/100kgPV	2,58
Tasa de acumulación de MS, MS/ha/día	152,8
Índice de utilización de la pastura	0,64

La presión de pastoreo para este estudio es intensa, pues es inferior a 3%. Es importante aclarar que no se realizaron ajustes de carga, por lo que esta información corresponde a la presión media durante el periodo evaluado. De esta manera, se podrán presentar épocas de sobre oferta y épocas de oferta reducida. Por lo que dependiendo de la intensidad y del tiempo de la ceba esto podría acarrear problemas de persistencia de la pastura.

Al comparar estos rendimientos con los observado por MONTROYA *et al.* (2003); con producciones entre 600 kgMS/ha a 1.518 kgMS/ha en época de sequía, en sistemas de pastoreo rotacional en praderas de *Dichanthium aristatum* en el Valle del Sinú y del Cesar, se puede sugerir que en este tipo de sistemas la disponibilidad de forraje que se obtiene es superior, a la de los sistemas extensivos.

El estudio de la composición florística de la TB indicó que el pasto con más predominio fue Ángleton (*Dichanthium aristatum*) en un 53,4%, seguido de Estrella (*Cynodon nlenfuensis*) en un 31,7%, y en menor proporción Pará (*Brachiaria mutica*), con 9,3%; siendo el resto (5,6%) representado por plantas de hoja angosta y ancha.

La medición de la relación entre hojas y tallos se inició un día después del inicio del periodo de descanso. La mayor relación (3:1) se observó al inicio del periodo de recuperación, y fue un valor superior al observado en los días subsecuentes del periodo de ocupación. La proporción de tallos fue aumentando con el tiempo, y

terminó con un valor de 1,2:1, al final del descanso. La relación entre material verde y muerto osciló entre 4:1 hasta 2:1, al inicio y final del periodo de recuperación, respectivamente.

La composición nutricional del forraje disponible fluctuó de la siguiente manera: PC= 5,6 a 11,6%; FDN= 71,7 a 77,8%; FDA= 41,5 a 54,6%; Lignina= 6,5 a 10,9%; Cenizas= 8,1 a 9,2% y MS= 21,6 a 31,2%. Considerando las exigencias nutricionales de los animales evaluados y las características nutricionales de la pastura, se aseguran ganancias aproximadas de 0,5 kg/día, según NRC (1984).

Las ecuaciones que explican las diferentes variables en estudio (tasa de elongación, aparición foliar y densidad de rebrotes), en el sistema pastoril de TB, se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Modelos que representan los procesos morfológicos de las pasturas del pastoreo de tierra baja, en la época seca

Proceso	Función	R ²
Tasa de elongación foliar, cm/día	$Y = -0.0294X^2 + 0.1826X + 5.1742$	0,76
Tasa de aparición foliar (hojas/rebote) en función del tiempo (día)	$Y = 0.0877X^2 - 0.02077X + 0.9428$	0,98
Densidad de rebrote (rebotes/m ²) en función del tiempo (día)	$Y = -1.494X^2 + 48.039X + 38.7$	0,99
Número de rebrotes nuevos por día	$Y = 1.9904X^2 - 14.781X + 36.739$	0,98

Durante el periodo de recuperación (32 días), la máxima tasa de elongación foliar ocurrió alrededor del día 15, mientras que al inicio y al final del periodo se presentó el menor crecimiento. Este comportamiento es explicado por PASSIOURA (1982) y TUNER y BEGG (1978), quienes concluyeron que la tasa de elongación foliar presenta estrecha relación con los factores ambientales, entre ellos el agua, que es el de mayor incidencia sobre la longitud de la hoja, ya que durante el periodo evaluado se presentaron ligeras precipitaciones en los días 12 y 15 del periodo de recuperación, ocasionando mayores longitudes (cm), sin embargo, para finales del periodo de observación ocurrió lo contrario, siendo la temperatura la que pudo tener más intervención en el crecimiento de la pastura en esta etapa de descanso, debido a que la intensidad lumínica fue menor en comparación a la del inicio del periodo. Por lo tanto, se corrobora la relación de los efectos que producen los factores ambientales sobre el crecimiento de la pastura, como lo mencionan BEGUET y BAVERA (2001).

En lo que respecta a la acumulación de hojas por rebrote a través del periodo (Tabla 3), se observó que, dentro del rango de tiempo esperado, existe la tendencia a que los rebrotes vayan acumulando más hojas debido a que la curva es creciente en el tiempo, al menos hasta el día 32, esto puede ser debido a que el rebrote no alcanzó el número máximo de hojas vivas (9,15 hojas/rebrote en el día 32 de descanso). LEMAIRE (1985) planteó que la tasa de aparición foliar depende de la capacidad genética de las gramíneas en producir mayor número de hojas y que al alcanzarlo empiezan a senescer las hojas más viejas. Estos resultados indican que la tasa de aparición foliar del pasto *Dichantium aristatum* bajo pastoreo racional es de una hoja cada 3,4 día en una fase de 32 días de descanso.

El número de rebrotes aglomerados fue en promedio de 3.824 rebrotes/m². Se observa un comportamiento exponencial de la variable durante el periodo hasta el final de la evaluación, con una disminución en el número de rebrotes a través del tiempo, como se observa en la Tabla 3. Esto se debe a que, en la medida que aumenta el número de rebrotes, el índice de área foliar es mayor, lo que provoca una disminución de rebrotes nuevos, debido a la menor incidencia de luz en los estratos inferiores.

La tendencia de la densidad y número de rebrote en el tiempo pueden ser explicados, principalmente, por el efecto de la intensidad lumínica, como lo ratifica PEDREIRA et al. (2007) y por influencia de la presión de pastoreo, descrita por HODGSON (1990), en donde la pastura tiende a tomar una estructura basada en alta densidad de pequeños macollos cuando la presión es alta y revertido cuando la presión decrece.

Caracterización del pastoreo de tierra alta (TA)

Los animales entraron a este sistema con un peso promedio de 296,6 kg (± 38) y finalizaron con un peso promedio de 317,9 kg (± 36), obteniendo una ganancia por animal de 21,3 kg durante el periodo evaluado. La valoración de las variables de producción por animal y por área se observan en la Tabla 4.

Al comparar los valores obtenidos con los observados por MATEUS (2001), que observó ganancias diarias de 0,297 kg en un periodo de transición, trabajando con *B. Pertusa* en un manejo rotacional, se observa la superioridad en las ganancias diarias para las condiciones del presente estudio, comparado también con

sistemas tradicionales extensivos donde se pueden encontrar ganancias diarias de 0,296 kg.

Tabla 4. Respuesta animal durante la época seca en el pastoreo de tierra alta en época seca

Variable (kg)	Incremento
Ganancia de peso total/animal	21,30
Ganancia/día/animal	0,340
Ganancia/día/ha	0,437
Total de ganancia ha/periodo	26,23
Ganancia proyectada a 1 año*	159,57

*Sin considerar las posibles variaciones climáticas.

Si se asocia esta ganancia con la disponibilidad de forraje de este sistema, se tiene que con la disponibilidad se llega a suplir el requerimiento de MS, pero con una ganancia de peso baja debido a la calidad del forraje, porque generalmente este pasto presenta contenido de proteína bajo (<6%) que se considera limitante para un rumiante.

En la Tabla 5, se muestran las producciones promedio de materia seca a la entrada y salidas de los animales de las parcelas durante la época seca, la diferencia o consumo aparente (kg) durante la ocupación, el consumo por animal día (kg) y su equivalencia sobre el peso vivo presión de pastoreo (%), tasa de acumulación y la eficiencia de utilización (%) del forraje.

Tabla 5. Producción de materia seca (MS), MS desaparecida, presión de pastoreo, tasa de acumulación y eficiencia de utilización la pastura en tierra alta (TB), en época seca

Aspecto evaluados	Incremento
MS a la entrada, kg	3.830
MS a la salida, kg	1.425
MS desaparecida, kg	2.405
MS de la pastura, %	34,5
Oferta de forraje, kg MS/100kgPV	4,10
Tasa de acumulación de MS, MS/ha/día	26,58
Índice de utilización de la pastura	62,03

Se puede observar que durante el periodo de evaluación, el manejo de las pasturas, con presión de pastoreo de 4,10 kg MS/100kgPV, alcanza a suplir las necesidades del 3% del peso vivo de los animales (549,5 kg MS en época de

sequía). El rendimiento observado en esta época, puede estar relacionado con la presencia de lluvias en la zona.

El pasto con más predominio en esta zona fue colosuana (*Brothriochloa pertusa*), encontrándose en un 71,36% y la maleza generalmente hierba agria (*Paspalum conjugatum*) en un 28,63% en las praderas del pastoreo.

La medición de la relación hoja:tallo se inició un día después del inicio del periodo de descanso. La mayor relación (5:1) se observó al inicio del periodo de recuperación, y fue un valor superior al observado en los días subsecuentes del periodo de ocupación. La proporción de tallos fue disminuyendo con el tiempo, y terminó con un valor de 3:1, al final del descanso. La relación entre material verde y muerto osciló entre 7:3 hasta 2:1, al inicio y final del periodo de recuperación, respectivamente.

Durante un periodo de recuperación de 34 días en el pastoreo de TA, se muestra el comportamiento de la elongación foliar con el pasto *Brothriochloa pertusa*, encontrándose que la mayor longitud foliar se presentó en el día 15 con 6,2 cm, presentando un ligero descenso hacia los días 18 y 29 para luego mostrar una tendencia de aumento hacia el final del periodo. ACOSTA y MORALES (2004), que evaluaron el crecimiento de pasto colosuana abonado con lombriabono (*B. pertusa*), encontraron que la tasa de elongación máxima se alcanzó entre la tercera y la quinta semana (6,01, 6,61 y 6 cm) para luego mostrar un descenso relativamente constante hasta la semana ocho, mostrando similitud en la longitud total que pueda alcanzar una lamina foliar, mientras que su evolución es distinta, pudiéndose explicar esto por lo descrito por DEREGIBUS *et al.* (1985), donde una pastura con baja intensidad de luz, que es el caso de la pastura de tierra alta por la presencia de árboles, provoca aumento de la parte aérea y alargamiento de los órganos ya existentes.

La tasa de aparición foliar muestra una tendencia de tipo cuadrático (Tabla 6), donde el número de hojas por rebrote que se encuentra al final de la evaluación (7,82 hojas/rebrote) equivale a 0,23 hojas /rebrote /día, indicando que el pasto *B. pertusa* bajo estas condiciones, produce una hoja cada 4,16 días, mientras que en el estudio de ACOSTA y MORALES (2004) fueron necesarios 5,2 días para la emergencia de una lamina foliar nueva. ANSLOW (1983), citado por COLABELLI *et al.* (1998), señaló que la tasa de aparición foliar no es afectada por los niveles de nitrógeno, pero ROMERO *et al.* (1998) mencionan que existe una interacción entre el alto nivel de este elemento y la alta intensidad de iluminación, que produce un

adecuado nivel de carbohidratos necesario para originar un incremento significativo de aparición foliar.

Tabla 6. Modelos que representan los procesos morfológicos de las pasturas del pastoreo de tierra alta, en la época seca

Proceso	Ecuación	Valor R ²
Tasa de elongación foliar, cm/día	$Y=5.776X-0.0118$	0,990
Tasa de aparición foliar (hojas/rebrote) en función del tiempo (día)	$Y=0.0058X^2+0.5853X+0.7801$	0,977
Densidad de rebrote (rebotes/m ²) en función del tiempo (día)	$Y=-4.8958X^2+32,354X+74.063$	0.977
Número de rebotes nuevos por día	$Y=2.7282X^2-16577X+31.171$	0,990

Al igual que los demás procesos morfogenéticos de una gramínea, la densidad de rebotes es afectada por los factores ambientales, provocando en ellos cambios estructurales. Para las condiciones de este pastoreo se presentó una acumulación en el día 22 de 2.013 rebotes /m² siendo inferior a lo encontrado por ACOSTA y MORALES (2004), de 2.512 rebotes /m².

Durante el periodo de sequía en los sistema de pastoreo intensivo en tierra alta y baja, se incrementa la carga por unidad de área, lo anterior asociado a la disponibilidad de forraje. El manejo dado en ambas parece contribuir a una mayor tasa de acumulo del forraje, ya que se ofrece un tiempo de recuperación adecuado a la pastura, dependiendo de su morfología.

Por otra parte, se sugiere que la dinámica de crecimiento de las pasturas evaluadas en las diferentes condiciones topográficas conserva particularidades que deben ser tenidas en cuenta para diseñar las estrategias de uso de cada pastura, y que si se respetan las características de morfogénesis de las diferentes especies se pueden obtener rendimientos adecuados, incrementando la productividad del sistema de producción.

Referencias

ACOSTA, T.; MORALES, A. 2004. Evaluación de la dinámica de crecimiento y calidad nutricional del pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) A. camus

abonado con lombriabono en época de lluvias en la Granja el Perico – Municipio de Sampués (Sucre). Trabajo de grado (Zootecnia). 71p. <http://biblioteca.unisucre.edu.co:8080/dspace/bitstream/123456789/509/1/T633.202%20A185.pdf>

A.O.A.C. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., USA.

BEGUET, H.A.; BAVERA. G.A. 2001. Fisiología de la planta pastoreada en producción bovina de carne. Disponible en URL: <http://www.produccionbovina.com>

COLABELLI, M.; AGNUSDEI, M.; MAZZANTI, A.; LABREVEUX, M. 1998: El proceso de crecimiento y desarrollo de Gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. Boletín técnico N° 148. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Argentina. Disponible en URL: http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/01-proceso_crecimiento.htm

DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A.; CASAL, J.J.; TRLICA, M.J. 1985. Tillering responses to enrichment of red light beneath the canopy in a humid natural grassland. *Journal of Applied Ecology* 22(1):199-206.

FEDEGAN. 2011. Sistema de información técnica SIT. Censo Nacional de Predios y Bovinos 2009. Disponible en URL: http://portal.fedegan.org.co/Documentos/2010_11_10_CENSO%20NACIONAL%20ODE%20PREDIOS%20Y%20BOVINOS%202009.pdf

GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M.; MOSQUIN, P.R.; GOBBI, K.F. 2002. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 31(5):1890-1900. Disponible em URL: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n5/a04v31n5.pdf>

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. 1970. *Foraje fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)*. USDA Handbook 379, U.S. Office, Washington, DC.

HAYDOCK, K.P.; SHAW, N.G. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 15 (76):663-670.

HODGSON, J. 1990. *Grazing management. Science into Practice* Longman Scientific and Technical. Essex, England. 203 p.

LEMAIRE, G. 1985. Cinétique de croissance d'un peuplement de féтуque élevée (*Festuca arundinacea* Schreb.) pendant l'hiver et le printemps. Effets des facteurs climatiques. Tesis (Doctorado en Ciencias Naturales). Universidad de Caen, France.

MONTOYA, J.; TORREGROZA, L.; PALOMINO, M.; GONZALEZ, M.; CUADRADO, H.; REZA, S.; GÓMEZ, U. 2003: Análisis técnico y económico de un modelo de producción de carne en el Valle del Sinú. Revista MVZ 8(1): 265-272. Disponible en URL: <http://www.unicordoba.edu.co/revistas/revistamvz/mvz-81/265.pdf>

MATEUS, H. 2001. Rehabilitación y manejo de praderas degradadas. En curso La ganadería bovina del siglo XXI. Memorias. Bucaramanga 15-16 de noviembre de 2001.

MURPHY, S.R. 2010. Tropical perennial grasses – root depths, growth and water use efficiency. Industry & Investment. June 2010. Disponible en URL: http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0003/343695/Tropical-perennial-grasses-root-depths-growth-and-water-use-efficiency.pdf

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1984) *Nutrient Requirements of Domestic Animals: Beef Cattle*. National Academy Press, Washington, D.C.

PASSIOURA, J.B. 1982. Water in the soil-plant-atmosphere continuum. Págs. 5-33. En: LANGE, O.L.; NOBEL, P.S.; OSMOND, C.B.; ZIEGER, H. (eds). Physiological Plant Ecology II, Water relations and carbon assimilation. Encyclopedia of Plant Physiology, New series vol. 12B. Springer-Verlag, Berlin,.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA C.G.; DA SILVA, S. 2007. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira 42(2):281-287. Disponible en URL: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2007000200018

PINHEIRO, L.C. 1973. Los fundamentos del pastoreo racional Voisin. Significado de la curva sigmoidea en el manejo de los pastos. Producción bovina de carne, proyección rural 6: 24-29. Disponible en URL: <http://www.prosuccionbovina.com/información.tecnica/pastoreo1/22sistemas/06-Voisin.htm>.

ROMERO C.; ALFONSO, S.; MEDINA, R.; FLORES, R. 1998. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes morfológicos del pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) en la zona de bajo tocuyo estado falcón. Zootecnia Tropical 16(1):41-60. Disponible en URL:

http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt1601/texto/estrella.htm

TURNER, N.C.; BEGG, L.E. 1978. Responses of pasture plants to water deficits. Págs. 50-66. en: *Plant Relations in Pastures*. Ed. Wilson, J.R. CSIRO.

VÉLEZ, A.; GIL, J. C. 2002. Tierras y Ganados, S.A., división Santa Elena. En: Créditos. Universidad EAFIT, Central Ganadera ACINCA. Medellín, Colombia.

VILORIA DE LA HOZ, J. 2003. Documento de trabajo sobre economía regional. Cartagena - de Indias – Colombia. Disponible en URL::
<http://www.produccionbovina.com/informacion.tecnica/pastoreo1/220sistema/06-Voisin.htm>.

VOISIN, A. 1967. *Dinámica de los pastos*. Editorial Tecnos S.A. Madrid. p.33-48.