

Caracterización bromatológica de seis especies forrajeras en el Valle del Cauto, Cuba

Bromatological characterization of six forage species
in the Cauto Valley, Cuba

**Danis M. Verdecia Acosta,¹ Rafael S. Herrera García,^{2*}
Jorge L. Ramírez de la Ribera,¹ Ismael Leonard Acosta,¹
Raúl Bodas Rodríguez,³ Sonia Andrés Lorente,³
Francisco J. Giráldez García,³ Jesús S. González Álvarez,⁴
Yoendris Arceo Beníte,¹ Yurdanis Bazán Osorio,¹
Yovanis Álvarez Báez¹ y Secundino López Puentes⁴**

¹Universidad de Granma
Apartado Postal 21, Bayamo
Granma, Cuba (C. P. 85 100).

²Instituto de Ciencia Animal (ICA)
Apartado Postal 24
San José de las Lajas, Mayabeque; Cuba.

³Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE)
Finca Marzanas, Apartado Postal 2436
Grulleros León, España.

⁴Departamento de Producción Animal
Universidad de León, Campus de Vegazana 2407
León, España.

*Correspondencia: rherrera@ica.co.cu

Resumen

Se realizaron seis experimentos simultáneos para determinar la composición bromatológica de leguminosas forrajeras en las condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto, Cuba. Se empleó un diseño en bloques al azar con seis réplicas y los tratamientos fueron las edades de rebrote de 60, 120 y 180 días para los árboles y arbustos (*Leucaena leucocephala*, *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium* y *Erythrina variegata*) y de 30, 45, 60, 75 y 90 días para las leguminosas rastreras (*Neonotonia wightii* y *Teramnus labialis*), en los periodos lluvioso y poco lluvioso. Se determinaron MS, PB, Ca, P, Mg,

Abstract

Six simultaneous experiments were conducted to determine the chemical composition of forage legumes in the soil and climate of Valle del Cauto, Cuba. A random block design was used using six replicates. Treatments were: regrowth age (60, 120 and 180 days) for trees and shrubs (*Leucaena leucocephala*, *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium* and *Erythrina variegata*) and 30, 45, 60, 75 and 90 days for creeping legumes (*Neonotonia wightii* and *Teramnus labialis*) in dry and rainy seasons. DM, CP, Ca, P, Mg, Si, NDF, ADF, ADL, cellulose, hemicellulose, cellular content, ash, OM, IVDMD,

Si, FND, FAD, LAD, celulosa, hemicelulosa, contenido celular, ceniza, MO, DIVMS, DV, DISMS, DMO, DFND, DFAD y DPB. Se realizaron análisis de conglomerados para agrupar las especies con características similares. Durante el periodo lluvioso se encontraron seis grupos y en el poco lluvioso siete grupos; con los mejores resultados, de forma integral, para la *Neonotonia wightii*, *Teramnus labialis*, *Gliricidia sepium* y *Tithonia diversifolia*, en el periodo lluvioso; y en el poco lluvioso, para *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium* y *Erythrina variegata* a edades tempranas. Se concluye que la edad presentó un marcado efecto en la composición bromatológica al disminuir la calidad en la medida que la madurez avanza.

Palabras clave

Leguminosas, edad, calidad.

DV, DISMS, DMO, DFND, DFAD and DPB were determined. Cluster analysis was performed in order to determine species with similar chemical characteristics. Six groups with the best results were found during the rainy season for *Neonotonia wightii*, *Teramnus labialis*, *Gliricidia sepium* and *Tithonia diversifolia* and seven in dry season for *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium* and *Erythrina variegata*, all at early ages. We conclude that age has a marked effect on the chemical composition by decreasing quality as the maturity progresses.

Keywords

Legumes, age, quality.

Introducción

A raíz del déficit alimentario y la crisis económica mundial, los países latinoamericanos —y en particular Cuba— han tenido que incursionar en otras estrategias de alimentación para incrementar la producción animal en las condiciones tropicales; específicamente, ofertándole al ganado mayor cantidad de proteína y minerales que, en sentido general, se encuentran de forma deficitaria en los pastos. En este sentido, la biomasa de los árboles, arbustos y leguminosas rastreras han tenido un papel protagónico por sus considerables contenidos de proteína y aceptable valor nutritivo (García, 2004).

El empleo de árboles, arbustos y leguminosas en sistemas para la alimentación animal es un ejemplo típico de las técnicas alternativas resaltadas por varios autores; quienes defienden su utilización como suplemento en las dietas por su elevado valor nutritivo, ricas en proteínas, minerales, alta digestibilidad y otros principios nutritivos (García *et al.*, 2006a).

La información sobre la composición bromatológica de especies prateses en la región oriental de Cuba no es amplia (Ramírez *et al.*, 2012; Verdecia *et al.*, 2012), y es aún más limitada en las leguminosas volubles, árboles y arbustos; por lo que los estudios sobre la composición bromatológica en estas especies sería de mucha utilidad para los productores en esta región.

Por lo antes expuesto, este trabajo tuvo como objetivo determinar la composición bromatológica de seis especies de leguminosas forrajeras en el Valle del Cauto, Cuba.

Materiales y métodos

Área de la investigación

Se realizaron seis experimentos simultáneos en el mismo lugar (suelo y clima) para analizar cada una de las especies. El estudio se desarrolló en el Departamento Docente Productivo de la Universidad de Granma. Esta instalación se encuentra al sureste del país, en la provincia de Granma, Cuba.

Los experimentos se desarrollaron durante dos años, dividiendo el estudio en dos periodos: el lluvioso (mayo-octubre) y poco lluvioso (noviembre-abril) para cada uno de los años. Durante el periodo lluvioso las precipitaciones fueron 893.67 mm; la temperatura media, mínima y máxima registró valores de 26.73, 22.31 y 33.92 °C, respectivamente; y la humedad relativa media, mínima y máxima fue de 80.78, 51.02 y 96.22%, respectivamente.

En el poco lluvioso las precipitaciones alcanzaron valores de 364 mm; la temperatura estuvo en el orden de 24.05, 18.29 y 31.58°C para la media, mínima y máxima, respectivamente; y la humedad relativa mínima, media y máxima alcanzó promedios de 76.21, 44.16 y 97.03%, respectivamente. Estos valores se encuentran dentro del rango de valores históricos de la región.

El suelo del área experimental fue Pardo con carbonato (Hernández *et al.*, 1999), con pH de 6.2. El contenido de P₂O₅, K₂O y N total fue de 2.4, 33.42 y 3 mg/100g de suelo, respectivamente, con 3.6% de materia orgánica (Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes de Granma, 2007).

Tratamientos y diseño experimental

En cada experimento se empleó un diseño de bloques al azar, con seis réplicas agronómicas para cada uno de los tratamientos. Éstos, consistieron en las edades de rebrote (60, 120 y 180 días para los árboles y arbusto; y 30, 45, 60, 75 y 90 días para las leguminosas rastreras).

Procedimiento

Al inicio de cada periodo estacional se realizó un corte de uniformidad a un m de altura en las parcelas (0.5 ha) de *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Erythrina variegata* y a 15 cm de altura del suelo para la *Tithonia diversifolia*. En cada una de las edades de rebrote (60, 120 y 180 días) se cosecharon 10 plantas/parcela y se separaron manualmente las hojas, los pecíolos y los tallos con diámetro inferior a dos cm para los análisis de laboratorio.

Para el caso de *Teramnus labialis* y *Neonotonia wightii*, en cada periodo, al inicio de la evaluación, se realizó el corte de uniformidad a cinco cm del suelo. Se delimitaron parcelas de 25 m², correspondientes a las edades de rebrote (30, 45, 60, 75 y 90 días), las que se cortaron de forma manual, previa eliminación de 50 cm de efecto de borde y se tomaron 200 g para los análisis de laboratorio. El terreno no se regó ni fertilizó durante la etapa experimental.

Composición bromatológica

La composición bromatológica se determinó en los laboratorios del Departamento Producción Animal de la Universidad de León, España. La materia seca (MS) se obtuvo por secado de las muestras a temperatura ambiente, hasta peso constante, en local ventilado y oscuro.

Posteriormente, se molieron hasta el tamaño de partícula de 1 mm y se almacenaron en frascos ámbar, hasta el momento del análisis. Se cuantificaron: la proteína bruta (PB) por el método Kjeldhal, la ceniza, calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), sílice (Si) y materia orgánica (MO), de acuerdo con AOAC (2000); mientras que la fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), lignina ácido detergente (LAD), celulosa (CEL), hemicelulosa (HCEL) y contenido celular (CC), según Goering y Van Soest (1970).

Digestibilidad *in vitro* e *in situ* de la Materia Seca

Para la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se siguió el protocolo recomendado por el fabricante del incubador Daisy^{II}® (ANKOM Technology, 2000, Technology, Fairport, NY-USA), mediante bolsas FN° 57 con tamaño de poro de 25 μm y dimensiones de 5 x 4 cm, fabricadas de poliéster/polietileno con filamentos extruidos en una matriz de tres dimensiones. En cada una de ellas se depositaron 0.25 g de muestra, para obtener 36 cm² de área efectiva por bolsa, lo que corresponde a una relación tamaño de la muestra y superficie de la bolsa de 14.4 mg/cm².

Después se sellaron con calor para este propósito (Ankom Technology, 2000). En cada una de las cuatro jarras de digestión se incubaron, al azar, una réplica de cada una de las edades de estas especies, incluyendo una bolsa en “blanco” (bolsa vacía y sellada sin muestra), con el fin de generar el factor de corrección por el posible ingreso de partículas o pérdida de peso de las bolsas. El procedimiento se realizó por duplicado.

En el proceso se emplearon cuatro recipientes de vidrio de 4 L de capacidad en los que se añadieron 2 L de mezcla de líquido ruminal y medio de cultivo (1:4 v/v), descrito por Goering y Van Soest (1970); este líquido se extrajo de un grupo de ocho ovejas adultas de la raza Merina. El inóculo ruminal se filtró a través de cuatro capas de gasa, se determinó inmediatamente su pH y se procedió a la mezcla (a partes iguales) del líquido ruminal procedente de los animales que recibían la misma ración.

Las muestras se incubaron durante 48 h en el Daisy^{II}® a $39.2 \pm 0.5^\circ\text{C}$, con agitación circular constante. Después de la incubación, las bolsas se lavaron con agua fría para detener la fermentación y se procesaron en el analizador de fibra Ankom 2000, en el cual se sometieron los residuos de la incubación a una solución detergente neutra a 100°C durante una hora, tres lavados sucesivos con agua a 90°C y secado en estufa de aire forzado a 105°C durante dos horas; proceso que permite remover restos microbianos y algunos remanentes de fracciones solubles y, de esta forma, determinar la digestibilidad verdadera (DV).

Para la digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) se empleó el método de Ørskov *et al.* (1980); se utilizaron tres ovejas de la raza Merina con peso vivo de 53.8 ± 4.08 kg, las que consumieron heno de alfalfa (*Medicago sativa*) y *Erica arborea*. Las bolsas utilizadas para las incubaciones (15 cm x 10 cm) se confeccionaron con tejido de nailon (Saaitlon 120.38 W PW, Saati Serigrafía Ibérica, España) con tamaño de poro de 45 μm . Las muestras por cada edad de rebrote se incubaron por duplicado en cada animal. A las 72 horas se extrajeron las bolsas, se lavaron con agua fría y se congelaron a -30°C .

Para llevar a cabo las determinaciones analíticas pertinentes, las bolsas se descongelaron en una cámara frigorífica a 4°C , se lavaron con agua fría, se secaron en estufa de aire forzado a 53°C hasta peso constante y se pesaron. Posteriormente, los residuos se procesaron en el analizador de fibra (Ankom Tecnología, 2000) para la determinación de la digestibilidad de FND (DFND) y FAD (DFAD), por método Kjeldhal (AOAC, 2000) para la digestibilidad de PB (DPB).

La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) se cuantificó según Aumont *et al.* (1995).

Análisis estadístico

Para el procesamiento de los resultados se utilizó la técnica de análisis multivariado de conglomerados (*clusters*) para agrupar las especies con características similares. Se presentó el intervalo en el que se encuentran los diferentes indicadores de la composición bromatológica en cada grupo formado. Se establecieron la media y desviación estándar para todos los indicadores que conforman cada uno de ellos y se aplicó el paquete estadístico StatSoft (2007), 8.0 para *Windows*.

Resultados

Calidad de árboles, arbustos y leguminosas rastroas en el periodo lluvioso

El análisis de conglomerados arrojó seis grupos según su similitud en cuanto a la composición bromatológica de árboles, arbustos y leguminosas rastroas durante el periodo lluvioso. Las especies del primer grupo (cuadro 1) se caracterizaron por presentar los menores porcentajes de MS, FAD, LAD y, por consiguiente, resultados medios a altos en las digestibilidades.

La *Erythrina variegata* y *Tithonia diversifolia*, en el grupo dos, con los mayores contenidos de Ca, CC y digestibilidad de la proteína bruta (DPB); y los más bajos en FND y HCEL.

La *Tithonia diversifolia*, en el grupo tres, mostró los mayores valores de P, lignina, ceniza, DIVMS, DV, DISMS, DMO, DFND, DFAD, y los menores de Mg y MO.

La *Neonotonia wightii* y *Teramnus labialis*, en el grupo cuatro, mostraron los valores más bajos de PB, CC, DISMS, DFND y elevados de FND y celulosa (CEL).

La *Leucaena leucocephala*, en el grupo cinco, registró los mayores valores de PB, HCEL, MO, y los menores de Ca, P, Si, CEL, ceniza, DIVMS, DV, DMO y DPB.

La *Erythrina variegata*, en el grupo seis, presentó los valores más elevados de MS, Mg, Si, FAD y los más bajos de DFND y DFAD.

Cuadro 1
Indicadores bromatológicos de los grupos obtenidos por análisis de conglomerado durante el periodo lluvioso.

Ítem	Grupo					
	1	2	3	4	5	6
MS	20,08 ± 2,62	21,23 ± 4,60	23,48	23,95 ± 1,67	24,80 ± 5,63	26,73
PB	20,62 ± 2,84	21,76 ± 5,76	22,3	13,02 ± 3,80	28,86 ± 3,08	17,24
Ca	2,09 ± 1,05	2,96 ± 0,56	2,63	1,37 ± 0,27	1,20 ± 0,46	2,72
P	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,01	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,002	0,01
Mg	0,36 ± 0,17	0,56 ± 0,32	0,22	0,36 ± 0,44	0,24 ± 0,02	0,82
Si	3,24 ± 0,87	4,00 ± 0,53	4,58	2,79 ± 1,29	1,99 ± 0,87	4,65
FND	47,84 ± 5,65	43,79 ± 2,96	45,71	56,11 ± 2,42	52,21 ± 9,25	52,42
FAD	26,19 ± 4,64	27,81 ± 3,60	26,56	33,68 ± 2,86	26,84 ± 4,31	35,67
LAD	7,68 ± 3,87	16,88 ± 11,15	26,53	10,84 ± 2,79	15,60 ± 5,96	22,75
CEL	18,60 ± 7,69	13,78 ± 2,70	12,34	22,74 ± 4,30	11,24 ± 2,46	13,08
HCEL	21,72 ± 1,90	15,95 ± 0,70	18,73	22,79 ± 2,58	25,37 ± 4,99	16,59
CC	52,14 ± 5,66	56,19 ± 2,96	54,71	43,89 ± 2,43	47,79 ± 9,25	47,58
Ceniza	12,64 ± 1,30	18,84 ± 0,79	19,28	15,33 ± 5,22	11,93 ± 5,16	16,63
MO	87,21 ± 1,24	81,16 ± 0,79	80,72	84,67 ± 5,21	88,06 ± 5,16	83,07
DIVMS	61,80 ± 1,82	71,91 ± 3,38	74,55	56,86 ± 1,77	50,94 ± 0,40	62,57
DV	78,52 ± 2,00	86,57 ± 6,49	92,07	73,12 ± 2,18	67,53 ± 0,79	89,49
DISMS	75,25 ± 6,61	86,98 ± 2,83	90,71	60,66 ± 7,86	69,07 ± 2,56	78,07
DMO	64,26 ± 2,02	72,36 ± 2,99	74,8	59,78 ± 2,74	53,36 ± 0,47	63,64
DFND	45,49 ± 4,88	42,64 ± 7,69	56	30,99 ± 6,06	35,45 ± 3,94	17
DFAD	48,00 ± 4,57	42,75 ± 2,50	58	33,60 ± 5,90	38,09 ± 3,49	23,99
DPB	54,53 ± 3,69	55,59 ± 4,47	37,68	35,38 ± 11,85	33,66 ± 9,86	39,54

Grupos: 1, *N. wightii* (30, 45, 60 días), *T. labialis* (30, 45 días), *G. sepium* (60, 120 y 180 días); 2, *T. diversifolia* (60, 180 días), *E. variegata* (60, 120 días); 3, *T. diversifolia* (120 días); 4, *N. wightii* (75, 90 días), *T. labialis* (60, 75, 90 días); 5, *L. leucocephala* (60, 120, 180 días); 6, *E. variegata* (180 días).

MS, materia seca; PB, proteína bruta; Ca, calcio; P, fósforo; Mg, magnesio; Si, sílice; FND, fibra neutro detergente; FAD, fibra ácido detergente; LAD, lignina ácido detergente; CEL, celulosa; HCEL, hemicelulosa; CC, contenido celular; MO, materia orgánica; DIVMS, digestibilidad *in vitro* de la materia seca; DMO, digestibilidad de la materia orgánica; DFND, digestibilidad de la FND; DFAD, digestibilidad de la FAD; DPB, digestibilidad de la PB.

Calidad de árboles, arbustos y leguminosas rastreras en el periodo poco lluvioso

Durante la época poco lluviosa se consideraron siete grupos.

El primero (cuadro 2), compuesto por *Neonotonia wightii* y *Teramnus labialis*, se caracterizó por bajas concentraciones de Ca, P, Si, lignina, Mg y altos de FND.

La *Leucaena leucocephala*, en el segundo grupo, presentó elevados porcentajes de PB y los menores en ceniza y DPB.

El tercer grupo, conformado por la *Gliricidia sepium*, tuvo valores bajos de FAD, CEL y mayores de DISMS.

La *Erythrina variegata*, *Gliricidia sepium* y *Tithonia diversifolia*, formaron parte del cuarto grupo, con los valores más bajos de MS, FND y los mayores de CC, DV, DFND, DFAD y DPB.

El quinto grupo, conformado por *Erythrina variegata*, registró elevados porcentajes de Mg, Si, y los menores de HCEL y DISMS.

El sexto, integrado por *Tithonia diversifolia*, mostró altos tenores de MS, Ca, P, lignina, ceniza, DIVMS, DMO, y bajo de MO.

Y en el séptimo grupo, la *Neonotonia wightii*, con las menores concentraciones de PB, Mg, CC, DIVMS, DV, DMO, DFND, DFAD, y los mayores de FAD y CEL.

Cuadro 2
Indicadores bromatológicos de los grupos obtenidos
por análisis de conglomerado durante el periodo poco lluvioso.

Item	Grupo						
	1	2	3	4	5	6	7
MS	22.37 ±3.53	25.98 ±6.33	24.41 ±2.39	21.63 ±3.28	26.97 ±2.62	29.41	28.33
PB	14.85 ±2.34	29.92 ±4.38	20.73 ±3.84	28.14 ±1.53	20.77 ±1.24	17.51	8.34
Ca	1.20 ±0.33	1.55 ±0.29	1.74 ±0.03	2.95 ±0.83	2.34 ±0.40	3.80	1.36
P	0.006 ±0.00031	0.008 ±0.000054	0.0085 ±0.000071	0.01 ±0.00005	0.01 ±0.00005	0.013	0.012
Mg	0.27 ±0.09	0.28 ±0.04	0.34 ±0.00	0.43 ±0.13	0.53 ±0.08	0.42	0.24
Si	2.53 ±1.02	2.75 ±1.35	3.47 ±0.71	4.10 ±1.08	4.60 ±0.37	3.97	2.99
FND	53.91 ±2.53	46.07 ±4.45	45.91 ±4.56	43.79 ±2.40	49.99 ±2.25	51.46	57.41
FAD	32.42 ±2.83	25.02 ±1.44	19.51 ±0.23	25.36 ±4.55	32.19 ±1.75	31.76	38.10
LAD	7.66 ±2.95	11.66 ±4.57	11.54 ±2.18	13.08 ±11.08	18.06 ±3.20	31.73	13.48
CEL	24.23 ±1.62	13.41 ±3.71	7.97 ±1.95	15.70 ±4.28	14.19 ±1.29	12.61	24.62
HCEL	22.04 ±1.55	21.06 ±3.43	26.40 ±4.33	18.49 ±2.41	17.81 ±0.49	19.53	19.31
CC	46.08 ±2.52	53.93 ±4.45	54.10 ±4.56	56.15 ±2.51	50.01 ±2.25	48.88	42.59
Ceniza	11.90 ±1.40	9.60 ±1.33	12.08 ±1.36	16.92 ±3.22	16.46 ±0.28	20.97	11.79

Continúa en la página 83

Viene de la página 82

Item	Grupo						
	1	2	3	4	5	6	7
MO	88.10 ±1.41	90.40 ±1.33	87.74 ±1.56	83.10 ±3.19	83.55 ±0.27	79.03	88.21
DIVMS	58.92 ±2.49	57.38 ±1.48	64.61 ±3.88	72.99 ±5.25	68.52 ±1.20	75.75	56.36
DV	75.70 ±2.53	76.57 ±2.88	82.20 ±0.23	83.52 ±2.50	80.60 ±0.17	90.18	72.45
DISMS	72.56 ±9.21	67.43 ±4.40	84.03 ±6.63	82.63 ±7.32	42.86 ±0.69	65.88	57.52
DMO	61.58 ±3.39	59.12 ±1.46	65.54 ±3.63	73.23 ±4.74	69.18 ±1.03	76.13	57.41
DFND	37.95 ±7.29	31.08 ±6.86	35.00 ±5.66	49.50 ±5.80	32.00 ±14.14	26.00	20.00
DFAD	40.50 ±7.01	38.82 ±3.64	38.50 ±6.37	51.50 ±5.07	36.50 ±13.44	29.00	24.00
DPB	54.65 ±8.49	35.03 ±5.13	60.48 ±10.06	62.14 ±5.53	48.28 ±7.07	52.00	43.13

Grupos: 1, *N. wightii* (30, 45, 60, 75 días), *T. labialis* (30, 45, 60, 75, 90 días); 2, *L. leucocephala* (60, 120, 180 días); 3, *G. sepium* (120, 180 días); 4, *G. sepium* (60 días), *E. variegata* (60 días), *T. diversifolia* (60, 120 días); 5, *E. variegata* (120, 180 días); 6, *T. diversifolia* (180 días); 7, *N. wightii* (90 días).

MS, materia seca; PB, proteína bruta; Ca, calcio; P, fósforo; MG, magnesio; Si, sílice; FND, fibra neutro detergente; FAD, fibra ácido detergente; LAD, lignina ácido detergente; CEL, celulosa; HCEL, hemicelulosa; CC, contenido celular; MO, materia orgánica; DIVMS, digestibilidad *in vitro* de la materia seca; DMO, digestibilidad de la materia orgánica; DFND, digestibilidad de la FND; DFAD, digestibilidad de la FAD; DPB, digestibilidad de la PB.

Discusión

Calidad de árboles, arbustos y leguminosas rastreras en el periodo lluvioso

Durante el periodo lluvioso los bajos contenidos de MS, FAD, LAD y resultados medios de digestibilidad presentados por el primer grupo se deben —según Ramírez *et al.* (2002)— al tipo de tejido, en la medida que la célula de la planta madura, la pared celular se ensancha y comúnmente produce una pared secundaria de composición distinta, con notable deposición de constituyentes aromáticos; por lo que ocurren concomitantemente cambios químicos y anatómicos, afectando la digestibilidad, lo que se relaciona con que durante las menores edades hay mayor succulencia de las hojas y mayor cantidad de tallos tiernos (Bayoli *et al.*, 2008).

En cuanto a la digestibilidad, todos los valores (excepto la DFND y DFAD), están por encima de 55%, valor que se considera como aceptable para un forraje de buena calidad, según Soto *et al.* (2009). Estos resultados coinciden con los reportados por García *et al.* (2008b) y Pinto-Ruiz *et al.* (2010), en *Gliricidia*, *Vigna unguiculata* y *Desmodium uncinatum*.

El grupo 2 se caracterizó por presentar altos contenidos de Ca, CC y bajos de P, FND y HCEL. Lo que pudo estar asociado a la ocurrencia de lluvias durante ese periodo, provocando la aparición de nuevos rebrotes y, por lo tanto, mayor succulencia de las hojas. Los bajos contenidos FND y HCEL, y altos de CC son similares a los resultados señalados por Soto *et al.* (2009) quienes, al evaluar forrajeras tropicales, encontraron menores porcentajes de la pared celular a edades tempranas con incremento en la edad hasta los 180 días; donde experimentaron nuevamente una disminución, por lo que asociaron este comportamiento al efecto de las precipitaciones.

Resultados que concuerdan con los reportados por García *et al.* (2008b) y Padrón *et al.* (2008) para la *Gliricidia sepium*, *Tithonia diversifolia*, *Leucaena leucocephala* y *Epiphyllum hookeri*, con valores de Ca de 1.45-2.8% y P de 0.11-0.19%; aunque los tenores de fósforo encontrados en la presente investigación son inferiores a los informados por estos autores.

Los bajos valores de Mg, MO y elevados de LAD, ceniza, DIVMS, DV, DISMS, DMO, DFND, DFAD caracterizaron al tercer grupo, que estuvo integrado por la *Tithonia diversifolia*, a los 120 días. Los valores de Mg obtenidos en este estudio se pudieran atribuir a la variabilidad de este elemento en el suelo, lo cual fue señalado con anterioridad por Merino *et al.* (2003); mientras que están por debajo de los informados por Gonzalvo *et al.* (2001) en *Leucaena leucocephala* y *Morus alba* (0.30-0.47%). El contenido de MO es similar a los indicados por Bugarín *et al.* (2009) en *L. glauca* y *C. ternatea*.

En cuanto a la digestibilidad, los resultados coinciden con los obtenidos en la mayoría de las evaluaciones de valor nutritivo utilizando rumiantes, lo cual demuestra que en la fase inicial de crecimiento, aun cuando no se encuentra en su máximo desarrollo vegetativo, esta especie también mantiene una elevada calidad de sus fracciones.

Si se tiene en cuenta la elevada degradación ruminal de la MS y MO, los resultados son consistentes con los obtenidos en la fracción comestible de otras plantas forrajeras no leguminosas que contienen bajos o nulos contenidos de taninos en la biomasa (como *M. alba*, *Hibiscus rosa-sinensis* y *Moringa oleifera*) y que constituyen excelentes fuentes suplementarias de proteínas para rumiantes y monogástricos en condiciones tropicales (García *et al.*, 2006b; Medina *et al.*, 2009).

Los menores valores de PB, CC, DISMS, los más altos de FND y CEL distinguieron al cuarto grupo, que estuvo representado por las edades más avanzadas (60-90 días) para las leguminosas rastreras (*T. labialis* y *N. wightii*). Lo que se atribuye a las variaciones de las proporciones de tallo y las vainas dentro de la biomasa vegetal que conforma el forraje integral. Por lo que los contenidos de FND son suficientes para modificar la acción de los microorganismos ruminales en el contenido celular (CC). Además, la fibra actúa como capa protectora de la PB y así evita la rápida colonización de los microorganismos del rumen; de esta forma, provoca la disminución de la digestibilidad (Quirama *et al.*, 2011).

Los contenidos de PB fueron de 13.02% e inferiores a los informados en otras especies forrajeras tropicales (21.3-23.7%) en la misma edad de rebrote (60 días), por Medina *et al.* (2009). Mientras que Díaz *et al.* (2003) —al caracterizar variedades de *Glycine max*— reportaron valores de FND y CEL de 39-57% y 22-31%, respectivamente.

La *Leucaena leucocephala* (60, 120 y 180 días), en el quinto grupo, presentó los contenidos más altos de PB, HCEL, MO y los menores de Ca, Si, CEL, Ceniza, DIVMS, DMO y DPB. La concentración de PB en esta especie, es similar (23-25%) a la obtenida por García *et al.* (2008b), García *et al.* (2009) y Pinto-Ruiz *et al.* (2009); y se encuentran en el rango definido por Norton (1994) como normales para especies arbóreas (12-30%).

Los valores de HCEL en este grupo son superiores a los obtenidos por García *et al.* (2006a), García *et al.* (2008b) y Padrón *et al.* (2008) al estudiar varias especies de los géneros *Abizia*, *Cassia*, *Pithecellobium*, *Gliricidia*, *Tithonia*, *Leucaena* y *Epiphyllum*, y sus porcentajes variaron de 9-20.

Aunque los contenidos de calcio de estas especies no cubren los requerimientos para la producción del ganado en pastoreo, las concentraciones son similares a las reportadas para la biomasa de numerosos árboles forrajeros (Padrón *et al.*, 2008 y García *et al.*, 2009). Los contenidos de Si son similares a los obtenidos por Parra *et al.* (1972) para leguminosas tropicales.

A pesar de que este grupo presentó los contenidos mayores de PB y MO, es preciso destacar que también se obtuvieron los más bajos en la DMO y DPB. Estos resultados fueron atribuidos a la proporción de polifenoles presentes en la biomasa y la capacidad que presentan éstos para acoplar proteínas en dependencia de los cambios de pH que tiene lugar desde la entrada del abomaso hasta el intestino (García *et al.*, 2008a).

El sexto grupo, integrado por la *Erythrina variegata* (180 días), con los mayores valores de MS, Mg, Si y FAD y menores de DFND y DFAD, está muy relacionado con lo argumentado por Herrera (2006); ya que se ha demostrado que en la medida que los forrajes envejecen (mayor edad), su calidad disminuye debido al incremento del engrosamiento de la pared celular y sus constituyentes, y disminución del contenido de carbohidratos solubles, proteína y digestibilidad.

La digestibilidad de la masa forrajera estará en función de la proporción relativa de cada componente y de su digestibilidad individual. Por otra parte, la reducción de la digestibilidad con el incremento de la madurez está, también, influida por el aumento de los componentes estructurales (Medina *et al.*, 2009).

Calidad de árboles, arbustos y leguminosas rastreras durante el periodo poco lluvioso

Durante el periodo poco lluvioso, en el grupo 1 —integrado por *N. wightii* (30-75 días) y *T. labialis* (30-90 días)— se caracterizó por su bajo contenido de Ca, P, Si y LAD. Las diferentes proporciones de P y Ca; los cuales constituyen algunos de los macroelementos más importantes en muchas leguminosas, se deben a los requerimientos particulares de cada especie para el funcionamiento de su metabolismo; este aspecto se encuentra estrechamente relacionado con la capacidad que tienen las plantas para adsorber selectivamente determinados cationes presentes en el suelo (Arzola y Fundora, 1992). Resultados éstos, inferiores a los reportados por García y Medina (2006) y similares a los de Delgado *et al.* (2007).

En el caso de los contenidos de Si y LAD se demuestra la excelente calidad nutritiva de estas especies durante este periodo, ya que los valores son inferiores a los reportados por Delgado *et al.* (2007).

En el segundo grupo integrado por la *L. leucocephala* (60-180 días) se encontraron los mayores valores de PB y los menores de ceniza y DPB. Aunque este grupo presenta los valores más altos de PB también tiene los más bajos en DPB y esto pudiera indicar el efecto antinutricional ampliamente conocido de los taninos en la degradación ruminal, informado en numerosas investigaciones llevadas a cabo con *Leucaena* (Stewart y Dunsdon, 1998) y en otras arbóreas forrajeras de amplia distribución en el trópico de los géneros *Cassia*, *Pithecellobium* y *Albizia* (García *et al.*, 2006a y García *et al.*, 2006b).

No obstante, los tenores de PB reportados en este estudio son superiores a los informados por García *et al.* (2009) en *Leucaena leucocephala*, con 25.71%. Las concentraciones de ceniza son superiores a las informadas por García *et al.* (2008b), Padrón *et al.* (2008) y García *et al.* (2009) con 7.23-7.94%.

La *G. sepium* (120 y 180 días) en el tercer grupo presentó los menores valores de FAD y los más altos de DISMS. Van Soest (1996) señaló que esta relación puede alterarse por efecto de los factores ambientales. Alonso-Díaz *et al.* (2007) y García *et al.* (2009), al evaluar árboles y arbustos forrajeros, encontraron que las especies con menor proporción de la fracción fibrosa presentaron mayor DISMS; este aspecto reviste gran significación al considerar que los componentes de la pared celular son los causantes de los efectos negativos en la digestibilidad (Sandoval *et al.*, 2005).

Por su parte, Hernández y Cantú (2001) encontraron una estrecha relación inversa entre la concentración de FAD y la DISMS e, incluso, se emplea para la predicción del valor energético de los forrajes.

La *E. variegata* (60 días), *G. sepium* (60 días) y *T. diversifolia* (60, 120 días), en el cuarto grupo, presentaron los menores porcentajes de MS, FND y los mayores de CC, DV, DFND, DFAD y DPB. Este comportamiento está relacionado con las menores edades de rebrote de 60 y 120 días, donde la planta presenta mayor cantidad de hojas y menor desarrollo de los tallos.

La FND representa del 30 al 80% de la MO de los recursos forrajeros, por lo que la digestibilidad de sus diferentes componentes es muy variable, principalmente debido a diferencias en la composición estructural de ésta (Buxton y Redfearn, 1997); mientras que Suárez *et al.* (2008) en *Gliricidia* y *Erythrina* obtuvieron valores de FND superiores (50-70%) e inferiores de digestibilidad (42-46 %) a los de la presente investigación, debido a la edad del material utilizado (90 días).

La *E. variegata* (120 y 180 días), en el quinto grupo, presentó los valores más altos de Mg, Si y los más bajos de HCEL y DISMS; este comportamiento se puede atribuir al aumento de la madurez de los tallos y las hojas con la edad, donde se incrementa la acumulación de minerales como Mg en la corteza y biomasa, y el Si se concentra en la pared celular; su concentración depende de la disponibilidad de éstos en el suelo (Merino *et al.*, 2003).

El comportamiento de la HCEL se debe, según Valenciaga (2007), a las diferencias ambientales, la especie evaluada, la disponibilidad de nutrientes en suelo, el balance hídrico en la planta y en el suelo, el periodo del año y la relación hoja-tallo, entre otros factores.

Estos resultados son similares a los obtenidos por González y Cáceres (2001) quienes, al evaluar la calidad de árboles, arbustos y otras plantas forrajeras, obtuvieron los resultados más bajos en cuanto a digestibilidad en la especie *Erythrina poeppigiana* y *Erythrina berteroana* y son inferiores a los reportados por Flores *et al.* (1998), con 54.30% en *Erythrina berteroana*.

La *T. diversifolia* a los 180 días presentó, en el sexto grupo, las mayores concentraciones de MS, Ca, P, LAD, ceniza, DIVMS, DMO y las más bajas de MO. De acuerdo con lo reportado por Mahecha y Rosales (2005) y Pérez *et al.* (2009); en términos generales, el follaje de *Tithonia* se caracteriza por: alto contenido de nitrógeno total, elevada proporción de nitrógeno de naturaleza aminoacídica, alto contenido de fósforo y rápida digestibilidad a nivel ruminal; lo que coincide con las estimaciones de Mehrez y Ørskov (1977).

Mahecha *et al.* (2007), al comparar los contenidos de minerales de la *Tithonia* con los del suelo donde se desarrolló el cultivo, encontraron una relación positiva entre éstos; y dichos autores reportaron tenores elevados de minerales, incluso el fósforo, aunque estuvieron por debajo de las necesidades nutricionales de los animales. Estos resultados son similares a los reportados por Pérez *et al.* (2009), con 23, 78.60 y 21.40% de MS, MO y ceniza, respectivamente.

La *N. wightii* a los 90 días se ubicó sola en el séptimo grupo, la cual presentó los peores resultados integrales, fundamentalmente por bajos valores de PB, Mg, CC, DIVMS, DV, DMO, DFND, DFAD y los más altos de los carbohidratos estructurales FND, FAD y CEL. La baja concentración de PB (8.34%) se pudiera deber a la alta proporción de tallos en la muestra; ya que, por lo general, en la literatura especializada reporta valores de PB de aproximadamente 21% en las hojas, mientras que en los tallos oscila entre 7 y 20%. Habitualmente, los tenores de proteína que se observaron en las plantas analizadas son similares a los de las leguminosas templadas (McDonald *et al.*, 1995). Los valores de PB y FND encontrados para todas las plantas, se hallan en el rango establecido por Minson (1991) para las leguminosas tropicales.

Delgado *et al.* (2007) en *Neonotonia wightii* obtuvieron valores de PB, FND, FAD y celulosa de 18, 46, 36.80, 24.80 y 9.20%, respectivamente; estos resultados son inferiores a los reportados en el presente trabajo.

La O *et al.* (2006) determinaron la variabilidad de la digestibilidad *in situ* de la MS de cinco especies de leguminosas (Dólico, Mucuna, Centrosema, Siratro y Glycine) y reportaron valores de degradación efectiva de la MS entre 56 y 88%. El Siratro fue la que mostró mayor degradabilidad, seguida por Centrosema, Dólico, Glycine y Mucuna, en orden decreciente, respectivamente.

En la última década del siglo XX fue generalizado el criterio de que las leguminosas rastreras presentaban baja degradabilidad ruminal de nutrientes, atribuible al contenido generalmente alto de taninos, polifenoles y otros componentes secundarios del metabolismo de la planta (Ruiz *et al.*, 1995). Sin embargo, los datos presentados en la presente investigación no avalan dicho postulado.

Conclusiones

La edad presentó marcado efecto en la composición bromatológica al disminuir la calidad en la medida que la madurez avanzaba. Este comportamiento se evidenció al constatar, mediante el análisis de conglomerados, que los grupos donde se afectó la calidad estaban integrados por las edades más avanzadas de las especies *Neonotonia wightii*, *Teramnus labialis* y *Erythrina variegata*, en ambos periodos estacionales.

Agradecimientos

Al Programa de Cooperación Interuniversitaria e Investigación Científica de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Proyecto AECID A/023167/09) por el financiamiento para realizar esta investigación.

Literatura citada

- Alonso-Díaz, M. A.; Torres-Acosta, J. F. J.; Sandoval-Castro, C. A.; Hoste, H.; Aguiar-Caballero, A. J. y Cepetillo-Leal, C. M. (2007). Is goats preference of forage trees affected by their tannins or fiber content when offered in cafeteria experiments? *Anim Feed Sci. Technol.* 141: 36-48.
- Ankom Technology. (2000). *Procedures for fiber and in vitro analysis*. Disponible en: <http://www.ankom.com> (Consultado el 16 de noviembre de 2004).
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis*. 17 th Ed. Ass. Off. Anal. Chem. Washington, D. C.
- Arzola, M. y Fundora, F. (1992). *Agroquímica*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 300 pp.
- Aumont, G.; Caudron, I.; Saminadin, G. y Xandé, A. (1995). Sources of variation in nutritive values of tropical forages from the Caribbean. *Animal Feed Sci. Tech.* 51:1-13.
- Bayoli, J. J.; Ngongoni, N. T. y Hamudikuwanda, H. (2008). Chemical composition and ruminal degradability of cowpea and silverleaf desmodium legumes harvested at different stage of maturity. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 8 (1): 1-11.
- Bugarín, J.; Lemnus, C.; Sanginés, L.; Ramos, A.; Soca, M. y Arece, J. (2009). Evaluación de dos especies de Leucaena, asociadas a *Brachiaria brizantha* y *Clitoria ternatea* en un sistema silvopastoril de Nayarit, México. II. Producción y composición bromatológica de la biomasa. *Pastos y Forrajes*. 32 (4): 1-9.
- Buxton, D. R. y Redfearn, D. D. (1997). Plant limitations to fiber digestion and utilization. Conference: New Developments in Forage Science Contributing to Enhanced Fiber Utilization by Ruminants. *Journal of Nutrition*, 127: 814-818.
- Delgado, D. C.; La O, O. y Chongo, B. (2007). Composición bromatológica y degradabilidad ruminal *in situ* de leguminosas tropicales herbáceas con perspectivas de uso en los sistemas productivos ganaderos. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*. 41 (4): 343-346.
- Díaz, M. F.; Padilla, C.; Torres, V.; González, A.; Curbelo, A. y Noda, A. (2003). Caracterización bromatológica de variedades de soya (*Glycine max*) en producción de forrajes, forrajes integrales y granos en sistemas de verano. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 37(3): 311-317.
- Dirección de Suelos y Fertilizantes de Granma. (2007). Ministerio de la Agricultura. Granma, Cuba.
- Flores, O. I.; Bolívar, D. M. A.; Botero, J. A. e Ibrahim, M. A. (1998). Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. *Livestock Research for Rural Development*. Vol. 10. No. 1.
- García, D. E. (2004). Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. *Pastos y Forrajes*. 27(2):101-111.
- García, D. E. y Medina, M. G. (2006). Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zoot. Trop.* 24(3):233-250.

- García, D. E.; Medina, M. G.; Ojeda, F.; Humbría, J.; Domínguez, C. E.; Baldizán, A. y Toral, O. (2006a). Variabilidad fitoquímica y repercusión antinutricional potencial en especies del género *Albizia*. *Pastos y Forrajes*, 29(4):231-241.
- García, D. E.; Medina, M. G.; Humbría, J.; Domínguez, C. E.; Baldizán, A.; Cova, L. J. y Soca, M. (2006b). Composición proximal, niveles de metabolitos secundarios y valor nutritivo del follaje de algunos árboles forrajeros tropicales. *Arch. Zootecnia*, 55(212):373-384.
- García, D. E.; Wencomo, H. B.; Medina, M. G.; Noda, Y.; Cova, L. y Spengler, J. (2008a). Evaluación de la calidad nutritiva de siete ecotipos de *Leucaena macrophylla* (Benth.) en un Suelo Ferralítico Rojo Lixiviado. *Rev. Fac. Agron (LUZ)* 25: 43-67.
- García, D. E.; Medina, M. G.; Clavero, T.; Humbría, J.; Baldizán, A. y Domínguez, C. (2008b). Preferencia de árboles forrajeros por cabras en la zona baja de los Andes Venezolanos. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 18 (5): 549-555.
- García, D. E.; Wencomo, H.; Medina, M. G.; Moratinos, P. y Cova, L. J. (2009). Caracterización de la calidad nutritiva de 53 accesiones del género *Leucaena* en condiciones tropicales. *Pastos y Forrajes*. 32(1): 1-16.
- Goering, M. K. y Van Soest, P.J. (1970). *Forage Fiber Analysis* (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agricultural, USDA, Washington DC. 379 pp.
- González, E. y Cáceres, O. (2001). Valor nutritivo de árboles, arbustos y otras plantas forrajeras para los rumiantes. *Pastos y Forrajes*. 25(1): 1-5.
- Gonzalvo, S.; Nieves, D.; Ly, J.; Macías, M.; Carón, M. y Martínez, V. (2001). Algunos aspectos del valor nutritivo de alimentos venezolanos destinados a animales monogástricos. *Livestock Research for Rural Development* 13(2). 101-119.
- Hernández, A.; Pérez, J. M. y Boch, D. (1999). *Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba*. AGROINFIR MINAG, C. de la Habana, Cuba, 64 pp.
- Hernández, G.N. y Cantú, J. E. (2001). Producción, composición química y digestibilidad del forraje del Sorgo X Sudán de nevadura café en la región norte de México. *Técnica Pecuaria en México*. 38(3): 177-188.
- Herrera, R. S. (2006). Fisiología, calidad y muestreos. En: *Fisiología, producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogas*. Herrera, R. S.; Rodríguez, I. y Febles, G. (Eds.). EDICA. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 89 pp.
- La O, O.; Chongo, B.; Delgado, D.; Ruiz, T. E. y Salas, M. (2006). Variabilidad en algunos indicadores de la composición química y degradabilidad ruminal de seis leguminosas tropicales. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 40:293-298.
- Mahecha, E. y Rosales, M. (2005). Valor nutricional del follaje de botón de oro (*Tithonia diversifolia* Helmsl.) Gray, en la producción animal en el trópico. *Livest. Res. Rural Dev.*, 17 (9) 201-207.
- Mahecha, L.; Escobar, J. P.; Suárez, J. F. y Restrepo, L. F. (2007). *Tithonia diversifolia* (Helmsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). *Livest. Res. Rural Dev.*, 17 (9).
- McDonald, P.; Edwards, R. A.; Greenhalgh, J. F. D. y Morgan, C. A. (1995). *Animal Nutrition*. Fifth Edition. Longman Scientific and Technical. 547 pp.
- Medina, M. G.; García, D. E.; Gonzáles, M. E.; Cova, L. J. y Moratinos, P. (2009). Variables morfo-estructurales y de la calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*. 27(2): 121-134.
- Mehrez, A. Z. y Ørskov, E. R. (1977). A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci. (Cambridge)*. 88:645-650.
- Merino, A.; Rey, C.; Brañas, J. y Rodríguez-Soalleiro, R. (2003). Biomasa arbórea y acumulación de nutrientes en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don en García. *Invest. Agrar: Sist. Recur. For.* 12(2) 85-98.
- Minson, P.J. (1991). Composición química y valor nutritivo de las leguminosas tropicales. En: *Leguminosas Forrajeras Tropicales*. FAO. Skerman, P. J.; Cameron, D. E. y Riveros, F. (Eds.). Roma, Italia.
- Norton, B.W. (1994). The nutritive value of tree legumes. En: *Forage tree legumes in tropical agriculture*. Gutteridge, C. y Shelton, H. (Eds). CAB International, UK. P. 177-192.

- Ørskov, E. R.; Hovell, B. D. y Moudi, F. (1980). Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. *Prod. Anim. Trop.* 5: 213-218.
- Padrón, C. A.; Moreno, M. J. y Medina, C. A. (2008). Composición química, análisis estructural y factores antinutricionales de filocladios de *Epiphyllum phyllanthus* (L.) Haw. var. *Hookeri* (Link&Otto) Kimn. (CACTACEAE). *Interciencia.* 33(6): 443-448.
- Parra, R.; Combellas, J. y González, E. (1972). Composición y valor nutritivo de forrajes producidos en el trópico. 2. Fracciones químicas que afectan la disponibilidad de los componentes fibrosos. *Agron. Trop.* 22: 219-230.
- Pérez, A.; Montejo, J.; Iglesias, J. M.; López, O.; Martín, G. J.; García, D. E.; Milián, I. y Hernández, A. (2009). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes.* 32(1): 1-15.
- Pinto-Ruiz, R.; Hernández, D.; Gómez, H.; Cobos, M. A.; Quiroga, R. y Pezo, D. (2010). Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: Usos y características nutricionales. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo.* 26(1): 19-31.
- Pinto-Ruiz, R.; Hernández, D.; Ramírez, L.; Sandoval, C. A.; Cobos, M. y Gómez, H. (2009). Taninos y fenoles en la fermentación *in vitro* de leñosas forrajeras tropicales. *Agronomía Mesoamericana.* 20(1): 81-89.
- Quirama, L.; Echeverry, J. J. y Suescún, J. E. (2011). Efecto de la edad de rebrote de *Lotus uliginosus* cv Maku sobre la digestibilidad post-ruminal de la proteína no degradable en rumen. *Revista Lasallista de Investigación.* 8(1): 42-49.
- Ramírez, R.; Ramírez, R. G. y López, F. (2002). Factores estructurales de la pared celular del forraje que afectan su digestibilidad. *Ciencia UANL.* 5 (2): 180-189.
- Ramírez, J. L.; Herrera, R. S.; Leonard, I.; Cisneros, M.; Verdecia, D.; Álvarez, Y. y López, B. (2012). Relationship between quality indicators and age indicators in *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-169 in Cauto Valley, Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science.* 46(3): 315-319.
- Ruiz, T. E.; Febles, G.; Jordán, H.; Castillo, E. y Funes, F. (1995). *Alternativas de empleo de las leguminosas en la producción de leche y carne en el trópico.* XXX Aniversario del Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 75 pp.
- Sandoval, C. A.; Lizárraga, H. L. y Solorio, F. J. (2005). Assessment of tree fodder preferred by cattle using chemical composition, *in vitro* gas production and *in situ* degradability. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123:277-289.
- Soto, S.; Rodríguez, J. C. y Russo, R. (2009). Digestibilidad *in vitro* en forrajes tropicales a diferentes edades de rebrote. *Tierra Tropical* 5 (1): 83-89.
- Stewart, J. L. y Dunsdon, A. J. (1998). Preliminary evaluation of potential fodder quality in a range of *Leucaena* species. *Agroforestry Systems,* 40: 177-198.
- StatSoft, Inc. (2007). *STATISTICA* (data analysis software system), versión 8.0.
- Suárez, J. C.; Carulla, J. E. y Velásquez, J. E. (2008). Composición química y digestibilidad *in vitro* de algunas especies arbóreas en el piedemonte Amazónico. *Zootecnia Tropical.* 26(3): 231-234.
- Valenciaga, D. (2007). *Caracterización química y estructural de las paredes celulares de Pennisetum purpureum* cv. CUBA CT-115 y su degradabilidad ruminal en búfalos de río (*Bubalis bubalus*). Tesis Dr. ICA, La Habana, Cuba. 110 pp.
- Van Soest, P. J. (1996). *Environmental and forage quality.* Proceeding. Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. 58th Meeting. Rochester, NY. Ithaca, NY. Cornell University. p.1-6.
- Verdecia, D.; Herrera, R. S.; Ramírez, J. L.; Leonard, I.; Álvarez, Y.; Bazán, Y.; Arceo, Y.; Bodas, R.; Andrés, S.; Álvarez, J.; Giraldes, F. y López, S. (2012). Valor nutritivo de *Leucaena leucocephala* con énfasis en el contenido de metabolitos secundarios. *REDVET,* Vol. 13, No.11.

Recibido: Mayo 22, 2014

Inicio de arbitraje: Junio 09, 2014

Dictamen para autor: Julio 28, 2014

Aceptado: Septiembre 03, 2014