

# PRODUCCIÓN, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DEGRADABILIDAD RUMINAL *IN SITU* DE *Brachiaria humidicola* (RENDLE) SCHWEICK EN EL BOSQUE SECO TROPICAL

## Yield, Chemical Composition and Ruminant Degradability of the *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick in Tropical Dry Forest

Juan Vergara-López<sup>2</sup> y Omar Araujo-Febres<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Apartado 15205, Maracaibo ZU 4005.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Estación Local El Guayabo, Zulia, Venezuela. E-mail: j\_vergara@cantv.net

### RESUMEN

Parcelas de 1 m<sup>2</sup> de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick se cortaron a los 14, 28, 42, 56, 70, 84 y 98 días de edad, para determinar la producción de materia seca, composición química y degradabilidad *in situ*, en las épocas seca (ES) y lluviosa (EL). Se determinaron la materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN) y lignina (Lig) en las muestras de campo. Se utilizaron dos toretes fistulados en el rumen para la evaluación de la degradabilidad *in situ* de la MS y PC. La producción se incrementó ( $P<0,05$ ) desde 1.099,3 kg ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup> (14d) hasta 2.654,0 kg ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup> (98d) y desde 1.547,1 kg ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup> (14d) hasta 3.092,7 kg ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup> (98d) en ES y EL respectivamente. La MS se incrementó ( $P<0,05$ ) de 41,1% (14d) a 47,7% (98d) durante ES y de 35,7% (14d) a 43,0% (98d) durante EL. La MO permaneció constante durante ES (89,0%), mientras que en EL se incrementó ( $P<0,05$ ) de 84,7% (14d) a 90,3% (98d). La PC disminuyó ( $P<0,05$ ) de 6,6% (14d) a 4,8% (98d) y de 8,5 (14d) a 4,3% (98d) en ES y EL respectivamente. La FDN permaneció constante entre edades (70,6% y 76,0% para ES y EL, respectivamente). La FDA en EL (37,9%) fue mayor ( $P<0,05$ ) que en ES (40,5%). La Lig permaneció constante en ES (4,38%), mientras que en EL se incrementó de 5,0% (14d) a 6,3% (98d). La desaparición de MS no fue diferente entre edades de corte, pero sí entre épocas.

**Palabras clave:** *Brachiaria humidicola*, rendimiento, composición química, degradabilidad ruminal, bosque seco tropical.

### ABSTRACT

The change in chemical composition, dry matter yield, and *in situ* degradability of *Brachiaria humidicola* grass cut at 14, 28, 42, 56, 70, 84, and 98 days of regrowth, during dry (DS) and rainy seasons (RS). Dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and lignin (L) were determined. Two young bulls rumen fistulated were used to evaluate *in situ* degradability of dry matter and crude protein. DM yield increased ( $P<0.05$ ) from 1,099 kg ha<sup>-1</sup> (14 d) to 2,654 kg ha<sup>-1</sup> (98 d) during DS and from 1,547 kg ha<sup>-1</sup> (14 d) to 3,092 kg ha<sup>-1</sup> (98 d) during RS. OM kept constant during DS (89%), but increased ( $P<0.05$ ) from 84.7% to 90.3% during the RS. CP decreased from 6.6% (14 d) to 4.8% (98 d), and from 8.5% (14 d) to 4.3% (98 d) to DS and RS, respectively. FDN remained constant throughout cutting ages and seasons. FDA was higher ( $P<0.05$ ) for DS (37.9%) than RS (40%). Lignin kept constant in DS but increased ( $P<0.05$ ) from 5.0 to 6.3% in RS. Rumen DM disappearance was not different between cutting ages but it was affected by seasons (DS: 75.24% vs RS: 78.06%), respectively.

**Key words:** *Brachiaria humidicola*, yield, chemical composition, ruminal degradability, dry tropical forest.

### INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción tropicales fundamentan la alimentación de sus animales en la utilización de pastizales naturales o establecidos [30], esquema que no permite que el animal cubra sus requerimientos de nutrientes específicos, debido a la baja producción y calidad nutricional de estos recur-

sos y la dependencia climático-estacional-fenológica de éstas características [33].

En Venezuela la utilización de diversas especies del género *Brachiaria* se encuentra ampliamente difundida en los sistemas de producción pecuarios. Específicamente en los municipios Rosario y Machiques de Perijá, Peña y col. [24] señalan un 21% de superficie sembrada con especies de este género, principalmente *B. mutica*, *B. decumbens*, *B. arrecta*, *B. brizantha* y *B. humidicola*. Esto se debe principalmente a la adaptabilidad de algunas de ellas a situaciones de mal drenaje [7], suelos pobres, etc., como *B. humidicola*, conocida también como pasto alambre, especie que se adapta perfectamente a las condiciones de acidez ligera hasta fuerte: desde Perijá hasta el sur del lago de Maracaibo [11, 18].

En la literatura se reportan valores sobre la tasa de crecimiento, composición química y digestibilidad *in vitro* de *B. humidicola* en diferentes estadios fenológicos bajo distintas condiciones agroecológicas [4, 8, 13, 16, 17, 26, 34]. Stobbs [33] asegura que la producción animal depende de la cantidad del alimento consumido cada día, composición química y digestibilidad del mismo. Sin embargo, la tasa de degradación de materiales en el rumen es una buena referencia cuando se formulan dietas desde el punto de vista energético y proteico, ya que buena parte de los carbohidratos y la proteína son utilizados por los microorganismos en este compartimiento pre-gástrico, dejando una porción que pasa al tracto digestivo posterior. La estimación de los valores de degradabilidad de entidades químicas de las materias primas, subproductos agroindustriales y los pastos y forrajes utilizados en la alimentación de rumiantes, es importante al poder caracterizar estos recursos y poder conocer cuanto de esas entidades pasa al tracto posterior [1, 21, 30].

Entre las técnicas propuestas para evaluar digestión ruminal de materias primas, se encuentra la de Ørskov y col. [21] quienes utilizaron bolsas de material sintético, no degradable en el rumen para incubar muestras, asumiendo que la porción que desaparece de éstas es la fracción degradable de ese alimento, mientras que la que permanece en las bolsas es la fracción no degradable.

El objetivo de este trabajo fue la evaluación de las características productivas, composición química y degradabilidad ruminal de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick creciendo en condiciones del bosque seco tropical del municipio Rosario de Perijá, estado Zulia, Venezuela.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las evaluaciones fueron ejecutadas en la hacienda La Esperanza, perteneciente a la Universidad del Zulia, ubicada a 10°15' latitud norte y 72°40' longitud este [11, 25] a la altura del kilómetro 107 de la vía que conduce de Maracaibo a Machiques, municipio Rosario de Perijá, estado Zulia, Venezuela.

El periodo de evaluación comprendió los meses junio a diciembre de 1997. La precipitación media para ese año fue de 1.063 mm, con un régimen bimodal de dos picos de precipitación que pueden presentarse entre los meses de abril a junio y luego de agosto a octubre. De acuerdo a Ewel y Madriz [9], esta zona está clasificada como un bosque seco tropical. Los suelos son pertenecientes a la formación La Villa, muy evolucionados, de textura franco arenosa y pH entre 4,5 y 5,5, correspondientes a la clasificación taxonómica de los Paleustult familia francosa fina [25].

## Rendimiento

Se utilizó un potrero de la finca con un área de 700 m<sup>2</sup> con cortes de uniformidad al inicio de las épocas seca y lluviosa. La producción de biomasa aérea de *B. humidicola* fue evaluada durante las épocas seca y lluviosa y cortada a las edades de 14, 28, 42, 56, 70, 84 y 98 días. La época seca con un total de 214 mm de precipitación, comprendió el periodo entre el 17 de junio y el 09 de septiembre, mientras que la lluviosa con 422 mm, comprendió el periodo entre el 30 de septiembre hasta el 23 de diciembre de 1997.

Se muestrearon 3 marcos de 1,0 m<sup>2</sup> a una altura de 5 cm sobre la superficie del suelo. Las muestras fueron pesadas inmediatamente para registrar sus pesos frescos y trasladadas al laboratorio para ser secadas en estufa de ventilación forzada a 65°C durante 48 horas. Posteriormente las muestras fueron molidas en molino de cuchillas hasta pasar por un tamiz de 3 mm.

## Composición química

Las muestras provenientes del ensayo de producción fueron molidas hasta pasar por un tamiz de 1 mm y conservadas en bolsas plásticas con cierre hermético. En estas muestras se determinaron las fracciones químicas: materia seca total (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y lignina (Lig), mediante los procedimientos sugeridos por la AOAC [2].

## Degradabilidad ruminal

La degradabilidad *in situ* fue realizada de acuerdo a la técnica descrita por Ørskov y col. [21]. Las muestras de *B. humidicola* correspondientes a las siete edades y dos épocas, provenientes del ensayo de producción, fueron agrupadas en una muestra por edad de corte, para posteriormente preparar bolsas de nylon de 10 x 20 cm y 50 µm de tamaño de poros, dentro de las cuales se pesaron 10 g de dicho material parcialmente seco (25 mg cm<sup>-2</sup>). Para cada muestra se prepararon 10 bolsas, duplicadas y correspondientes a 0, 2, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 60 y 72 h de incubación. Las bolsas correspondientes a 0 h de incubación fueron lavadas con agua corriente, permitiendo de esta forma estimar las pérdidas por lavado.

Se utilizaron dos toretes con peso promedio de 383,50 ± 12,02 kg fistulados en el rumen y desparasitados. Los animales fueron sometidos a un periodo de 20 días de adaptación

con heno de *B. humidicola* con las características que se presentan en la TABLA I, limitando la oferta al 2% del peso vivo, lo cual permitió suficiente espacio en el rumen para la introducción de las bolsas de nylon con sus respectivos tratamientos y réplicas. Los contenidos de las bolsas incubadas fueron secados a 65°C y molidos hasta pasar por un tamiz de 1 mm y colocados en bolsas plásticas con cierre hermético hasta realizar análisis de materia seca y proteína cruda por las metodologías descritas por la AOAC [2]. Las desapariciones de la MS y PC fueron expresadas como porcentaje del material residual en las bolsas [35].

**TABLA I**  
**ANÁLISIS QUÍMICO DEL HENO DE *Brachiaria humidicola***  
**SUMINISTRADO A LOS ANIMALES DURANTE**  
**LOS ENSAYOS DE DIGESTIÓN *in situ* / CHEMICAL ANALYSIS**  
**OF *Brachiaria humidicola* HAY FED TO EXPERIMENTAL ANIMALS**  
**DURING *in situ* DIGESTION ASSAYS**

	%
MS	93,65
MO	92,38
CEN	7,62
PC	4,23
FDN	68,09
FDA	32,84
Lig	7,35

MS: Materia seca. MO: Materia orgánica. CEN: Cenizas. PC: Proteína cruda. FDN: Fibra detergente neutro. FDA: Fibra detergente ácido. Lig: Lignina.

### Modelación de la cinética de la digestión ruminal

Se eligió el modelo sigmoideal propuesto por Van Milgen y col. [35], dado que por apreciación visual se constató que los datos se comportaban de ésta forma (FIG. 1). Este modelo tiene por característica principal que posee dos compartimientos, uno de retardo y otro de degradación acelerada, mismos que son considerados representados, cada uno, por una cinética de primer orden, así:

$$D = W + S_0 \times \left[ 1 - \frac{ce^{-\lambda t} - \lambda e^{ct}}{c - \lambda} \right] (t)$$

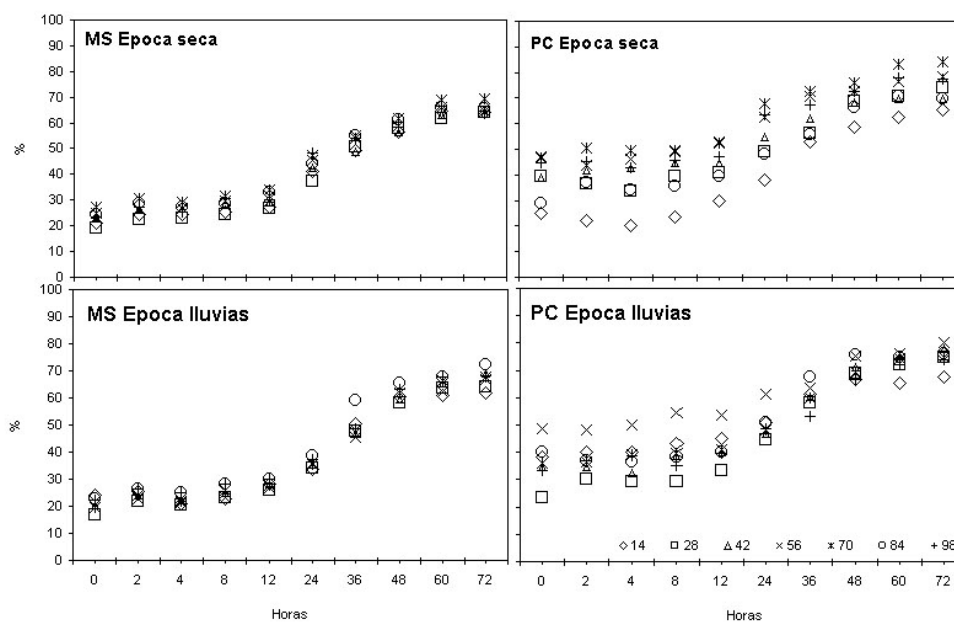
donde:  $W$ ,  $S_0$ ,  $c$  y  $\lambda$  son escalares positivos,  $t$  es el tiempo de incubación (h).  $W$  es el intercepto y representa la fracción que instantáneamente desaparece de la bolsa, mientras que  $S_0$  es la fracción que es potencialmente degradada en el tiempo,  $c$  y  $\lambda$  son las tasas lenta y rápida de degradación.

### Tiempo medio, $T_{1/2}$ (h)

Es el tiempo al cual la mitad de la fracción potencialmente digestible ha desaparecido de la bolsa, calculado mediante la ecuación:  $T_{1/2} = 1/\lambda - [\ln(1/2) / c]$ .  $1/\lambda$  es el tiempo medio de retardo.

### Fracción no degradable, $U_0$ (%)

Los materiales incubados en el rumen pueden ser fraccionados en  $a$ ,  $b$  y la fracción no degradable  $U_0$ , que es la cantidad que permanece sin degradar en la bolsa después de tiempo infinito de incubación y que podría desaparecer solamente por pasaje al abomaso. Este parámetro es calculado mediante la ecuación:  $U_0 = 1 - W - S_0$ .



**FIGURA 1. CURVAS DE DEGRADACIÓN DE LA MATERIA SECA Y PROTEÍNA CRUDA DE *Brachiaria humidicola* A DIFERENTES EDADES DURANTE LAS ÉPOCAS SECA Y LLUVIOSA DEL MUNICIPIO ROSARIO DE PERIJÁ, ZULIA, VENEZUELA / DRY MATTER AND CRUDE PROTEIN DEGRADATION CURVES OF *Brachiaria humidicola* HARVESTED AT DIFFERENT AGES DURING DRY AND RAINY SEASON IN THE ROSARIO DE PERIJÁ COUNTY, STATE OF ZULIA, VENEZUELA.**

### Extensión de la degradación en el rumen, E (%)

Es la degradabilidad cuando  $t = \infty$  y se obtiene mediante la ecuación:

$$E = (W + kxS_0x) \int_0^{\infty} \left[ 1 - \frac{ce^{-\lambda t} - \lambda e^{-ct}}{c - \lambda} \right] e^{-kt} dt / (W + S_0 + U_0)$$

donde:  $W$ ,  $S_0$ ,  $c$  y  $k$ : parámetros de la ecuación obtenida por el procedimiento no lineal descritos con anterioridad. La integral puede ser calculada mediante integración numérica si no existe solución analítica.

### Tasa fraccional de degradación, $\mu$ ( $h^{-1}$ )

Es la tasa de degradación asumiendo que este fenómeno sigue una cinética de primer orden, con una tasa fraccional de degradación ( $\mu$ ) que es función del tiempo de degradación:

$$\mu = [kxcx(cxe^{-kxt} - kxe^{-cxt})] / (cxe^{-kxt} - kxe^{-cxt}).$$

### Tasa fraccional de degradación al tiempo medio, $\mu_{1/2}$ ( $h^{-1}$ )

Es la tasa fraccional calculada al sustituir  $t$  por  $T_{1/2}$  en la ecuación:

$$\mu_{\frac{1}{2}} = kxcx[(cxe^{-kxT_{\frac{1}{2}}} - kxe^{-cxT_{\frac{1}{2}}}) / (cxe^{-kxT_{\frac{1}{2}}} - kxe^{-cxT_{\frac{1}{2}}})].$$

### Análisis estadísticos

Los datos de residuos de los diferentes tiempos de incubación en el rumen, fueron procesados mediante el procedimiento de regresión no lineal (PROC NLIN) del Sistema de Análisis Estadístico SAS [29]. El procedimiento NLIN utiliza por defecto el método de iteración de Gauss-Newton, cuya robustez permite mayor rapidez al alcanzar convergencia en los estimadores. Este método regresiona los residuales en función de la primera y segunda derivada del modelo con respecto a

los parámetros, hasta que los estimados convergen. Las derivadas de primer y segundo orden son computadas automáticamente [29]. A partir de los parámetros respectivos a cada modelo generados por el proceso iterativo, se calcularon los parámetros de degradación:  $T_{1/2}$ ,  $U_0$ ,  $E$ ,  $\mu$ ,  $\mu_{1/2}$  [15, 35].

Los parámetros de degradación fueron analizados mediante un modelo correspondiente a un diseño completamente aleatorizado con un arreglo factorial, con época a dos (2) niveles y edades a siete (7) niveles, replicados tres (3) veces, cuya expresión matemática es:  $Y_{ijk} = \mu + EP_i + ED_j + (EP \times ED)_{ij} + E_{ijk}$ . Donde:  $Y_{ijk}$ : Variable respuesta.  $\mu$ : Media general.  $EP_i$ : Efecto de la  $i$ -ésima época.  $ED_j$ : Efecto de la  $j$ -ésima edad de corte.  $(EP \times ED)_{ij}$ : Efecto de la interacción entre la  $i$ -ésima época y la  $j$ -ésima edad de corte.  $E_{ijk}$ : Error experimental. El análisis de los parámetros de digestión por este modelo no generó diferencias significativas entre edades de corte, de tal forma que se eliminó el mencionado efecto, quedando un modelo completamente aleatorizado. Las medias de las variables de producción y calidad fueron comparadas mediante la prueba de mínimas diferencias significativas, mientras que los parámetros ruminales fueron comparados con la prueba de Tukey. Se realizaron pruebas de correlación entre las variables de composición química, épocas y edades [10, 29, 32].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento

En la TABLA II se registran las producciones de biomasa de *B. humidicola* para las siete edades de cosecha correspondientes a las épocas seca y lluviosa. El modelo utilizado explica bien el comportamiento de la producción de biomasa de esta especie ( $R^2=0,8753$ ), mientras que la variación fue de 20,43% (CV).

TABLA II  
PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (KG MS HA<sup>-1</sup> CORTE<sup>-1</sup>) DE *Brachiaria humidicola* CORTADA A DIFERENTES EDADES DURANTE LAS ÉPOCAS SECA Y LLUVIOSA DEL BOSQUE SECO TROPICAL / DRY MATTER YIELD (KG MS HA<sup>-1</sup> CORTE<sup>-1</sup>) OF *Brachiaria humidicola* HARVESTED AT DIFFERENT AGES DURING DRY AND RAINY SEASONS IN A TROPICAL DRY FOREST

Edad (días)	Época		Media
	Seca	Lluvias	
14	1.099,33 ± 612,75 <sup>b</sup>	1.547,13 ± 179,48 <sup>c</sup>	1.323,23 ± 472,47 <sup>c</sup>
28	1.816,00 ± 223,03 <sup>ab</sup>	2.302,00 ± 426,58 <sup>b</sup>	2.059,00 ± 404,41 <sup>b</sup>
42	2.266,00 ± 347,89 <sup>ab</sup>	2.744,00 ± 254,02 <sup>ab</sup>	2.505,00 ± 377,84 <sup>ab</sup>
56	2.392,67 ± 724,94 <sup>ab</sup>	2.864,67 ± 300,14 <sup>ab</sup>	2.628,67 ± 559,54 <sup>ab</sup>
70	2.523,33 ± 807,39 <sup>ab</sup>	2.923,33 ± 87,96 <sup>ab</sup>	2.723,33 ± 558,43 <sup>ab</sup>
84	2.761,33 ± 1.544,34 <sup>a</sup>	3.010,67 ± 587,75 <sup>a</sup>	2.886,00 ± 1.053,96 <sup>a</sup>
98	2.654,00 ± 555,22 <sup>a</sup>	3.092,67 ± 205,35 <sup>a</sup>	2.873,33 ± 444,86 <sup>a</sup>
Media	2.216,10 ± 863,33 <sup>B</sup>	2.640,64 ± 587,61 <sup>A</sup>	

A, B: Medias ( $\bar{y} \pm DE$ ) con letras diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ ). a, b, c: Medias con letras diferentes entre filas son estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ ).



**Época seca.** La producción de *B. humidicola* durante la época seca evidencia una tendencia al incremento con la edad de corte ( $r=0,58$ ;  $P=0,0061$ ). Por otro lado, el análisis estadístico no arroja diferencias significativas ( $P>0,05$ ) entre los valores de producción a la edad de 28 días y hasta los 70 días. Fisiológicamente esto podría interpretarse como un retardo en la producción, con una tasa de crecimiento desacelerado, posiblemente debido a carencia de agua en el suelo, suficiente para sustentar crecimiento vegetativo, ya que la época seca comprendió la época de menor precipitación entre junio y septiembre, lo que se conoce tradicionalmente en la zona como "Veranito de San Juan". Sin embargo, se denota una ligera tendencia al incremento de la producción, para repuntar significativamente a los 84 y 98 días. El comportamiento de esta especie concuerda con las tendencias incrementales de producción señaladas en otras experiencias con otras especies del mismo género. Beneval y Siqueira [3] reportan valores incrementales de la producción de materia seca de *B. ruziziensis* y *B. decumbens* a medida que se incrementa la edad de corte, siendo mayor la producción de la primera especie. O'Donovan y col. [22] señalan que *B. decumbens* en la primera cosecha correspondiente a la época de lluvias, arrojó menor producción que en la época seca. Del mismo modo, Oliveira de Souza y col. [23] muestran valores de producción de materia seca de 1,6 t/ha en un pastizal de *B. humidicola* en monocultivo.

El valor medio de producción de materia seca fue inferior ( $P<0,05$ ) en la época seca que en lluvias (TABLA II). Este tipo de comportamiento lo corrobora Mata [18], trabajando en condiciones de sabanas en el estado Guárico, señalando bajas producciones de materia seca, incluso llegando a ser muy cercanas a cero (0) durante la época seca, atribuyendo dicho fenómeno a baja y mala distribución de la precipitación durante esa época y la baja capacidad de retención de humedad del suelo, lo que concuerda con la distribución de precipitaciones para el periodo en el cual se realizó esta evaluación. Además, el año 1997 fue más seco que la media para los años 1986-1996, haciéndose más notable en el periodo enero-julio de 1997.

La deficiencia hídrica puede ser el principal inhibidor en la producción de especies forrajeras durante la estación seca [16]. Balances hídricos realizados por Peters y col. [25] en dos estaciones distintas en la misma zona, concuerdan al señalar una deficiencia en la provisión de agua entre los meses junio a agosto, lo que podría estar definiendo las menores producciones de materia seca en este periodo.

**Época de lluvias.** Para el periodo lluvioso, la producción de materia seca se incrementó significativamente ( $P<0,05$ ) entre las edades de 14 y 28 días ( $r=0,78$ ;  $P=0,0001$ ), siendo las edades de 42, 56 y 70 días similares a 28 días y a 84 y 98 días, lo que estadísticamente indica que no hubo diferencias entre estas edades ( $P>0,05$ ), aunque se observa una tendencia clara al incremento en la producción, para luego incrementarse significativamente ( $P<0,05$ ) a los 84 días y estabilizarse nuevamente (TABLA II).

O'Donovan [22] trabajando con *B. decumbens* señalan rendimientos crecientes entre edades de corte en la época de lluvias. Mata [19] registró los mayores valores mensuales de producción de materia seca de *B. humidicola* durante la estación lluviosa, atribuyéndolo al efecto de suplencia de agua retenida en el suelo; dichos valores son comparables a los valores obtenidos para los 28 días de edad para esa misma época en este trabajo (TABLA II). Las precipitaciones disminuyeron a medida que transcurrió la época de lluvias para esta evaluación. Totalizando las precipitaciones para este periodo, llega a un valor de 422 mm, mientras que para la época seca el valor fue menor, llegando a los 214 mm. Esta mayor disponibilidad de agua pudo ser la responsable de la respuesta del pastizal en esta evaluación. Romero y Márquez [28] obtuvieron valores de producción de materia seca en *B. humidicola* durante la época lluviosa de un bosque seco tropical con características similares a la zona donde se ejecutó esta experiencia, similares a los valores de producción reflejados en la TABLA II.

### Composición química

En la TABLA III se presentan los contenidos de MS, MO, PC, FDN, FDA y Lig de *B. humidicola* cortada a intervalos de 14 días durante las épocas seca y lluviosa. El análisis de varianza arrojó diferencias significativas ( $P<0,05$ ) entre épocas y edades de corte para MS ( $R^2=0,88$ ,  $CV=6,36$ ); MO ( $R^2=0,97$ ,  $CV=0,36$ ); PC ( $R^2=0,94$ ,  $CV=5,42$ ). Las fracciones fibrosas fueron significativamente diferentes ( $P<0,05$ ) entre épocas, pero no entre edades: FDN ( $R^2=0,59$ ,  $CV=4,67$ ), FDA ( $R^2=0,64$ ,  $CV=6,37$ ) y Lig ( $R^2=0,75$ ,  $CV=14,24$ ).

### Época seca

**Materia orgánica.** El comportamiento de la MO entre edades fue variable durante la época seca (TABLA III), pero no mostró una relación significativa con las demás variables de composición química (TABLA IV).

**Proteína cruda.** La PC se relacionó negativamente con la edad y con el contenido de MS ( $r=-0,77$ ). Este es un comportamiento típico de una entidad como la proteína, que disminuye con la edad de corte (TABLA IV), del mismo modo que ha sido referido por otros autores con otras especies como *Echinochloa polystachya* [5] y dentro del mismo género [6]. Pinheiro-Camarao y col. [26] trabajando con *B. humidicola* reportó disminución de los valores de PC a medida que avanzaba la edad del pastizal.

**Componentes de la pared celular.** La FDA se relacionó positivamente con el contenido de PC, aunque con un bajo coeficiente de correlación ( $r=0,43$ ), lo cual discrepa con los resultados obtenidos por Pinheiro-Camarao y col. [26] quienes obtuvieron valores significativamente mayores de FDA a medida que el pasto maduraba. Para el resto de las variables, aunque sus valores muestran una tendencia más o menos definida, como en el caso de la edad con FDN y Lig y la PC con la FDN y la Lig, estas relaciones no resultaron significativas. Es-

TABLA III  
**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE *Brachiaria humidicola* DURANTE LAS ÉPOCAS SECA Y LLUVIOSA DEL BOSQUE SECO TROPICAL DEL MUNICIPIO ROSARIO DE PERIJÁ, ZULIA, VENEZUELA / CHEMICAL COMPOSITION OF *Brachiaria humidicola* DURING DRY AND RAINY SEASON IN A TROPICAL DRY FOREST OF ROSARIO DE PERIJÁ COUNTY, STATE OF ZULIA, VENEZUELA**

EP	ED	MS	MO	PC	FND	FAD	Lig
Seca	14	41,12 ± 3,08 <sup>b</sup>	89,64 ± 0,31 <sup>a</sup>	6,61 ± 0,10 <sup>a</sup>	69,20 ± 2,45 <sup>a</sup>	39,80 ± 1,17 <sup>ab</sup>	4,62 ± 1,13 <sup>a</sup>
	28	41,47 ± 0,15 <sup>b</sup>	88,56 ± 0,12 <sup>c</sup>	6,10 ± 0,10 <sup>b</sup>	70,89 ± 4,94 <sup>a</sup>	36,79 ± 0,85 <sup>ab</sup>	3,94 ± 0,99 <sup>a</sup>
	42	43,97 ± 2,30 <sup>ab</sup>	88,69 ± 0,10 <sup>bc</sup>	6,11 ± 0,20 <sup>b</sup>	70,20 ± 0,85 <sup>a</sup>	39,17 ± 1,60 <sup>ab</sup>	3,58 ± 0,47 <sup>a</sup>
	56	43,21 ± 2,27 <sup>ab</sup>	89,68 ± 0,22 <sup>a</sup>	6,20 ± 0,10 <sup>ab</sup>	71,25 ± 1,56 <sup>a</sup>	40,26 ± 3,81 <sup>a</sup>	4,05 ± 0,76 <sup>a</sup>
	70	46,12 ± 3,37 <sup>ab</sup>	88,88 ± 0,30 <sup>bc</sup>	5,49 ± 0,25 <sup>c</sup>	71,16 ± 1,94 <sup>a</sup>	35,12 ± 0,92 <sup>b</sup>	4,91 ± 0,20 <sup>a</sup>
	84	50,15 ± 1,54 <sup>a</sup>	89,22 ± 0,17 <sup>ac</sup>	4,57 ± 0,22 <sup>d</sup>	70,03 ± 0,75 <sup>a</sup>	35,85 ± 1,35 <sup>ab</sup>	5,06 ± 0,56 <sup>a</sup>
	98	47,72 ± 5,45 <sup>ab</sup>	87,97 ± 0,10 <sup>d</sup>	4,78 ± 0,10 <sup>d</sup>	71,52 ± 0,77 <sup>a</sup>	38,37 ± 0,57 <sup>ab</sup>	4,47 ± 0,20 <sup>a</sup>
Media		44,82 ± 4,04 <sup>A</sup>	88,95 ± 0,60 <sup>A</sup>	5,70 ± 0,74 <sup>B</sup>	70,61 ± 2,11 <sup>B</sup>	37,91 ± 2,42 <sup>B</sup>	4,38 ± 0,78 <sup>B</sup>
Lluvias	14	35,69 ± 5,51 <sup>b</sup>	84,69 ± 0,31 <sup>e</sup>	8,51 ± 1,07 <sup>a</sup>	72,54 ± 3,65 <sup>a</sup>	43,17 ± 4,52 <sup>a</sup>	5,04 ± 0,83 <sup>b</sup>
	28	28,77 ± 0,36 <sup>c</sup>	86,86 ± 6,75 <sup>d</sup>	6,75 ± 0,10 <sup>bc</sup>	76,97 ± 4,20 <sup>a</sup>	41,05 ± 5,07 <sup>a</sup>	5,28 ± 1,09 <sup>ab</sup>
	42	36,79 ± 2,21 <sup>ab</sup>	88,51 ± 0,51 <sup>bc</sup>	7,09 ± 0,10 <sup>b</sup>	80,25 ± 4,00 <sup>a</sup>	40,85 ± 5,10 <sup>a</sup>	6,00 ± 0,47 <sup>ab</sup>
	56	43,19 ± 0,25 <sup>a</sup>	87,11 ± 0,47 <sup>d</sup>	5,93 ± 0,81 <sup>cd</sup>	76,43 ± 4,03 <sup>a</sup>	37,47 ± 2,17 <sup>a</sup>	6,48 ± 0,46 <sup>ab</sup>
	70	34,98 ± 1,61 <sup>bc</sup>	87,85 ± 0,60 <sup>dc</sup>	6,21 ± 0,10 <sup>bc</sup>	75,68 ± 1,62 <sup>a</sup>	39,83 ± 3,86 <sup>a</sup>	5,73 ± 1,11 <sup>ab</sup>
	84	37,35 ± 0,70 <sup>ab</sup>	89,38 ± 0,40 <sup>ab</sup>	5,60 ± 0,14 <sup>cd</sup>	74,52 ± 2,65 <sup>a</sup>	40,98 ± 2,02 <sup>a</sup>	7,12 ± 0,46 <sup>a</sup>
	98	43,01 ± 0,71 <sup>a</sup>	90,32 ± 0,25 <sup>a</sup>	4,34 ± 0,10 <sup>d</sup>	75,23 ± 7,74 <sup>a</sup>	40,11 ± 2,48 <sup>a</sup>	6,33 ± 0,33 <sup>ab</sup>
Media		37,11 ± 5,11 <sup>B</sup>	87,82 ± 1,78 <sup>B</sup>	6,35 ± 1,29 <sup>A</sup>	75,95 ± 4,29 <sup>A</sup>	40,50 ± 3,63 <sup>A</sup>	6,00 ± 0,92 <sup>A</sup>

EP: Época. ED: edad. MS: Materia seca. MO: Materia orgánica. CEN: Cenizas. PC: Proteína cruda. FDN: Fibra detergente neutro. FDA: Fibra detergente ácido. Lig: Lignina. A, B, a, b: Medias ( $\bar{x} \pm DE$ ) con letras diferentes entre líneas son significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

tos resultados, discrepan con los obtenidos por Pinheiro-Camarao y col. [26] quienes obtuvieron valores incrementales de los componentes de la pared celular a medida que el pastizal maduraba.

### Época de lluvias

**Materia orgánica.** La MO se relacionó positivamente con la edad de corte ( $r=0,87$ ,  $P < 0,05$ ), al mismo tiempo que mostró una relación inversa y altamente significativa con la PC ( $r=-0,83$ ,  $P < 0,05$ ) y positiva ( $r=0,50$ ,  $P < 0,05$ ) con la Lig. La MO no presentó relaciones significativas con la FDN o FDA (TABLA IV). La acumulación de MO posiblemente se debió al incremento en la formación de carbohidratos estructurales [12] que aunque no es reflejado por los valores de componentes de la pared celular por edad en esta experiencia, las mismas mantienen niveles más o menos constantes entre edades de corte y el análisis de correlación refleja una ligera tendencia de la FDN a incrementarse con el tiempo, no así la FDA, la cual disminuye ligeramente. Por otro lado, la Lig mostró el menor valor a los 14 días de edad y el mayor a los 84 días, decayendo ligeramente a los 98 días, lo cual genera una correlación positiva ( $r=0,58$ ,  $P < 0,05$ ) con la edad de corte.

**Proteína cruda.** Esta fracción nutritiva disminuyó significativamente ( $P < 0,05$ ) entre edades de corte. El análisis de correlación (TABLA IV) indica una relación inversa entre contenido de PC y edad de corte. Pinheiro-Camarao y col. [26] repor-

ta niveles proteicos decrecientes a medida que *B. humidicola* avanza en la edad de corte. Sotomayor-Ríos y col. [31] encontraron niveles decrecientes en un 22,5% de PC en *B. humidicola* cosechada a los 30, 45 y 60 días, creciendo en condiciones de una región montañosa húmeda de Puerto Rico, con suelos Tropudults.

Al analizar valores promedio entre épocas, los contenidos de PC se corresponden con los señalados por Pinheiro-Camarao y col. [26] quien reporta niveles entre 7,73 y 4,86 para los 35 y 95 días, respectivamente. Mientras tanto, Vallejos y col. [34] evaluando cuatro accesiones de *B. humidicola* en condiciones del trópico húmedo de Costa Rica, en un suelo Inceptisol de alta fertilidad y bajo un esquema de fertilización definido, señalan un intervalo de 6,3% hasta 15,7% de PC, considerablemente mayores que los resultados obtenidos en las condiciones donde se realizó este ensayo. Sin embargo, en esta experiencia se pueden encontrar valores de 8,51% a los 14 días de edad, hasta 4,34% a los 98 días de edad (TABLA III). Mata [19] encontró niveles de 4,7% de PC para esta especie, pero no especifica la época.

Pinheiro-Camarao y col. [24] muestran valores decrecientes de PC y crecientes de Lig con la edad. Tendencias similares señalan [5, 6], trabajando con *Echinochloa polystachya* y *B. mutica*, respectivamente. La PC mostró una relación inversa con la Lig (TABLA IV). Esta acumulación de materiales orgánicos a medida que transcurre el curso fenológico de la

TABLA IV  
**MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE LAS ENTIDADES QUÍMICAS DE *Brachiaria humidicola* CORTADA A INTERVALOS DE 14 DÍAS DURANTE LAS ÉPOCA SECA Y LLUVIOSA DEL MUNICIPIO ROSARIO DE PERIJÁ, ESTADO ZULIA, VENEZUELA / CORRELATION MATRIX OF CHEMICAL ENTITIES IN *Brachiaria humidicola* HARVESTED AT 14 DAYS INTERVALS DURING DRY AND RAINY SEASON IN THE ROSARIO DE PERIJÁ COUNTY, STATE OF ZULIA, VENEZUELA**

	MS		MO		FDN		FDA		PC		Lig	
	ES	EL	ES	EL	ES	EL	ES	EL	ES	EL	ES	EL
Edad	0,71197	0,53458	-0,41760	0,87410	0,21422	0,02405	-0,31045	-0,20829	-0,90455	-0,89224	0,29095	0,57582
P	0,0003	0,0125	0,0596	0,0001	0,3511	0,9176	0,1708	0,3649	0,0001	0,0001	0,2007	0,0063
MS			-0,19932	0,36106	-0,15460	0,04116	-0,36869	-0,08950	-0,77175	-0,53100	0,33002	0,45852
P			0,3864	0,1078	0,5034	0,8594	0,1000	0,6997	0,0001	0,0133	0,1440	0,0366
MO					-0,23667	0,19838	0,25475	-0,21781	0,42710	-0,83039	0,18981	0,49685
P					0,3017	0,3887	0,2651	0,3429	0,0535	0,0001	0,4099	0,0219
FDN							0,02776	0,27957	-0,10783	-0,04566	0,04159	0,09816
P							0,9049	0,2197	0,6417	0,8442	0,8579	0,6721
FDA									0,43507	0,27910	-0,31958	-0,03922
P									0,0487	0,2205	0,1579	0,8660
PC											-0,32975	-0,48490
P											0,1444	0,0259

MS: Materia seca. MO: Materia orgánica. PC: Proteína cruda. FND: Fibra neutro detergente. FAD: Fibra ácido detergente. Lig: Lignina. ES: Época seca. EL: Época lluviosa.

planta, implica una acumulación de compuestos como la Lig, la cual es limitante de la fermentación ruminal [14].

Herrera y Hernández [12] evaluaron bermuda cruzada-1 durante las épocas seca y lluviosa, encontraron un efecto significativo de la época en la producción y calidad de esa especie, reflejando además incrementos en la producción a medida que avanzó la edad del pasto, pero del mismo modo disminuyó la calidad de éste. Se desprende de esa investigación, la necesidad de buscar un equilibrio entre indicadores de calidad y rendimiento.

**Componentes de la pared celular.** Los niveles de FDN y FDA no fueron diferentes entre edades, mientras sus promedios si difirieron ( $P < 0,05$ ) entre épocas (TABLA III). Mata [19] reporta valores similares de FDA y FDN para esta especie. Mientras que cuantitativamente estos valores son similares a los obtenidos por Pinheiro-Camarao y col. [26], sin embargo, no siguen la misma tendencia decreciente con la edad que señalan estos autores.

La Lig no fue diferente entre edades durante la época seca, pero si fue diferente ( $P < 0,05$ ) entre edades durante la época de lluvias, mostrando una relación positiva con la edad de corte ( $r = 0,58$ ,  $P = 0,0063$ ), MS ( $r = 0,46$ ,  $P = 0,0366$ ) y MO

( $r = 0,50$ ,  $P = 0,0219$ ). La relación entre la PC y Lig fue inversa ( $r = -0,49$ ,  $P = 0,0259$ ). Las tendencias incrementales de la Lig con respecto a la edad de corte (3,87% a 5,84%) durante la época de lluvias es similar a la tendencia de los datos reportados por Pinheiro-Camarao y col. [26] y cuantitativamente inferiores (decremento de 9,4%) a los señalados por Mata [19].

#### Degradabilidad ruminal

**Tiempo medio,  $T_{1/2}$  (h).** El análisis de varianza de los parámetros de digestión en el rumen, arrojó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) de  $T_{1/2}$  entre épocas, pero no entre edades dentro de épocas ( $R = 0,53$ ,  $CV = 68,23$ ) (TABLA V). El modelo sigmoideal utilizado para describir la degradabilidad, arrojó valores de 30,65 y 37,12 horas para éste parámetro durante las épocas seca y lluviosa respectivamente (TABLA V). La naturaleza fibrosa del pastizal evaluado (TABLA III) le define como un material de muy baja calidad, con niveles altos de fibras y lignina, cuyos efectos sobre la degradabilidad de materiales en el rumen ha sido discutida por Jung [14] quien asegura que la digestión de materiales fibrosos está negativamente correlacionada con el contenido de lignina del mismo. Estas características le dan una sinuosidad característica a la curva de degradabilidad de *B. humidicola*, lo que justifica plenamente la

TABLA V  
**MEDIAS DE LOS PARÁMETROS DE DIGESTIÓN *in situ* DE LA MATERIA SECA Y PROTEÍNA CRUDA DE *Brachiaria humidicola* DURANTE LAS ÉPOCAS SECA Y LLUVIOSA DEL MUNICIPIO ROSARIO DE PERIJÁ, ZULIA, VENEZUELA /**  
**MEAN VALUES OF *in situ* DRY MATTER AND CRUDE PROTEIN DIGESTION PARAMETERS OF *Brachiaria humidicola* DURING DRY AND RAINY SEASONS IN THE ROSARIO DE PERIJÁ COUNTY, STATE OF ZULIA, VENEZUELA**

EP		$T_{1/2}$	$U_0$	E	$\mu$	$\mu_{1/2}$
Seca	MS	30,65 ± 7,14 <sup>c</sup>	24,76 ± 1,95 <sup>c</sup>	75,24 ± 1,95 <sup>d</sup>	0,0407 ± 0,009 <sup>a</sup>	0,0794 ± 0,071 <sup>a</sup>
	PC	31,45 ± 9,77 <sup>b</sup>	38,10 ± 9,4 <sup>e</sup>	61,91 ± 9,4 <sup>e</sup>	0,0424 ± 0,0133 <sup>a</sup>	0,0737 ± 0,0714 <sup>a</sup>
Lluvias	MS	37,12 ± 4,54 <sup>b</sup>	21,94 ± 1,68 <sup>d</sup>	78,06 ± 1,68 <sup>c</sup>	0,0356 ± 0,005 <sup>a</sup>	0,0291 ± 0,004 <sup>a</sup>
	PC	38,32 ± 16,03 <sup>b</sup>	36,33 ± 6,57 <sup>f</sup>	63,67 ± 6,57 <sup>d</sup>	0,0367 ± 0,0139 <sup>b</sup>	0,0811 ± 0,1732 <sup>b</sup>

a, b, c, d, e, f: Medias ( $\bar{x} \pm DE$ ) con letras diferentes entre filas son significativamente diferentes (Tukey,  $P < 0,05$ ).

utilización del modelo de doble compartimiento de digestión propuesto por López y col. [15].

El contenido de Lig presentado por *B. humidicola* en época lluviosa fue mayor que en la época seca (TABLA III), lo cual, aunque no resultó ser lo esperado, si explica en buena parte el comportamiento del menor  $T_{1/2}$  durante la misma. Akin [1] revisa los factores histológicos y físicos que afectan la digestibilidad de los forrajes, asegurando que las principales barreras que deben sobrepasar los microorganismos para degradar tejidos vegetales, son el esclerénquima y el xilema, tejidos que presentan las mayores acumulaciones de lignina en la planta, lo que requiere de un  $T_{1/2}$  mayor para poder alcanzar la mitad de la degradación del material.

**Fracción no degradable,  $U_0$  (%).** Esta fracción alcanzó 24,76 y 21,94% para ambas épocas (TABLA V). El modelo sigmoidal utilizado en el análisis de datos de degradabilidad, considera la fase de retardo un compartimiento con su propia tasa fraccional de degradación, de tal forma que los estimados de la fracción no degradable son mas apropiados que los estimados por otros modelos que consideran esta fase constante o la obvian completamente, lo que conduciría a una estimación errónea de este parámetro. Van Milgen y col. [35] proponen que el concepto de una fase de retardo discreta, en la cual ninguna digestión procede, es inadecuada para predecir tasas de desaparición de materiales en el rumen.

**Extensión de la degradación en el rumen, E (%).** Este parámetro no fue diferente entre edades, pero si entre épocas ( $R=0,97$ ;  $CV=4,92$ ;  $P < 0,05$ ), siendo mayor en la época lluviosa (78,06%) que en la época seca (75,24%) (TABLA V). Van Milgen y col. [35] concluyen de sus experiencias evaluando modelos que la inclusión de una fase de retardo discreta falla en diferentes etapas de la evaluación de la degradabilidad. Debe además tomarse en cuenta que las evaluaciones de este tipo de fenómenos ha sido probada principalmente en materiales y especies de pastos y leguminosas de alta calidad nutritiva, los cuales presentan una fracción lentamente digestible, mas pequeña en comparación con los datos aquí presentados.

**Tasa fraccional de degradación,  $\mu$  ( $h^{-1}$ ) y tasa fraccional de degradación al tiempo medio,  $\mu_{1/2}$  ( $h^{-1}$ ).** Las tasas fraccionales de degradación y la tasa de degradación al tiempo medio de la MS no fueron diferentes entre épocas ni edades, pero si entre modelos de predicción ( $R=0,41$ ,  $CV=100,09$ ). En el modelo de doble compartimiento de digestión, la degradación procede obedeciendo a dos compartimientos, cada uno con su respectiva tasa de degradación fraccional. La diferencia en las tasas de digestión obedece a un comportamiento cinético de primer orden en dos fases definidas de la curva, las cuales están influenciadas por la naturaleza propia de los microorganismos ruminales y su capacidad para invadir, unirse, preparar su maquinaria enzimática y degradar finalmente el sustrato [20].

## CONCLUSIONES

La edad de corte afectó a la producción de materia seca de *Brachiaria humidicola*, la cual se incrementó entre las edades evaluadas bajo las condiciones de esta experiencia. La producción de materia seca de *Brachiaria humidicola* fue mayor en la época seca que en la lluviosa, alcanzando valores promedio de 2,2 y 2,6 t  $ha^{-1}$  corte<sup>-1</sup> respectivamente.

El contenido de PC se mantuvo arriba de 6% hasta la edad de 56 días en la época seca y hasta 70 días en la lluviosa, para luego bajar a valores inferiores a 5% a los 98 días en ambos casos.

Las fracciones fibrosas, FDN y FDA tendieron a mantenerse constantes entre edades, siendo mayores durante la época de lluvias que en la seca. La lignina se incrementó con la edad de corte, siendo mayor en la época seca que en la de lluvias.

Las degradabilidades en el rumen de la materia seca y la proteína cruda de *B. humidicola* obedecen a un comportamiento cinético de segundo orden, con una fase de lenta degradación o fase retardada y otra de rápida degradación. La *B. humidicola* cosechada durante la época lluviosa es degradada en el rumen en mayor proporción.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AKIN, D. E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agron. J.** 81: 17-25. 1989.
- [2] A.O.A.C. **Official methods of analysis.** 16<sup>th</sup> Ed. Volumen II. Association Off. Anal. Chem. Washington DC. USA. 1997.
- [3] BENEVAL, R.; SIQUEIRA B., A.J. Composição química e rendimento do capim andropogon (*Andropogon gayanus* var. *Bisquamulatus* cv. Planaltina) em diferentes idades de corte. **Anais Esc. Agron. E Vet.** 17: 49-58. 1987.
- [4] BOLÍVAR, D.; IBRAHIM, M.; KASS, D.; JIMÉNEZ, F.; CAMARGO, J.C. Productividad y calidad forrajera de *Brachiaria humidicola* en monocultivo y en asocio con *Acacia mangium* en un suelo ácido en el trópico húmedo. **Agroforestería en las Américas.** 6: 48-50. 1999.
- [5] COMBELLAS, J.; GONZÁLEZ, E. Rendimiento y valor nutritivo de forrajes tropicales. 4. Pasto Alemán [*Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitchc.]. **Zoot.Trop.** 23: 269-275. 1973a.
- [6] COMBELLAS, J.; GONZÁLEZ, E. Rendimiento y valor nutritivo de forrajes tropicales. 5. Pasto Para (*Brachiaria mutica* Stapf). **Zoot. Trop.** 23: 277-286. 1973b.
- [7] DIAS-FILHO, M.B.; REIS DE CARVALHO, C. J. Physiological and morphological responses of *Brachiaria* spp. to flooding. **Pesq. Agropec. Bras.** 35(10): 1959-1966. 2000.
- [8] EUCLIDES, V. P.B., DO VALLE, C. B.; DA SILVA, J.M.; A. VIEIRA. Avaliação de forrageiras tropicais manejadas para produção de feno-em-pé. **Pesq. Agropec. Bras.** 25: 393-407. 1990.
- [9] EWEL, E.; MADRIZ, A. **Zonas de vida de Venezuela.** MAC, Caracas. 265 pp.1968.
- [10] FREUND, R.J.; LITTELL., R. C. **SAS for linear models. A guide to the ANOVA and GLM procedures.** SAS Inst., Inc., Cary, NC. 231 pp. 1981.
- [11] GONZÁLEZ, R.; NEWMAN, Y. Respuesta del pasto *Brachiaria humidicola* a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en los suelos de "Las Sabanas de la Villa" (Bosque Seco Tropical). **Rev. Fac. Agron. (LUZ)** 12: 331-341. 1995.
- [12] HERRERA, R.S., HERNÁNDEZ, Y. Efecto de la edad de rebrote en algunos indicadores de la calidad de la Bermuda cruzada-1. III. Porcentaje de hojas y rendimientos de materia seca y proteína bruta. **Past. y Forr.** 12: 77-81. 1989.
- [13] HOYOS, P.; LASCANO, C. Calidad de *Brachiaria humidicola* en pastoreo en un ecosistema de bosque semi-siempre verde estacional. **Past. Trop.** 7: 3-5. 1986.
- [14] JUNG, H.G. Forage lignins and their effects on fiber digestibility. **Agron. J.** 81: 33-38. 1989.
- [15] LÓPEZ, S.; FRANCE, J.; DHANOA, M. S.; MOULD, F.; DIJKSTRA, J. Comparison of mathematical models to describe disappearance curves obtained using the polyester bag technique for incubating feeds in the rumen. **J. Anim. Sci.** 77: 1875-1888. 1999.
- [16] MACHADO, R.; NÚÑEZ, C.A. Comportamiento de variedades de *Brachiaria* spp. bajo pastoreo en condiciones de secano y fertilización media. **Past. y Forr.** 14: 123-132. 1991.
- [17] MANSFIELD, C.W.; MISLEVY, P.; HAMMOND, L.C. Yield and nutritive value of forages grown under irrigated and nonirrigated conditions. **Trop. Grass.** 24: 55-60. 1990.
- [18] MARTÍNEZ, J.; NOGUERA, N.; PETERS, W.; CLAVEIRO, T. Suelos y pastos de referencia de la región Machiques-Colón. **Rev. Fac. Agron. (LUZ)** 12: 59-69. 1995.
- [19] MATA, P.D. Rendimiento y composición química de seis gramíneas introducidas en una sabana del sureste del estado Guárico. **Zoot. Trop.** 7: 69-92. 1989.
- [20] MERTENS, D.R.; ELY, L. O. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization-a dynamic model evaluation. **J. Anim. Sci.** 54: 895-905. 1982.
- [21] ØRSKOV, E.R.; DEB HOVELL, F.D.; MOULD, F. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la valuación de los alimentos. **Prod. Anim. Trop.** 5: 213-233. 1980.
- [22] O'DONOVAN, P. B.; EUCLIDES, V. P. B.; MARQUES DASILVA, J. Nutritive value of *Brachiaria decumbens* and native pasture at various stages of maturity. **Pesq. Agrop. Bras.** 17: 1655-1670. 1982.
- [23] OLIVEIRA DE SOUSA, S.; SANTANA, J.; SHIMOYA, A. Comportamiento de gramíneas forrageiras tropicais isoladas e em associação com leguminosas na região norte-fluminense. Ciênc. Agrotec., Lavras. Edição Especial. 1554-1561pp. 2002.
- [24] PEÑA, M.E.; URDANETA, F.; ARTEAGA, G.; CASANOVA, A. Relación del manejo de pastizales con las zonas agroecológicas en los municipios Rosario y Machiques de Perijá, estado Zulia, Venezuela. **Rev. Fac. Agron. (LUZ).** 16(Supl. 1): 213-219. 1999.
- [25] PETERS, W.; NOGUERA, N.; MATERANO, G. **Estudio detallado de suelos de la hacienda La Esperanza,** Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. 65 pp. 1986.
- [26] PINHEIRO-CAMARAO, A.; MARQUES BATISTA, H. A.; LOURENÇO JUNIOR, J. DE B.; DUTRA, E S.. Composição química e digestibilidade in vitro do capim quicuidá-amazonia em tres idades de corte. **Bol. de Pesq.** 51: 5-17. 1983.

- [27] RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, T. La ganadería doble propósito en la agricultura sostenible. En: C. González-Stagnaro, N. Madrid-Bury y E. Soto Belloso (Eds.), **Mejora de la ganadería mestiza de doble propósito**. Ediciones Astrodata, S. A. Maracaibo, Venezuela. 13-32pp. 1998.
- [28] ROMERO, C.; MÁRQUEZ, O. Efecto de la fertilización fosforada en pasto *Brachiaria humidicola* sobre la producción láctea de vacas doble propósito. **Rev. Cientif. FCV-LUZ**. XII(2): 578-580. 2002.
- [29] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS. Version 6, Cary, NC. 1990.
- [30] SNAYDON, R.W. The ecology of grazed pastures. En: F. H.W. Morley (Ed.). **Grazing animals**. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, The Netherlands. 411 pp. 1981.
- [31] SOTOMAYOR-RÍOS, A.; RODRÍGUEZ-GARCÍA, J.; VÉLEZ-SANTIAGO, J. Effect of three harvest intervals on the yield and protein content of ten *Brachiarias*. **J. Agric. Univ. Puerto Rico**. 65: 147-153. 1981.
- [32] STEEL, R.G.D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics. A biometrical approach**. 2<sup>nd</sup>. Ed. McGraw-Hill Book Company, New York, USA. 622 pp. 1980.
- [33] STOBBS, T.H. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. **Trop. Grass**. 9: 141-150. 1975.
- [34] VALLEJOS, A.; PIZARRO, E.A.; CHÁVEZ, C.; PEZO, D.; FERREIRA, P. Evaluación agronómica de gramíneas en Guapiles, Costa Rica. 1. Ecotipos de *Brachiaria*. **Past Trop**. 11: 2-9. 1989.
- [35] VAN MILGEN J.; MURPHY, M.R.; BERGER, L.L. A compartmental model to analyze ruminal digestion. **J. Dairy Sci**. 74: 2515-2529. 1991.