

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

Diego Rosendo Chamorro<sup>1</sup>, Juan Evangelista Carulla<sup>2</sup> y Pablo Antonio Cuesta<sup>1</sup>

## ABSTRACT

**Title: Nutritional characterization of two grass-legume associations with grazing heifers in the high Magdalena Valley (Colombia)**

This study was conducted at the Pacandé farm, Municipality of Saldaña (Tolima), at 420 m.a.s.l., with an average temperature of 28°C and an annual precipitation of 1,250 mm. Prairies used consisted of the grasses *Bouteloua repens* (H.B.K.) and *Bothriochloa pertusa* (L.) planted in franc-sandy soils with very low contents of organic matter, low levels of P, K and B, average contents of S, Cu, Zn and high contents of Ca and Mg. Forage dry matter (DM) availability in the rainy season fluctuated between 452 and 1,784 kg·ha<sup>-1</sup> in *B. pertusa* pastures and between 425 and 1,474 kg·ha<sup>-1</sup> in *B. repens* pastures. In this last pasture, the DM contribution from the legumes was 200 kg·ha<sup>-1</sup>. In the dry season, DM production from *B. pertusa* pastures fluctuated between 1,008 and 1,445 kg·ha<sup>-1</sup> and from 519 to 1,328 kg·ha<sup>-1</sup> in the *B. repens* pastures, which had a 54.86 kg·ha<sup>-1</sup> DM contribution from the legumes. Of the two pastures, those of *B. repens* had the lower crude protein and the greater lignin contents. With *B. repens*, greater levels of ruminal NH<sub>3</sub>-N were found throughout the experimental period (27.02 mg·L<sup>-1</sup>), yet the greater availability was observed during the rainy season (34.91 mg·L<sup>-1</sup>). The weight of the rumen contents (kg of DM per 100 kg of live weight: kg DM·100 kg<sup>-1</sup> LW) were superior in bovine that grazed in *B. repens* pastures that in those grazing the *B. pertusa* pastures (3.17 vs. 2.72 kg DM·100 kg<sup>-1</sup> PV). In the rainy season the heifers had greater consumption of *B. pertusa* than that of *B. repens* (2.01 vs. 1.44 kg DM·100 kg<sup>-1</sup> LW). Nevertheless, in the dry season, DM consumption was greater in *B. repens* than in *B. pertusa* (1.12 vs. 0.9 kg MS·100 kg<sup>-1</sup> LW, respectively). Greater (P<0.01) legume DM intake was observed during the dry (27.9%) that during the rainy season (21.4%). During the rainy season, the heifers in *B. repens* had greater weight gains (588 g/day) than those in *B. pertusa* (378 g/day). During the dry season, weight gains with *B. repens* descended gradually to a low of 113 g/day, while with *B. pertusa*, losses of -115 to -640 g/day were observed at the end of the dry season.

**Key words:** Voluntary intake, diet selectivity, *Bouteloua repens*, *Bothriochloa pertusa*, weight gain, rumen content weight.

Recibido: marzo 15 de 2005.  
Aceptado: mayo 2 de 2005.

1. Investigadores, Programa de Fisiología y Nutrición Animal, CORPOICA, C.I. Tibaitatá. e-mail: diegochamorroviveros@gmail.com.  
2. Decano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

## Caracterización nutricional de dos asociaciones gramínea-leguminosa con novillas en pastoreo en el Alto Magdalena

## RESUMEN

La investigación se realizó en la hacienda Pacandé, municipio de Saldaña (Tolima), a una altura de 420 msnm, temperatura media de 28°C y precipitación anual de 1.250 mm. Se utilizaron praderas de *Bouteloua repens* (H.B.K.) y *Bothriochloa pertusa* (L.) sobre suelos franco-arenosos con bajos contenidos de materia orgánica, P, K y B, contenidos medios de S, Cu y Zn; y contenidos altos de Ca y Mg. No hubo correlación significativa entre las características fisicoquímicas del suelo y la invasividad de *B. pertusa*, especie que presentó el mayor peso de Materia Seca (MS) en hojas, tallos y raíces (0.61, 0.84 y 0.61 g/planta, respectivamente) (P<0.01). Durante la sequía, las leguminosas presentaron pesos superiores: *Stylosanthes scabra* (6.02 g/planta), *Tephrosia cinerea* (3.06 g/planta) y *Desmodium barbatum* (2.96 g/planta). *T. cinerea* presentó el mayor peso de raíz (47.97%). A los 42 y 56 días de rebrote, en lluvia y sequía, el mayor rendimiento de MS lo obtuvo *B. pertusa* con 1.16 y 1.97 t·ha<sup>-1</sup>, respectivamente (P<0.01). La disponibilidad de MS en la época de lluvias fluctuó entre 452 y 1.784 kg·ha<sup>-1</sup> en *B. pertusa* y 425 y 1.474 kg·ha<sup>-1</sup> en *B. repens* y en esta pradera el aporte de las leguminosas fue de 200 kg·ha<sup>-1</sup>. En sequía la producción de *B. pertusa* fluctuó entre 1.008 y 1.445 kg·ha<sup>-1</sup> y la de *B. repens* entre 519 y 1.328 kg·ha<sup>-1</sup> con un aporte de 54.86 kg·ha<sup>-1</sup> de las leguminosas. Los indicadores de calidad fluctuaron entre épocas y entre especies: las praderas de *B. repens* reportaron valores inferiores en proteína cruda y mayores en lignina; bovinos pastoreando en *B. repens* presentaron los mayores niveles de NH<sub>3</sub>-N ruminal en todo el período experimental (27.02 mg·L<sup>-1</sup>), mientras la mayor disponibilidad se observó en el tiempo de lluvias (34.91 mg·L<sup>-1</sup>). El peso del contenido ruminal (kg de MS por 100 kg de peso vivo: kg MS·100 kg<sup>-1</sup> PV) fue superior en los bovinos pastoreados con *B. repens* que en *B. pertusa* (3.17 vs. 2.72 kg MS·100 kg<sup>-1</sup> PV). En la estación lluviosa las novillas presentaron mayores consumos en *B. pertusa* que en *B. repens* (2.01 kg vs. 1.44 kg MS·100 kg<sup>-1</sup> PV). Sin embargo, en sequía el consumo fue mayor en *B. repens* que en *B. pertusa* (1.12 vs. 0.9 kg MS·100 kg<sup>-1</sup> PV). La ingesta (MS) de leguminosas fue mayor durante la sequía (27.9%) que durante las lluvias (21.4%) (P<0.01). En la estación húmeda las novillas que consumieron *B. repens* presentaron mayores ganancias de peso que en *B. pertusa* (588 vs. 378 g/día). Durante la sequía, la ganancia de peso descendió paulatinamente en *B. repens* hasta 113 g/día; en *B. pertusa*, cayó progresivamente de 565 g/día hasta observarse pérdidas de -115 y -640 g/día.

**Palabras clave:** Consumo voluntario, selectividad, *Bouteloua repens*, *Bothriochloa pertusa*, ganancias de peso, contenido ruminal.

## INTRODUCCIÓN

LA INTRODUCCIÓN E INVASIÓN de la gramínea estolonífera *Bothriochloa pertusa* (L.) en las praderas nativas y naturalizadas de la zona tropical se viene dando espontánea y rápidamente en los últimos 30 años. Este proceso se ha presentado principalmente en zonas de baja precipitación con altas temperaturas y en suelos cubiertos por praderas nativas manejadas con capacidades de carga bajas. Investigaciones a nivel mundial y principalmente realizadas en Australia y Centro América han demostrado que *B. pertusa* es

una especie que presenta ventajas como rápido establecimiento y recuperación, resistencia a sequía, alta producción de semillas, control de malezas y resistencia al pastoreo continuo; presenta limitantes de baja palatabilidad, susceptibilidad a ataques de cercópodos, efectos alelopáticos que limitan el desarrollo de praderas asociadas principalmente con leguminosas (De Alba y Gould, 1977; Jones, 1997; Sierra *et al*, 1986).

Por lo anterior, y a pesar de que esta gramínea hace presencia en gran parte

del territorio, el conocimiento técnico científico sobre esta gramínea en el país es mínimo; por lo tanto, se requiere de procesos integrales de investigación que permitan definir el verdadero papel de la especie en los sistemas de producción ganaderos en la zona del bosque seco tropical.

La estrategia de esta investigación se orientó a la evaluación de parámetros morfoagronómicos, de calidad nutricional y de respuesta animal con novillas Cebú en praderas de *Bothriochloa pertusa* (L.) y *Bouteloua repens* (H.B.K) en el valle cálido del Alto Magdalena y contribuir así al conocimiento del potencial zootécnico de estas praderas en zonas donde, por presentar períodos prolongados de sequía, la ganadería constituye la principal actividad económica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización geográfica y caracterización agroecológica

Esta investigación fue realizada en la hacienda experimental Pacandé, localizada en el departamento de Tolima, municipio de Saldaña, a 420 m.s.n.m, con una temperatura de 28°C y precipitación de 1.250 mm anuales distribuida en dos épocas: de marzo a junio y de octubre a diciembre.

La caracterización agroecológica, productiva y nutricional se realizó durante tres períodos en la época de máxima precipitación y cuatro en la época de mínima precipitación. En la fase experimental, la mayor precipitación se registró durante el período comprendido entre los meses de marzo a junio con una precipitación total de 1.494 mm repartidos en 32 días. El período de evaluación en sequía estuvo comprendido entre julio y octubre, con una precipitación de 177 mm repartidos en ocho días.

Los suelos de las áreas experimentales son franco-arenosos y se caracterizan por tener muy bajos contenidos de materia orgánica (MO), bajos niveles de P, K, B, contenidos medios de S, Cu, Zn y muy altos contenidos de Ca y Mg. El análisis químico se presenta en la Tabla 1.

### Evaluación agronómica de gramíneas

Para evaluar la producción estacional de materia seca (MS) de las gramíneas, se seleccionó en praderas de *B. pertusa* y *B. repens* una área representativa a la cual se le realizó un corte de uniformización al inicio de cada época de evaluación. Para la evaluación se utilizó la metodología propuesta por la RIEPT para ensayos tipo B (Toledo y Schultze-Kraft, 1982), modificando las edades de evaluación a las 14, 28, 42 y 56 días de rebrote en las épocas de mínima y máxima precipitación. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, en parcelas divididas con tres repeticiones, en el cual la parcela principal la constituyó las gramíneas y la subparcela las frecuencias de corte.

### Caracterización integral de las praderas

El área experimental consistió en dos praderas de *Bouteloua repens* (L.) y *Bothriochloa pertusa* (H.B.K) de 18 y 8 hectáreas respectivamente. Las praderas se dividieron en dos partes iguales, las cuales se utilizaron bajo pastoreo alterno con 28 días de ocupación y 28 días de descanso durante 196 días. Para la evaluación de la respuesta animal y las pruebas biológicas se utilizaron 24 novillas Cebú de 14 meses, con un peso inicial promedio de  $215.41 \pm 7.84$  kg, de las cuales se fistularon ruminalmente ocho novillas. Las evaluaciones se efectuaron en tres períodos de la época de lluvia y en cuatro períodos de sequía, donde se realizaron las caracterizaciones morfoagronómica y nutricional de las especies botánicas que componían esas praderas.

### Caracterización morfoagronómica de especies forrajeras

Los tratamientos a evaluar incluyeron dos gramíneas *B. pertusa* y *B. repens* y tres leguminosas, *Stylosanthes scabra* (J), *Tephrosia cinerea* (L) y *Desmodium barbatum* (L). Para esta caracterización se utilizó un muestreo al azar con los siguientes parámetros: altura, producción de MS por órgano (hoja, tallo y raíz). Para estas variables se analizaron diez plantas de

cada especie asociadas con cada tratamiento en las épocas de lluvia y sequía.

### Caracterización nutricional de especies forrajeras

**Caracterización química.** Se utilizó una combinación de dos métodos: el desarrollado por Hennerberg y Stohmann (1864) para determinar las fracciones de materia seca (MS), proteína cruda (N x 6.25) y cenizas (AOAC, 1975); para la cuantificación de pared celular y contenidos celulares se utilizó el método propuesto por Van Soest et al. (1991) determinando fibra en detergente neutro (FDN) y fibra en detergente ácido (FDA). El porcentaje del lignina en las muestras fue determinado por el método descrito por Van Soest y Wine (1968). Las muestras se recolectaron al inicio y final de las épocas de lluvias y sequía.

**Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) y degradabilidad efectiva de la materia seca (DEF).** Para la cuantificación de la DIVMS se utilizó la metodología descrita por Tilley y Terry (1963). La DEF se estimó siguiendo el método descrito por Orskov y McDonald (1979), incubando las muestras a 4, 8, 12, 24, 48 y 72 horas, en dos períodos de cada época de evaluación, utilizando dos animales simultáneamente; la tasa de pasaje para el cálculo de la DEF fue del 4%.

**Niveles de amonio ruminal.** Para cuantificar los niveles de  $\text{NH}_3\text{-N}$  ruminal se utilizaron seis novillas canuladas ruminalmente durante cuatro períodos de experimentación: inicio y final de lluvia y sequía, con mediciones de tres días consecutivos por período. Se realizó previamente un monitoreo de los niveles de amonio con muestreos en cinco horas del día (6, 9, 12, 15 y 18 horas), recolectando muestras de dos novillas canuladas ruminalmente en dos días consecutivos y realizando una curva de  $\text{NH}_3\text{-N}$ ; los mayores niveles se detectaron entre las 9 y 12 horas. Por lo tanto, todas las muestras experimentales se recolectaron a las 9 horas. Cada día de muestreo se recolectaron cuatro muestras por animal de 50 mL líquido ruminal, al cual se le adicionaron 2 mL de ácido sulfúrico concentrado. Después de permanecer congeladas, se centrifugaron y el nivel de amonio se determinó por el método de Kjeldahl sin digestión previa (AOAC, 1975).

**Evaluación de selectividad animal en pastoreo.** La proporción de legumino-

**Tabla 1.** Análisis de suelos de las praderas experimentales (n=3). Hacienda Pacandé.

Pradera	PH	M.O.	P	S	Ca	Na	Mg	K	Fe	B	Mn	Cu	Zn
		(%)	(ppm)				(meq/100 g)				(ppm)		
<i>B. repens</i>	5.9	1.1	3.8	15.0	10.5	0.22	2.89	0.5	52	0.15	12.9	1.2	1.1
<i>B. pertusa</i>	6.3	1.3	4.0	8.6	11.5	0.19	3.40	0.5	31	0.23	16.6	1.1	1.1

sas seleccionadas fue medida en las praderas de *B. repens*, en tres novillas fistuladas ruminalmente y tres sin fistular, utilizando la técnica de isótopos naturales de carbono  $^{12}\text{C}$  y  $^{13}\text{C}$ , determinando las proporciones de plantas  $\text{C}_3$  y  $\text{C}_4$  en muestras fecales obtenidas en cada período de evaluación, expresado como  $\delta^{13}\text{C}$ , metodología basada en el hecho que las leguminosas son de ciclo fotosintético  $\text{C}_3$  y su  $\delta^{13}\text{C}$  varía entre  $-20\text{‰}$  y  $-35\text{‰}$ ; y las gramíneas tropicales tienen un ciclo fotosintético  $\text{C}_4$  y su  $\delta^{13}\text{C}$  varía entre  $-14\text{‰}$  y  $-16\text{‰}$ ; en consecuencia los residuos en la heces se aproximan a los valores de la pradera consumida (Jones et al., 1979).

Las muestras de heces de seis novillas y el forraje, fueron recolectadas a los 7, 10, 13, 16 y 19 días de cada período de pastoreo. Las muestras fueron molidas según procedimiento planteado por Rondon y Tomas (1994) y procesadas mediante la técnica de Ludlow et al. (1976). Las muestras de heces y MS se procesaron en el laboratorio de isótopos estables del CIAT. La proporción de leguminosas en la dieta fue calculada usando la ecuación de Jones et al. (1979):

$$\text{Leguminosas (\%)} = 100 \times \frac{\text{Gi (Fc-Gc)}}{\text{Li(Lc- Fc) + Gi (Fc-Gc)}}$$

donde:

$G_i$  = 100 - DIVMS de la gramínea

$L_i$  = 100 - DIVMS de la leguminosa

$F_c$  = ( $\delta^{13}\text{C}$  heces)

$G_c$  = ( $\delta^{13}\text{C}$  gramínea) - 1

$L_c$  = ( $\delta^{13}\text{C}$  leguminosa) - 1

Los datos fueron analizados estadísticamente usando el análisis de varianza y los resultados de selectividad animal fueron analizados con el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = u + P_i + C_j + PC(ij) + \epsilon_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = variable observada en la interacción de época y período.

$u$  = media general.

$P_i$  = efecto debido a la época.

$C_j$  = efecto debido al período  $j$ .

$PC(ij)$  = efecto de la interacción época  $i$  y el período  $j$ .

$\epsilon_{ijk}$  = error experimental asociado al tratamiento  $i$ , época  $j$  y al período  $k$ .

**Evaluación de consumo voluntario.** La determinación del consumo voluntario se realizó indirectamente, utilizando como marcador externo el cloruro de iterbio ( $\text{YbCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) suministrado en

dosis diaria a 8 novillas vía fistula ruminal, en las épocas de lluvia y sequía. Se utilizó una solución de 0.2 g de  $\text{YbCl}_3$ /ml (4 g de iterbio) por cada 100 kg de PV para saturar la digesta. Las muestras de heces se recolectaron del recto a las 8 a.m. y 5 p.m., durante siete días de cada época de evaluación (14 días).

Las muestras se conservaron en congelación y posteriormente se secaron a  $60^\circ\text{C}$  por 48 horas y se molieron en un molino Wiley utilizando un tamiz de 1 mm. El análisis de la concentración de Yb se determinó calcinando 1 g de muestra a  $550^\circ\text{C}$  durante 3 horas y las cenizas obtenidas se sometieron a digestión por 24 horas con una solución ácida al 25% de  $\text{HNO}_3$  y  $\text{HCl}$  en relación 2:1. El hidrolizado se filtró llevándolo a un volumen de 50 ml, tomando una alícuota de este volumen para la determinación de Yb por espectrofotometría de absorción atómica (Lascano, 1979).

La medida de la excreción fue estimada usando la siguiente ecuación:

$$\text{Excreción fecal (g/día de MS)} = \frac{\text{g Yb suministrados / día}}{\text{g Yb / g de heces (MS)}}$$

Para estimar el consumo voluntario (CV) se utilizó la siguiente expresión:

$$\text{CV (kg/día de MS)} = \frac{\text{Excreción fecal (kg/día)}}{100 - \text{Digestibilidad de la MS}}$$

**Contenido ruminal (CR).** Con el propósito de cuantificar el contenido ruminal como medida directa del consumo, se procedió a realizar observaciones etológicas durante tres días para determinar las horas de mayor pastoreo; éstas se presentaron en la mañana de las 7 a las 9 horas y en la tarde de las 15 a las 18 horas. Después de la hora de pastoreo las novillas se sometían al vaciado manual total del rumen.

El CR fue medido en dos épocas, cuatro períodos y cuatro novillas canuladas ruminalmente. Éstas se pesaban con y sin CR, posteriormente se pesó el CR y finalmente se homogeneizó, recolectando una muestra de 1 kg para análisis de MS. El remanente de la digesta fue restituido a cada novilla experimental (Hess et al., 1995).

#### Caracterización productiva de las praderas

**Producción estacional de materia seca.** El forraje en oferta de cada uno de los tra-

tamientos se determinó mediante muestreos al inicio de cada período de pastoreo, cortando cinco muestras al azar con un marco de  $0.25 \text{ m}^2$  ( $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$ ), cosechando las plantas manualmente. La biomasa obtenida en cada muestra se separó en sus componentes (gramínea, leguminosas y otras) y se apartaron 500 g de cada material para los análisis de laboratorio, según la técnica descrita por la FAO (1996).

**Manejo de praderas y producción animal.** Para la evaluación de la producción animal en las praderas de *B. repens* y *B. pertusa*, se utilizó pastoreo alterno con períodos de descanso y ocupación de 28:28. Al inicio del ensayo y al final de cada período de ocupación se pesaron las novillas con ayuno de 12 horas para establecer las ganancias diarias. Se utilizaron cargas animales de 0.5 UA/ha (UA= 400 kg) y 1 UA/ha para *B. repens* y *B. pertusa*, respectivamente.

#### Análisis estadístico

En los análisis de producción de MS, composición química, digestibilidad de la materia seca, vaciado ruminal, consumo e incremento de peso vivo se utilizó un diseño completamente al azar, donde los tratamientos estaban constituidos por el factorial de praderas por épocas y períodos de muestreo, según el modelo matemático siguiente:

$$Y_{ijk} = u + P_i + C_j + PC(ij) + Rk(j) + (P \times R)_{ik(j)} + \epsilon_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = variable observada en la interacción de pradera, época y período.

$u$  = media general.

$P_i$  = efecto debido a la pradera.

$C_j$  = efecto debido a la época  $j$ .

$PC(ij)$  = efecto de la interacción pradera  $i$  y la época  $j$ .

$Rk(j)$  = Efecto de la interacción del período  $k$  y la época  $j$ .

$(P \times R)_{ik(j)}$  = efecto de la interacción del tratamiento  $i$  por el período  $k$ , dentro de la época  $j$ .

$\epsilon_{ijk}$  = error experimental asociado al tratamiento  $i$ , época  $j$  y al período  $k$ .

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y, para evaluar las diferencias de las medias entre los tratamientos, se empleó la prueba de comparación de Tukey mediante SAS (1998).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para determinar si existen factores fisicoquímicos del suelo que estén favoreciendo la invasión de *B. pertusa* se recolectaron 26 muestras de suelos de 10 fincas vecinas a la hacienda Pacandé, analizando 16 variables (pH, MO, P, S, CIC, Se, Ca, Mg, K, Na, CICE, Fe, Cu, Mn, Zn y B). Se realizó análisis de varianza a los tratamientos conformados por la proporción de los componentes *B. repens* y *B. pertusa* en las praderas (0:100; 10:90; 20:80; 50:50; 100:0; 80:20 y 90:10), no existiendo diferencias ( $P>0.05$ ) entre tratamientos para las variables. Teniendo en cuenta estos resultados, el poder de invasión de la especie *B. pertusa*, posiblemente está asociado con sus mecanismos de reproducción sexual y asexual (Mcivor et al., 1996) o con procesos bioquímicos de inhibición de la germinación y crecimiento de plantas adyacentes como lo sugieren Hussain et al. (1982).

## Caracterización morfoagronómica

En la producción de MS por órgano la especie *B. pertusa* presentó el mayor peso de hojas y tallos con valores de 0.62 y 0.85 g MS/planta respectivamente, mientras *B. repens* presentó 0.24 y 0.23 g MS/planta ( $P<0.01$ ). El 37.31% del peso total de la planta en *B. repens* corresponde a las hojas en la época de lluvias y en sequía el 38.33%, superando ( $P<0.01$ ) a *B. pertusa* con valores de 34.75% y 14.76% en las épocas de lluvia y sequía respectivamente. Reporte similar presentaron Stritzler et al. (1986) encontrando valores de 20.46% para hoja y 79.54% para tallo en *Bothriochloa intermedia*. El peso de la raíz fue menor ( $P<0.01$ ) en la gramínea *B. repens* (0.16 g MS/planta) comparándola con *B. pertusa*. (0.62 g MS/planta). De acuerdo a lo anterior, la especie *B. repens*

presenta una mejor relación hoja/tallo, característica que posiblemente favoreció el consumo de forraje.

En las leguminosas los pesos promedio por planta en sequía fueron superiores en *S. scabra* (6.02 g) frente a *T. cinerea* (3.06 g) y *D. barbatum* (2.96 g) ( $P<0.01$ ). Las mejores respuestas en *S. scabra* posiblemente estén asociadas a su mayor capacidad de producción de forraje en suelos con bajos contenidos de fósforo (Jones, 1990). En la época de lluvia las hojas representaron un promedio de 24.39% del peso de la planta y un 37.95% del peso del tallo. En la época de sequía los mejores resultados en producción de hojas, expresados como % de MS de la planta total, fueron para *D. barbatum* con 31.81%, similar a *S. scabra* con 30.31% y superando a *T. cinerea* que representó un valor de 18.79% ( $P<0.01$ ). El peso de los tallos fue similar ( $P>0.05$ ), alcanzando un 35.47% promedio del peso seco de la planta.

El porcentaje de hojas reportado en esta investigación para *S. scabra* es inferior al conseguido por Jones et al. (2000). Se resalta el mayor peso de la raíz que obtuvo en *T. cinerea* con un 47.97% ( $P<0.01$ ) del peso seco de la planta, situación que le permitió permanecer más tiempo con forraje verde en la época de sequía que todas las demás especies evaluadas.

## Evaluación agronómica de gramíneas (ERB)

En la Tabla 2, se presentan los valores promedios de la evaluación agronómica y química de *B. repens* y *B. pertusa* en los períodos de mínima y máxima precipitación evaluados a los 14, 28, 42 y 56 días de rebrote.

Las mayores alturas ( $P<0.01$ ) fueron obtenidas por la especie *B. pertusa* con valores que oscilaron entre 17.13 cm y 27.26 cm para las épocas de mínima y máxima precipitación, respectivamente, valores superiores a los reportados por Menéndez et al. (1980) quienes obtuvieron para *B. pertusa*, a los 42 días de rebrote y en la época de sequía, un valor promedio de 9.0 cm. Así mismo, Marieta y Britton (1989) reportan a los 30 días valores que oscilaron entre 9.0 y 6.75 cm en *Bothriochloa intermedia*, *Bothriochloa ischaemum* y *Bothriochloa caucásica*, inferiores al promedio de 16.09 cm obtenido en *B. pertusa* en las dos épocas.

En una evaluación de siete accesiones de *B. pertusa* Hall y Walker (1994), reportan valores diferentes entre accesiones, observando alturas entre 58 cm (cv. Bowen) y 79 cm (cv. Capella) demostrando la variabilidad del germoplasma de *B. pertusa* descrita por Bisset (1980). Por otra parte, Marieta y Britton (1989) reportan valores en *Bouteloua curtipendula* de 6.75 cm inferiores a los obtenidos en *B. repens* (8.13 cm).

La especie *B. repens* se destacó por presentar las mayores coberturas en los períodos evaluados con porcentajes que oscilaron entre 75, 100% y 81.66, 93.3% para lluvia y sequía respectivamente ( $P<0.01$ ), con excepción de los 42 días de rebrote en época de máxima precipitación, donde *B. pertusa* logro cubrir toda el área 100% ( $P<0.01$ ), valor similar al reportado por Menéndez et al. (1980).

Con excepción de los 56 días de rebrote en la época de sequía ( $P>0.06$ ), la mayor producción de MS la obtuvo *B. pertusa* ( $P<0.01$ ) con rendimientos a los 42 y 56 días de 1.16 y 1.97 t ha<sup>-1</sup> para la época de sequía y lluvia respectivamente, promedios que están por debajo del máximo rendimiento reportado por

**Tabla 2.** Producción y composición química del forraje de gramíneas en dos épocas de precipitación. Finca Pacandé (Saldaña, Tolima).

Días de rebrote	Época de máxima precipitación								Época de mínima precipitación							
	14		28		42		56		14		28		42		56	
Variables	<i>B. repens</i>	<i>B. pertusa</i>	<i>B. repens</i>	<i>B. pertusa</i>	<i>B. repens</i>	<i>B. pertusa</i>	<i>B. repens</i>	<i>B. pertusa</i>	<i>B. repens</i>	<i>B. pertusa</i>	<i>B. repens</i>	<i>B. pertusa</i>	<i>B. repens</i>	<i>B. pertusa</i>	<i>B. repens</i>	<i>B. pertusa</i>
Altura (%)	6,5b	16 a	10,5b	21,1a	9,6b	25,8a	11,0b	27,2a	5,0b	12,6a	5,7b	11,0a	5,0b	13,8a	5,6b	17,1a
Cobertura (%)	100a	75b	100a	86,6b	81,6b	100a	100a	71,6b	99,3a	91,6b	93,3a	91,6b	86,6a	81,6b	93,3a	86,6b
Ms (t ha <sup>-1</sup> )	0,20b	0,32a	0,38b	0,85a	0,56b	1,34a	0,72b	1,97a	0,18b	0,71a	0,45b	0,64a	0,45b	1,16a	0,50a	0,70a
PC (%)	5,8b	8,7a	5,4b	7,7a	4,8b	7,3a	4,3b	7,0a	4,5b	5,6a	4,2b	5,3a	3,8b	4,7a	3,3b	4,4a
Lignina (%)	6,4a	4,7b	6,5a	6,9 a	8,9a	7,0b	8,0a	6,7a	7,2 a	7,0a	8,7a	6,0a	6,4b	7,2a	11,2a	10,3b
Celulosa (%)	25,6a	19,6b	27,9a	23,3b	28,9a	23,5b	26,3a	23,8b	25,7a	22,9b	24,2a	21,5b	28,5a	22,1b	28,2a	22,5b

Promedios con letra igual no difieren según la prueba de Tukey.

Sierra et al. (1986) y Bedoya et al. (1983) a los 42 días de rebrote (3.38 t/ha de MS). Se observó que *B. pertusa* presentó un desarrollo inicial lento alcanzando su máxima producción a los 42 y 56 días en lluvia y sequía, característica similar a la reportada por estos autores. Cuadrado et al. (1996), reportó, rendimientos que fueron superiores comparados con la época de lluvia pero inferiores a los obtenidos en esta investigación en la época de sequía.

En las gramíneas se observó que a medida que aumenta la edad, la proteína disminuyó ( $P < 0.01$ ), *B. pertusa* obtuvo los mayores contenidos de proteína en los dos periodos de evaluación, superando a *B. repens* especie que reportó valores inferiores del 6% en todos los periodos de evaluación, los mayores porcentajes obtenidos en *B. pertusa* fueron a los 14 días en lluvia y sequía con promedios de 8.78% y 5.66%, estos resultados concuerdan con los reportes de Sierra et al. (1996) y Menéndez et al. (1980), aunque inferiores a los reportados por Cuadrado et al. (1996) con valores de 9.84 y 11.35% para las semanas 3 y 6 de evaluación.

Caso contrario lo exhibió *B. repens* en los contenidos de celulosa, presentando los mayores valores en todas las épocas evaluadas con promedios que fluctuaron entre 25.69 - 28.99% en la estación lluviosa, y entre 24.22 - 28.59% para la sequía ( $P < 0.01$ ). La calidad del forraje disminuyó con la edad presentándose variaciones en los contenidos de lignina entre las épocas, entre los días de rebrote y entre las especies ( $P < 0.01$ ). Así, en la época de lluvia se observó que *B. repens* mostró los mayores valores promedios ( $P < 0.01$ ) a los 42 días con 8.94%. En la época de sequía, a los 42 días, los mayores valores de lignina los presentó *B. pertusa* con 7.23%, promedios similares a los reportados por Cuadrado et al. (1996). A los 56 días, *B. repens* presentó los mayores valores promedios de lignina con 11.27% ( $P < 0.01$ ).

En esta investigación se observó una relación directa entre la precipitación y la producción de MS; en efecto, en la época seca *B. pertusa* disminuyó su oferta de MS en 24.7, 13.4 y 60.46% para los 28, 42 y 56 días, respectivamente, comparado con la época de máxima precipitación. No obstante, en sequía, *B. repens* mantuvo estable el rendimiento de MS hasta los 42 días de rebrote, disminuyendo en un 30.55% a los 56 días. De igual manera, se observó que el efecto de la menor precipitación se reflejó

en mayores contenidos de lignina en *B. repens* con 32.42% a los 28 días, situación que no se presentó en *B. pertusa*, especie que mantuvo sus porcentajes. Por otra parte, los porcentajes de PC se vieron disminuidos en 22.2 y 30.8% para *B. repens* y *B. pertusa* a los 28 días, respectivamente.

#### Caracterización agronómica de las praderas

La disponibilidad de forraje cambió con el tipo de pradera ( $P < 0.05$ ), la época y el período ( $P < 0.01$ ). En la época de lluvia, dependiendo del período de pastoreo y del potrero, la producción fluctuó entre 425 y 1.474 kg·ha<sup>-1</sup>MS en *B. repens* y entre 452 y 1.784 kg·ha<sup>-1</sup>MS en *B. pertusa*. La producción promedio de la pradera de *B. pertusa* 1.154,33 kg·ha<sup>-1</sup>MS superó ( $P < 0.01$ ) a la producción de biomasa de *B. repens* que fue 886.67 kg·ha<sup>-1</sup>MS.

La mayor producción de forraje en la época de lluvias la obtuvo *B. pertusa* en el segundo período con 1.784 kg·ha<sup>-1</sup>MS superando a todos los demás periodos de *B. repens* ( $P < 0.01$ ). Estos resultados obtenidos en *B. pertusa* concuerdan con los reportes de González y Ortega (1986), quienes lograron producciones entre 902 y 2.640 kg·ha<sup>-1</sup>MS; adicionalmente, observaron que *B. pertusa* no responde a la fertilización nitrogenada o fosfórica. Singh y Yadava (1974) indican, de igual manera, que *B. pertusa* alcanza una producción anual de 2.617 kg·ha<sup>-1</sup>MS; no obstante, Oakes (1969) reporta producciones hasta de 13.440 kg·ha<sup>-1</sup>MS en las Islas Vírgenes.

El aporte en MS de las leguminosas *S. scabra*, *T. cinerea* y *D. barbatum* a la biomasa de las praderas de *B. repens*, fue en promedio de 200 kg·ha<sup>-1</sup>MS. El porcentaje de leguminosas en las praderas de *B. repens* fue de 24, 14 y 31%, para el primero, segundo y tercer pastoreo, mientras que en *B. pertusa* no se encontraron leguminosas.

Durante los periodos de pastoreo en la época de sequía, la MS disponible en *B. repens* fluctuó entre 519 y 1.328 kg·ha<sup>-1</sup>MS y en *B. pertusa* entre 1.008 y 1.460 kg·ha<sup>-1</sup>MS. La mayor producción promedio de la época, la obtuvo *B. pertusa* con 1.335 kg·ha<sup>-1</sup>MS superando a *B. repens* con 825.2 kg·ha<sup>-1</sup>MS ( $P < 0.01$ ). Se observó claramente el efecto de la disponibilidad de lluvia sobre la producción de forraje, con una reducción progresiva en el forraje disponible durante la sequía en prade-

ras de *B. repens*, mientras que *B. pertusa* no mostró un efecto tan marcado.

En el primer período de la época seca, se logró el mayor promedio de la oferta de forraje con 1.386,5 kg·ha<sup>-1</sup>MS que superó los periodos tercero y cuarto ( $P < 0.01$ ). La pradera de *B. pertusa* logró la mayor producción forraje (1.460 kg·ha<sup>-1</sup>MS) mayor que la de *B. repens* en todos los periodos de sequía ( $P < 0.01$ ).

La participación de las leguminosas principalmente las especies *S. scabra* y *T. cinerea* fue de 54.86 kg·ha<sup>-1</sup>MS, correspondiente al 11% del aporte de la gramínea asociada. Estas leguminosas se caracterizaron por su extremada resistencia a la sequía, buenos contenidos de proteína y minerales y altas DIVMS; reportes similares se encuentran en la literatura mundial para *S. scabra*, aunque se menciona cierta susceptibilidad a *Colletotrichum* (Hall, 1979; Hall et al., 1995; Edye y Grof, 1983; Edye et al., 1984; Anon, 1990); desafortunadamente, no existen reportes en producción y calidad del forraje de *T. cinerea*. En general, el porcentaje de leguminosas en la oferta de forraje fue de 28, 12, 11 y 9% para los cuatro periodos consecutivos. Por lo anterior, la hipótesis que la pradera de *B. repens* permite un mayor desarrollo de las leguminosas nativas se demostró en esta investigación.

#### Oferta de forraje en pastoreo

La oferta de forraje (kg de materia seca por 100 kg de peso vivo: kg MS·100 kg<sup>-1</sup>PV) en *B. pertusa* osciló entre 1.9 y 7.9 kg MS·100 kg<sup>-1</sup>PV en la época de lluvias, y de 3.8 a 5.9 kg MS·100 kg<sup>-1</sup>PV para la época de sequía. En el caso del *B. repens*, la oferta de forraje en la época de lluvias fluctuó entre 4.1 y 14.6 kg MS·100 kg<sup>-1</sup>PV y entre 4.5 y 12.1 kg MS·100 kg<sup>-1</sup>PV para la sequía.

Bajas ofertas de forraje (menos de 2 kg MS·100 kg<sup>-1</sup>PV en el caso de *B. pertusa*), determinaron bajas ganancias de peso; de igual manera, altas ofertas de forraje (más de 6 kg MS·100 kg<sup>-1</sup>PV para *B. pertusa* y más de 5 kg MS·100 kg<sup>-1</sup>PV en *B. repens*), ocasionaron bajas ganancias de peso corporal porque el forraje se lignifica reduciendo la posibilidad de seleccionar el forraje por parte del animal (Minson, 1990).

Durante el período experimental no se introdujeron o removieron novillas de las praderas, por lo que el aumento en la carga se atribuye al crecimiento de los animales; en *B. pertusa* el incremento

fue de 0.95 a 1.11 UGG/ha y en *B. repens* de 0.39 a 0.52 UGG/ha (1 UGG = 400 kg de PV). Por lo anterior, mantener un número fijo de animales/ha en las praderas de *B. pertusa* es un criterio poco eficiente de utilización del potencial productivo de las mismas, pues las cargas deben estar relacionadas con la disponibilidad de forraje; sin embargo, el número constante de animales es un sistema de fácil aplicación en la práctica y no sólo un ejercicio académico (Jones, 1997).

### Caracterización nutricional de especies forrajeras

**Caracterización química.** La composición química de las gramíneas y leguminosas en las praderas de *B. pertusa* y *B. repens* se observa en las Tablas 3 y 4.

**Proteína cruda (PC).** Los valores de PC, tanto las gramíneas como en leguminosas, se encontraron en relación directa con la precipitación. En las gramíneas los promedios de PC en la época de lluvia fueron mayores ( $P<0.01$ ) que en

sequía, con valores de 11% y 4.75% para *B. pertusa* y de 8.95% y 5.45% para *B. repens*, respectivamente. Los porcentajes de PC de *B. pertusa*, decayeron marcadamente en la época de sequía, con pérdidas del 41.7%.

En la época de lluvias los contenidos de PC en *B. pertusa* superan ( $P<0.01$ ) a los promedios de *B. repens*, respuestas similares a las obtenidas por Hall y Walker (1994) y Jones (1997), quienes reportan valores entre 10.31 y 10.43% en *B. pertusa*, para las épocas de lluvia durante tres años de evaluación. Adicionalmente, los valores obtenidos en la época de sequía son similares a los reportes de Martín (1998) alcanzando un promedio de 6.92% en 5 especies de *Bothriochloa* y con rangos entre 2.1 a 10.2%. Igualmente, estos resultados concuerdan con los valores descritos por Chamorro et al. (2002) con 3.8% de PC, en monocultivo e inferiores a los contenidos presentado por *B. pertusa* en asocio con *L. leucocephala* (6.0%) y a los reportes de Sierra et al. (1986) con 8.3% de PC.

En las leguminosas, los promedios indican que la mayor concentración de PC fue para *T. cinerea* con 20.58%, seguido de *S. scabra* con 16.85% y *D. barbatum* con 12.48% ( $P<0.001$ ). Valores superiores a los reportados por Chamorro et al. (1996) con promedios de 15.31, 11.75 y 15.38% para *S. scabra*, *T. cinerea* y *D. barbatum* respectivamente. Jones et al. (2000) reportan un valor del 17.75% para *S. scabra* similar al obtenido en esta investigación; esta característica, unida a su resistencia a la sequía y buena palatabilidad de *S. scabra*, la han llevado a ser una de las leguminosas más utilizadas en el trópico semiárido de Australia, con una producción aproximada de 40 toneladas (Walker y Weston, 1990; Jones y Kerr, 1993; The Late et al., 1994; Coates, 1996).

La especie *T. cinerea* presentó los promedios más altos de PC en las épocas de lluvia y sequía, con 19.45% y 21.7%, comparados con las otras especies ( $P<0.001$ ). El promedio de PC en sequía fue superior al de lluvia, característica importante como especie forrajera nativa del bosque seco tropical. Estas leguminosas presentaron mayores porcentajes de PC al inicio que al final de sequía, excepto *T. cinerea* que presentó el mayor contenido de PC al final de la sequía con 24.1%, respuesta posiblemente asociada con su gran desarrollo radicular.

**Fibra en detergente neutro (FDN).** En *B. repens* los promedios indican que los mayores contenidos de FDN ( $P<0.05$ ) se

**Tabla 3.** Composición química, digestibilidad y degradabilidad efectiva de la MS.

	Períodos	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	Lignina (%)	DIVMS (%)	DEF (%)
<i>B. repens</i>	Inicio Lluvia	9.4	65.1	30.6	5.3	68.7	33.3
	Final Lluvia	8.5	66.9	31.7	5.5	61.3	36.2
	Inicio Sequía	6.8	68.4	35.3	6.2	50.9	30.2
	Final Sequía	4.1	70.4	36.8	5.8	47.3	27.7
<i>B. pertusa</i>	Inicio Lluvia	9.7	60.9	30.7	3.8	74.9	43.6
	Final Lluvia	12.3	65.5	31.4	4.0	71.3	37.6
	Inicio Sequía	5.1	68.3	35.9	4.7	72.0	34.2
	Final Sequía	4.0	69.9	37.9	4.9	67.7	37.7
Fuentes de variación	Especie	ns	**	**	**	***	***
	Época	***	***	***	***	***	***
	Período (época)	***	-	***	***	**	***
	Especie*época	*	***	***	ns	***	ns
	Especie*período (época)	ns	ns	**	***	ns	***

\*= Diferencias significativas ( $P<0.05$ ); \*\*= Diferencias significativas ( $P<0.01$ ); \*\*\*= Diferencias altamente significativas ( $P<0.001$ ); ns= diferencias no significativas ( $P>0.05$ ).

**Tabla 4.** Composición química, digestibilidad y degradabilidad efectiva de la MS de leguminosas en las praderas experimentales.

	Períodos	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	Lignina (%)	DIVMS (%)	DEF (%)
<i>S. scabra</i>	Inicio Lluvia	16.3	29.0	20.3	6.8	81.7	41.4
	Final Lluvia	18.5	27.2	20.6	6.6	81.7	43.1
	Inicio Sequía	16.7	31.2	19.1	5.8	68.9	33.6
	Final Sequía	15.9	33.6	29.6	6.8	65.9	27.5
<i>T. cinerea</i>	Inicio Lluvia	18.7	31.7	20.4	6.4	92.4	45.0
	Final Lluvia	20.2	27.9	18.7	5.4	90.6	44.5
	Inicio Sequía	19.3	33.8	21.9	7.1	80.3	45.7
	Final Sequía	24.1	31.1	17.9	5.5	75.0	41.2
<i>D. barbatum</i>	Inicio Lluvia	13.2	34.8	24.4	7.6	92.5	39.4
	Final Lluvia	12.2	35.4	27.0	8.0	75.7	35.5
	Inicio Sequía	12.3	37.7	29.8	10.6	71.7	40.7
	Final Sequía	12.2	44.3	32.9	10.4	65.8	42.8
Fuentes de variación	Especie	*	**	***	***	***	***
	Época	***	***	***	***	***	***
	Período(época)	***	-	***	***	**	***
	Especie*época	*	***	***	ns	***	ns
	Especie*período (época)	ns	ns	**	***	***	***

\*= Diferencias significativas ( $P<0.05$ ); \*\*= Diferencias significativas ( $P<0.01$ ); \*\*\*= Diferencias altamente significativas ( $P<0.001$ ); ns= diferencias no significativas ( $P>0.05$ ).

**Tabla 5.** Composición mineral en cuatro épocas de *B. pertusa* y *B. repens*.

Especie	Época	Ca (%)	P (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	S (%)	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm
<i>B. pertusa</i>	Inicio lluvia	0.19	0.18	0.19	1.71	0.02	0.04	306	87	17	108
	Final lluvia	0.18	0.10	0.17	0.78	0.02	0.02	175	143	13	45
	Inicio sequía	0.21	0.08	0.13	0.63	0.02	0.02	151	55	12	52
	Final sequía	0.17	0.07	0.11	0.42	0.01	0.02	401	66	10	46
<i>B. repens</i>	Inicio lluvia	0.18	0.07	0.15	0.53	0.01	0.02	247	145	12	39
	Final lluvia	0.16	0.07	0.13	0.61	0.01	0.02	138	109	12	42
	Inicio sequía	0.23	0.11	0.11	0.42	0.02	0.03	577	72	11	45
	Final sequía	0.25	0.07	0.11	0.26	0.01	0.02	1.703	155	12	48

presentaron en la época de sequía con 69.4%. Igual tendencia se presentó en *B. pertusa* ( $P<0.01$ ) con valores promedio de 69.1% y 63.2%, para las épocas de sequía y lluvia.

Los promedios de FDN de *B. repens* en lluvia (66%) superaron ( $P<0.01$ ) a los porcentajes de FDN de *B. pertusa* (63.2%). Estos valores se incrementaron por efecto de la menor disponibilidad de agua, en mayor grado en *B. pertusa* con respecto a *B. repens* (10% y 3.77%, respectivamente), no reportándose diferencias entre especies ( $P>0.05$ ) para los promedios de FDN en la época seca.

En las leguminosas los promedios indican, que los menores porcentajes en la época de lluvia y sequía fueron para *S. scabra* y *T. cinerea* con 28.1%; 29.8% y 32.4%; 32.45%, respectivamente, superando ( $P<0.01$ ) a *D. barbatum*. Las leguminosas presentaron menores porcentajes de FDN durante la época de lluvia ( $P<0.001$ ). Valores inferiores a los reportados por Chamorro et al. (1996) con promedios de 60.33, 68.31 y 64.54% para *S. scabra*, *T. cinerea* y *D. barbatum*, respectivamente. S resalta el bajo porcentaje de FDN de *S. scabra*, muy inferior al 59.3% reportado por Rhodes y Uden (1998)

**Fibra en detergente ácido (FDA).** En las gramíneas, *B. pertusa* presentó los menores porcentajes de FDA al inicio de las lluvias que al final de sequía, con valores de 30.7% y 37.9% ( $P<0.01$ ), situación similar a la presentada en *B. repens*. Al final de sequía, los porcentajes de FDA para *B. pertusa* y *B. repens* fueron mayores, con valores de 36.8% y 37.9% comparados con el inicio de sequía con 35.3% y 35.9% ( $P<0.01$ ), respectivamente. El promedio de FDA de *B. repens* al inicio de sequía fue mayor al valor de *B. pertusa* ( $P<0.05$ ). En las leguminosas, el menor porcentaje de FDA se presentó

en *T. cinerea* con 19.55%, seguido por *S. scabra* con 20.45%, superando al promedio de *D. barbatum* del 35.1% ( $P<0.01$ ). Valores inferiores a los reportados por Chamorro et al. (1996) con promedios de 42.11, 46.66 y 42.43% para *S. scabra*, *T. cinerea* y *D. barbatum* respectivamente y a los reportados en *S. scabra* por Jones et al. (2000). Nuevamente es importante destacar el bajo porcentaje de FDA de *S. scabra* comparado con el 48.9% reportado por Rhodes y Uden (1998).

**Lignina.** La lignina fue mayor ( $P<0.01$ ) al inicio y final de sequía en *B. repens* que en *B. pertusa*, con promedios de 6.2 y 5.8%. El efecto de la menor humedad del suelo repercutió en *B. pertusa*, generando un incremento del 23% en el contenido de lignina y 11% de incremento en *B. repens*.

En leguminosas, el menor porcentaje de lignina se presentó en *T. cinerea* con 6.1%, seguido por *S. scabra* con 6.5% y el mayor valor lo presentó *D. barbatum* con 10.5% ( $P<0.01$ ). Los menores porcentajes se alcanzaron en la época de lluvia, en donde *T. cinerea* obtuvo el menor valor 5.9 %, seguido de *S. scabra* con 6.7% y *D. barbatum* con 7.8% ( $P<0.01$ ). En la época de sequía los menores valores los presentaron *T. cinerea* y *S. scabra* con un valor promedio de 6.3%. La lignina en *S. scabra* es muy inferior a 10.1% reportado por Rhodes y Uden (1998).

**Cenizas.** Los niveles de cenizas en las gramíneas evaluadas tuvieron fluctuaciones dependiendo de la época; los valores fueron: *B. pertusa* (9.16% - 10.80% y 10.18% - 10.61%); *B. repens* (9.61% - 8.60% y 13.65% - 17.02%) al inicio y al final de las épocas de lluvia y sequía. En las leguminosas: *T. cinerea* (10.51% - 11.80% y 9.67% - 10.62%); *S. scabra* (6.38% - 8.87% y 5.32% - 5.56%), *D. barbatum* (8.89% - 7.19% y 8.02% - 10.49%), para

los períodos de inicio y final de lluvias y sequía respectivamente.

Como se puede observar en la Tabla 5, en la especie *B. pertusa* los porcentajes de Ca, P, Mg, K, Na, Mn, Cu y Zn descienden a medida que disminuye la precipitación, únicamente el hierro se incrementa inversamente con la pluviosidad. Las concentraciones de P en *B. pertusa* en las dos épocas coinciden con las medias reportadas por Hall y Walker (1994), sin embargo Jones (1997) reporta valores superiores de P (0.22%), K (2.10%), S (0.12%), Ca (0.46%) y Mg (0.25%); solamente el nivel de Na fue inferior al reportado en esta investigación con 0.015%. Se deben relieves los altos niveles de Ca y K; el autor menciona que general las hojas de *B. pertusa* presentan mayores contenidos de minerales que otras gramíneas. En la especie *B. repens* se presenta una situación diferente a la anterior, pues el 60% de los minerales evaluados se incrementaron con el descenso de la humedad del suelo: P, Mg K y S disminuyeron directamente con la precipitación.

**Taninos condensados (TC).** Uno de los metabolitos secundarios que incide directamente en la respuesta zootécnica de los bovinos en pastoreo son los taninos condensados presentes principalmente en las leguminosas. Los valores de taninos fluctuaron con la época y la especie. En las praderas de *B. repens*, los mayores valores surgen en los períodos de inicio y final de lluvia y sequía se reportaron en la especie *D. barbatum* (13.62%, 16.15% y 10.99%, 4.52%), seguida de *T. cinerea* (1.40%, 2.94% y 4.87%, 0.76%); los menores niveles se presentan en *S. scabra*, especie de mayor distribución en las praderas (2.28%, 1.85% y 1.36%, 1.31%). Los taninos pueden "encapsular" la proteína de la dieta y retrasar la fermentación en el rumen (Barahona et al., 1997; Carulla y

Pabón, 2004) y perjudicar así la actividad microbiana por deficiencia de amonio (Salunkhe et al., 1989), los niveles en las leguminosas experimentales están considerados de bajos a altos.

*Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS).* Los mayores porcentajes se presentaron en *B. pertusa* ( $P < 0.01$ ), tanto en lluvia como en sequía, con valores de 73.1% y 69.85%. Al comparar la DIVMS en los periodos de evaluación, los porcentajes fueron superiores ( $P < 0.05$ ) al inicio de lluvia tanto en *B. pertusa* como en *B. repens*, con valores en sequía de 68.7% y 74.9% respectivamente, efecto posiblemente asociado a menor lignificación de la pared celular. Estos valores fueron superiores a los reportados por Jones (1997) con 50.3%.

Se presentó una relación directa entre la disponibilidad de agua y la DIVMS para las gramíneas: los valores promedios en *B. repens* de la época de sequía decrecieron marcadamente en 32%, situación que no ocurrió en *B. pertusa* especie que sólo descendió en 4.65%. Esta respuesta posiblemente se asocia con un mayor porcentaje de proteína y un menor contenido de lignina en *B. pertusa*.

En las leguminosas, la mayor DIVMS se presentó en *T. cinerea* con 84.6% ( $P < 0.01$ ), valor superior al reportado por Chamorro et al. (1996), quienes alcanzaron porcentajes de 48.79% para *T. cinerea*.

En la época de lluvia y sequía *T. cinerea* presentó los promedios más altos de la DIVMS con 91.5% y 77.7% ( $P < 0.01$ ). Todas las especies presentaron mayores porcentajes de DIVMS al inicio de lluvia destacándose, *D. barbatum* y *T. cinerea* que consiguieron los mayores promedios con 92.5% y 92.4%, respectivamente. Al final de la sequía se presentaron los menores valores con 65.9%, 65.8 y 75% para *S. scabra*, *D. barbatum* y *T. cinerea*, respectivamente ( $P < 0.01$ ). Cuando las gramíneas y las leguminosas alcanzaron su madurez fisiológica experimentaron cambios en su calidad nutricional y el más destacado es el aumento en la concentración de los carbohidratos estructurales de la pared celular reduciendo su digestibilidad.

*Degradabilidad efectiva de la materia seca (DEF).* Al determinar la DEF con un ( $K_p$ ) del 4%, el análisis de varianza muestra que los efectos de la especie, época, período dentro de época y las interaccio-

nes entre especie por período dentro de época, presentan diferencias altamente significativas ( $P < 0.001$ ). El mayor porcentaje de la DEF lo presentó *B. pertusa* con 38.34%, superando el promedio de *B. repens* con 31.90%. Como era de esperarse, los mayores valores se obtuvieron al inicio y final de lluvia con un 38.54% y 36.92%, entre los cuales no se presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ), pero superan los porcentajes de los periodos de inicio y final de sequía (32.76 y 32.26%).

En leguminosas el mayor valor de la DEF fue para *T. cinerea* con 44.14%, seguido de *D. barbatum* con 39.62% y *S. scabra* con 36.41% ( $P < 0.001$ ). En las épocas de lluvia y sequía, se alcanzaron niveles de la DEF de 41.51 y 38.60% ( $P < 0.01$ ). *T. cinerea* se caracterizó por lograr los mayores valores de DEF en todos los periodos de evaluación con 45.09, 44.52%, 45% y 41.23% respectivamente.

En los periodos dentro de época los mayores promedios de la DEF se presentaron al inicio de lluvia con valores de 41.98% ( $P < 0.001$ ), seguido del final de lluvia (41.05%), inicio de sequía (40.03%) y final de sequía (37.18%). La interacción especie por época determina que *T. cinerea* presentó los promedios más altos de DEF en la época de lluvia y sequía con 44.81 y 43.48% comparados con las otras especies ( $P < 0.001$ ).

*Nitrógeno amoniacal (NH<sub>3</sub>-N).* En la Tabla 6 se muestran los niveles de NH<sub>3</sub>-N en el rumen de novillas que pastoreaban *B. repens* y *B. pertusa* en los cuatro periodos de evaluación.

Los valores de NH<sub>3</sub>-N variaron entre praderas ( $P < 0.01$ ), épocas ( $P < 0.01$ ) y periodos ( $P < 0.01$ ); además, existió interacción entre praderas por periodos ( $P < 0.05$ ). En la pradera asociada de *B. repens* se presentaron los mayores niveles en todo el período de experimentación 27.02 mg·L, con relación a la pradera en monocultivo de *B. pertusa* 16.83 mg·L. Estas diferencias están asociadas principalmente por la proporción de leguminosas en la dieta seleccionada. La mayor disponibilidad se observó en la

época de máxima precipitación con 35.03 mg/L y la menor en la época de mínima precipitación con 9.52 mg·L.

En la época de lluvia, durante los periodos de inicio y final, los valores promedios en praderas de *B. repens* fueron de 39.89 mg·L y 44.90 mg·L, niveles superiores ( $P < 0.01$ ) que los encontrados en novillas en pastoreo de *B. pertusa* con 20.31 mg·L y 34.54 mg·L. Aunque *B. pertusa* presentó en lluvias los mayores porcentajes de proteína, el aporte en la pradera de *B. repens* de leguminosas con un 16.5% de PC en esta época fue definitivo, tal como se ha observado en otros estudios (Hess et al., 1992 y 1999). Adicionalmente, el nivel de amonio en *B. repens* obedece a lo establecido por Boniface et al. (1986) para la degradación máxima de la MS.

En ambas praderas se observó el efecto directo de la disponibilidad de lluvia sobre los niveles de NH<sub>3</sub>-N: durante los periodos de inicio y final de sequía, los valores de NH<sub>3</sub>-N en el rumen fueron bajos; sin embargo, las praderas de *B. repens* exhibieron los mayores valores 11.45 mg·L y 11.83 mg·L ( $P < 0.05$ ), denotando la superioridad de las praderas asociadas que ofrecen, mediante el aporte proteico de las leguminosas, niveles de amonio en épocas de reducida oferta de biomasa.

Estos valores están muy por debajo de los requerimientos de amonio para maximizar el crecimiento y la producción de proteína microbiana (Satter y Slyter, 1974, Okorie et al., 1977) y no permiten optimizar la fermentación ruminal limitando el consumo y la producción animal (Leng, 1990). Hespell (1979) afirma, que entre el 50 y el 70% del nitrógeno microbiano proviene del amonio.

La concentración promedio de amonio obtenida en esta investigación en praderas de *B. repens* es similar al inicio y al final de lluvia, como también lo reportan Funk et al. (1987), con novillos en pastoreo de *Bouteloua gracilis* alcanzado valores de 40.88 y 11.26 mg·L respectivamente; sin embargo, este autor encontró mayores contenidos de amonio al inicio

**Tabla 6.** Valores de NH<sub>3</sub>-N (mg·L) de novillas en pastoreo de *B. pertusa* y *B. repens* en cuatro periodos contrastantes en su precipitación.

Especie	Lluvia			Sequía			Promedio
	Inicio	Final	$\bar{X}$	Inicio	Final	$\bar{X}$	
<i>B. repens</i>	39,89	44,90	42,39	11,45	11,83	11,63	27,02
<i>B. pertusa</i>	20,31	34,54	27,23	7,03	5,42	7,51	16,83
Media	30,10	39,72	35,03	9,24	8,62	9,52	21,92

**Tabla 7.** Contenido ruminal (CR) de novillas en pastoreo de praderas de *B. repens* y *B. pertusa*.

Época	Período	Peso CR (% PV)			Materia Seca (% PV)		
		<i>B. repens</i>	<i>B. pertusa</i>	Media	<i>B. repens</i>	<i>B. pertusa</i>	Media
Lluvia	Inicio lluvia	16.1	15.7	15.9	3.2	2.9	3.0
	Final lluvia	15.5	16.1	15.8	3.1	2.8	2.9
	promedio	15.8	15.9	15.86b	3.20	2.86	3.03a
Sequía	Inicio sequía	19.95	17.52	18.74	3.43	2.70	3.06
	Final sequía	17.62	16.24	16.93	2.88	2.48	2.68
Media		17.29a	16.40a		3.17a	2.72b	

Promedios en una misma columna con letras iguales no difieren significativamente según la prueba de Tukey ( $P > 0.05$ ).

de sequía y final de lluvia con promedios de 29 y 60.38 mg/L. Según lo descrito por Schaefer *et al.* (1980), los niveles de amonio registrados en esta investigación permiten obtener el 95% de la máxima tasa de crecimiento microbial e incrementan el consumo voluntario (Boniface *et al.*, 1986).

#### Contenido ruminal

En la Tabla 7 se muestran los valores del contenido ruminal (CR) fresco y seco con respecto al peso vivo de las novillas, en praderas de *B. repens* y *B. pertusa* en los cuatro períodos de evaluación.

Como se observa en dicha Tabla, el peso fresco del contenido ruminal, es mayor en la época de sequía para las dos praderas, presentando valores promedio para las épocas de lluvia y sequía de 15.8%, 15.9% y 18.7%, 16.8% en praderas de *B. repens* y *B. pertusa*, respectivamente; ello representa un incremento del 11.98% en el peso del contenido ruminal en sequía, resultados que concuerdan con los reportes de Lechner *et al.* (1991) quienes encontraron que, durante la época seca, el peso de contenido ruminal se incrementó en 28% del peso vivo (PV), efecto asociado a baja calidad del forraje y a un mayor tiempo de retención en el rumen y reflejado en menor consumo voluntario.

Los valores del CR medido en relación al peso vivo (kg de materia seca del CR / 100 kg de peso vivo: kg MS-CR·100 kg<sup>-1</sup> PV) variaron en praderas ( $P < 0.001$ ), épocas ( $P < 0.01$ ), en la interacción entre período y época ( $P < 0.001$ ) y no se pre-

sentaron interacciones ( $P > 0.06$ ) entre pradera por época.

En todo el experimento el valor del contenido ruminal ( $P < 0.01$ ) fue superior en bovinos en praderas asociadas de *B. repens* (3.178 kg MS-CR·100 kg<sup>-1</sup> PV) que en la pradera en monocultivo de *B. pertusa* (2.72 kg MS-CR·100 kg<sup>-1</sup> PV).

La mayor disponibilidad de agua permitió un mayor contenido ruminal ( $P < 0.01$ ), con valores de 3.03 kg MS-CR·100 kg<sup>-1</sup> PV en época de lluvia y de 2.86 kg MS-CR·100 kg<sup>-1</sup> PV en época de sequía. El contenido ruminal fluctuó entre 2.88 y 3.27 kg MS-CR·100 kg<sup>-1</sup> PV en novillas pastoreando *B. repens* y entre 2.48 y 2.91 kg MS-CR·100 kg<sup>-1</sup> PV en praderas de *B. pertusa*.

En el cálculo del peso seco del contenido ruminal con relación al peso vivo, (kg MS-CR·100 kg<sup>-1</sup> PV) presentó un bajo coeficiente de variación (3.6%) que hace confiable la información.

#### Consumo voluntario

La Tabla 8 muestra los consumos de MS presentados en las praderas experimentales en las dos épocas de evaluación. El análisis de varianza señala que para la variable "consumo" los efectos de la época ( $P < 0.01$ ) y la interacción pradera por época ( $P < 0.01$ ) presentaron diferencias significativas, mientras no se presentaron diferencias entre las praderas ( $P > 0.17$ ).

En esta investigación se observó un patrón claro del consumo voluntario entre la época de máxima y mínima de precipitación. En la época de lluvia los

bovinos en praderas de *B. pertusa* presentaron los mayores consumos de MS con valores de 2.01 kg MS·100 kg<sup>-1</sup> PV superiores al consumo de las novillas en pastoreo de *B. repens* con 1.44 kg MS·100 kg<sup>-1</sup> PV, valores similares a los reportados por Córdova *et al.* (1978) en praderas tropicales.

La existencia de una relación positiva entre los indicadores nutricionales y el consumo voluntario ha sido citada por Minson (1990). En esta investigación, las características del forraje de *B. pertusa* en oferta, como una mayor disponibilidad y altura, unidas a mejores indicadores de calidad nutricional como DIVMS, DEF, PC y menores niveles de lignina y carbohidratos estructurales (FDN), permitieron a las novillas un mayor consumo voluntario, lo cual concuerda con lo reportado por Kass (1990) y Van Horn (1986). En esta investigación se presentó una alta asociación entre el consumo voluntario y la digestibilidad de la dieta, pues la digestibilidad explica el 73% de los valores de consumo voluntario de materia seca ( $P < 0.05$ ).

Los tratamientos en la época de máxima precipitación presentaron mayores consumos de MS ( $P > 0.01$ ) con respecto a la época de mínima precipitación (1.01 kg MS·100 kg<sup>-1</sup> PV); sin embargo, éstos estuvieron dentro de los niveles normales para forrajes deficientes en proteína, una situación usual bajo las condiciones tropicales (Lascano *et al.*, 1982; Hess y Lascano, 1997).

A pesar que la pradera de *B. pertusa* en la época de sequía presentó mayor disponibilidad y altura del forraje, el consumo fue mayor en las praderas asociadas de *B. repens* con un valor de 1.12 kg MS·100 kg<sup>-1</sup> PV, superior al promedio obtenido por las cuatro novillas en pastoreo de *B. pertusa* con 0.9 kg MS·100 kg<sup>-1</sup> PV. Estas respuestas posiblemente estén asociadas con el aporte de nutrientes de las leguminosas, que incrementaron la oferta de PC del forraje, reflejado en un mayor nivel de nitrógeno amoniacal que posiblemente estimuló la dinámica ruminal y, por consiguiente, la degradabilidad de la MS, contexto que concuerda con evaluaciones de praderas asociadas (Lascano y Avila, 1991); adicionalmente, el nivel de proteína en *B. pertusa* está por debajo del nivel que afecta el consumo voluntario de MS (Milford y Minson, 1965).

Una característica que incidió notablemente en el menor consumo voluntario en praderas de *B. pertusa* en la época de

**Tabla 8.** Consumo voluntario de MS de novillas en pastoreo de praderas de *B. repens* y *B. pertusa* en dos épocas contrastantes en precipitación.

Pradera	Lluvia	Sequía	Promedio
<i>B. repens</i>	1.44b ± 0.33	1.12c ± 0.17	1.28a
<i>B. pertusa</i>	2.01a ± 0.17	0.90c ± 0.13	1.53a
Media	1.72A	1.02B	

Promedios en una misma columna con letras iguales no difieren significativamente según la prueba de Tukey ( $P > 0.05$ ).

sequía consistió en una mayor proporción de tallos en plantas de *B. pertusa* y concuerda con lo planteado por Minson (1990), pues la baja relación hoja-tallo en el género *Bothriochloa* ha sido reportada por Bisset (1980), Coyne y Bradford (1986) y Gunter et al. (1997). Adicionalmente, en estas praderas se presentó una rápida floración estimulada por la disminución de la humedad del suelo, similar a lo observado en el trópico seco de Queensland (Australia) por Hall y Walker (1994) y Jones y Kerr (1993).

La principal limitante nutricional de las novillas en las praderas de *B. pertusa* asociada con el bajo consumo fueron los menores contenidos (4 a 5.1%) de PC que se refleja en reducidos contenidos de  $\text{NH}_3\text{-N}$  en el fluido ruminal, los cuales explican en un 83% el consumo voluntario ( $P < 0.01$ ). En praderas asociadas de *B. repens* la relación no es muy estrecha ya que sólo el 50% del consumo es definido por los niveles de amonio ruminal ( $P < 0.01$ ).

Por otra parte, las respuestas favorables al consumo de praderas de *B. repens* en la época de sequía, posiblemente están asociadas al aporte de la proteína proveniente de las leguminosas, las cuales fluctuaron en la dieta entre 7.74 y 31.95% valores cuantificados mediante  $\delta^{13}\text{C}$ , circunstancia que generó un aumento de los niveles de amonio en el rumen. En esta investigación, la proteína define en un 58% el consumo voluntario ( $P < 0.01$ ), respuesta que coincide por lo planteado por Petit y Flipot (1992) quienes afirman que el consumo de MS de forrajes de baja calidad se incrementa con aportes de nitrógeno. De igual manera, el máximo consumo de materia orgánica digerible ha sido relacionado con la máxima tasa de fermentación y el amonio ruminal (Boniface et al., 1986).

### Selectividad de leguminosas

Las praderas nativas de *B. repens* de la zona del bosque seco tropical presentan en su composición botánica, fundamentalmente tres especies: *S. scabra*, *D. barbata* y *T. cinerea* las que fluctuaron entre 9% y 31% de la oferta total de la pradera, ofreciendo nutrientes digestibles durante todo el año. Los porcentajes promedio de leguminosas en la dieta de los muestreos se presentan en la Tabla 9.

Los valores observados en la selectividad de leguminosas variaron entre épocas por muestreo ( $P < 0.01$ ), entre muestreos y entre períodos ( $P < 0.01$ ); esto muestra la dinámica en el consumo de

**Tabla 9.** Dinámica en la selectividad de leguminosas por novillas en praderas de *B. repens*

Muestreo	Leguminosas en la dieta (%)
1 (1 días de pastoreo)	22.6 b
3 (7 días de pastoreo)	22.1 b
4 (10 días de pastoreo)	23.1 b
5 (13 días de pastoreo)	25.7 ab
6 (16 días de pastoreo)	29.8 a
7 (19 días de pastoreo)	24.5 ab

Promedios en una misma columna con letras iguales no difieren significativamente según la prueba de Tukey ( $P > 0.05$ ).

leguminosas en praderas nativas que depende de muchos factores pero principalmente de la precipitación, la disponibilidad total de materia seca, la arquitectura de la pradera y la proporción de los componentes gramínea-leguminosa.

Se presentaron mayores porcentajes de leguminosas en la dieta durante la época de sequía (27.9%) ( $P < 0.01$ ) y con relación a la época de máxima precipitación (21.4%).

El patrón de selectividad de leguminosas asociado directamente con la precipitación fue similar al reportado por The Late et al. (1994) quienes evaluaron seis materiales de *Stylosanthes*, entre los cuales dos eran *S. scabra*. En la época de lluvia los bovinos tuvieron mayor preferencia por gramíneas y en sequía por las leguminosas, alcanzando valores hasta de un 87% en praderas compuestas por *Heteropogon cortotus*, *Themeda trinada* y *Bothriochloa sp.* Similar respuesta fue reportada por Coates (1996) quien utilizó la técnica  $\delta^{13}\text{C}$  y encontró que la proporción de *S. scabra* y *S. hamata* fue mayor del 80% en época de sequía.

Las diferencias observadas entre muestreos se debieron probablemente a la fluctuación en la disponibilidad de la gramínea durante ambas épocas: los animales seleccionaron más leguminosas al final del período de ocupación. El consumo de leguminosas superó en promedio el 22% de la dieta, resultados que superan los mayores incrementos de peso de las novillas en pastoreo de las praderas asociadas de *B. repens*, principalmente en época de mínima precipitación.

En el período final de lluvias los valores de leguminosas en la dieta variaron entre 10.98% - 28.25% y 8.42% - 24.77%, para novillas canuladas ruminalmente y novillas enteras respectivamente; la relación con el período de ocupación fue de  $R^2 = 0.64$  (Figura 1).

Durante el período de final de sequía los valores de leguminosas en la dieta fueron entre 5.8%, 23.1% y 4.2%, 32.1% para novillas canuladas y enteras. El 31% del consumo de leguminosas al final de la sequía esta explicado por el período de ocupación  $R^2 = 0.34$  ( $P < 0.001$ ) (Figura 2).

En esta investigación se observó, que las novillas en épocas secas seleccionaron una alta proporción de leguminosas entre 17.7 y 31.9% y es mayor a la proporción de leguminosas en las praderas, respuesta que coincide con lo reportado por Carulla et al. (1991).

En la selectividad de leguminosas se presentaron diferencias entre novillas fistuladas ruminalmente y enteras; el mayor consumo promedio fue para las enteras con un valor del 26.0% frente al 23.3% de las novillas fistuladas ( $P < 0.05$ ). Aunque existieron diferencias en la selectividad, situación similar a lo reportado por Hess et al. (1995) quienes confirman la variación existente entre bovinos intactos y fistulados, diferencias que no se presentaron en los incrementos de peso/día.

La selectividad de leguminosas bajo pastoreo en praderas de *B. repens* presenta una estrecha relación con el consumo voluntario, el cual se explica en 75% por la selectividad. Así mismo, el consumo de leguminosas tiene una alta relación con el  $\text{NH}_3\text{-N}$  amoniacal y el 72% del nivel de nitrógeno amoniacal, está descrito por el consumo de leguminosas ( $P < 0.05$ ).

La leguminosa de mayor presencia en praderas de *B. repens* es *S. scabra* la cual es bien consumida por los bovinos dependiendo de la época, fertilización (Coates y Le Feuvre, 1998) y composición botánica (Hunter et al., 1976; Coates, 1996), la estabilidad y productividad potencial de las praderas de *B. repens* en gran parte dependen por lo tanto, de la persistencia de esta leguminosa.

### Caracterización zootécnica de las praderas

Los principales indicadores de manejo de praderas, producción de forraje y respuesta animal de *B. pertusa* y *B. repens* se muestran en las Tablas 10 y 11.

El incremento de peso diario medido al final de cada período de ocupación de cada potrero, con ayuno previo de 12 horas, muestra que durante la época de lluvias las ganancias de peso corporal de las novillas manejadas en praderas de *B. repens* incrementaron de 319 g a 588

g/día y las novillas en pastoreo de *B. pertusa* presentaron ganancias entre 292 g y 420 g/día, no existiendo diferencias estadísticas entre los tratamientos en los dos períodos evaluados ( $P>0.15$ ) y ( $P>0.71$ ).

Durante el último período de lluvias, las novillas pastoreando *B. repens* presentaron mayores ganancias de peso 588 g/día ( $P<0.05$ ) con respecto a los incrementos en *B. pertusa* (378 g/día).

Durante la época seca, las ganancias de peso de las novillas en pastoreo de *B. repens* descendieron paulatinamente de 378 g/día a 113 g/día; en tanto que en *B. pertusa* cayeron súbita y progresivamente de 565 g/día hasta obtener pérdidas de -155 y -640 g/día en los dos últimos períodos. En esta época sólo en el primer período de pastoreo las novillas en *B. pertusa* (565 g/día) superaron ( $P<0.05$ ) a las novillas en pastoreo de *B. repens* (377 g/día). En el incremento de peso de las

tres evaluaciones siguientes, las novillas en pasturas de *B. repens* (357, 119 y 113 g/día) superaron ( $P<0.01$ ) a las de *B. pertusa* (60, -155 y -640 g/día).

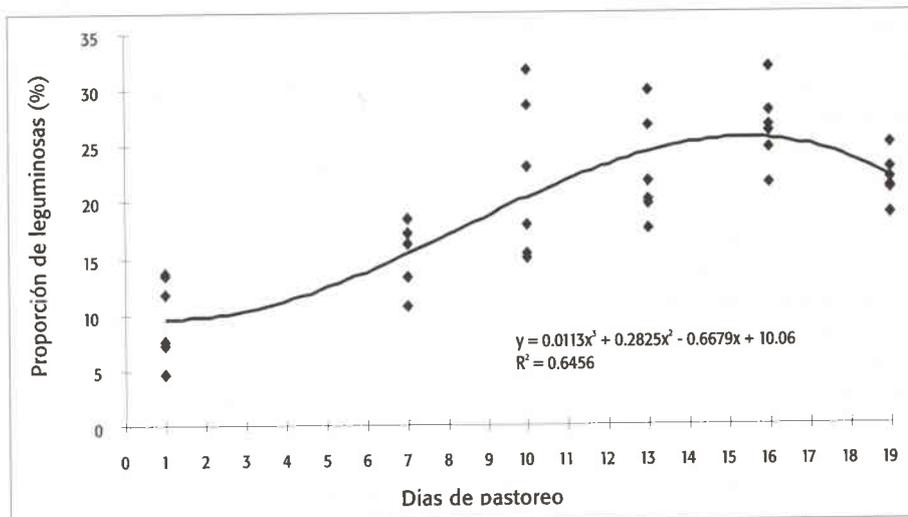
La mayor eficiencia en la utilización del forraje en praderas de *B. repens*, caracterizado por altos niveles de carbohidratos estructurales y bajos niveles de proteína, están posiblemente asociadas a una mayor capacidad de degradación de la MS y el FDN, por las bacterias ruminales presentes en las novillas, como fue demostrado por el grupo de investigación de microbiología ruminal de CORPOICA quienes encontraron una mayor actividad enzimática celulolítica de las bacterias *Fibrobacter succinogenes* y *Ruminococcus flavefaciens* presentes en licor ruminal de novillas pastoreando *B. repens*, comparadas con las cepas de referencia *R. flavefaciens* (ATCC 19208) y *F. succinogenes* (ATCC 19169), evidencia-

da en mayores porcentajes de degradación de la pared celular, con promedios entre 12.83% y 13.77%, comparados con valores de 6.83% y 7.94% de las cepas de referencia (Ossa et al., 2004). Por lo tanto, especies bacterianas nativas han desarrollado un complejo enzimático altamente lignocelulolítico (Hungate, 1966; Akin y Barton 1983, Jouany, 1991), lo que repercute en mayores aportes energéticos y proteicos a las novillas en estas praderas, situación que coincide con las investigaciones de Díaz (1993) y Wallace (1994).

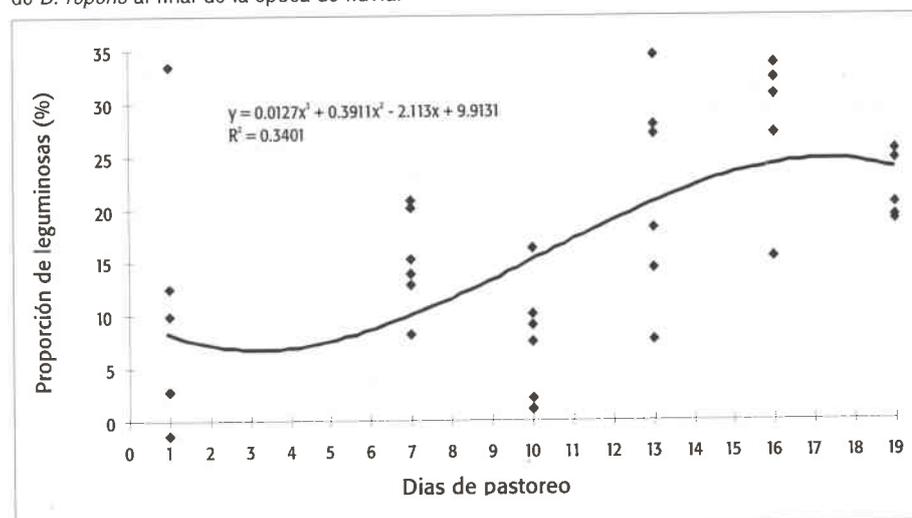
Se ha demostrado que para el crecimiento de aquellos microorganismos con capacidad para degradar polisacáridos estructurales, es mucho más importante un aporte continuo de proteína y cantidades adecuadas de azufre, fósforo y magnesio (Krebs y Leng, 1984; Leng, 1990), lo cual permite explicar, los mejores incrementos de peso en las novillas en praderas de *B. repens*, asociado con la mayor selectividad de leguminosas en la época de sequía que aportaron más del 30% de la dieta consumida, leguminosas que contribuyeron en el rumen a un nivel más alto de amonio (46.98 mg/L) y que posiblemente estimuló una rápida degradación de tejidos, expresada como una estrecha y positiva relación entre los tejidos rápidamente degradables ( $R^2 = 0.80$ ,  $P<0.01$ ) y el mesófilo ( $R^2 = 0.77$ ,  $P<0.01$ ) con la DIVMS de *B. repens*. Así mismo, la habilidad de las bacterias para sintetizar proteína proveniente de amonio ha sido estimulada utilizando suplementación con fuentes de NNP en bovinos alimentados con forrajes de bajos niveles de proteína (Fox et al 1992; Rusell et al., 1992).

En el caso del *B. repens*, altas ofertas de forraje en la época de lluvia y primer período de sequía (mayor de 5 kg MS·100 kg<sup>-1</sup> PV) afectaron las ganancias diarias de peso vivo como consecuencia de una menor oportunidad de selección de la dieta por parte de las novillas. Aunque en los últimos tres períodos de sequía la oferta de forraje se redujo a 4.5 kg MS·100 kg<sup>-1</sup> PV, las ganancias superaron los 110 g/día en razón al aporte de las leguminosas (13% en promedio).

Es de anotar que los incrementos de peso de las novillas canuladas ruminalmente, comparados con novillas enteras, variaron sólo en el primer pesaje de lluvias ( $P<0.01$ ) y no se presentaron diferencias ( $P>0.05$ ) en sequía, indicando que la canulación ruminal no es limitan-



**Figura 1.** Relación entre la selectividad de leguminosas y el período de ocupación en praderas de *B. repens* al final de la época de lluvia.



**Figura 2.** Relación entre la selectividad de leguminosas y el período de ocupación en praderas de *B. repens* al final de la sequía.

**Tabla 10.** Productividad de las praderas de *B. pertusa* y *B. repens* en época de lluvias.

Período	I		II		III	
	<i>B. pertusa</i>	<i>B. repens</i>	<i>B. pertusa</i>	<i>B. repens</i>	<i>B. pertusa</i>	<i>B. repens</i>
Materia Seca (kg/ha)	1227b	761c	1784 a	1474 b	452 d	425d
Materia Seca / pradera (kg)	4910	6854	7139	13268	1808	3830
Leguminosas (%) /pradera	0	24	0	14	0	31
Leguminosas (%) /dieta	0	17.68	0	16.89	0	30.63
Peso vivo/ha (kg)	759	310	794	357	819	362
UGG/ha (1 UGG = 400 kg PV)	0.95	0.39	0.99	0.45	1.02	0.45
Materia Seca /100 kg PV	5.65	8.15	7.91	14.63	1.93	4.07
Ganancia/animal (g/día)	420a	320a	292a	319a	378b	588a
Ganancia/ha (kg)	15.68a	11.95a	24.53a	11.91ab	31.75a	21.95ab
Ganancia época/ha	71.96	45.81				

Precipitación por período (mm): 2 009, 666 y 442.

Días de lluvia por período: 7, 8 y 9.

Promedios en una misma columna dentro de período de pastoreo con letras iguales no difieren significativamente según la prueba de Tukey ( $P > 0.05$ ).

te para descartar unidades experimentales de los tratamientos en evaluaciones zootécnicas.

En el primer período de sequía las ganancias de peso en *B. pertusa* fueron altas (565 g/animal/día) superando ( $P < 0.01$ ) a los incrementos de las novillas en *B. repens* en todos los períodos, respuestas posiblemente asociadas a una humedad residual en el suelo, aspecto favorable para el crecimiento y calidad del forraje. En los últimos tres períodos de sequía, a pesar de que la oferta de forraje fue buena (mayor de 4 kg MS·100 kg<sup>-1</sup> PV), los animales perdieron peso considerablemente en razón de la proliferación de tallos y material poco gustooso para el animal; durante estos períodos *B. pertusa* presentó una alta lignificación y bajo valor nutritivo. Las bajas ganancias animales han sido reportadas en *B. pertusa* y asociadas a efectos bioquímicos

aleopáticos que suprimen el crecimiento de las leguminosas como *S. scabra* (Hussain et al., 1982; Jones y Kerr, 1993; Jones, 1997; Hu y Jones, 1999). Por lo tanto, el consumo varió principalmente de acuerdo con la condición ambiental, especie, edad, composición química y botánica de la oferta de biomasa. Es importante a la vez considerar, el hecho de que mientras más se incrementó el consumo, mayor fue la respuesta animal (Ulyatt, 1982; Forbes, 1986).

Con un patrón de precipitación como el presentado en esta investigación, el pastoreo en praderas de *B. pertusa* podría efectuarse hasta comienzos de julio, manteniendo una ganancia diaria de peso de 414 g/animal; lo cual equivale a 139 kg·ha<sup>-1</sup> durante los 112 días; en tanto que en el resto de la época seca, las pérdidas de peso se incrementaron drásticamente. Respuestas en producción de

carne en praderas de *B. pertusa* han sido reportadas por Jones (1997) obteniendo ganancias entre 55 y 116 kg·ha<sup>-1</sup>, a medida que se disminuyó la carga de 0.9 a 0.3 novillos por hectárea. De igual manera, Jones y Kerr (1993) reportaron similares resultados en praderas de *S. hamata* y *B. pertusa* con cargas de 0.95 y 1.25 novillos por hectárea, autores que confirman claramente que la dominancia de *B. pertusa* en praderas nativas se relaciona con dos factores: una producción de semillas alta y una presión de pastoreo constante.

En esta investigación el promedio de ganancia media en *B. pertusa* fue de 294.28 g/día, similar a los logrados por Jones y Kerr (1993) quienes reportan ganancias de 252 g/día, producciones bajas asociadas a procesos de rápido crecimiento de estolones y una área residual de hojas de baja palatabilidad significativa.

**Tabla 11.** Productividad de las praderas *B. repens* y *B. pertusa* en época de sequía.

Período	IV		V		VI		VII	
	<i>B. pertusa</i>	<i>B. repens</i>						
Materia Seca (kg ha <sup>-1</sup> )	1445 a	1328a	1460a	901b	1218a	519c	1008b	553 c
Materia Seca Potrero (kg)	5783	11955	5840	8114	4874	4677	4032	4983
Leguminosas (%) /pradera	0	28	0	12	0	11	0	9
Leguminosas (%) /dieta	0	3195	0	30.48	0	17.74	0	31.34
Peso vivo/ha (kg)	850	384	898	398	903	412	890	416
UGG/ha (1 UGG = 400 kg PV)	1.06	0.48	1.12	0.5	1.13	0.51	1.11	0.52
kg MS /100 kg PV	5.86	12.12	5.72	7.95	4.67	4.48	3.83	4.44
Ganancia/animal (g/día)	565a	378b	60b	357a	-155b	119a	-640b	113a
Ganancia/ha (kg·ha <sup>-1</sup> )	47.46a	14.11b	5.04b	13.33a	-13.02	4.44a	-53.76b	4.22a
Ganancia época/ha	-14.28	22.77						

Fecha por período (mes/día): VI-14 / VII-11; VII-12 / VIII-8; VIII-9 / IX-5 y IX-6 / X-3.

Precipitación por período (mm): 22; 0; 16 y 139.

Días de lluvia por período: 2; 0; 2 y 4.

Promedios en una misma columna con letras iguales no difieren significativamente según la prueba de Tukey ( $P > 0.05$ ).

En el caso de *B. repens*, las ganancias de peso/ha durante la época de lluvias representaron un 50% de lo obtenido con *B. pertusa*; sin embargo, las novillas mantuvieron la ganancia de peso en la época seca por encima de 110 g/día. Incluso, las ganancias de peso fueron buenas hasta comienzos de agosto, un mes más que el observado para *B. pertusa*.

Se debe precisar que en los tres períodos de evaluación de la época de lluvias, y en el primer período de la época de sequía, la producción por hectárea fue superior en las praderas de *B. pertusa* con incrementos del 31.2, 97.6, 44.6 y 236.4%, respectivamente. Sin embargo, la respuesta animal en praderas asociadas de *B. repens* fue superior en los tres períodos de menor precipitación con incrementos de 164.2, 193.2 y 1.173.9%. Estos resultados confirman que la productividad animal en praderas tropicales está ligada a la calidad y disponibilidad de leguminosas como *S. scabra*, *T. cinerea* y *D. barbatum*.

Se destaca que dentro de las interacciones más significativas se encuentran las relaciones entre el incremento del peso vivo y el consumo voluntario de MS digestible, además del nivel de proteína en las praderas de *B. pertusa*, lo cual es explicado en 84% y 87% ( $P < 0.01$ ), respectivamente.

#### CONCLUSIONES

Los resultados de disponibilidad, composición química del forraje, consumo voluntario e incrementos diarios de peso durante la época de sequía confirman que la producción de bovinos en pastoreo en praderas tropicales se relaciona directamente con el porcentaje de leguminosas seleccionado, las cuales mejoran la disponibilidad y eficiencia de los nutrientes consumidos.

En las novillas el consumo voluntario se vio influido por muchas variables; en las praderas de *B. repens*, las interacciones son complejas, pues los niveles de principios nutritivos fluctúan dependiendo de la época, oferta y selectividad de las leguminosas. En el caso de praderas de *B. pertusa*, las asociaciones entre en amonio ruminal, consumo voluntario y respuesta animal son más estrechas.

No se presentaron diferencias entre las novillas enteras y fistuladas ruminalmente en los incrementos de peso/día, lo que permite incluir a las novillas canu-

ladas como unidades experimentales en ensayos de ganancias de peso.

Entre las leguminosas evaluadas, los pesos promedios por planta en sequía fueron superiores en *S. scabra*, planta que presenta buenos indicadores de calidad nutricional; por lo tanto, la estabilidad y productividad potencial de las praderas de *B. repens* dependen en buen parte de la persistencia y producción de esa leguminosa.

Las condiciones edafoclimáticas del valle cálido del Alto Magdalena permiten obtener rendimientos zootécnicos superiores durante la época de lluvia en praderas de *B. pertusa* que en *B. repens* manejadas en forma alterna. Por el contrario, durante la época seca, la producción limitada de forraje, unida a valores bajos de proteína cruda y elevadas concentraciones de pared celular, limitan el consumo voluntario, ocasionando pérdidas marcadas de peso en novillas que pastorean las praderas de *B. pertusa*; no obstante en las praderas asociadas con *B. repens*, los animales lograron mantener el peso.

#### BIBLIOGRAFÍA

Akin, D.E. y Barton, F.E. 1983. Rumen microbial attachment and degradation of plant cell wall. *Feed Proceedings* 42:114.

Anon. 1990. Shrubby stylo (*Stylosanthes scabra*). *Plant Varieties Journal* 3: 33-35.

AOAC. 1975. Official Methods of Analysis (12<sup>th</sup> ed). Association of Official Agricultural Chemists, Washington DC. 1.094 p.

Barahona, R.; Lascano, C.; Cochran, R.; Morrill, J. y Titgemeyer, E. 1997. Intake, digestion and nitrogen utilización by sheep fed tropical legumes with contrasting tannin concentration and astringency. *Journal of Animal Science* 75: 1.633-1.640.

Bedoya, J.A.; Monsalve, D.Y. y Orozco, J.J. 1983. Estudio preliminar del pasto colosuana *Bothriochloa pertusa* (L) Camus en la zona occidental de la región caribe. Universidad de Antioquia. Tesis de grado de Zootecnista. 89 p.

Bisset, J.W. 1980. Indian bluegrass has special uses. *Queensland Agricultural Journal* 106(6): 507-515.

Boniface A.N.; Murray, R. y Hogan, J. 1986. Optimum level of ammonia in the rumen liquor of cattle fed tropical pasture hay. *Proceeding of the Australian Society of Animal Production*. 16: 151-154.

Carulla, J.; Lascano, C. y Ward, J. 1991. Selectivity of resident an oesophageal steers grazing *Arachis pintoi* and *Brachiaria*

*dictyoneura* in the Llanos of Colombia. *Tropical Grasslands*. 25:317- 324.

Carulla, J. y Pabón, M. 2004. Un sistema *in vitro* para evaluar los efectos de los taninos en la degradación de la proteína bajo condiciones ruminales y abomasales. En: Hess y Gómez (eds.). *Taller Taninos en la Nutrición de Rumiantes en Colombia*. CIAT-ETH. 63 p.

Chamorro, D.; García, J. y Osorio, D. 1996. Recolección y determinación de leguminosas espontáneas con potencial forrajero adaptadas a zonas ganaderas de clima cálido seco en el Departamento del Tolima. Tesis Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia. 130 p.

Chamorro, D.; Roncallo, B.; Cipagauta, M.; Sánchez, M.; Barros, J.; Arcos, J.; Acero, J.; Hernández J.; Bonilla, R.; Lanao, S.; Vuelvas, S.; Torres, E.; Sierra, M.; Carrero, G.; Romero, H. y Vanegas, M. 2002. Los sistemas silvopastoriles y su impacto en la ganadería del trópico bajo colombiano. Manual Técnico. Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina Colombiana. CORPOICA, CI Tibaitatá. 98 p.

Coates, D.B. 1996. Diet selection by cattle grazing *Stylosanthes*-grass pastures in the seasonally dry tropical: effect of year, season, stylo species and botanical composition. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 36: 781-9.

Coates, D.B. y Le Feuvre, R.P. 1998. Diet composition of cattle grazing *Stylosanthes* - grass pastures in the seasonally dry tropics: the effect of phosphorus as fertiliser or supplement. *Australian journal of Experimental Agriculture* 38: 7-15.

Córdova, F.J.; Walle, J.D. y Pieper, R.D. 1978. Forage intake by grazing livestock. A review. *Journal of Range Management* 38: 159-163.

Coyne, P.I. y Bradford, J.A. 1986. Biomass partitioning on "caucasian" and "WW-apar" old Woeld bluestems. *Journal of Range Management* 33: 303.

Cuadrado, H.; Ballesteros, J. y Torregróza, L. 1996. Producción, composición química y digestibilidad del pasto Colosuana *Bothriochloa pertusa* en diferentes épocas y edades de rebrote. *Proyección Investigativa* 4: 107-117.

De Alba, J. y Gould, F.W. 1977. Una gramínea invasora *Bothriochloa pertusa* (L) Camus en praderas del sur de Tamaulipas. *Revista Mexicana de Producción Animal* 9: 43-48.

Díaz, T.E. 1993. Ruminal microbial colonization and digestive kinetics of corn stover as affected by chemical treatment and nitrogen supplementation. Thesis Doctor of Philosophy at Iowa State University, Ames, USA.

Edye, L.A. y B. Grof. 1983. Selecting cultivars from naturally occurring genotypes:

Evaluation *Stylosanthes*. En: McIvor, J.G. y R.A. Bray. "Genetic resources of forage plants". CSIRO, Melbourne, Aust. pp. 217-232

Edye, L.A.; Grof, B y Walker, B. 1984. The biology and agronomic of *Stylosanthes*. Agronomic variation and potential utilization of *Stylosanthes*. Academic Press, Australia. pp. 547-570.

FAO, 1996. Principios de manejo de praderas naturales. Serie: Zonas áridas y semiáridas, No. 6. Santiago de Chile. 272 p.

Forbes, J.M. 1986. The voluntary food intake of farm animals. 1<sup>st</sup> Ed. Butterworth and Co., London.

Fox, D. G., C. J. Sniffen, J. D. O'connor, J. B. Russel y P. J. Van Soest. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. Journal Animal Science 70: 3.578-3.596.

Funk, M.A.; Galyean, M.L.; Bramine, M.E. y Krysl, L.J. 1987. Steers grazing blue grama rangeland throughout the growing season. I. Dietary composition, intake, digesta kinetics and ruminal fermentation. Journal of Animal Science. 65:1342-1353.

González, M. y Ortega, J. 1986. Efecto de diferentes niveles de fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la producción de zacate carretero en el sur de Tamaulipas. Técnica Pecuaria México. 52:122-124.

Gunter, S.A.; MsCollum, F. y Gillen, R. 1997. Forage intake by site and extent of digestion in beef cattle grazing midgrass prairie rangeland or plains bluestem pasture throughout the summer. Journal of Animal Science. 75:490-450.

Hall, T.J. 1979. Initial evaluation of *Stylosanthes* species on two soils of the Mayvale Land System, north-West Queensland. Tropical Grassland. 13:9-19.

Hall, T.J. y Walker, R. 1994. Selection of perennial grasses as a component of legume-based pastures on light-textured soils in the dry tropics of Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture. 34:355-365.

Hall, T.J. Middleton, C. Messer, W. y Walker, R. 1995. Evaluation of thirteen *Stylosanthes scabra* accessions in five dry tropical environments. Tropical Grassland. 29:169-176.

Henneberg, W. y Stohman, F. 1864. Über du Ausnutzung der Futterstoffe durch das volljährige Rind und über Fleischbildung imkoper desselben. Beitrage 2 Ur Begrundun einer rationellen Fütterung der Wiederkaver, V:2 C.A. Schwetsjko and Son, Braunschweig.

Hespell, R.B. 1979. Efficiency of growth by ruminal bacteria. Feed Proceeding. 38:2707.

Hess, H.D.; Lascano, C.E. y Plazas, C. 1992. Niveles de amonio ruminal en novillos

que pastorean gramíneas solas o asociadas con leguminosas de calidad nutritiva contrastantes. Pasturas Tropicales. 14:(3):9-13.

Hess, H.D.; Wenk, C y Nösberger, J. 1995. Grazing selectivity and digestive behavior of steers on improved tropical pastures in the eastern plains of Colombia. Thesis. Of Doctor of Natural Science. Swiss Federal Institute of Technology Zurich. 117p.

Hess, B.W.; Krysl, L.J.; Judkins, M.B.; Holcombe, D.W.; Hess, J.D.; Hanks, D.R. y S.A. 1996. Supplemental cracked corn or wheat bran for steers grazing endophyte-free fescue pasture: Effects on live weight gain, nutrient quality, forage intake, particulate and fluid kinetics, ruminal fermentation and digestion 1. Journal of Animal Science 74: 1.116-1.125.

Hess, D. y Lascano, C. 1997. Comportamiento del consumo de forraje por novillos en pasturas de gramínea sola y asociada con una leguminosa. Pasturas Tropicales. 19(2): 12-20.

Hess, H.D.; Flórez, H.; González, E. y Avila, M. 1999. Efecto del nivel de nitrógeno amoniacal en el rumen sobre el consumo voluntario y la digestibilidad *in situ* de forrajes tropicales. Pasturas Tropicales. 21(1): 43-49.

Hu, F.D. y Jones, R.J. 1999. Effects of leachates from swards of *Bothriochloa pertusa* and *Urochloa mosambicensis*, on the growth of four test species, *B. pertusa*, *U. mosambicensis*, *Stylosanthes hamata* cv Verano and *S. scabra* cv. Seca and an assessment of endophyte status of grasses. Tropical Grasslands. 33: 122-126.

Hungate, R.E. 1966. The rumen and its microbes. Academic Press, New York and London. 533 p.

Hunter, R.A.; Siebert, B.D. y Breen, M.J. 1976. The botanical and chemical composition of the diet selected by steers grazing Townsville stylo-grass pastures during a period of liveweight gain. Proceeding of the Australian Society of Animal Production. 11: 457-460.

Hussain, F.; Hussain, H. y Ilahi, I. 1982. Interference exhibited by *Cenchrus ciliaris* L. D *Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus. Bulletin of the Torrey Botanical Club. 109:513-523.

Jones, R.J. 1997. Steer gains, pasture yield and pasture composition on native pasture and on native pasture oversown with Indian couch (*Bothriochloa pertusa*) at three stocking rate. Australian Journal of Experimental Agriculture. 37: 755-765.

Jones, R.J. 1990. Phosphorus and beef production in norther Australia. 1. Phosphorus and pasture productivity a review. Tropical Grassland. 24: 131-139.

Jones, R.J.; Bishop, H.G.; Cleam, R.L.; Conway, M.J.; Cook, B.G.; Moore, K. y Pengelly, B.C. 2000. Measurement of nutritive value of range of tropical legume s

and their use in legume evaluation. Tropical Grasslands. 34: 78-79.

Jones, R.J.; Luddlow, M.M.; Troughton, J.H. y Blunt, C.G. 1979. Estimation of the proportion of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> plant species in the diet of animals from the ratio of natural <sup>12</sup>C and <sup>13</sup>C isotopes in the faeces. Journal of Agricultural Sciences (Camb). 92: 91-100.

Jones, R.J. y Kerr, A. 1993. *Bothriochloa pertusa*-a useful grazing-tolerant grass for the seasonally dry tropics? Proceedings of the XVII International Grassland Congress. pp. 1.897-1.900.

Jouany, J.P. 1991. Rumen microbial metabolism an ruminant digestion. INRA. editions, Paris. 374 p.

Kass, M.L. 1990. Determinación del nitrógeno en los alimentos. En: Nutrición de rumiantes: Guía metodológica de investigación. En: M. E. Ruiz y A. Ruíz (Eds).

Krebs, G y Leng, R. 1984. The effect of supplementation with molasses/urea on ruminal digestion. Proceed of the Australian Society Animal Production. 15: 704-709.

Lascano, C. y Avila, P. 1991. Potencial de producción de leche con gramíneas puras y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. Pasturas Tropicales. 3(3): 2-10.

Lascano, C.; Hoyos, P. y Velásquez, Z. 1982. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en una asociación gramínea + leguminosa sobre la selectividad animal. Agronomía Tropical. 31: 171-188.

Lascano, C. 1979. Determinants of grazing forage voluntary intake. Texas A&M. University College Station, Texas. Thesis. 199 p.

Lechner-Doll, M.; Kaske, M. y Engerhardt, W. 1991. Factors affecting the mean retention time of particles in the forestomach of ruminants and camelids. Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants: Proceedings of the Seventh International Symposium on Ruminant Physiology. pp. 455-482.

Leng, R. 1990. Factors affecting the utilization of poor quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. Nutrition Research Reviews. 3: 277-280.

Ludlow, M.M.; Troughton, J.H. y Jones, R.J. 1976. A technique for determining the proportion of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> species in plant samples using stable natural isotopes of carbon. Journal of Agricultural Science, Cambridge. 87: 625-632.

Marieta, K.L. y Britton, C.M. 1989. Establishment of seven high yielding grasses on the Texas high plains. Journal of Range Management. 42(4): 289-294.

Martín, P.C. 1998. Valor nutritivo de las gramíneas tropicales. Revista Cubana Agrícola. 32: 1-10.

- Mcivor, J.G.; Singh, V.; Corfield, J. y Jones, R. 1996.** Seed production by native and naturalized grasses in north-east Queensland: effects of stocking rate and season. *Tropical Grassland*. 30: 262-269
- Menéndez, S.; Cordovi, E. y Martínez, J. 1980.** Evaluación zonal de pastos producidos en Cuba. III. Bayamo. Suelo vertisol. Pastos y Forrajes. 3(1): 41-56.
- Milford, R. y Minson, D.J. 1965.** Intake of tropical pasture species. En 9 Congreso Internacional de Pastajes. Sao Paulo, Brasil. Anais. Secretaria de Agricultura. Departamento de producción animal. Sao Paulo. pp. 815-822.
- Minson, D.J. 1990.** Forage in ruminant nutrition. Academic Press, Inc. San Diego CA. 450 p.
- Oakes, A.J. 1969.** Pasture grasses in the U.S. Virgin Islands. *Turrialba*. 19(3): 359-367.
- Okorie, A.; Buttery, P. y Lewis, V. 1977.** Ammonia concentration and protein synthesis in the rumen. Abstracts of communication. Proceeding of Nutrition Society. 36: 38A.
- Orskov, E.R.; McDonald, I. 1979.** The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*. 92:499.
- Ossa, F.; Arcos, M.; Díaz, T. y Wolfgang, P. 2003.** Cell wall degradation of *Bouteloua repens* In vitro by pure culture of *Ruminococcus flavefaciens* and *Fibrobacter succinogenes* isolate from cattle grazing tropical low hand pastures in Colombian. *Corpoica*. 4(1): 29-35.
- Petit, H.V. y Flipot, P.M. 1992.** Source feeding level of nitrogen on growth and characteristics of beef steers fed grass as hay or soil. *Journal of Animal Science*. 70: 867.
- Rhodes, N.M. y Udén, P. 1998.** Promising tropical grasses and legumes as feed resources in Central Tanzania. IV. Effect of feeding level on digestibility and voluntary take of four herbaceous legumes by sheep. *Animal Feed Science Technology*. 70: 97-110.
- Rusell, R.; O'Connor, J.; Fox, D., Van Soest, O. y Sniffen, C. 1992.** A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets ruminal fermentation. *Journal of Animal Science*. 70: 3.551-3.561.
- Salunkhe, D.; Chavan, J. y Kandam, J. 1989.** Dietary tannins: Consequences and remedies. Interaction With starch and protein. CRC Press, FL. 200 p.
- SAS. 1998.** SAS User's Guide: Basics. Estadistic Análisis System. Institute. Cary, NC, USA.
- Satter, L. y Slyter, L. 1974.** Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. *British Journal Nutrition*. 32: 199-208.
- Schaefer, D.M.; Davis, C. y Bryan, M.P. 1980.** Ammonia saturation constants for predominant species of rumen bacteria. *Journal of Dairy Science*. 63: 1.248-1.263.
- Sierra, O.; Bedoya, J.; Monsalve, D. y Orozco, J. 1986.** Observaciones sobre Colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L.) Camus) en la Costa Atlántica de Colombia. *Pasturas Tropicales*. 8(1): 6-9.
- Singh, J.S. y Yadava, P.S. 1974.** Seasonal variation in composition, plant biomass and net primary production or tropical grassland at kurukshetra, India. *Ecological Monographs*. 44: 351.
- Stritzler, N.P.; Rabotnikof, C.M.; Lorda, H. y Pordomingo, A. 1986.** Evaluación de especies forrajeras estivales en la región Panpeana semiárida III. Digestibilidad y consumo de *Digitaria eriantha* y *Bothriochloa intermedia* bajo condiciones de diferimientos. *Revista Argentina de Producción Animal*. 6(1-2): 67-72.
- The Late; Gardener, C.J. y Ash, A.J. 1994.** Diet selection in six *Stylosanthes*-grass pasture and its implication for pasture stability. *Tropical Grasslands*. 28: 109-119.
- Tilley, J.M. y Terry, R.A. 1963.** A two-stage technique for in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society*. 18: 104-111.
- Toledo, J.M. y Schultze-Kraft, R. 1982.** Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. CIAT, Cali, Colombia.
- Ulyatt, M. 1982.** The feeding value of temperate pastures. In: F. Morley (ed.). *World Animal Science*. B1, Grazing animals.
- Van Horn, H. H. 1986.** Manual de nutrición de la vaca lechera. Departamento de Ciencia Animal. Universidad de Florida. pp. 49-115.
- Van Soest P.J. y Wine, R.H. 1968.** Determination of Lignin and Cellulose in ADF With Permanganate. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*. 51: 780.
- Van Soest, P.J., Robertson J. y Lewis, B. 1991.** Symposium: Carbohydrate Methodology, Metabolism and Nutritional Implications in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*. 74: 3.583-3.597.
- Walker, B. y Weston, J.E. 1990.** Pasture development in Queensland- A success story. *Tropical Grasslands*. 24: 257-268.
- Wallace, R.J. 1994.** Biotechnology and ruminant nutrition: progress and problems. *Journal of Animal Science*. 72: 299.