

**UNIVERSIDAD DE MATANZAS
CAMILO CIENFUEGOS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES
INDIO HATUEY**

INSTITUTO UNIVERSITARIO DE LA PAZ

Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas

**Evaluación de accesiones de *Brachiaria humidicola*
(Rendle) Schweickardt en suelos de baja fertilidad
en Barrancabermeja, Colombia**

Aspirante:

Emiro Rafael Canchila Asencio, MVZ., MSc.

Tutores:

Lic. Félix Ojeda García, Dr.C.

MV. Mildrey Soca Pérez, Dr.C.

Matanzas, Cuba

2014

“...el día que hayamos resuelto el problema del pienso, y no tengamos que importar pienso, y a base de pasto y forraje y de cosas que sembremos en las granjas, podamos alimentar el ganado, nos habremos quitado un gran problema (...) habremos dado un gran paso de avance, y tendremos posibilidades ilimitadas de desarrollo...”

Fidel Castro Ruz

20 de julio de 1963

DEDICATORIA

A la memoria de mi madre: *Esther Margarita Asencio*[†], aunque no se encuentre físicamente está presente en cada paso que doy y ha sido fuente importante de inspiración en mi formación y mi vida.

A mi esposa *Layla*: por su amor y sacrificio infinito.

A mi hijos: *Neydi, Ivóm y Oswaldo*, por su constante apoyo para hacer realidad este propósito.

A la familia *Roa-Macías* por su apoyo.

A mis hermanos y sobrinos, en especial a la memoria de *Omar Canchila*[†].

A los amigos cordiales y vecinos, especialmente a *Marina y René* siempre tan solidarios ante mis necesidades.

Al colectivo de trabajadores, educadores y colegas, así como a mis queridos estudiantes de la UNIPAZ, por su infinito acervo y noble contribución a mi formación.

Al colectivo de trabajadores de la EEPF Indio Hatuey, por todo el apoyo brindado.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, presente en cada obra humana y en la naturaleza de todas las cosas.

A los gestores de la Revolución Cubana, con infinito respeto, por posibilitar mi superación integral como especialista altamente competitivo.

Al Instituto Universitario de la Paz, en Colombia, por su apoyo para la realización de esta tesis, muy especialmente al *MSc. Oscar Orlando Porras Atencia*, rector de esta casa de estudios y al *MSc. Carlos Augusto Vásquez Rojas* exrector; así como a *Julio César Rodríguez*, director de la Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por su gran apoyo para la realización de esta tesis.

A los doctores *Félix Ojeda García*, *Mildrey Soca Pérez*, por haber aceptado ser tutores y por su gran contribución a esta tesis.

A los trabajadores de campo del Instituto Universitario de la Paz.

A la EEPF Indio Hatuey y su colectivo de trabajadores, en especial al *Dr. Giraldo Jesús Martín Martín* por su solidaridad.

A las instituciones colombianas CORPOICA y CIAT por su colaboración con el material fitogenético, sin el cual hubiera sido imposible la realización de estas investigaciones.

A la Comisión de Grado de la Universidad de Matanzas, en especial a los doctores Rolando Hernández y Oscar Ginoris por el apoyo brindado en esta tesis.

A la *Dra.C. Hilda Wencomo Cárdenas* por su contribución a esta tesis.

A la familia *Soca-Pérez* por haberme colmado de tanto afecto, por su estímulo y apoyo en todo momento.

Al *MSc. Héctor Santana de Armas*, el *MSc. Juan Francisco González Nodarse*, y a las señoras *Elsa Sánchez-Quiroz* y *Marilyn Ruz*, por su enorme apoyo y las recomendaciones aportadas.

A la *MSc. Alicia Ojeda* por su insustituible trabajo de revisión y estilo.

Al Consejo Directivo de UNIPAZ, por el apoyo económico.

Al *Sr. Serafín Suárez[†]* y su familia, porque más que mi compañero de trabajo era mi amigo.

A todos los que colaboraron, de una u otra forma, en la obtención de estos resultados.

Muchas gracias

ABREVIATURAS Y SIGLAS UTILIZADAS

Azufre	S
Calcio	Ca
Capacidad de intercambio catiónico	CIC
Centímetro	cm
Coefficiente de determinación	R ²
Desviación estándar	DS
Degradabilidad efectiva	DEFEC
Degradabilidad potencial	DPOT
Disponibilidad de la MS	Disp.
Energía bruta	EB
Energía metabolizable	EM
Error estándar	ES
Extracto libre de nitrógeno	ENN
Fibra bruta	FB
Fósforo	P
Grado Celsius	°C
Gramo	g
Grasa bruta	GB
Hectárea	ha
Horas	h
Kilogramo	kg
Litro	l
Magnesio	Mg
Materia orgánica	MO
Materia seca	MS
Materia verde	MV
Megacaloría	Mcal

Metro	m
Metro sobre el nivel del mar	msnm
Miliequivalente	meq
Miligramo	mg
Mililitro	ml
Nitrógeno	N
Número	No.
Óxido de fósforo	P ₂ O ₅
Óxido de potasio	K ₂ O
Porcentaje	%
Porcentaje de aprovechamiento	% Aprov.
Porcentaje de la degradabilidad de la MS a las 48 h	% Deg. 48 h
Porcentaje de la degradabilidad potencial de la MS	% Deg. POT
Porcentaje de la degradabilidad efectiva de la MS	% Deg. Efectiva
Potasio	K
Proteína bruta	PB
Prueba de Kolmogorov-Smirnov	K-S
Prueba de Breush-Pagan	B-P
Rotación	Rot.
Transaminasa glutámica oxalacética	GOT
Transaminasa glutámica pirúvica	GPT
Unidades por litro	U/l

SÍNTESIS

Con el objetivo de incrementar la diversidad biológica en las áreas ganaderas de Barrancabermeja, con baja fertilidad y acidez de los suelos, se evaluaron siete accesiones de *Brachiaria humidicola*: CIAT-16866, CIAT-16867, CIAT-16871, CIAT-16886, CIAT-16888, CIAT-26159 y CIAT-26427. Los estudios iniciales incluyeron los porcentajes de cobertura y de hojas, la altura, el rendimiento de MS y la composición bromatológica. Los análisis de componentes principales y de conglomerados agruparon las accesiones con mejores porcentajes de hojas, PB, FB y rendimiento de MS (CIAT-16866 y CIAT-16886), así como las de mayor cobertura y EB (CIAT-16867, CIAT-16888, CIAT-26427 y CIAT-26159), y excluyeron a CIAT-16871 por presentar los valores más bajos. Estos resultados condujeron a una segunda evaluación con las accesiones más sobresalientes (CIAT-16866, CIAT-16888, CIAT-16886 y CIAT-26159) para determinar los efectos que ejercían la edad y la época del año en la composición bromatológica y la degradabilidad de la MS *in situ*, potencial y efectiva, teniendo como referencia la más difundida en la región (CIAT-679). Los valores nutricionales disminuyeron con la edad y durante el periodo poco lluvioso, y las mejores fueron CIAT-16886, CIAT-16888 y CIAT-26159. En un tercer experimento, en condiciones de pastoreo, al evaluar el comportamiento zootécnico y veterinario de CIAT-16886 y CIAT-16888 y de CIAT-679 como referencia, se concluyó que las accesiones propuestas constituyen opciones para la región, por sus rendimientos de biomasa y por no provocar enfermedades.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
I.1. Sistemas de producción agropecuaria en el municipio Barrancabermeja	6
I.1.1. Características geomorfológicas del municipio Barrancabermeja	6
I.1.2. Los sistemas ganaderos del municipio de Barrancabermeja	7
I.2. Aspectos botánicos y agronómicos de la especie <i>B. humidicola</i>	10
I.2.1. Clasificación taxonómica del género <i>Brachiaria</i>	10
I.2.2. Descripción botánica de <i>B. humidicola</i>	11
I.2.3. Generalidades de <i>B. humidicola</i>	12
I.2.4. Producción de forraje	15
I.2.5. Composición bromatológica.....	16
I.2.6. Manejo de pastizales.....	18
I.3. Métodos para estimar el valor nutritivo de los pastos y forrajes	19
I.4. Ocurrencia de la fotosensibilidad en rumiantes	23
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
II.1. Caracterización del sitio de investigación	26
II.1.1. Localidad del ensayo.....	26
II.1.2. Características generales del área.....	26
II.2 Procedimientos generales	27
CAPÍTULO III. RESULTADOS EXPERIMENTALES	29
III.1.1. Introducción	29
III.1.2. Materiales y métodos	30

III.1.3. Resultados y discusión	36
III.2.1. Introducción	47
III.2.2. Materiales y métodos	48
III.2.3. Resultados y discusión	54
III.3. Evaluación del comportamiento de la salud animal de accesiones sobresalientes de <i>B. humidicola</i> en condiciones de pastoreo.	76
III.3.1. Introducción	76
III.3.2. Materiales y métodos	77
III.3.3. Resultados y discusión	80
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES	93
NOVEDAD CIENTÍFICA	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
ANEXOS	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.2.1. Producción de materia seca de <i>Brachiaria</i> spp. (Chamorro, 1998).....	16
Tabla II.1.1. Análisis físico-químico del suelo en el Centro Experimental Santa Lucía.	27
Tabla III.1.1. Tratamientos experimentales.....	30
Tabla III.1.2. Comportamiento del porcentaje de emergencia en siete accesiones de <i>B. humidicola</i>	32
Tabla III.1.3. Composición bromatológica promedio de siete accesiones de <i>B. humidicola</i>	39
Tabla III.1.4. Porcentaje de hojas y rendimiento de siete accesiones de <i>B. humidicola</i>	41
Tabla III.1.5. Resultados del ACP y relación entre los indicadores.....	44
Tabla III.1.6. Distribución de los indicadores, media y desviación estándar.....	45
Tabla III.2.1 Análisis de componentes principales y para el periodo lluvioso.....	72
Tabla III.2.2. Distribución de los indicadores, media y desviación estándar según el análisis de conglomerados.....	73
Tabla III.2.3. Análisis de componentes principales para el periodo poco lluvioso.....	74
Tabla III.2.4. Distribución de los indicadores, medias y desviación estándar, según el análisis de conglomerados, para el periodo poco lluvioso.....	74
Tabla III.3.1. Composición bromatológica y nutricional de las accesiones.....	81
Tabla III.3.2. Evolución de la carga animal durante el periodo evaluativo.....	83
Tabla III.3.3. Peso vivo de los animales al inicio y al final de la evaluación.....	85
Tabla III.3.4. Ganancia promedio de las accesiones por trimestre y anual.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. III.1.1. Dinámica del porcentaje de cobertura de las accesiones.	36
Fig. III.2.1. Efecto de la edad sobre la MS de accesiones de <i>B. humidicola</i> durante el periodo lluvioso.	56
Fig. III.2.2. Efecto de la edad sobre la MS de accesiones de <i>B. humidicola</i> durante el periodo poco lluvioso.	57
Fig. III.2.3. Efecto de la edad sobre la FB de accesiones de <i>B. humidicola</i> durante el periodo lluvioso.	58
Fig. III.2.4. Efecto de la edad sobre la FB de accesiones de <i>B. humidicola</i> durante el periodo poco lluvioso.	59
Fig. III.2.5. Efecto de la edad sobre la PB de accesiones de <i>B. humidicola</i> durante el periodo lluvioso.	60
Fig. III.2.6. Efecto de la edad sobre la PB de accesiones de <i>B. humidicola</i> durante el periodo poco lluvioso.	61
Fig. III.2.7. Efecto de la edad sobre la degradabilidad de la MS <i>in situ</i> de accesiones de <i>B. humidicola</i> durante el periodo lluvioso.	63
Fig. III.2.8. Efecto de la edad sobre la degradabilidad de la MS <i>in situ</i> de accesiones de <i>B. humidicola</i> durante el periodo poco lluvioso.	64
Fig. III.2.9. Efecto de la edad sobre la degradabilidad potencial de accesiones de <i>B. humidicola</i> durante el periodo lluvioso.	66
Fig. III.2.10. Efecto de la edad sobre la degradabilidad potencial de accesiones de <i>B. humidicola</i> durante el periodo poco lluvioso.	67

Fig. III.2.11. Efecto de la edad sobre la degradabilidad efectiva de accesiones de <i>B. humidicola</i> durante el periodo lluvioso.	68
Fig. III.2.12. Efecto de la edad de rebrote sobre la degradabilidad efectiva de diferentes accesiones <i>B. humidicola</i> durante el periodo poco lluvioso.	69
Fig. III.3.1. Disponibilidad de las accesiones durante la evaluación.	82
Fig. III.3.2. Porcentaje de aprovechamiento de las accesiones durante la evaluación.	82
Fig. III.3.3. Comportamiento del hematocrito en los animales.	88
Fig. III.3.4. Comportamiento de la hemoglobina en los animales.	89
Fig. III.3.5. Comportamiento de la transaminasa glutámica oxalacética (GOT).	90
Fig. III.3.6. Comportamiento de la transaminasa glutámica pirúvica (GPT).	91

INTRODUCCIÓN

La región santandereana de Barrancabermeja, Colombia, pertenece a la zona que se ha denominado como Magdalena Medio. Está considerada como bosque húmedo tropical, con una precipitación anual de 2 600 a 3 200 mm y una altura media de 60-96 msnm.

La ganadería es el renglón productivo más importante después del petróleo; en ella predominan los sistemas de cría, doble propósito y ceba, los cuales requieren ecosistemas con pasturas estables y una larga vida útil.

Las producciones medias de leche son de 3 l/animal/día y las ganancias de peso de 200-300 g/animal/día, indicadores que resultan insuficientes para garantizar las necesidades de la población y hacen poco rentables las explotaciones pecuarias.

Los suelos son ácidos y de baja fertilidad, donde algunos elementos minerales – como el fósforo disponible– son bajos, mientras otros –como el aluminio– son potencialmente tóxicos; tales características limitan la introducción de nuevas especies de pasto que puedan contribuir a una mayor variabilidad biológica de la región y a obtener incrementos en las producciones agropecuarias. Por ello es necesario e importante identificar especies y/o accesiones que se adapten a esas condiciones (Alonso y Carrobello, 2002; Rivas y Holmann, 2004).

En el territorio predominan pastos que, por su difusión, se consideran naturales: *Homolepsis aturensis* y *Paspalum conjugatum*; y otros que, por haber sido introducidos, se declaran como mejorados: *Brachiaria* spp., *Panicum maximum*, *Andropogon gayanus* e *Hyparrhenia rufa* (Canchila, 2007).

Dentro de esta última denominación, *Andropogon gayanus* y *Brachiaria brizantha* son los menos exigentes al fósforo y han sido propuestos para suelos de baja fertilidad (Mesa y col., 1989).

Sin embargo, antes de que una especie o accesión pueda ser recomendada para ser introducida en una región, es necesario conocer su potencial agronómico y adaptabilidad, aspectos que se determinan a través de sus características morfológicas (altura, relación hoja/tallo, velocidad de crecimiento y expansión foliar), las cuales presentan una relación directa con la productividad y la calidad nutritiva (Costa y col., 2009).

Bajo estas premisas, el enfoque hacia el futuro debe ir encaminado a la búsqueda de especies que presenten mayores rendimientos y agresividad que las ya presentes; además, que resistan el ataque de los insectos fitófagos y de los microorganismos patógenos, así como que persistan en los pastoreos y que mejoren la productividad de los sistemas ganaderos (Gutiérrez y col., 1990).

Si es importante disponer de pasturas sobresalientes, también lo es conocer el comportamiento estacional de crecimiento y la respuesta ante los factores climáticos y de manejo (Cruz y col., 2011).

Varias especies del género *Brachiaria* se han difundido en los agroecosistemas de tierras bajas, sabanas, áreas de bosques, y en el trópico húmedo y subhúmedo de América del Sur, donde han demostrado su capacidad de proporcionar suficiente cantidad de alimento para los rumiantes en suelos que presentan una acentuada acidez (Rao y col., 1998).

Estas ventajas provienen de que, al ser originarias de los suelos de sabana africana (INEGI, 2000), presentan facilidades para su establecimiento en áreas degradadas (Holnam y col., 2005); pero tienen como desventaja sus bajos contenidos de proteína bruta y de digestibilidad de la materia seca (Teixeira y col., 1999; Moura y col., 2002). Las evaluaciones de pastos realizadas en la región de Barrancabermeja han demostrado que *Brachiaria* spp. es de las menos afectadas por los insectos fitófagos, y que muestra índices de adaptación que permiten aumentar los rendimientos productivos de la ganadería (Mateus, 2000).

En el caso específico de *Brachiaria humidicola* y sus accesiones, estas han sido objeto de numerosos estudios, de los cuales se han podido seleccionar varias accesiones aptas para ser incorporadas a la producción animal (Miles y col., 1998).

Con respecto a otras gramíneas, esta especie posee una mayor capacidad de adaptación a condiciones difíciles, como suelos ácidos y pobres en nutrientes, periodos prolongados de sequía o encharcamiento, y en el contexto de manejos adecuados proporciona cantidades permanentes y suficientes de biomasa, razones por las cuales ha sido adoptada en diversas regiones de Colombia (Orozco y col., 2012).

Canchila (2007), al evaluar la respuesta agronómica de una colección de 24 accesiones e híbridos de *Brachiaria* spp. en la región santandereana de Barrancabermeja, encontró que *B. humidicola* CIAT-26159, CIAT-16871, CIAT-16867 y CIAT-26427 mostraban características que las diferenciaban del resto de las accesiones, y que tenían además una adecuada adaptación a esas condiciones edafoclimáticas.

La Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria –UMATA– (2004) señala que la pastura mejorada más difundida en la región es *B. humidicola* CIAT-679, con un total de 30 000 ha y una tendencia a prevalecer sobre el resto de las presentes en las explotaciones, lo que indica que esta accesión es de importancia económica y social. No obstante, reconoce que no se han evaluado otras opciones que pudieran contribuir a incrementar la diversidad biológica de la zona, con las ventajas que ello implicaría.

Uno de los problemas que presentan las variedades de pasturas mejoradas introducidas en las áreas ganaderas es que su introducción se realiza sin el debido conocimiento técnico sobre su adaptación, rendimiento de biomasa, valor nutricional y comportamiento en condiciones de pastoreo; por lo que es necesario realizar investigaciones que tengan en cuenta estos aspectos en su conjunto.

La determinación de los indicadores agronómicos y bromatológicos de una pastura, en la mayoría de los centros de investigación, presenta menos dificultades que las evaluaciones del valor nutricional con animales, debido a que esta medición requiere

grandes volúmenes de forraje y una infraestructura no siempre disponible. Una solución intermedia es efectuar los estudios a través de los métodos que involucran las acciones de los microorganismos ruminales, sobre muestras representativas de las pasturas.

La técnica más utilizada es la determinación de la digestibilidad *in situ* propuesta por Ørskov y McDonald (1979) y Ørskov y col. (1988), la cual se basa en realizar una cinética de degradación del nutriente en estudio, para, a partir de los datos, hacer una modelación matemática del proceso.

Las evaluaciones con esta técnica han incluido diferentes aspectos vinculados con el valor nutricional de los forrajes, la edad (Lara y col., 2010), el estado fenológico (Martínez y col., 2008), la comparación de accesiones (Reyes y col., 2009) y la época del año (Vega y col., 2006), entre otros.

También es un criterio generalizado que en los estudios dirigidos a proponer nuevas accesiones es conveniente incluir experimentos en condiciones de pastoreo, para conocer aspectos de gran importancia como son: la persistencia y resistencia frente al animal, si provocan efectos de toxicidad o deficiencias en minerales; así como para determinar su potencial de producción (Argel, 2006).

Teniendo en cuenta tales antecedentes, esta investigación se trazó como propósito incrementar los pastos disponibles para ser empleados en las áreas de producción de la región santandereana de Barrancabermeja, con la finalidad de incrementar la diversidad biológica.

Para buscar estas nuevas opciones, se retomaron los resultados obtenidos en cuatro accesiones de *B. humidicola* por Canchila (2007) y se incorporaron otras tres consideradas como promisorias por el Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT– (Miles, 2006).

HIPÓTESIS

La evaluación de accesiones de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickhardt, en condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad, permitirá seleccionar aquellas que se adapten a las condiciones edafoclimáticas de la región santandereana de Barrancabermeja y fomentar la diversidad de pasturas en áreas con estas limitaciones.

OBJETIVO GENERAL

Seleccionar, mediante evaluaciones agronómicas y nutricionales, accesiones de *B. humidicola* que se adapten a las condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad de la región santandereana de Barrancabermeja.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar y seleccionar accesiones sobresalientes de *B. humidicola* para las condiciones edafoclimáticas de la región santandereana de Barrancabermeja.
- Determinar los efectos de la época y la edad en los indicadores bromatológicos, la degradabilidad de la MS, la degradabilidad potencial y la degradabilidad efectiva, en accesiones sobresalientes de *B. humidicola*.
- Determinar la influencia que ejercen, en la salud animal, las accesiones sobresalientes de *B. humidicola* en condiciones de pastoreo.

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

I.1. Sistemas de producción agropecuaria en el municipio Barrancabermeja

I.1.1. Características geomorfológicas del municipio Barrancabermeja

El municipio de Barrancabermeja se encuentra ubicado en la provincia de Mares, al occidente del departamento de Santander, enclavado en el Valle Medio del río Magdalena, irrigado por los ríos Sogamoso, La Colorada y Opón.

Sus coordenadas geográficas son: latitud Norte de 7° 03' 48", longitud Oeste de 73° 51' 50" y altitud de 75,94 msnm (Gallo y col., 1998).

Existen dos periodos alternos de máximas precipitaciones (abril-mayo y octubre-noviembre) y dos de bajas precipitaciones (junio-septiembre y diciembre-marzo), con un rango de pluviometría total entre 2 600 y 3 200 mm al año.

El segundo periodo lluvioso es más intenso debido al cambio en el régimen de los vientos, los cuales varían en dirección norte-sur por efecto de las corrientes de masas frías que se desplazan hacia el Ecuador (Espinoza y col., 2009).

La interacción que se presenta entre el suelo, la vegetación y la atmósfera también desempeña un papel importante en la modulación del clima tropical (Marengo y col., 2009).

La humedad relativa media anual es del 80 %. Los meses de octubre y noviembre son los más húmedos del año, con un 84 %, y los más secos enero y febrero, con el 74 %. La temperatura media anual es de 28 °C, con valores que oscilan entre 21,2 °C (mínimo) y 35,4 °C (máximo) durante el día. Los valores más altos de temperatura se registran en el periodo de enero a abril, y los menores entre septiembre y diciembre (Poveda y col., 2003).

El área del municipio presenta dos zonas geomorfológicas: una plana, formada por las llanuras o planicies aluviales y terrazas en nivel alto del río Magdalena y sus afluentes; y otra ondulada, representada por colinas bajas y escarpadas, donde el suelo tiende a compactarse, lo cual dificulta la infiltración del agua y favorece la escorrentía, dando paso a la erosión (anexo I).

I.1.2. Los sistemas ganaderos del municipio de Barrancabermeja

La tenencia de la tierra en el sector rural de Barrancabermeja varía según la forma de propiedad. La encuesta realizada por la UMATA, el 17 de junio de 2009, a los representantes de los 4 504 predios de la región, permitió detectar que el 66,5 % son propietarios, el 22,7 % tienen como soporte de su propiedad una carta venta y el 10,8 % figuran como arrendatarios.

El 70,4 % de los predios constituyen microfundios, en los que sus habitantes solo poseen la vivienda y no ejercen ninguna actividad agropecuaria debido al tamaño. El

minifundio campesino de subsistencia, con explotaciones menores de 22 ha, ocupa el 15,7 % de la superficie; la pequeña propiedad familiar campesina, con predios de 22 a 44 ha, el 4,7 %; la mediana propiedad, con 44-88 ha, el 4,4 %; y la gran propiedad, por encima de 88 ha, representa el 4,8 %.

Los sistemas pecuarios se fomentan, en lo fundamental, con especies mayores; la ganadería bovina y bufalina ocupa el 51,7 % y abarca aproximadamente 26 970 ha del total de los suelos productivos.

La explotación bovina es, en un alto porcentaje, de carácter extensivo, con tendencia al sistema de doble propósito para los pequeños y medianos productores, y a la producción de carne entre los grandes productores.

El principal sistema de producción es el levante, con el 42,1 %; seguido del doble propósito, con 17,4 %. La ceba ocupa el 16,5 % y los sistemas de producción de leche el 24,0 % (CORPOICA, 2004).

En la actualidad existe un total de 43 438 cabezas de ganado bovino, con de predominio la raza Cebú Comercial y de la Cebú Puro Mestizo, que es el resultado del cruce entre Holstein x Cebú y Pardo Suizo y la más utilizada en los sistemas de doble propósito.

Las principales incidencias en la salud animal son las intoxicaciones por plantas tóxicas como: mataganado (*Tanaecium exitiosum* Dugand), sorguillo o arrocillo (*Sorghum halepense* L. Pers.), paja de tigre (*Panicum rugei*), mindica o ahorcachivo (*Mascagnia concinna* C.V. Morton); así como el parasitismo, particularmente de tipo

hemoparasitario (ranillas, secaderas), y las enfermedades de carácter infeccioso como el carbunco sintomático, la fiebre aftosa y la brucelosis.

Asimismo, los principales problemas de nutrición están relacionados con la baja capacidad productiva de las praderas, que en un 40 % son pasturas naturales donde prevalecen la paja de comino (*Homolepsis aturensis* (H.B.K) Chase), el gramalote (*Paspalum fasciculatum* Willd.) y la maciega (*Paspalum virgatum* L.), con bajo valor nutricional y capacidad de carga inferior a 0,9 animales/ha, las cuales no cubren los requerimientos nutricionales de los animales en sus diferentes estados fisiológicos y de producción. A esto se suman las insuficientes ofertas de sales minerales balanceadas y la inadecuada disponibilidad de agua de buena calidad, particularmente en épocas de sequía.

La deficiente alimentación en las épocas críticas está altamente correlacionada con las bajas producciones y las enfermedades, las cuales ocasionan alta morbilidad y mortalidad en los animales, con pérdidas importantes en la economía de los campesinos de la zona.

Las praderas mejoradas solo ocupan un 26,9 % y están representadas principalmente por los pastos *Brachiaria* spp., angleton (*Dichanthium aristatum* Benth) y pasto alemán, (*Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitchc).

Entre los pastos de corte se utilizan diferentes variedades de la especie *Pennisetum purpureum* Schumach, y solo equivalen al 0,6 % del área total.

Los pastos mejorados que mejor se han desarrollado en los suelos ácidos son *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* CIAT-679 y *Andropogon gayanus* Kunth.

Estas variedades, al ser tolerantes a la alta saturación de aluminio en el suelo, son las que están reemplazando a los pastos naturales y a las praderas en estado de degradación (CORPOICA, 1995).

I.2. Aspectos botánicos y agronómicos de la especie *B. humidicola*

I.2.1. Clasificación taxonómica del género *Brachiaria*

Según Gould y Soderstan (citados por Miles, 2006), las *brachiarias* se ubican en las siguientes categorías taxonómicas:

Reino: vegetal

División: *Spermatophyta*

Subdivisión: *Angiosperma*

Orden: Graminales

Familia: *Poaceae*

Subfamilia: *Panicoidae*

Tribu: *Paniceae*

Género: *Brachiaria*

Catasús (1997) clasifica a *Brachiaria* spp. en el reino *Cormobionata*, división *Magnoliophyta*, clase *Magnoliopsida*, subclase *Commelinidae*, orden *Poales* de la familia *Poaceae* y subfamilia *Panicoidae*, tribu *Paniceae*, género *Brachiaria*; aunque esta especie fue clasificada antes por los Hermanos León y por Yepes (citados por Hernández y Hernández, 1980) en el orden Glumiflora.

Olivera y Machado (2004) señalan que el género *Brachiaria* posee alrededor de 80 especies y algunas han sido poco estudiadas, por no ser de interés para la

alimentación ganadera. Entre las más utilizadas se encuentran *B. decumbens*, *B. dictyoneura*, *B. brizantha*, *B. ruzizensis* y *B. humidicola* (Machado y col., 2006).

I.2.2. Descripción botánica de *B. humidicola*

Nombre vulgar: kikuyo, araucano o amazónico, o pasto dulce (Sandusky, 1994).

B. humidicola es perenne, crece hasta 1 m de alto y es estolonífera; presenta entrenudos superiores, que miden de 8 a 10 cm de largo, e inferiores (2-3 cm) que son glabros y de color verde claro.

Los estolones son fuertes y duros, largos, de color púrpura; enraízan con facilidad y producen en cada nudo un nuevo culmo.

El sistema radicular está compuesto por dos tipos de rizomas, uno firme pequeño y otro largo; las hojas son lineales, lanceoladas, semicoreáceas, con el ápice acuminado.

Los tallos tienen de 10 a 30 cm de longitud y de 0,5 a 1 cm de ancho; la lámina foliar es glabra; lígula densa, bordes ciliados blancos, lisos y algunas veces con pelos denticulados; las vainas de las hojas carecen de vellosidades.

Los limbos, según Olivera (2004), son lineales, duros, vastos y estrechos, con una coloración de verde a morado, principalmente en los bordes. Es característico en esta especie que los ápices tiendan a doblarse por la nervadura central, pareciendo unir los bordes en las horas de mucho calor o sequía; este fenómeno es denominado fototropismo positivo (Cook y col., 2005).

La vaina es de 6-20 cm, de color verde a morado, y puede ser desde glabra hasta algo vellosa en los bordes (Olivera y col., 2006).

La inflorescencia es terminal; panícula racemosa, con uno a cuatro racimos solitarios de 3 a 5 cm de longitud; el axis principal es estriado, glabroso; las espiguillas son uniserials, bifloras, alternadas a lo largo del raquis, con pedicelos cortos, y miden de 5 a 6 cm de longitud (FAO, 2010).

Las primeras glumas son de color amarillo claro, y junto con la lema inferior le dan a la espiga una apariencia más redondeada (Sandusky, 1994; Guenni y col., 2002).

I.2.3. Generalidades de *B. humidicola*

B. humidicola es nativa de África tropical, en particular de zonas con altas precipitaciones, y fue introducida en Colombia en 1973 por el CIAT con el número de accesión CIAT-679.

Se ha evaluado en diferentes ecosistemas, como la sabana de los llanos orientales y el pie de monte llanero y amazónico de Colombia. Crece bien en zonas tropicales, desde el nivel del mar hasta 1 800 m, con precipitaciones entre 1 500 y 3 500 mm al año (CIAT, 2002).

Esta gramínea ha mostrado una amplia adaptación a diferentes climas; se ha observado su establecimiento en regiones húmedas y secas y en suelos fértiles. También predomina en regiones de suelos ácidos e infértiles, con prolongados periodos de sequía; de ahí que sea considerada como una gramínea sobresaliente para las regiones tropicales (Juárez y Bolaños, 2007).

Su propagación se puede efectuar por semilla o por material vegetativo, macollas o estolones. Por semilla se utilizan 4 kg/ha de semilla pura germinable a voleo, pero el

establecimiento es largo debido a que la germinación y el crecimiento inicial de las plántulas son lentos.

El establecimiento por material vegetativo es más rápido y vigoroso. Se necesita alrededor de 1 t de estolones ha⁻¹ y 6 t de macollas ha⁻¹, aunque resulta una labor lenta y costosa, ya que requiere mucha mano de obra (CIAT, 2002). Sin embargo, es muy eficiente porque a las 12 semanas tiene el 60 % de cobertura. (Ayala y Basulto, 1992).

Los resultados sugieren que esta especie también puede ser utilizada como protectora de la capa arable del suelo.

Pérez y col. (1997) afirman que la aplicación de nitrógeno tiene un efecto positivo en la producción de semillas y en la cantidad de tallos generativos por área. Por su parte, Meléndez (2003) señala que de todas las variables que afectan el rendimiento de la producción de semilla, el nitrógeno y las condiciones climáticas son las más importantes, aunque no siempre se obtienen diferencias con la aplicación de fertilizantes.

También es posible usar alternativas de fertilización, mediante el empleo de fertilizantes compuestos, con N, P y K en diferentes proporciones, según las características del suelo (Quinquin y col., 2006).

Si la siembra se hace al voleo, se sugiere incorporar la fuente de fósforo con el último pase de grada; pero si se hace en surco, se debe aplicar en la banda al momento de realizarla. Los demás fertilizantes se aplicarán a los 30-45 días después de la siembra;

su forma de aplicación depende del sistema de siembra, y la dosis, del análisis químico del suelo (Hernández y Hernández, 1980).

La fertilización de mantenimiento se debe hacer a partir del segundo año y se sugiere aplicar cada año del 25 % al 50 % de las dosis empleadas en la siembra, al inicio o un poco antes de finalizar el periodo de lluvias (CIAT, 2002).

Vieito y col. (2001) plantean que se puede utilizar la dosis de 100 kg de N/ha a principios de la primavera para incrementar el rendimiento de semillas, y cosechar entre los 21 y 28 días después de la antesis –momento en que comienzan a desprenderse las espiguillas–; aunque en el primer año de cosecha la aplicación del fertilizante puede resultar inefectiva (Cardozo y col., 1991).

Jiménez y col. (2010) demostraron que no hay diferencias en el valor nutritivo de *B. humidicola* cuando se aplican en los suelos ácidos fertilizantes inorgánicos u orgánicos, pero hay ventajas en cuanto a la preservación de los suelos cuando se emplean estos últimos.

La especie *B. humidicola* está considerada como una de las más utilizadas en América Latina, ya que presenta importantes atributos como la resistencia a las altas presiones de pastoreo, bajos índices de afectación o tolerancia al ataque de insectos fitófagos y microorganismos patógenos, y tolerancia a suelos con problemas moderados de drenaje (Holnam y col., 2005).

En pruebas regionales realizadas en Colombia por el programa de Pastos y Forrajes del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y por el CIAT, no se han encontrado problemas de plagas y enfermedades que limiten su producción (CIAT, 2002).

Además, esta especie y sus accesiones presentan habilidades para incorporar a sus procesos fisiológicos el nitrógeno, como nitratos e ión amonio; o mediante asociación con bacterias capaces de fijar, del aire, este nutriente.

Las *brachiarias* desarrollan mecanismos morfológicos que les facilitan la absorción de los nutrientes, tales como: un profuso sistema radical con raíces adventicias y la disposición de sus hojas, lo que les permite hacer mayor uso de la radiación solar. Además, algunas tienen la capacidad para adaptarse a ambientes específicos mediante la movilización de las sustancias de reserva (Tilan, 1986).

En general las especies del género *Brachiaria* tienen requerimientos internos mucho más bajos de P y Ca, con respecto a otras gramíneas como *Panicum maximum*. Ellas asimilan el fósforo mediante asociaciones con micorrizas y a través de raíces bien ramificadas. (Rao y col., 1998).

B. humidicola se caracteriza por ser poco compatible con las leguminosas, excepto con *Arachis pintoi* y *Desmodium* spp. (Gómez y col., 2000). Soporta una alta carga animal en pastoreo; es tolerante a la quema; su calidad nutritiva es baja en términos de proteína cruda, lo que afecta el consumo voluntario y la ganancia de peso. La calidad nutritiva disminuye rápidamente con la edad, y la productividad animal es menor que con otras especies de *Brachiaria* (Muñoz, 1995).

I.2.4. Producción de forraje

La producción de materia seca de un pasto es variable y depende, entre otros factores, de la precipitación, la edad de corte, la época del año y las condiciones de fertilidad del suelo (Del Pozo, 2000).

Argel y col. (2002) señalan que en la altillanura colombiana hay mayor producción de forraje con respecto al pie de monte de los llanos orientales y el pie de monte de Caquetá. Chamorro (1998) refiere que existen diferencias en la producción de materia seca entre las *Brachiaria spp*, y que dentro de ellas las *B. humidicolas* son las menos favorecidas (tabla I.2.1).

Tabla I.2.1. Producción de materia seca de *Brachiaria spp*. (Chamorro, 1998).

Pasto	MS	
	(t/corte/ha)	
	Invierno	Verano
<i>B. decumbens</i> CIAT-606	3,3	1,8
<i>B. humidicola</i> CIAT-679	2,6	2,3
<i>B. dictyoneura</i> CIAT-6133	3,0	2,9

Juárez y Bolaños (2007) hallaron que la producción de materia seca en *B. humidicola* está afectada por la estacionalidad, con bajos rendimientos durante la estación seca; no obstante, como presenta menores requerimientos nutricionales para su crecimiento, demanda menos inversión en fertilizantes, lo que determina que esta especie sea considerada como una opción para las condiciones de producción animal con insumos limitados.

I.2.5. Composición bromatológica

Es una característica de los pastos tropicales que, con la edad, aumenten los contenidos de materia seca y los componentes fibrosos, a la vez que declinan los porcentajes de proteína bruta, y que estos indicadores interaccionen con la época del año (Chacón y Vargas, 2009).

Balbuena (2010) atribuye estos cambios a variaciones en el estado fenológico a medida que la planta madura y a las condiciones climáticas en las cuales se desarrolla, aspectos que inciden como un todo en la digestibilidad de los nutrientes.

Estos factores negativos se ven favorecidos durante los periodos en los que prevalecen las altas temperaturas ambientales y la intensidad y duración de las horas luz, pues las tasas de maduración de los forrajes se aceleran de forma considerable (González y col., 2011).

Fernández y col. (2012) informaron un resultado similar cuando estudiaron el efecto de la edad y de la época del año en los valores de PB y FB en *B. humidicola* CIAT-679. En ausencia de fertilización el contenido de proteína fue bajo (6 %), comparado con el de otras gramíneas tropicales. Este porcentaje disminuyó con la madurez y fue considerado como un factor limitante para los sistemas de producción que tienen altos requerimientos nutritivos.

Estos resultados sugieren la necesidad de incluir una leguminosa como componente del sistema, para mejorar la calidad nutricional, el consumo voluntario y la productividad de los animales (Muñoz, 1995).

La DMS de los pastos tropicales se considera baja con respecto a los pastos de zonas templadas (NRC, 1984). Entre los factores que se han identificado como responsables se encuentran: la temperatura ambiental, el estado de madurez de la planta, el tipo de suelo, el nivel y tipo de fertilización y la época de crecimiento (Navarro y col., 1992; Bolívar e Ibrahim, 1999).

I.2.6. Manejo de pastizales

El primer pastoreo en las *Brachiarias spp.* debe ser realizado entre los cuatro y seis meses después del establecimiento, de ser posible con animales de poco peso vivo, cuando las plantas alcancen una altura entre 40 y 50 cm, y no debe ser muy intenso para evitar que estos arranquen las plantas jóvenes.

En los llanos, con rotación y fertilización en los potreros, se ha logrado mantener cuatro animales ha⁻¹ con ganancias de 700 g/animal/día (Bernal, 2003).

Chacón (2005) señala que en Venezuela *B. humidicola* ha sido poco estudiada, a pesar de que presenta un buen comportamiento que se manifiesta en: agresividad, alto rendimiento de forraje, tolerancia a la sequía, resistencia a insectos fitófagos y adaptación a diferentes tipos de suelo.

Durante el periodo de establecimiento, en asociación con leguminosas compatibles con ella, el lento crecimiento de esta especie exige un manejo cuidadoso en los primeros pastoreos, para asegurar un buen balance y persistencia de sus componentes (Botero, 1998; Del Pozo, 2000).

Por su hábito de crecimiento estolonífero, cuando *B. humidicola* está asociada con maní forrajero (*Arachis pintoi*) perenne o con *Desmodium ovalifolium* soporta el pastoreo continuo con carga de 2 o 3 animales/ha.

Para el manejo de asociaciones se recomienda un pastoreo alterno o rotacional, con periodos de ocupación y de descanso acordes con la cantidad de forraje disponible en los pastoreos, y un ajuste de la carga animal según la disponibilidad estacional de forraje (Rincón, 2006).

I.3. Métodos para estimar el valor nutritivo de los pastos y forrajes

Cuando se necesita buscar entre diferentes accesiones de una misma especie nuevas opciones para una región determinada, no siempre es suficiente conocer la evolución de los componentes bromatológicos; entonces resulta imprescindible realizar, a través de metodologías integradoras, valoraciones que aporten otros criterios nutricionales, como son los estudios del valor nutricional con carneros en vivo (Arreaza y col., 2005).

Los resultados de estos estudios, que incluyen los índices de consumo y digestibilidad de los nutrientes, permiten ganar claridad sobre el potencial alimentario de los pastos; pero este procedimiento es costoso y requiere disponer de la infraestructura necesaria y de grandes áreas de pastos establecidos, que no siempre están al alcance de las instituciones (Cáceres y González, 2000).

Una solución intermedia, más expedita y económica, consiste en realizar las evaluaciones agrupadas bajo las denominaciones *in vitro* e *in situ*, en las cuales se modela, con el auxilio de las bacterias ruminales, el comportamiento de la degradabilidad de los nutrientes presentes en los pastos (Leng y col., 1991).

La digestibilidad de un nutriente se define como la cantidad de este que desaparece en el tracto digestivo del animal para después ser absorbida, mientras que la degradabilidad es la cantidad que se disgrega mediante procesos biológicos o químicos y el remanente queda en condiciones de ser medido; lo más usual es que este término se exprese en porcentaje, para un tiempo determinado.

La diferencia entre la digestibilidad y la degradabilidad es que mediante esta última expresión solo se puede estimar la proporción de nutrientes que tienen potencialidad

para ser absorbidos por el tracto digestivo, lo que implica que sus valores sean relativos (Navarro y col., 2011).

Inicialmente, los métodos de laboratorio para estimar el valor nutritivo de los alimentos fueron diseñados para caracterizar este indicador más que para predecir la producción de los animales (Blaxter, 1986).

La mejora de los métodos de evaluación de alimentos tiende a seguir los nuevos conceptos de la Química y la Fisiología Animal, así como los avances de la microbiología del rumen y otros campos del saber afines.

Hasta el presente se han empleado numerosos métodos, algunos basados en la acción de productos químicos, como es el caso de las fracciones de los compuestos lignocelulósicos (Van Soest, 1967, 1983;1994; Goering y Van Soest, 1970), enzimáticos (Aufrere y Michalet-Doreau, 1988) y otros, a través de métodos que involucran a los microorganismos ruminales: la digestibilidad *in vitro* (Tilley y Terry, 1963), la técnica de simulación del rumen, RUSITEC (Czerkaswski y Brekenridge, 1977) y la producción de gas *in vitro* (Menke y col.,1979; Menke y Steingass, 1988); pero en la actualidad la técnica de la bolsa *in situ* en rumen, propuesta por Ørskov y col. (1980) para la evaluación de forrajes, es probablemente la más utilizada (Pedraza, 2000), por el gran número de muestras que se pueden realizar en un corto tiempo (Leichtle, 2005).

Este método se ha empleado con éxito para la evaluación del valor nutritivo de los alimentos y las dietas de importancia para la ganadería. Los principales resultados han permitido caracterizar la degradación de la materia seca, el nitrógeno y los

componentes fibrosos de los pastos y forrajes de interés para la alimentación animal (Salcedo, 2000).

Las posibilidades que brinda este método de utilizar los microorganismos ruminales como actuantes sobre los sustratos, en su medio natural, y que los metabolitos generados durante la degradación puedan escapar hacia el líquido ruminal, le confieren ventajas sobre los métodos *in vitro*, en los cuales los compuestos generados durante las fermentaciones permanecen dentro de la unidad experimental, interfiriendo (en mayor o menor grado) en el proceso de degradación de los nutrientes, además de ser muy dependientes de la calidad del inóculo utilizado (Giraldo y col., 2007; Da Silva y col., 2010).

También a dicho método se le han señalado algunos inconvenientes, entre los que se encuentran que fue diseñado originalmente para evaluar la degradabilidad de la proteína y que sus resultados solo se vinculan a la acción de los microorganismos ruminales y no a los otros procesos que suceden después que el alimento escapa del rumen (Rosero y Posada, 2007).

No obstante, su empleo se ha difundido como una herramienta de evaluación de los forrajes tropicales, y se considera que es capaz de proporcionar mejores criterios comparativos sobre la calidad nutricional que los valores bromatológicos, tanto entre especies diferentes como entre accesiones de una misma especie (La O y col., 2000).

Los valores de degradabilidad de la materia seca que proporciona el método *in sacco* han sido utilizados para estimar las variaciones que ocurren en la calidad nutricional de los pastos por efecto de la época (Slanac y col., 2006), la edad (Lara y col., 2010) y la combinación de ambos factores (Vergara y Araujo, 2006).

En el procedimiento general, para considerar que la curva es sinónimo de degradación, esta debe mostrar que la disminución de la muestra en el tiempo se corresponde con la desaparición del nutriente evaluado.

Aunque se han informado diferentes ecuaciones para describir la curva de degradación ruminal, la primera y más utilizada es la desarrollada por Ørskov y McDonald (1979). McDonald (1981) modificó ligeramente esta ecuación para ser empleada en la evaluación de los alimentos, donde la degradación ruminal no sea inmediata y tenga una fase *lag* o de colonización.

El modelo exponencial utilizado considera que en el proceso de degradación de la materia seca intervienen tres fracciones: una no degradable por las bacterias, integrada en lo fundamental por los compuestos lignocelulósicos; otra insoluble, donde se incluyen proteínas y polisacáridos, que puede ser degradada por los microorganismos (fracción b); y una tercera rápidamente degradable (fracción a), donde se agrupan los componentes solubles, carbohidratos, contenidos de la pared celular, péptidos e incluso partículas que escapan de las bolsas, todos vinculados a la velocidad de degradación (fracción c) (Rosero y Posada, 2007).

Con los parámetros que se obtienen de esta curva es posible determinar otros indicadores importantes, como son la degradabilidad potencial del alimento y la degradabilidad efectiva (Ørskov y McDonald, 1979).

Sin embargo, por el gran número de datos que genera este tipo de estudio y por las múltiples interacciones que, sobre sus valores, ejercen los factores que actúan en la calidad nutricional de los pastos, en ocasiones resulta difícil llegar a conclusiones

integradoras que permitan dilucidar con claridad el comportamiento, las ventajas de un tratamiento o las diferencias entre las accesiones.

Es por eso que se recurre a modelaciones matemáticas capaces de agrupar los resultados en tendencias y obtener criterios más integradores sobre el comportamiento de un indicador bajo la influencia de más de un factor.

Una de las herramientas más empleadas son las ecuaciones polinómicas, las cuales, a la vez que describen la evolución del indicador evaluado, ponen en igualdad de condiciones las observaciones realizadas (Ramírez y col., 2012).

I.4. Ocurrencia de la fotosensibilidad en rumiantes

La fotosensibilidad es una enfermedad que afecta a los rumiantes. Se presenta tanto en países templados como tropicales, y se define como una sensibilidad exagerada de los animales a los rayos solares, con alteraciones en los tejidos subdérmicos de la piel.

De manera general, es producida por la ingestión de determinadas plantas u hongos, y la mejor manera de disminuir sus afectaciones es retirar los animales de las condiciones que la provocaron (Radostitis y col., 2002).

Esta enfermedad se manifiesta en zonas del cuerpo carentes de pigmentos o desprovistas de pelo, con lesiones que incluyen eritemas, edemas, inflamaciones y exudados serosos, con formación de costras, necrosis y desprendimiento de la piel.

De acuerdo con el origen que la estimule se divide en dos tipos: primario, cuando el agente sensibilizante está en la planta; y secundario, cuando ocurre por disfunciones hepáticas (Caicedo y col., 2012).

Es por eso que se le ha asociado con la presencia de hepatotoxinas vegetales, fungales y químicas, las cuales, al ser absorbidas de manera gradual por el sistema

circulatorio, pueden alcanzar niveles que estimulan la fotosensibilidad (Marrero y col., 2010).

En Colombia se ha señalado un número importante de plantas con potencial para inducir esta enfermedad: venturosa (*Lantana camara*), pasto brachiaria, (*B. decumbens*), pata de paloma (*Croton hyrtus*), orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), pasto horqueta (*Paspalum fasciculatum*), dormidera (*Mimosa pudica*), vervena (*Heliotropium indicum*); todas ellas asociadas a algún tipo de toxinas, como lantadenos, lantadina A, saponinas, terpenos, triterpenoides, sequiterpenos y filoeitricinas (Uribe y col., 2011).

Estos compuestos tóxicos actúan directamente, tanto sobre las células del hígado como sobre las células de los pequeños conductos biliares, provocando estenosis; esta patología dificulta el paso de la bilis hacia el duodeno, lo que origina ictericia.

Existen reportes de esta enfermedad en ovinos, causada por *B. brizantha*, los cuales presentan como patologías: edema facial, dermatitis necrótica y, en ocasiones, ceguera, con disminución en la producción (Anon, 2002).

Con el fin de prevenir la enfermedad, se recomienda evitar la introducción de animales jóvenes en la época de transición de seca a lluvia a las praderas de *Brachiaria* spp., si antes no han sido pastoreadas por animales adultos, pues esta medida permite la suficiente oxigenación del material muerto de la parte baja de la planta, lo que evita la proliferación del hongo *P. chartarum* cuyas esporas también potencian la aparición de la enfermedad (Marrero y col., 2010).

También se presenta como consecuencia de lesiones hepáticas que impiden la excreción de la filoeitricina en la bilis, la cual, cuando se acumula en la circulación

periférica y con la interacción de los rayos ultravioleta, provoca lesiones en las áreas expuestas a la luz (Jones y col., 1997).

De ahí la importancia de considerar este aspecto dentro del proceso de selección de *B. humidicula*, en busca de accesiones que no solo tenga buenos rendimientos productivos, sino que tampoco provoquen fotosensibilidad en los animales.

Para descartar cualquier padecimiento subclínico, con independencia de los síntomas externos que puedan presentar los animales, es importante determinar, mediante análisis hematológicos, si un bovino presenta daños hepáticos. Estos criterios son proporcionados por las concentraciones de un grupo de enzimas, indicativas de la presencia de desórdenes en este órgano.

La gama-glutamyltransferasa (GGT) es muy sensible a numerosos desarreglos, entre los que se encuentran la colestasis y los daños hepáticos parenquimales. También es posible utilizar otros indicadores enzimáticos, como la transaminasa glutámico-pirúvica (GPT), la transaminasa glutámico-oxaloacética (GOT), la fosfatasa alcalina (ALP) y la bilirrubina.

En la mayoría de los estudios, el empleo de alguna de ellas o de todas depende de las posibilidades del laboratorio o de la economía del evaluador (Cando, 2012).

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

II.1. Caracterización del sitio de investigación

II.1.1. Localidad del ensayo

Las investigaciones se realizaron en las instalaciones del Centro Experimental Santa Lucía, propiedad del Instituto Universitario de la Paz, Ubicado en la Vereda Zarzal, municipio Barrancabermeja, región Magdalena Medio santandereano, departamento Santander.

El Centro se halla localizado en el kilómetro 14, sobre la margen izquierda de la vía Barrancabermeja-Bucaramanga, y tiene una extensión de 324 ha. Geoastronómicamente se halla ubicado en las coordenadas 73° 51' 50" de longitud Oeste, con respecto al meridiano de Greenwich, y 7° 3' 48" de latitud Norte respecto al paralelo del Ecuador.

II.1.2. Características generales del área

El clima está caracterizado como bosque húmedo tropical. La topografía es inclinada y ligeramente ondulada, con altitud de 75 msnm.

La precipitación promedio es de 2 900 mm anuales, con una distribución casi uniforme durante todo el año. La humedad relativa promedio es de 80 %; la temperatura anual, superior a los 28 °C; y la evaporación promedio, de 3,5 mm/día.

Para determinar las características físico-químicas del suelo y la fertilización basal más adecuada para las accesiones, se recolectó una muestra homogénea de 500 g obtenida de tres submuestras del horizonte A, la cual fue enviada al Laboratorio de Suelos del CIAT.

Los resultados indicaron que el suelo es Oxisol, de pH extremadamente ácido, con un alto contenido de aluminio y textura franco arcillosa (tabla II.1).

Tabla II.1.1. Análisis físico-químico del suelo en el Centro Experimental Santa Lucia.

pH	Profundidad (cm)	MO (%)	P (mg/kg)	Al (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	K (cmol/kg)
4,2	25	3,4	0,4	3,9	2,75	0,64	0,09
CIC (cmol/kg)	S (mg/kg)	Al sat (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Textura	
3,48	23,0	79,02	37,60	31,03	31,08	Franco Arcillosa	

II.2 Procedimientos generales

II.2.1 Análisis bromatológico

Las muestras utilizadas se tomaron del centro de cada parcela, después de eliminar los efectos de borde. Los cortes se efectuaron dentro de un marco de 50 x 50 cm, a 10 cm de altura sobre el nivel del suelo.

Del material verde cortado se tomó al azar una submuestra de 500 g, que se envió al laboratorio para determinar: la MS, la PB, la FB, la GB y el ENN, según los métodos de la AOAC (1995).

La EB fue determinada a través de la fórmula propuesta por Roa y Céspedes (2011).

$$EB \text{ (Mcal/kg MS)} = (\%PB \times 0,04) + (\%FB \times 0,04) + (\%ENN \times 0,04) + (\%GB \times 0,09)$$

II.2.2. Procesamiento estadístico.

Se realizaron análisis de componentes principales (ACP), a partir de las medias simples obtenidas en los indicadores medidos en los experimentos 1 y 2, con la finalidad de obtener la relación entre las variables y la variabilidad alcanzada por las accesiones. Para estos estudios, se adoptó como criterio utilizar aquellas componentes que presentaran valores propios superiores a uno y factores de suma o de preponderancia mayores que 0,70 (Morrison, 1967).

También se aplicaron análisis de conglomerados, para agrupar y seleccionar las mejores accesiones, sobre la base de la media y la desviación estándar de las variables tenidas en cuenta, utilizando como criterio la distancia euclidiana, según lo obtenido en el ACP (Torres y col., 2006).

Los resultados permitieron agrupar las accesiones de acuerdo con sus características y llegar a conclusiones más objetivas de su comportamiento. Todos los análisis se ejecutaron con el programa estadístico SPSS® versión 11.5 para Microsoft® Windows® (Visuata, 1998).

CAPÍTULO III. RESULTADOS EXPERIMENTALES

III.1. Selección de accesiones promisorias de *B. humidicola* para las condiciones edafoclimáticas de la región santandereana de Barrancabermeja

III.1.1. Introducción

Los estudios de germoplasma forrajero son imprescindibles para obtener materiales sobresalientes, que permitan mejorar la biodiversidad y productividad sin afectar la salud animal, en las presentes y futuras áreas dedicadas a la ganadería.

Las accesiones de *B. humidicola* se adaptan mejor a los suelos ácidos que el resto de las especies de *Brachiaria*, pero debido a la inexistencia de investigaciones precedentes que se hayan efectuado con una secuencia coherente dirigida a definir las ventajas de esta especie sobre las ya establecidas, es necesario hacer evaluaciones que corroboren sus ventajas, antes de proponer su incorporación a los sistemas ganaderos (Seguí y col., 2000).

Olivera (2004) y Canchila (2007) informaron que, cuando se evalúan colecciones del género *Brachiaria*, las accesiones de la especie *B. humidicola* presentan características

propias que las diferencias de las otras, y que por esta razón deben ser comparadas solo entre ellas.

En la región santandereana de Barrancabermeja la especie mejorada más aceptada es la *B. humidicola* CIAT-679 (UMATA, 2004). Esta situación conspira contra la biodiversidad del medio, pues por falta de estudios y de promoción no se introducen otras accesiones que pueden superar a las actuales en rendimiento agronómico y calidad nutritiva.

Es por eso que el objetivo de este experimento fue evaluar y seleccionar accesiones sobresalientes de *B. humidicola* para las condiciones edafoclimáticas de la región santandereana de Barrancabermeja.

III.1.2. Materiales y métodos

Los tratamientos consistieron en evaluar siete accesiones de *B. humidicola*, (tabla II.1.1).

Tabla III.1.1. Tratamientos experimentales.

Tratamiento	Accesión
1	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-16866
2	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-16867
3	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-16871
4	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-16886
5	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-16888
6	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-26159
7	<i>Brachiaria humidicola</i> CIAT-26427

Procedimiento experimental

Aviveramiento. Las semillas de las accesiones fueron obtenidas del CIAT por la Corporación Colombiana de Investigación (CORPOICA) como parte del convenio de investigación con el Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ).

Para la obtención de las plántulas, las semillas se sembraron en macetas de plástico de 30 cm de diámetro por 25 cm de alto, a razón de 20 semillas por unidad y siete réplicas por accesión, en un vivero cubierto por polisombra con riego.

El suelo provenía del área donde se realizó el experimento. La siembra se efectuó el 1^{ro} de marzo de 2006 y se monitoreó la emergencia hasta los 40 días.

Aunque esta fase no se consideró dentro de las mediciones del experimento, sus resultados se muestran en la tabla III.1.2, como referencia.

A los siete días, los mayores porcentajes de emergencia se obtuvieron para las accesiones CIAT-16866 y CIAT-16888, seguidas en orden descendente por CIAT-16886, CIAT-16867 y CIAT-26427; mientras que CIAT-16871 y CIAT-26159 resultaron las de menor germinación.

A los 40 días las accesiones alcanzaron al menos el 80 % de emergencia, lo cual indicó que, si bien hubo diferencias en la velocidad de emergencia, todas garantizaron un número adecuado de plántulas para el trasplante a las parcelas experimentales y, con ello, la continuación de las evaluaciones previstas.

Durante el periodo en el que fueron evaluadas las accesiones en condiciones de vivero, no se detectaron afectaciones por insectos fitófagos y microorganismos patógenos, ni síntomas de deficiencias minerales.

Tabla III.1.2. Comportamiento del porcentaje de emergencia en siete accesiones de *B. humidicola*.

Accesión	Porcentaje de emergencia	
	7 días	40 días
<i>B. humidicola</i> CIAT-16866	53	88
<i>B. humidicola</i> CIAT-16867	32	85
<i>B. humidicola</i> CIAT-16871	11	80
<i>B. humidicola</i> CIAT-16886	41	92
<i>B. humidicola</i> CIAT-16888	51	90
<i>B. humidicola</i> CIAT-26159	10	82
<i>B. humidicola</i> CIAT-26427	25	82

Fase de campo

Preparación del terreno. Para eliminar la cobertura vegetal de las gramíneas nativas y especies arvenses del área, se realizó una preparación que consistió en un pase de arado y dos de grada ligera. Entre cada una de las labores se esperó 20 días para controlar los rebrotes. El último pase de grada permitió, además, nivelar el terreno.

Dimensiones del área experimental. Concluida la preparación del suelo, se procedió a delimitar un lote de 500 m², 50 m de largo por 10 m de ancho, donde quedaron circunscritas 21 parcelas experimentales, de 7 m de largo por 3 m de ancho, para un área individual de 21 m² y una separación entre las parcelas de un metro.

Plantación. Cuando se verificó la emergencia y se obtuvo un número suficiente de plántulas, se efectuó el trasplante a las parcelas.

Para evaluar el porcentaje de cobertura y la altura de las accesiones durante la fase de establecimiento y evaluación, las plántulas fueron sembradas en el centro de las parcelas, dejando 1 m en cada borde lateral, de manera que cada unidad tuviera dos surcos, separados entre sí por 1 m de distancia. En cada parcela se sembraron 12 plántulas, a una distancia de 0,5 m.

Las plántulas fueron trasplantadas a las parcelas experimentales el 11 de abril de 2006 y se mantuvieron en estudio hasta el 29 de agosto del mismo año, momento en el cual todas las accesiones cubrían más del 80 % del área de cada parcela y se consideraron establecidas.

El 1^{ro}. de septiembre se hizo un corte de homogenización para iniciar los estudios de producción de forraje, porcentaje de hojas y composición bromatológica.

Se realizaron cinco evaluaciones, con cortes cada 42 días, hasta finalizar el periodo evaluativo el 4 de abril de 2007. Durante el periodo de establecimiento y el de explotación en condiciones de campo, no se utilizó riego.

Fertilización. La aplicación de fertilizante se hizo sobre la base de los resultados del análisis químico del suelo y de las recomendaciones de la Red Internacional de Evaluación de Pasturas Tropicales (RIEPT) que señalan como norma que a las pasturas se les debe aplicar al momento del establecimiento el 50 % de la dosis recomendada.

A partir de las fórmulas simples se confeccionó un fertilizante compuesto que tuvo las dosis siguientes, en kg/ha: fósforo (P_2O_5), 40; potasio (K_2O), 40; magnesio (Mg), 10;

azufre (S), 10; y nitrógeno (N), 10. Este fertilizante se aplicó a voleo sobre cada una de las parcelas.

Diseño experimental

Fase de establecimiento

La distribución de los tratamientos para su plantación en las parcelas se realizó mediante un diseño completamente aleatorizado.

Las mediciones experimentales fueron:

Cobertura. Se determinó a los 32, 56, 104 y 140 días de plantadas las accesiones, para ello se utilizó la siguiente escala de valores:

1: 10-20 % de área cubierta (muy poco cubierta).

2: 21-40 % de área cubierta (poco cubierta).

3: 41-60 % de área cubierta (parcialmente cubierta).

4: 61-80 % de área cubierta (cubierta).

5: > 80 % de área cubierta (bien cubierta).

Altura. La altura se midió a los 32, 56, 104 y 140 días de plantadas las accesiones.

Para efectuar esta medición se tomaron cuatro puntos de la parcela mediante el empleo de una cinta métrica graduada en centímetros, a partir del suelo, en posición perpendicular.

Incidencia de insectos fitófagos, microorganismos patógenos y deficiencias nutricionales de las plantas

Para su determinación se utilizó la escala siguiente:

- 0: 0-1 % de área afectada (inmune).
- 1: 2-10 % de área afectada (resistencia).
- 2: 11-20 % de área afectada (tolerante).
- 3: >20% de área afectada (susceptible).

Para realizar las evaluaciones las parcelas fueron divididas en cuatro cuadrículas; en cada una se registraban las plantas afectadas y el porcentaje se determinó sobre la base del promedio obtenido en cada una de las cuadrículas.

Estas estimaciones se realizaron de acuerdo con las metodologías propuestas por Toledo (1982).

Relación hoja:tallo. En cada corte realizado para determinar el rendimiento de las accesiones, de la masa verde total se tomó una submuestra de 300 g y, en fresco, se separaron las hojas de los tallos.

Ambas fracciones se colocaron en una estufa de ventilación forzada a 80 °C hasta alcanzar peso constante, para determinar qué porcentaje del peso seco total correspondía a cada fracción (Canchila, 2007).

Producción de materia seca. Las muestras utilizadas en esta determinación se tomaron del centro de cada parcela, después de eliminar los efectos de borde. Los cortes se efectuaron dentro de un marco de 50 x 50 cm, a 10 cm de altura sobre el nivel del suelo.

El peso de la muestra verde se expresó en toneladas de MV por corte por hectárea y este valor fue transformado a su equivalente en MS a partir de los porcentajes hallados en las accesiones, en cada corte.

III.1.3. Resultados y discusión

La cobertura a los 32 días después de la plantación para las accesiones CIAT-26159, 26427, 16871 y 16866 fue de, al menos, el 33 %; CIAT-16888 y 16867 alcanzaron valores por encima del 24 %, mientras que CIAT-16886 solo logró un 18 % (fig. III.1.1).

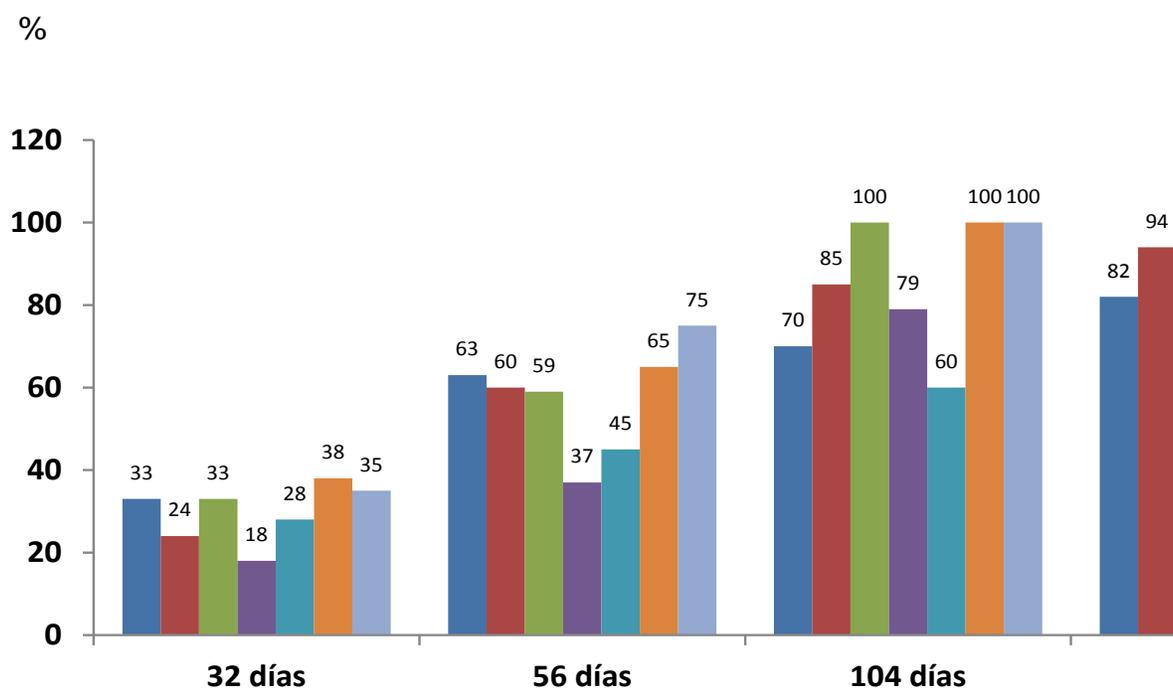


Fig. III.1.1. Dinámica del porcentaje de cobertura de las accesiones.

La accesión más aventajada a los 56 días fue CIAT-26427, seguida por CIAT-26159, 16866, 16867 y 16871; mientras que las de menor cobertura resultaron CIAT-16886 y 16888.

A los 104 días, las accesiones CIAT-26427, 26159 y 16871 lograron cubrir el 100 % del área de las parcelas; CIAT-16886 y 16867 alcanzaron valores por encima del 79 %, mientras que CIAT-16888 y 16866 se encontraban solo al 60 %.

Sin embargo, a los 140 días todas las accesiones alcanzaron valores superiores al 80 %, criterio convenido como referencia para considerar establecida la accesión.

En estos resultados es importante destacar que las accesiones de *B. humidicola*, cuando se establecen en áreas con altas precipitaciones (como es el caso de la región donde se desarrolló esta investigación), se caracterizan por su alto poder invasor.

Genni y col. (2004) demostraron que las accesiones de *B. humidicola* con hábito de desplazamiento estolonífero son las que forman praderas más densas y las que mejor se adaptan a suelos ácidos con baja fertilidad. Es por ello que CIAT-26159, 26427 y 16871 fueron las que mejor y más rápido cubrieron las parcelas; mientras que CIAT-16866, 16886 y 16888, caracterizadas por un hábito de crecimiento cespitoso o procumbente, con una menor presencia de estolones, no lograron alcanzar más allá del 83 % de cobertura. No obstante, en el tiempo, estas accesiones cubren mejor el suelo que las antes mencionadas.

Stür y col. (1998) consideran la especie *B. humidicola* como una de las más agresivas y adaptables dentro del género *Brachiaria*. Ellos obtuvieron los mejores resultados con las accesiones que presentan los estolones más fuertes y de mayor longitud, característica que les confiere la particularidad de enraizar de manera profunda, y que facilita la producción abundante de hijos en los nudos e incrementa las posibilidades productivas.

La altura promedio durante el periodo presentó contrastes según la accesión (fig. III.1.2). *B. humidicola* CIAT-26427 se caracterizó por mostrar menor altura, seguida (en

orden ascendente) por CIAT-16866, 16871 y 16867; los mayores valores los presentaron *B. humidicola* CIAT-16888, 16886 y 26159.

Estas diferencias en la altura de las accesiones de *B. humidicola* coinciden con lo informado para las especies de *Brachiaria* en el pie de monte llanero de Colombia por Rincón (2011), quien asocia los valores de esta característica morfológica al hábito de crecimiento de las plantas.

Sin embargo, los valores fueron menores que los reportados por Pastrana y col. (2011), quienes alcanzaron promedios de altura entre 38 y 50 cm. La diferencia entre los resultados se debe a que en esa investigación se hicieron aplicaciones de fertilizante nitrogenado (150 y 300 kg N/ha/año).

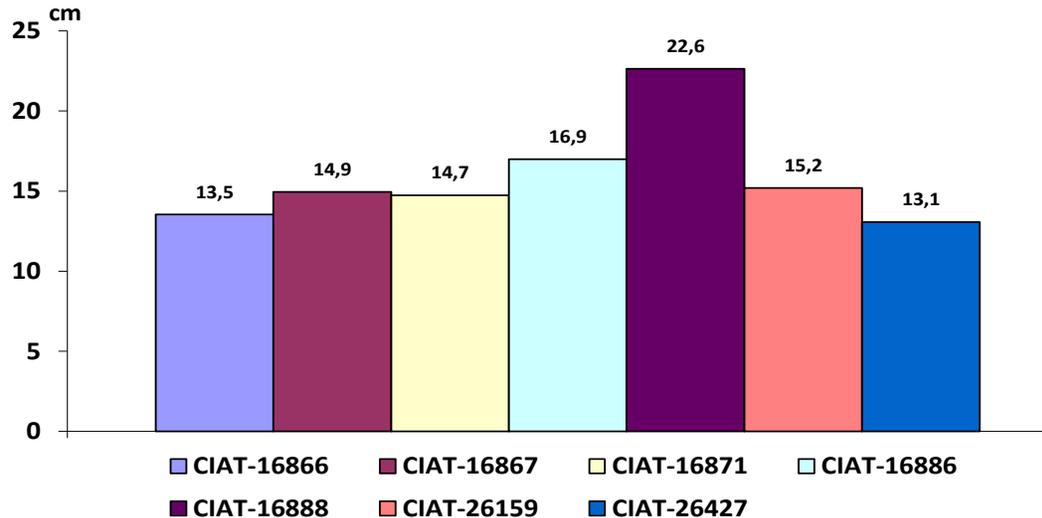


Fig. III.1.2. Altura promedio de las accesiones de *B. humidicola*.

En nuestra opinión, estos resultados están relacionados además con el hábito de crecimiento, ya que la accesión CIAT-16888 tiene características intermedias entre las plantas estoloníferas y las erectas.

En nuestra opinión, estos resultados están relacionados además con el hábito de crecimiento, ya que la accesión CIAT-16888 tiene características intermedias entre las plantas estoloníferas y las erectas.

La composición bromatológica promedio de los materiales evaluados se muestra en la tabla III.1.3.

Tabla III.1.3. Composición bromatológica promedio de siete accesiones de *B. humidicola*.

Accesión	Materia seca (%)	Proteína bruta (%)	Fibra bruta (%)	Grasa (%)	ENN (%)	Energía bruta (Mcal/kg MS)
CIAT-16866	26,6	8,8	40,9	1,8	22,00	3,03
CIAT-16867	28,2	6,3	40,9	1,6	23,00	3,28
CIAT-16871	28,1	6,7	41,7	1,3	21,50	2,91
CIAT-16886	27,3	11,9	37,1	2,1	21,60	3,01
CIAT-16888	27,4	9,4	40,9	2,3	20,00	3,29
CIAT-26159	27,9	8,3	44,3	1,8	17,70	2,99
CIAT-26427	28,2	5,3	48,8	2,1	22,70	2,98

La materia seca osciló entre 26,6 y 28,2%, con los valores más bajos para CIAT-16866 y los más altos para CIAT-16867 y 26427. Por su parte, los porcentajes de

proteína fluctuaron entre 5,3 y 11,9 %, con los más bajos en CIAT-16867 y los más elevados en CIAT-16886.

Dichos resultados son similares a los hallados por Reyes y col. (2009), al estudiar el comportamiento de la proteína en estas y otras accesiones de *B. humidicola*. Estos autores consideran que la producción de materia seca y el contenido de proteína son dos de las variables más utilizadas en la evaluación de pastos, a pesar de que ambas se correlacionan de manera negativa, lo cual significa que si un pasto se selecciona por su producción forrajera, esto puede ir en detrimento de sus valores en términos de proteína, y viceversa.

Juárez y Bolaños (2007) también encontraron diferencias entre las accesiones de *B. humidicola* para estas variables, las cuales intervienen en los criterios de selección.

La fibra bruta mostró un rango entre 37,1 y 48,8 %; CIAT-26427 expresó los valores más altos, y CIAT-16886, los porcentajes más bajos.

Estos resultados son similares a los informados por Fernández y col. (2012), cuando evaluaron el efecto de la edad de rebrote en los indicadores bromatológicos, en la accesión CIAT-679; ellos hallaron que el aumento en los porcentajes de FB está vinculado a los incrementos en la proporción de tallos.

La grasa bruta alcanzó entre 1,3 y 2,3 %, con los valores inferiores en CIAT-16871 y los superiores en CIAT-16888.

Los extractos no nitrogenados variaron entre 17,7 % y 23,0 %; a CIAT-26159 le correspondió el valor más bajo y a CIAT-16867 el más elevado.

En cuanto a la energía bruta, los valores oscilaron entre 2,91 y 3,29 Mcal/kg MS; los menores se presentaron en CIAT-16871 y los mayores en CIAT-16888.

Los resultados del extracto etéreo en CIAT-16886, CIAT-16888 y CIAT-26427 fueron similares a los encontrados por Avellaneda y col. (2008) cuando evaluaron tres especies de *Brachiaria*; mientras que en el resto de las accesiones fueron superiores.

En el caso de la energía bruta los valores hallados resultaron inferiores a los reportados por estos autores.

El mayor porcentaje de hojas se halló en CIAT-16866 y el menor en CIAT-26159; mientras que el mayor rendimiento promedio se encontró en CIAT-16886 y el menor en CIAT-16871 (tabla III.1.4).

Tabla III.1.4. Porcentaje de hojas y rendimiento de siete accesiones de *B. humidicola*.

Accesión	Hojas (%)	Rendimiento promedio (t MS/ha/corte)
CIAT-16866	84,20	1,71
CIAT-16867	65,00	1,36
CIAT-16871	68,50	0,98
CIAT-16886	81,00	2,11
CIAT-16888	73,00	2,05
CIAT-26159	55,00	2,04
CIAT-26427	61,60	1,74

Fernández y col. (2012) señalan que las accesiones estoloníferas desarrollan mayor cantidad de tallos, pero menor porcentaje de hojas, resultados que se confirman en esta evaluación.

Resulta interesante destacar que, al igual que los mayores porcentajes de hojas, los rendimientos constituyeron un indicador adecuado para seleccionar accesiones de interés. Este comportamiento también fue hallado por Vergara y Araujo (2006) al contabilizar la producción de materia seca en *B. humidicola* para las épocas de seca y lluvia.

Es reconocido que resulta muy difícil seleccionar, dentro de un grupo de accesiones, cuáles son las más sobresalientes, cuando los criterios de discriminación se realizan “variable a variable” de forma independiente. Es por ello que el análisis multivariado constituye una herramienta matemática útil, la cual permite establecer el grado de variación que existe entre las accesiones y analizar cuál es la relación que se manifiesta entre las variables tomadas en consideración.

Este análisis, al proporcionar una información integral, permite alcanzar conclusiones más próximas al comportamiento real de las accesiones, y facilita el agrupamiento de acuerdo con sus características, aspecto que facilita los criterios a tener en cuenta en estudios posteriores.

El ACP obtenido indicó la existencia de una alta variabilidad entre las accesiones, con una varianza acumulada de 76,41 % en las dos primeras componentes (tabla III.1.5).

Las variables que mejor explicaron la varianza en la primera componente (44,74 %) fueron los porcentajes de proteína bruta y de hojas, las cuales estuvieron relacionadas entre sí de manera positiva; y la fibra bruta, que lo hizo de forma negativa.

La segunda componente extrajo una varianza de 31,67 % y fue explicada por el porcentaje de cobertura y el rendimiento, ambas relacionadas con carácter positivo.

La energía bruta no se relacionó con el resto de las variables, ya que el factor de preponderancia fue inferior a 0,70.

Reyes y col. (2009), al comparar 21 accesiones de *B. humidicola*, también hallaron una relación inversa entre los contenidos de PB y los componentes fibrosos de las accesiones.

La variabilidad detectada es el resultado de la alta diferenciación que existe entre las accesiones, propiedades que permitió agruparlas y realizar su selección de acuerdo con los indicadores tenidos en consideración.

Olivera (2004), al evaluar 66 accesiones de *Brachiaria* spp. (en un suelo Alítico de pH ácido y baja fertilidad) en las cuales estaban incluidas tres accesiones de *B. humidicola*, halló una varianza acumulada de 91,33 % en las dos primeras componentes; y, además, que el porcentaje de hojas y la cobertura se relacionaban de manera positiva entre sí, aspecto que coincide con el presente estudio.

Olivera y Machado (2004), al estudiar 20 accesiones de *Brachiaria* spp. en un suelo húmedo e inundable de mediana fertilidad, encontraron una varianza acumulada de 81,6 % en tres componentes, y también demostraron que el rendimiento, la cobertura y el porcentaje de hojas contribuían de manera notable a explicar la variabilidad de este género.

De estos resultados se infiere que el género *Brachiaria* y sus especies y accesiones presentan marcadas variaciones entre los individuos y que estos pueden ser

agrupados en función de indicadores morfológicos, agronómicos y de calidad nutricional, con independencia de las condiciones edafoclimáticas, aspectos que son efectivos para realizar investigaciones de evaluación y selección inicial.

Tabla III.1.5. Resultados del ACP y relación entre los indicadores.

Indicador	Componente principal	
	CP ₁	CP ₂
Cobertura	-0,53	0,82
Proteína bruta	0,83	0,37
Fibra bruta	-0,90	0,05
Energía bruta	0,01	0,59
Rendimiento	0,31	0,85
Porcentaje de hojas	0,90	-0,10
Valor propio	2,68	1,90
Varianza (%)	44,74	31,67
Acumulado (%)	44,74	76,41

En esta investigación se comprobó que la variabilidad estuvo bien distribuida, con valores propios superiores a uno, índice aceptado como suficiente para relacionar de forma adecuada la variabilidad de los individuos con cada eje (Philippeau, 1986).

Con base en este criterio y en el alto valor alcanzado en la varianza acumulada, se asumió que la variabilidad fenotípica era propicia para realizar un análisis de conglomerados sobre la base de los resultados del ACP.

El análisis de conglomerados distribuyó las accesiones en tres grupos, sobre la base de la media y la desviación estándar de los indicadores incluidos (tabla III.1.6).

De manera integral, las mejores accesiones fueron las del grupo I (CIAT-16866 y 16886), por presentar los mayores contenidos de proteína bruta, rendimiento y porcentaje de hojas, y los menores porcentajes de fibra bruta.

Las accesiones pertenecientes al grupo II se caracterizaron por tener un buen porcentaje de cobertura y de energía bruta; mientras que CIAT-16871, perteneciente al grupo III, presentó los valores más bajos en todos los indicadores, con respecto a las demás accesiones.

Esta evaluación demostró que, si bien existe una marcada variabilidad entre las accesiones, estas presentaron (de forma general) una alta adaptabilidad a los suelos de baja fertilidad y alta acidez, respuesta que se asocia a la capacidad de la especie para efectuar un adecuado crecimiento radical a expensas del desarrollo de la parte aérea (Martínez y col., 2008).

Sin embargo, algunas de ellas, como las accesiones de los grupos I y II, mostraron una adecuada especificidad para estas condiciones, al maximizar sus valores en indicadores nutricionales importantes, lo que las convierten en accesiones de interés para futuras investigaciones.

Reyes y col. (2009) señalan que las especies del género *Brachiaria* y sus accesiones han abierto nuevas expectativas en la ganadería tropical, por su amplio rango de adaptación, principalmente a suelos con características de ecosistemas de sabana,

donde los pastos nativos presentan menor producción de forraje y menor calidad respecto a la mayoría de los pastos pertenecientes a este género.

Tabla III.1.6. Distribución de los indicadores, media y desviación estándar.

Indicador	Grupo I		Grupo II		Grupo III
	X	DS	X	DS	X
Cobertura	84,70	4,66	96,15	2,83	74,30
Proteína bruta	10,35	2,19	7,33	1,86	6,70
Fibra bruta	39,00	2,68	41,95	1,61	41,70
Energía bruta	3,02	0,01	3,14	0,17	2,91
Rendimiento	1,92	0,27	1,79	0,32	0,98
Porcentaje de hoja	82,60	2,26	63,65	7,49	68,50

Grupo	Cantidad	Accesión
I	2	<i>B. humidicola</i> CIAT-16866, CIAT-16886
II	4	<i>B. humidicola</i> CIAT-16867, CIAT-16888, CIAT-26427, CIAT-26159
III	1	<i>B. humidicola</i> CIAT-16871

Las variaciones halladas en varios indicadores, entre accesiones que fueron cultivadas en el mismo suelo y cortadas en un estado similar de madurez, indican que existen diferencias entre ellas en el uso de los nutrimentos para su crecimiento (Del Pozo, 1998).

Machado y Seguí (1997) aseveran que no todas las plantas poseen el mismo potencial genético para adaptarse a las condiciones imperantes en el ambiente a que son sometidas, aunque las accesiones evaluadas mostraron un elevado potencial de adaptabilidad y especificidad en las sobresalientes.

El análisis de los resultados no se debe realizar de forma estática, sino tomando en consideración la relación que existe entre los factores tanto bióticos como abióticos, los cuales influyen de una forma u otra en la expresión de los resultados.

Sosa y col. (2008) consideran que es necesario efectuar evaluaciones locales de productividad, adaptabilidad, competencia, capacidad de rebrote y persistencia de las especies forrajeras en parcelas experimentales, antes de su introducción en una determinada región, para generar recomendaciones más realistas sobre las potencialidades de una especie o accesión. También que es necesario encaminar investigaciones más profundas que tengan en cuenta su calidad nutricional.

III.2. Caracterización de los efectos de la época del año y la edad en los indicadores bromatológicos y la degradabilidad de la materia seca *in situ* de accesiones sobresalientes de *B. humidicola*

III.2.1. Introducción

Las *brachiarias* han abierto nuevas expectativas para la ganadería, por su amplio rango de adaptación, productividad y calidad nutricional (Argel, 2006).

Sin embargo, antes de proponer la diseminación y desarrollo de las nuevas accesiones de *B. humidicola* halladas como sobresalientes en el experimento anterior, es necesario realizar estudios que permitan conocer con mayor profundidad cuáles

son sus valores nutricionales, y comparar estos resultados con los de la accesión comercial más difundida en la región, para conocer las posibles semejanzas o diferencias respecto a ella.

El objetivo de este experimento fue determinar los efectos de la época y la edad sobre los indicadores bromatológicos, la degradabilidad de la MS, la degradabilidad potencial y la degradabilidad efectiva, en accesiones sobresalientes de *B. humidicola*, teniendo como referencia la accesión comercial más difundida en la región.

III.2.2. Materiales y métodos

Para la consecución de este experimento fueron seleccionadas cuatro de las accesiones evaluadas durante el estudio anterior y una accesión como referencia:

- Las dos accesiones del grupo I, considerado el más integral, por presentar los mayores contenidos de proteína bruta, rendimientos, porcentaje de hojas, y los menores porcentajes de fibra bruta (CIAT-16886 y 16866).
- Dos accesiones del grupo II, que concentró las accesiones con mayores porcentajes de cobertura y contenido de energía bruta (CIAT-16888 y 26159).
- La accesión más difundida en la región, como referencia (CIAT-679).

Duración del ensayo. Las evaluaciones se realizaron durante un año, en las épocas lluviosa y poco lluviosa.

La preparación del terreno, la fertilización, el tamaño de las parcelas y las distancia entre plantas fueron iguales a las del experimento 1; con la diferencia de que el número de parcelas fue de ocho para cada accesión y que la siembra se efectuó mediante propágulos, estolones y tallos (los cuales provenían de la evaluación

anterior), a razón de 24 plantas por parcela. Los propágulos de *B. humidicola* CIAT-679 procedían de parcelas aledañas.

La siembra se efectuó el 6 de abril de 2007 y las parcelas se consideraron establecidas cuando alcanzaron el 80 % de cobertura, lo que se logró a partir del 26 de julio.

Las mediciones experimentales comenzaron en la época lluviosa, con un corte de homogenización el 3 de agosto; y las evaluaciones, a partir de los 20, 30, 40 y 50 días de rebrote.

Una vez terminada la evaluación de las accesiones en la época lluviosa (22 de septiembre de 2007) las parcelas descansaron por 100 días, hasta el 15 de diciembre, cuando se efectuó otro corte de homogenización para iniciar las evaluaciones de la época poco lluviosa con igual procedimiento, hasta el 4 de febrero de 2008.

Tratamientos y diseño experimental. Se utilizó un diseño estadístico completamente aleatorizado para la distribución de las parcelas en el campo.

Mediciones experimentales

Las muestras provinieron de las dos parcelas destinadas para cada edad.

Para obtener el material fresco se utilizó un marco de 0,25 m², el cual se situó en el centro de ambas parcelas; a partir del corte de estas, se efectuó un procesamiento de homogenización.

De este conjunto se tomaron dos muestras de 500 g, una para los análisis bromatológicos y otra para las determinaciones de la degradabilidad *in situ*, las cuales fueron enviadas al laboratorio de UNIPAZ.

Los análisis bromatológicos: MS, PB y FB se realizaron según la metodología de la AOAC (1995).

Los estudios de degradabilidad ruminal de la materia seca *in situ* se efectuaron según lo establecido por Mehrez y Ørskov (1977).

De cada tratamiento se pesaron 3 g de muestra por duplicado, en bolsas de dacrón (14,0 x 8,5 cm) con porosidad de 48 μm , en los horarios de incubación de 4, 8, 12, 24, 48, 72 y 96 horas.

Para estimar los componentes solubles de los tratamientos, en cada corrida se confeccionaron dos bolsas adicionales, las cuales fueron cerradas e introducidas en el compartimiento ventral del rumen de una vaca de 450 kg de peso vivo, provista de una cánula ruminal. Este animal pastaba de manera permanente en un área de *B. humidicola* CIAT-679, no recibía suplementación pero sí sales minerales completas y agua a voluntad; y solo era traída al establo para realizar el proceso de introducción o extracción de las bolsas, según lo requerido.

El lavado de las bolsas empleadas para eliminar el líquido ruminal y las partículas y bacterias adheridas a ellas se efectuó de forma manual, mediante inmersiones sucesivas, hasta lograr que el líquido tuviera una coloración transparente. En el caso de las utilizadas para determinar los compuestos solubles, estas eran introducidas en agua común a 40 °C, durante 30 minutos, antes de ser lavadas. Una vez culminado

este proceso, las bolsas eran colocadas en bandejas de aluminio y secadas en estufa con circulación de aire a 60 °C durante 72 horas.

Antes de su pesaje final, las bolsas se transfirieron a una desecadora hasta que alcanzaron la temperatura ambiente. La diferencia entre el peso inicial de la muestra y el peso del residuo después de la incubación ruminal se consideró como materia seca degradada en el rumen.

Estimación de la degradación. Se utilizó el modelo exponencial propuesto por Ørskov y McDonald (1979), asumiendo que la curva de degradación de la MS en el tiempo sigue un proceso cinético de primer orden:

$P = a$ para $t_0 = 0$, donde a se determinó por solubilización de los componentes no fibrosos por lavados sucesivos de la muestra original.

La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$P = a + b(1 - e^{-ct}) \quad t > t_0$$

Donde:

P : degradación ruminal del indicador evaluado en el tiempo t de permanencia en el rumen.

a : intercepto de la curva de degradación a $t = 0$, hallado por lavado de la muestra.

b : fracción que se degrada en el tiempo t .

c : tasa de degradación de la fracción b .

t : tiempo de incubación.

El valor de la degradabilidad potencial se determinó a partir de la fórmula:

$$DP = A + B$$

Donde:

A: fracción soluble (%)

B: fracción potencialmente degradable (%)

El valor de degradabilidad efectiva fue determinado mediante la siguiente ecuación:

$DE = a + [(b \times c) / (c + k)]$, donde k es la tasa de pasaje ruminal.

En este estudio se adoptó el valor 0,02 teniendo en cuenta que se evaluaban muestras de pastos (NRC, 1989).

Los valores de a , b y c se obtuvieron mediante el proceso interactivo del algoritmo de MARQUARDT, con ayuda del procedimiento para modelos no lineales PROC NLIN del software SAS versión 6.12 (SAS, 1993).

Procesamiento estadístico

Por el elevado número de resultados y lo difícil que resulta efectuar integraciones generales de las accesiones, a partir de valores puntuales, se consideró necesario evaluar el comportamiento de los indicadores bromatológicos y del valor nutritivo, a través de modelaciones matemáticas, aunque se consideró también necesario brindar información de los valores promedios individuales que le dieron origen para facilitar la disposición de los resultados. (Anexos II y III)

El criterio inicial para las evaluaciones fue determinar mediante ecuaciones lineales, cuadráticas y cúbicas, las correlaciones que pudieran existir entre el indicador en estudio y la edad de la accesión, Por la importancia que ejerce la época sobre ellos, se

entendió conveniente diferenciar de manera independiente este efecto, al desarrollar las ecuaciones.

El primer criterio que se adoptó para seleccionar las ecuaciones, fue aceptar las que tuvieran el mayor valor del coeficiente de determinación R^2 ; y en caso de resultados similares, la de menor complejidad.

Estas ecuaciones no tuvieron como finalidad ser empleadas en funciones predictivas, sino como descriptoras de las tendencias de los indicadores de manera confiable y, sobre todo, que permitieran mostrar con claridad el comportamiento individual de las accesiones y de ellas en su conjunto

Para validar las ecuaciones se utilizaron los indicadores siguientes: R^2 ajustada, según los grados de libertad, y se aceptaron como adecuados los valores que resultaran superiores a 0.70; valores de significación para la ecuación, p , de al menos 0.01; la normalidad de los residuos, mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, en la cual para asegurar que siguieron una distribución normal, el nivel de significación, p , tiene que ser mayor a 0.05; y la homocedasticidad de la varianza, según la prueba de Breush-Pagan, donde para demostrar que existe homogeneidad en las varianzas de los datos, es necesario que p sea mayor a 0.05.(Guerra y col. 2003;Bernal y col. 2011)

Los parámetros de las ecuaciones junto con sus errores estándares y los criterios utilizados para la validación se exponen en el anexo IV. Los resultados señalan que en todas las ecuaciones se cumplieron las hipótesis de validación y que por lo tanto, es factible a partir de ellas, hacer inferencias e interpretaciones.

Para obtener las ecuaciones y los indicadores de validación se utilizó el programa estadístico IBM SPSS Statistics 20, para Windows®; mientras que los gráficos fueron realizados mediante el programa Microsoft Excel® 2007.

Al igual que en el capítulo anterior, teniendo en cuenta que los objetivos de esta investigación fueron diferenciar y determinar las accesiones sobresalientes, a los resultados también se les aplicaron como herramienta matemática integradora los análisis multivariados, de componentes principales (ACP) y de conglomerados.

Para seleccionar los indicadores a incluir se tuvo en cuenta la influencia que ellos ejercen sobre el valor nutricional de los forrajes. Es por eso que se priorizaron la PB y la FB como representantes de la composición bromatológica y, los tres indicadores vinculados a la degradabilidad de la materia seca.

III.2.3. Resultados y discusión

El valor nutritivo de un pasto depende del manejo integral que reciba, pero también está supeditado a factores genéticos y a la influencia que ejerce el ambiente donde se desarrolle (Miles, 2006).

Ante tanta complejidad, para determinar dentro de un grupo de accesiones las que presentan mejores respuestas y mayor potencial para ser difundidas en las áreas ganaderas, la solución más expedita es efectuar evaluaciones simultáneas de su valor nutricional, en iguales condiciones ambientales y de suelo.

La composición química y la digestibilidad de los nutrientes están afectadas por la época del año (Sinclair y col., 2001), la edad, la parte de la planta que se utilice (Pérez

y col., 2004; Arthington y Brown, 2005), la fertilidad del suelo (Johnson y col., 2001) y la fertilización utilizada (Cáceres y col., 2006).

Este conjunto de interacciones son las que determinan las características que presentan los pastos frente a la degradación ruminal, factor que desempeña un papel importante en el valor nutritivo (Van Straalen y Tamminga, 1990).

En este experimento, los efectos tenidos en cuenta fueron las accesiones, la edad y la época del año; mientras que el resto de los factores se mantuvieron homogéneos.

En la actualidad adquiere cada vez más vigencia la interpretación de las respuestas biológicas de los tratamientos a través de modelaciones matemáticas (Sánchez, 2007); pero siempre es preciso tener en cuenta los preceptos de confiabilidad establecidos para este tipo de ecuaciones (Guerra y col., 2003).

Composición bromatológica

En el periodo lluvioso (fig. III.2.1), con la edad, las accesiones aumentaron los contenidos de MS. A los 20 días CIAT-679 presentó los más bajos, resultados que conservó a lo largo del periodo, CIAT-16886 y CIAT-26159 mostraron valores intermedios, aunque con posterioridad acrecentaron sus contenidos de manera sostenida. CIAT-16866 y CIAT-16888 presentaron los mayores porcentajes iniciales, pero sus incrementos fueron menos abruptos.

En la época poco lluviosa (fig. III.2.2), a los 20 días CIAT-16888 presentó los porcentajes más bajos y hubo valores intermedios para CIAT-16866 y CIAT-18886; mientras CIAT-26159 y CIAT-679 mostraron los más altos. Con el incremento de la

edad, las diferencias entre las accesiones se hicieron menos evidentes, para unificarse a los 50 días.

CIAT-679 siempre presentó porcentajes superiores al resto de las accesiones. En esta época del año los valores fueron mayores con respecto al anterior.

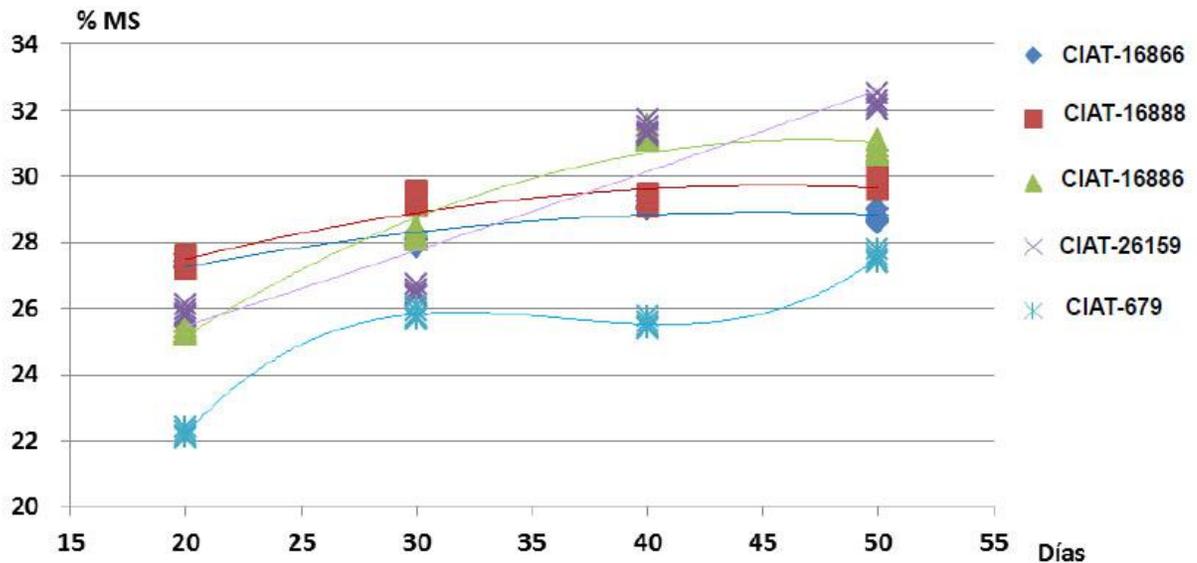


Fig. III.2.1. Efecto de la edad sobre la MS de accesiones de *B. humidicola* durante el periodo lluvioso.

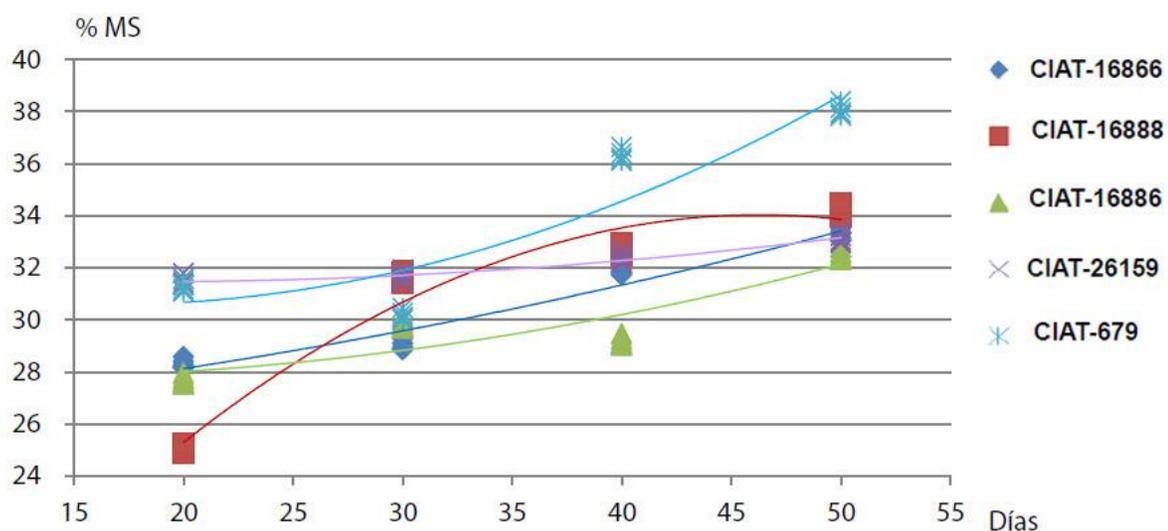


Fig. III.2.2. Efecto de la edad sobre la MS de accesiones de *B. humidicola* durante el periodo poco lluvioso.

En el periodo lluvioso (fig. III.2.3), los mayores porcentajes de FB a los 20 días los presentó CIAT-679 y las otras accesiones manifestaron pocas diferencias entre ellas. A los 30 días CIAT-679, CIAT-16888 y CIAT-16866 exhibieron los mayores porcentajes; mientras CIAT-16886 y CIAT-26159 presentaron los menores durante todo el periodo. Con la edad, este indicador incrementó sus valores en todas las accesiones.

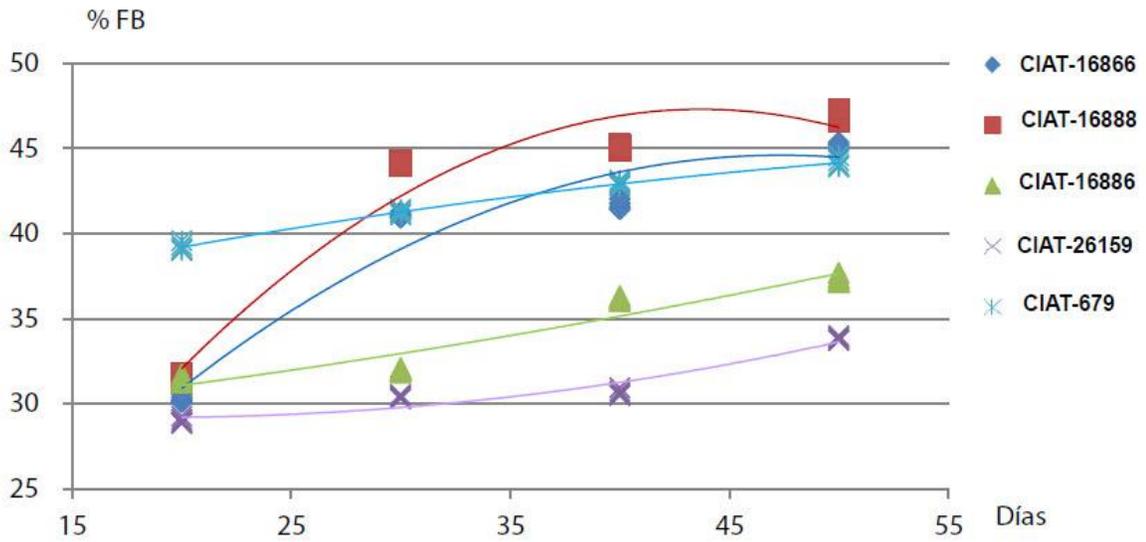


Fig. III.2.3. Efecto de la edad sobre la FB de accesiones de *B. humidicola* durante el periodo lluvioso.

En el periodo poco lluvioso (fig. III.2.4), a los 20 días no se hallaron diferencias entre las accesiones. A los 30 días, CIAT-16888 y CIAT-679 alcanzaron los mayores porcentajes; CIAT-16886 presentó valores intermedios; mientras que CIAT-16866 y CIAT-26159 tuvieron los valores más bajos. Con la edad se incrementaron los porcentajes, sin grandes diferencias entre las épocas.

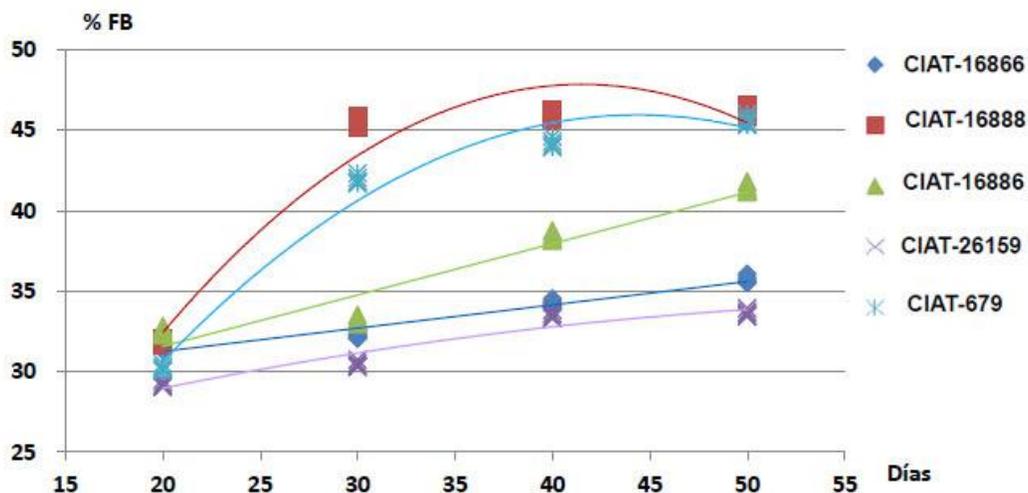


Fig. III.2.4. Efecto de la edad sobre la FB de accesiones de *B. humidicola* durante el periodo poco lluvioso.

Al igual que en esta investigación, Ramírez y col. (2010) lograron explicar el comportamiento de la MS y de los compuestos lignocelulósicos del pasto mulato (*B. brizantha* x *B. ruziziensis*) mediante ecuaciones de regresión cuadráticas, y hallaron mayores contenidos de estos indicadores por el aumento de la edad y en la época de seca con respecto a la lluviosa.

Otros autores, como Vega y col. (2006) y De Vargas (1995), también encontraron incrementos en los porcentajes de FB y de lignina, con la edad.

Los cambios en la materia seca y la fibra bruta han sido relacionados con el desarrollo de los tallos, la senescencia de las hojas y la acumulación de material muerto, componentes que poseen un alto contenido de fibra y lignina (Keftasa, 1990).

En el periodo lluvioso, a los 20 días, la proteína bruta (fig. III.2.5) estuvo vinculada a la accesión; los porcentajes se presentaron, en orden descendente, para: CIAT-16888, CIAT-16886, CIAT-16866, CIAT-26159 y CIAT-679. Esta última resultó la de más

bajos valores, mientras que el resto de las accesiones se igualaron a partir de los 30 días, aunque con tendencia a disminuir a los 50 días para CIAT-16888 y CIAT-16886.

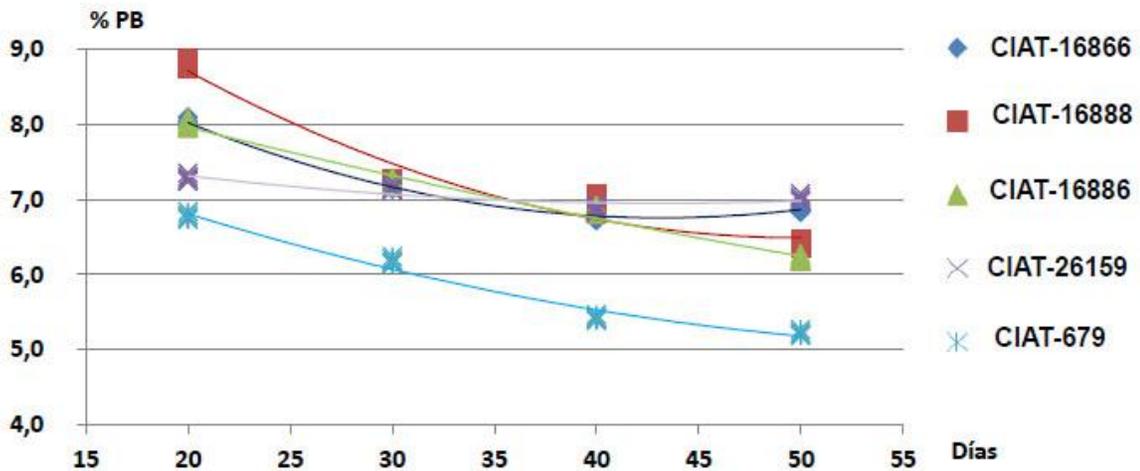


Fig. III.2.5. Efecto de la edad sobre la PB de accesiones de *B. humidicola* durante el periodo lluvioso.

En el periodo poco lluvioso (fig. III.2.6), a los 20 días, los porcentajes se observaron en orden descendente para: CIAT-16888, CIAT-16886, CIAT 16866, CIAT-26159 y CIAT-679, la cual mantuvo los valores más bajos. A los 30 días, las accesiones presentaron resultados muy similares, pero a partir de esta edad CIAT-26159 y CIAT-16888 mantuvieron valores estables hasta los 50 días; mientras las otras disminuyeron de forma sostenida.

Devendra (1995) señala que en el trópico los pastos jóvenes tienden a poseer mayores valores de PB en comparación con los de mayor edad, y que a diferencia de los forrajes de clima templado, este descenso es mucho más rápido.

La disminución del contenido de proteína bruta con la edad en los pastos es consecuencia de una reducción en la síntesis de compuestos proteínicos y un incremento de la proporción de tallos (Ramírez y col., 2004).

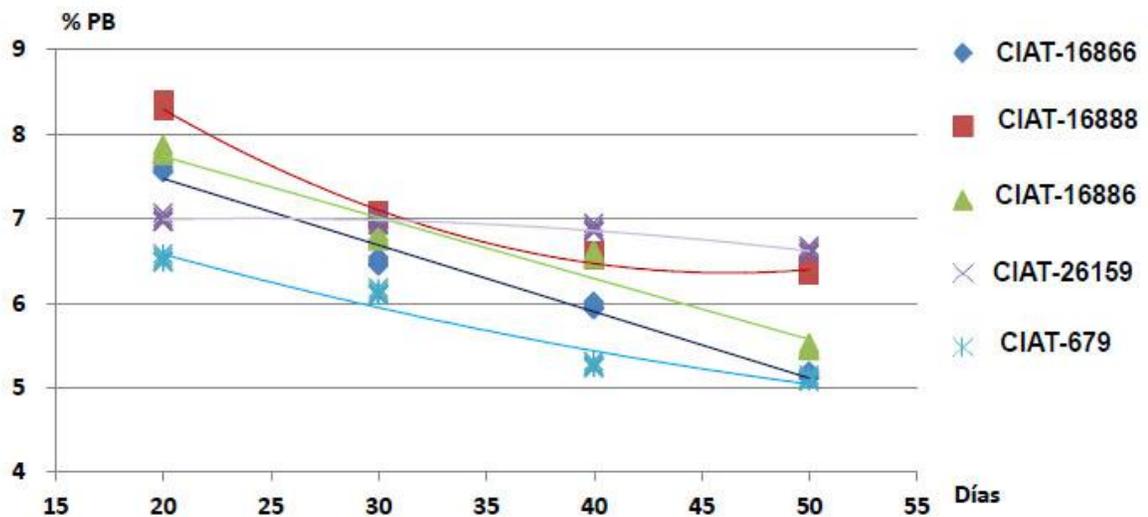


Fig. III.2.6. Efecto de la edad sobre la PB de accesiones de *B. humidicola* durante el periodo poco lluvioso.

Avellaneda y col. (2008), en un estudio comparativo de tres variedades de *Brachiaria*, en el que valoraron la evolución de sus componentes bromatológicos desde los 28 hasta los 112 días, señalaron la primera edad como la más adecuada, por sus contenidos de proteína, fibra, extracto etéreo y digestibilidad *in situ*, con disminuciones significativas a partir de los 56 días.

Vergara y Araujo (2006), al evaluar los cambios que ocurren en la composición bromatológica de *B. humidicola* (Rendle) Schweick, hallaron que cuando aumenta la edad, con independencia de la época del año, se incrementan los porcentajes de MS y los componentes de la fibra, y disminuyen los contenidos de proteína bruta.

Vega y col. (2006), en investigaciones realizadas con *B. decumbens*, reportaron contenidos de 12 a 15 % de proteína cruda y hasta un 60 % de digestibilidad de la materia seca, en lo cual superan a numerosas gramíneas tropicales.

Los resultados y la literatura consultada indican que este comportamiento de los compuestos bromatológicos es característico no solo de las accesiones de *B. humidicola* evaluadas, sino también de otras especies del mismo género, y que con la edad disminuye el valor nutricional.

Degradabilidad de la materia seca

Cuando se necesita utilizar los valores que aporta la ecuación de la cinética de degradación de la materia seca *in situ* para determinar si existen diferencias entre accesiones de una misma especie, no siempre resulta conveniente recurrir a los valores finales que proporcionan las curvas de degradabilidad, debido a que en ese punto, por la similitud que existe en los valores nutricionales, resulta difícil hacer las comparaciones. Además, en el concepto de la técnica se establece que el potencial de degradabilidad de los alimentos se logra en el momento que la curva alcanza su punto asintótico (Ørskov, 2000).

Es por eso que Chacón y Vargas (2009), al emplear la técnica *in situ* para estudiar el efecto de la edad y la época sobre la calidad nutritiva del king grass, así como Reyes y col. (2009) para determinar las diferencias nutricionales entre accesiones de *B. humidicola*, utilizaron los valores que se obtienen a las 48 horas, criterio que también fue adoptado para evaluar los resultados de esta investigación.

La modelación realizada para la degradabilidad de la MS durante el periodo lluvioso indica que CIAT-18866 presentó los menores valores (fig. III.2.7).

A los 30 días las otras accesiones no mostraron grandes diferencias entre sí, pero entre los 30 y 40 días se manifestaron dos tendencias: CIAT-16888 y 16886 con los valores más elevados, y CIAT-26159 y 679 con valores intermedios. A los 50 días hubo un comportamiento similar entre las accesiones, aunque ligeramente más bajo para CIAT-26159.

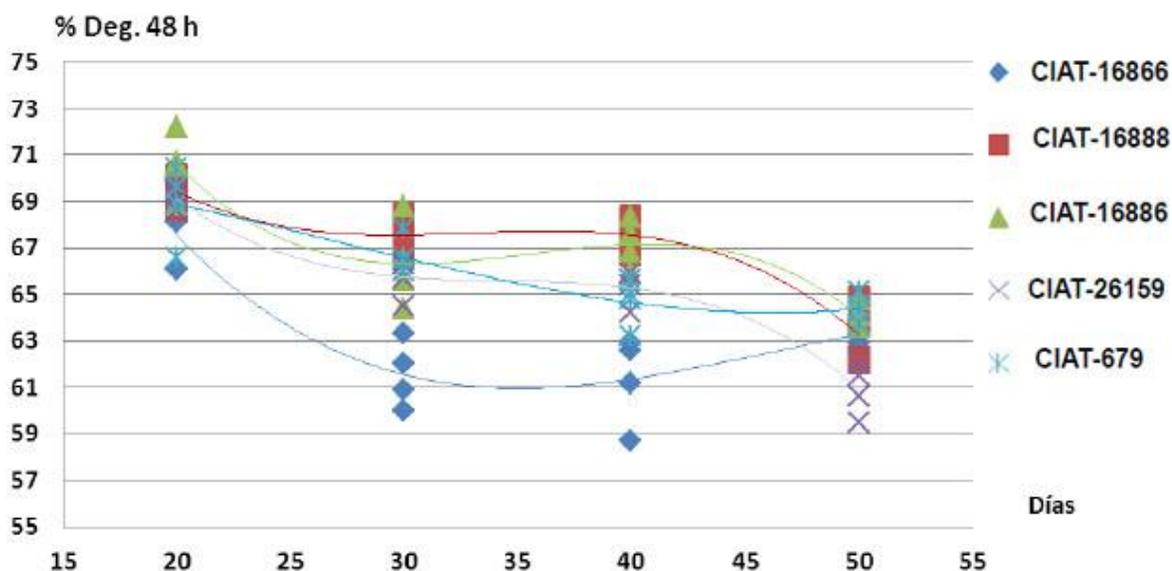


Fig. III.2.7. Efecto de la edad sobre la degradabilidad de la MS *in situ* de accesiones de *B. humidicola* durante el periodo lluvioso.

En el periodo poco lluvioso, CIAT-16866 (fig. III.2.8) mantuvo su tendencia a presentar la degradabilidad más baja, mientras que CIAT-16886 se manifestó como la más sobresaliente. Las otras accesiones no exhibieron grandes diferencias entre los 20 y 30 días.

Sin embargo, CIAT-16888 mantuvo un mejor comportamiento desde los 30 hasta los 40 días con respecto a CIAT-26159 y CIAT-679; aunque ya a los 50 días CIAT-16866 y 16888 mostraron los porcentajes más bajos para este periodo del año.

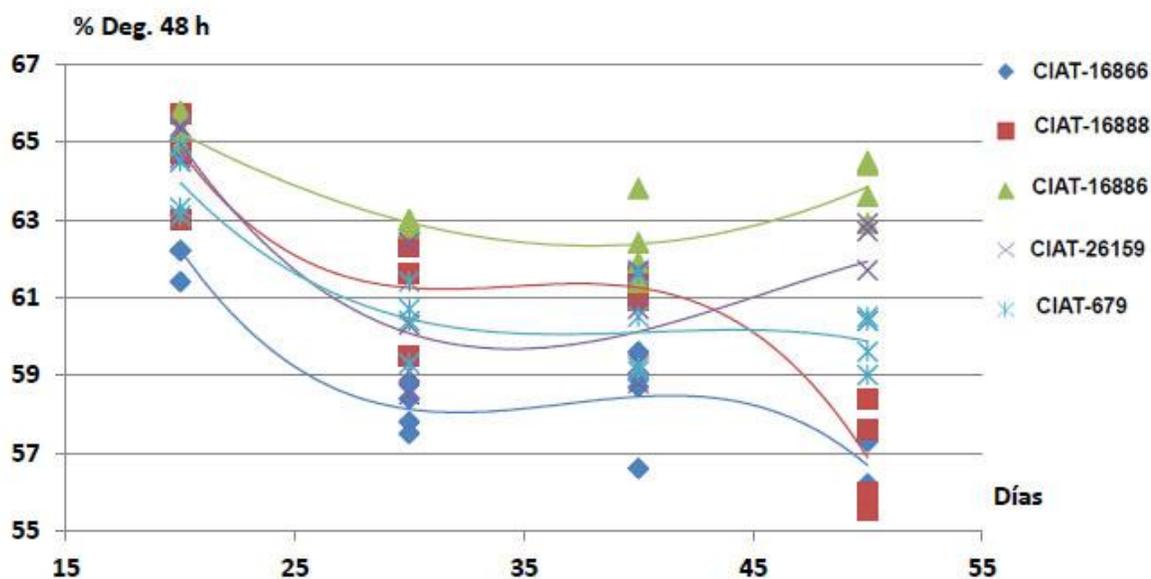


Fig. III.2.8. Efecto de la edad sobre la degradabilidad de la MS *in situ* de accesiones de *B. humidicola* durante el periodo poco lluvioso.

Este comportamiento resultó similar al hallado por Lara y col. (2010) al evaluar el pasto *Dichanthium aristatum* (Angleton) con edades de 21 hasta 49 días, y también al informado por Homen y col. (2010) en diferentes variedades de *Urochloa* entre las edades de 21 a 56 días, quienes reportaron disminuciones en este indicador con el incremento de la edad.

Ramírez y col. (2009), al estudiar el efecto de la edad (entre 30 y 75 días) en los dos periodos del año, en *B. decumbens* hallaron disminuciones sostenidas en la DMS, pero a diferencia de los resultados de esta investigación, los mayores valores los encontraron durante el periodo seco.

De manera general las accesiones pueden ser consideradas como sobresalientes, ya que presentaron valores de degradabilidad por encima del 60 % a las 48 horas,

superiores a los alcanzados por Enoh y col. (2005) (55 %) cuando estudiaron el efecto de la madurez de la planta en otras especies de *Brachiaria*.

Otros autores han encontrado valores más bajos en pastos tropicales: Correa y Marín (2002), 54,4 %; Gaitán y Pabón (2003), 44,0 %; Bernal y Montoya (2004), 48 %.

Un análisis integral del comportamiento de las accesiones entre épocas indica que hubo una tendencia a presentar mayores valores de degradabilidad de la materia seca durante la época de más altas precipitaciones. Todo apunta a que es en ese periodo se presentan las condiciones más favorables para un mejor aprovechamiento de los nutrientes.

Sánchez (2007) demostró que en el periodo lluvioso los forrajes se degradan con más velocidad en el rumen, lo que promueve un tiempo de retención menor en ese órgano y, por consecuencia, un mayor consumo, cuando no existen otros factores limitantes.

Degradabilidad potencial de la materia seca

En el periodo lluvioso, CIAT-679 presentó los menores valores de la degradabilidad potencial (fig. III.2.9). No se hallaron diferencias entre las accesiones durante el intervalo de 20 a 30 días; sin embargo, CIAT-16866 mostró tendencia a disminuir desde los 30 hasta los 50 días.

Entre los 30 y 40 días, CIAT-16888 alcanzó los mayores valores; mientras que CIAT-16886 y CIAT-26159 tuvieron resultados intermedios. A los 50 días las accesiones mostraron los menores valores, con excepción de CIAT-26159 que se mantuvo estable durante todas las edades.

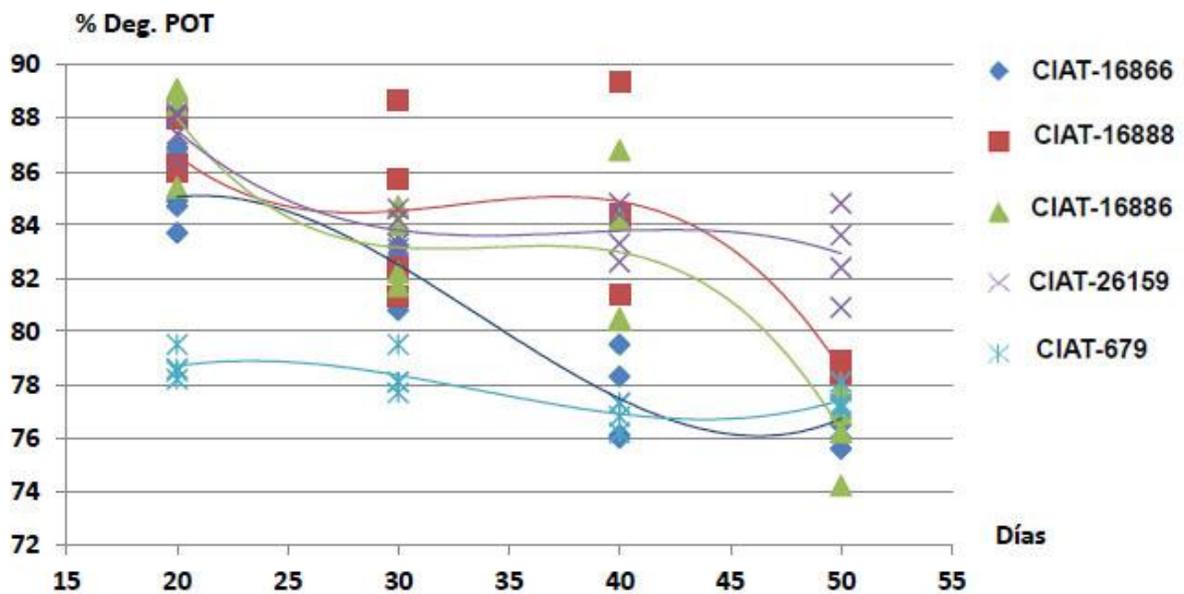


Fig. III.2.9. Efecto de la edad sobre la degradabilidad potencial de accesiones de *B. humidicola* durante el periodo lluvioso.

En el periodo poco lluvioso, CIAT-16866 mostró los valores más bajos de degradabilidad potencial (fig. III.2.10), mientras CIAT-679 tuvo valores medios con pocas variaciones. El resto de las accesiones no presentaron diferencias a los 20 días; sin embargo, entre los 30 y 40 días CIAT-16886 y 16888 tuvieron los mayores valores y hubo resultados intermedios para CIAT-26159.

Todas las accesiones a los 50 días presentaron valores bajos y muy similares, excepto CIAT-26159 que tuvo los mejores resultados.

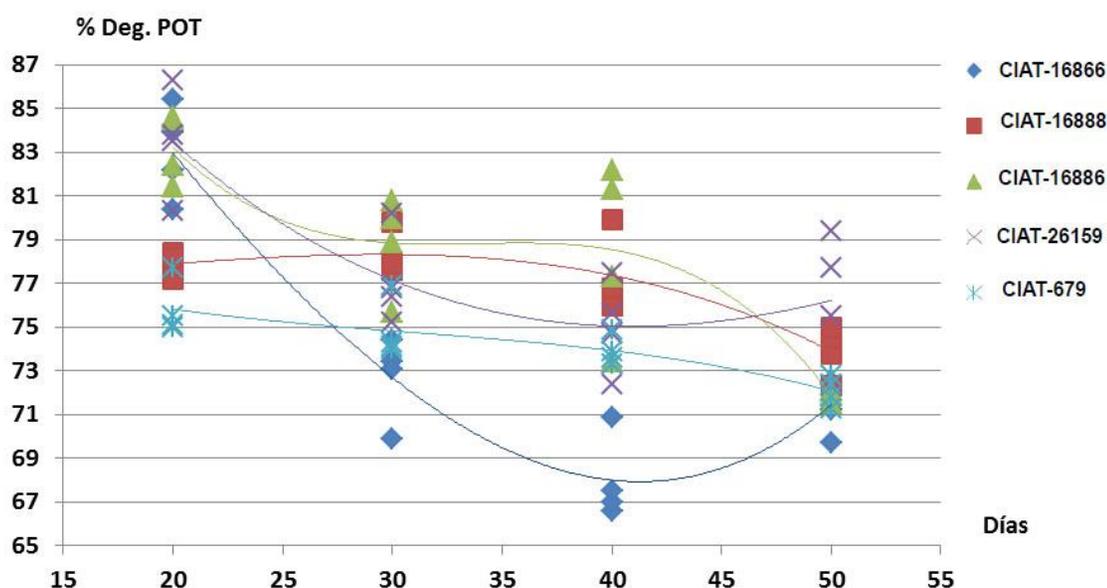


Fig. III.2.10. Efecto de la edad sobre la degradabilidad potencial de accesiones de *B.*

humidicola durante el periodo poco lluvioso.

En general, la degradabilidad potencial fue superior durante el periodo lluvioso con respecto al poco lluvioso.

Cuando se analizan los resultados de la degradabilidad potencial, es necesario tener en cuenta que en esos valores hay una sobrestimación de lo que sucede en la realidad, debido a que no se consideran las diferentes tasas de pasaje que tienen los alimentos en el rumen.

De acuerdo con los estudios realizados por Boschini y Amador (2001), al parecer la degradabilidad potencial es el indicador más sensible para apreciar los cambios que ocurren en los componentes solubles o degradables de los pastos con la edad.

Degradabilidad efectiva de la materia seca

En el periodo lluvioso, CIAT-16866 mostró los valores más bajos (fig. III.2.11). A los 20 días CIAT-26159 y CIAT-679 presentaron los mayores valores; sin embargo, en el intervalo de 20 a 30 días mostraron un marcado descenso y quedaron por debajo de CIAT-16888 y CIAT-16886, diferencia que mantuvieron hasta los 40 días cuando todas alcanzaron valores similares. A los 50 días CIAT-16866 y CIAT-16888 mostraron los valores más bajos.

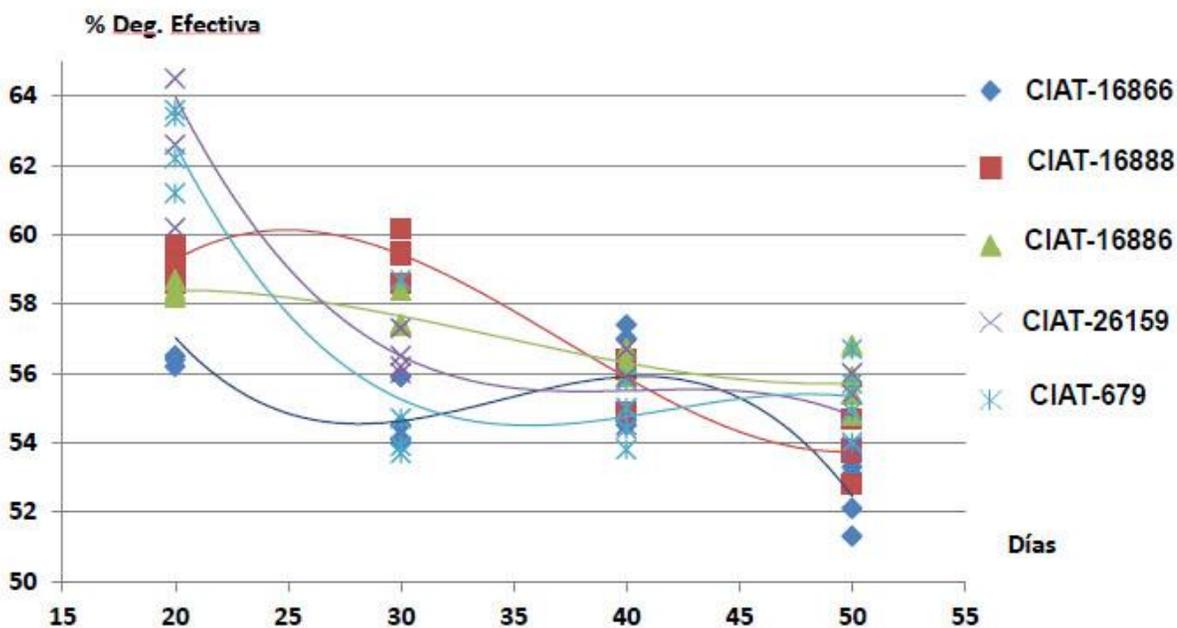


Fig. III.2.11. Efecto de la edad sobre la degradabilidad efectiva de accesiones de *B. humidicola* durante el periodo lluvioso.

En el periodo poco lluvioso la degradabilidad efectiva en CIAT-16886 fue mayor a los 20 días (fig. III.2.12), resultado que mantuvo durante todo el periodo evaluado. A partir de los 30 días se observaron dos tendencias: un grupo con mejores resultados, formado por las accesiones CIAT-16886, CIAT-16888 y CIAT-26159; y otro grupo

constituido por CIAT-16866 y CIAT-679 con los valores más bajos, diferencias que se mantuvieron también durante todo el periodo.

De manera integral, los valores de la degradabilidad efectiva fueron mayores en el periodo de lluvia con respecto al poco lluvioso.

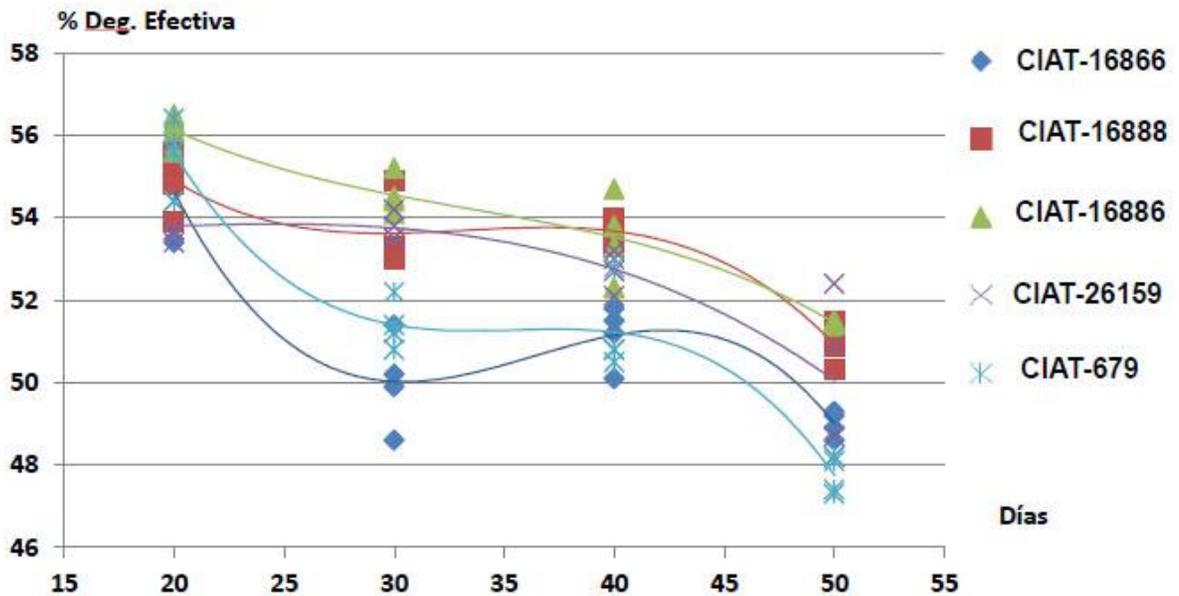


Fig. III.2.12. Efecto de la edad de rebrote sobre la degradabilidad efectiva de diferentes accesiones *B. humidicola* durante el periodo poco lluvioso.

Como la degradabilidad efectiva incluye la velocidad de pasaje, sus resultados proporcionan una mejor estimación del valor nutricional del alimento evaluado (Ørskov y McDonald, 1979).

Las ecuaciones halladas para los indicadores bromatológicos, así como para la degradabilidad de la materia seca y los indicadores vinculados a ella, confirman la amplia variabilidad ínterespecífica que presentaron las accesiones entre sí, comportamiento que también ha sido reportado en otras plantas como: *Gliricidia*

sepium (Pedraza, 2000), *Leucaena leucocephala* (La O, 2000) y *Tithonia diversifolia* (La O y col., 2012), con el empleo esta misma técnica.

En igual sentido, se ha comprobado que a través de ella es posible determinar la efectividad nutricional de diferentes especies utilizadas en la alimentación de los rumiantes (Navarro y col., 2011).

Las disminuciones halladas por efecto de la edad en la degradabilidad de la MS y en la degradabilidad potencial y efectiva de las accesiones de *B. humidicola* también han sido reportadas en otras especies de pastos.

Salcedo (2000) encontró diferencias en los valores de digestibilidad y de degradabilidad potencial y efectiva de la materia seca de los forrajes de acuerdo con la edad y la época, e incluso entre diferentes años.

Valenciaga y col. (2010) hallaron esta misma tendencia al evaluar *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT-115 a diferentes edades, y atribuyeron el descenso de la degradabilidad de la MS a incrementos en los componentes fibrosos por la acción de la edad; la disminución en la degradabilidad potencial, a menores contenidos de compuestos solubles y fracciones degradables; y en el caso de la degradabilidad efectiva, a la suma de todos estos factores.

Los valores hallados en la presente investigación para la degradabilidad efectiva durante el periodo lluvioso fueron mayores a los reportados por La O y col. (2006) para *Cynodon nlemfuensis*, e incluso a los hallados en *L. leucocephala* y *G. sepium*. Estos autores consideran que tales respuestas son el reflejo de las concentraciones de

compuestos lignocelulósicos en la gramínea y de la presencia de taninos en las leguminosas.

En igual sentido, cuando la degradabilidad efectiva de una gramínea tropical es igual o superior a 50,14 % se considera alta (Valenciaga y col., 2010).

Aunque en las evaluaciones la tendencia fue obtener mejores valores en la época de lluvia con respecto a la época poco lluviosa, la influencia de la edad fue más sistemática.

Lara y col. (2010) señalan que la edad de corte ejerce una acción importante en el comportamiento de los indicadores nutricionales, incluso por encima de los efectos de época, composición química y degradabilidad ruminal.

Aplicación de los análisis multivariados para seleccionar las mejores accesiones

El ACP del periodo lluvioso demostró que existe una elevada variabilidad entre las accesiones, con una varianza acumulada de 81,21 % en las dos primeras componentes (tabla III.2.1).

Las variables más vinculadas a la varianza de la primera componente (45,99 %) fueron la PB y la DPOT, las cuales estuvieron relacionadas de manera positiva.

La segunda componente extrajo una varianza de 35,21 % que fue explicada por la DMS y la DEFEC, ambas relacionadas de forma positiva.

Sin embargo, la FB no mostró estar correlacionada con los otros indicadores, al presentar valores por debajo de 0,70 %, considerado como mínimo para ejercer un aporte importante a la varianza de la componente.

Aunque no se han encontrado antecedentes en la aplicación de este procedimiento matemático con los indicadores utilizados, es aceptado que cuando los valores propios de las componentes son superiores a 1 y la varianza acumulada es mayor del 80 %, es factible realizar un análisis de conglomerados en función de los resultados del ACP (Olivera y Machado, 2004).

Tabla III.2.1 Análisis de componentes principales y para el periodo lluvioso.

Indicador	Componente principal	
	CP1	CP2
PB	0,964	0,056
FB	-0,525	0,072
DMS	-0,213	0,936
DPOT	0,961	0,208
DEFEC	0,357	0,913
Valor propio	2,30	1,76
Varianza	45,99	35,21
Varianza acumulada (%)	45,99	81,21

Sobre la base de la media y la desviación estándar de cada indicador (tabla III.2.2), el análisis de conglomerados formó tres grupos, para el periodo lluvioso

De manera integral, las mejores accesiones fueron agrupadas en el grupo II (CIAT-16886, CIAT-16888, CIAT-26159), al presentar los mayores contenidos de PB, los menores porcentajes de FB, y los mayores porcentajes de la degradabilidad de la MS, potencial y efectiva.

CIAT-679, diferenciada en el grupo III, presentó los porcentajes más bajos de PB y los mayores de FB, con valores aceptables de DMS y DEFEC, pero con los menores porcentajes de DPOT.

Tabla III.2.2. Distribución de los indicadores, media y desviación estándar según el análisis de conglomerados.

Indicador	Grupo I	Grupo II	Grupo III
	X	X	DS
PB	7,18	7,19	0,03
FB	41,08	35,49	7,51
DMS	61,55	66,58	0,92
DPOT	82,50	83,85	0,69
DEFEC	54,62	57,86	1,47
Grupo	Cantidad de accesiones	Nombre de las accesiones	
I	1	CIAT-16866	
II	3	CIAT-16886, CIAT-16888, CIAT-26159	
III	1	CIAT-679	

CIAT-16866, clasificada en el grupo I, se caracterizó por tener mejores indicadores que CIAT-679, excepto para la DMS y la DEFEC, pero siempre por debajo de las incluidas en el grupo II. Esta evaluación demostró que existe una marcada variabilidad entre las accesiones.

Para el periodo poco lluvioso, el ACP también corroboró que existe una elevada variabilidad entre las accesiones, con una varianza acumulada de 88,59 % en las dos primeras componentes (tabla III.2.3).

Las variables más vinculadas a la varianza de la primera componente (65,57 %) fueron la PB, la DMS, la DPOT y la DEFEC, las cuales estuvieron relacionadas de manera positiva. La segunda componente extrajo una varianza del 23,01 %, que fue explicada por la FB de manera individual.

Tabla III.2.3. Análisis de componentes principales para el periodo poco lluvioso.

Indicador	Componente principal	
	CP1	CP2
PB	0,778	-0,350
FB	0,044	0,939
DMS	0,844	0,354
DPOT	0,989	0,140
DEFEC	0,990	-0,019
Valor propio	3,279	1,151
Varianza	65,57	23,01
Varianza a acumulada	65,57	88,59

El análisis de conglomerados formó tres grupos sobre la base de la media y la desviación estándar de cada indicador (tabla III.2.4), para el periodo poco lluvioso.

Tabla III.2.4. Distribución de los indicadores, medias y desviación estándar, según el análisis de conglomerados, para el periodo poco lluvioso.

Indicador	Grupo I	Grupo II		Grupo III
	X	X	DS	X
PB	6,48	6,92	0,12	6,12
FB	32,25	36,35	7,96	41,92
DMS	58,13	61,42	1,43	60,45
DPOT	72,70	78,11	0,87	74,82
DEFEC	50,02	53,97	0,50	51,40
GRUPO	Cantidad de accesiones	Nombre de las accesiones		
I	1	CIAT-16866		
II	3	CIAT-16886, CIAT-16888, CIAT-26159		
III	1	CIAT-679		

El procesamiento realizado presentó una coincidencia total con respecto al periodo lluvioso, debido a que las mismas accesiones fueron las mejores y formaron parte del grupo II: CIAT- 16886, CIAT-16888, CIAT-26159; estas mostraron los mayores contenidos de proteína bruta y también los mayores porcentajes de degradabilidad de la MS, potencial y efectiva.

CIAT-679, clasificada en el grupo III, tuvo los porcentajes más bajos de PB y los mayores de FB, así como valores aceptables de DMS, DPOT y DEFEC. Mientras que CIAT-16866, clasificada en el grupo I, se caracterizó por tener mejores indicadores que CIAT-679 en la FB.

Esta evaluación demostró que en esta época también hubo una elevada variabilidad entre las accesiones.

Un análisis de las cinco accesiones en conjunto señala como las de mejor valor nutritivo a CIAT-16886, CIAT-16888 y CIAT-26159, con valores intermedios a CIAT-679 y con los menores valores a CIAT-16866.

CIAT-16866 constituyó un ejemplo de las contradicciones que pueden ocurrir cuando solo se tienen en cuenta los estudios agronómicos y la composición bromatológica. Aunque clasificó entre las mejores en los indicadores evaluados en el primer capítulo, en los componentes relacionados con la degradabilidad de la MS no cubrió las expectativas iniciales, al presentar en la mayoría de ellos las tendencias más bajas.

Sin embargo CIAT-16886, CIAT-16888 y CIAT-26159, clasificadas en un grupo que aparentemente tenía indicadores no tan sobresalientes, mostraron de manera sistemática los mejores resultados.

Tales características de individualidad en las respuestas también se pudieron apreciar cuando se analizaron las ventajas y diferencias que mostraron, en los indicadores, CIAT-16866 y CIAT-679, al ser clasificadas mediante el análisis de conglomerados.

Este efecto diferenciador de accesión también fue hallado por Juárez y col. (2006) y Reyes y col. (2009), razón por la que ellos insisten en la necesidad de continuar los estudios vinculando siempre la selección de especies sobresalientes con la respuesta animal.

III.3. Evaluación del comportamiento de la salud animal de accesiones sobresalientes de *B. humidicola* en condiciones de pastoreo.

III.3.1. Introducción

El CIAT sostiene el criterio de que las accesiones que se adapten a las características edafoclimáticas de una región y que presenten buenos resultados agronómicos y bromatológicos, así como adecuada calidad nutricional, deben ser evaluadas en condiciones de pastoreo, como complemento a su futura liberación como pasturas comerciales (Roys y Rojas, 1999).

Sin embargo, se ha señalado que *Brachiaria* spp. puede producir fotosensibilidad hepatógena, enfermedad común e importante por las afectaciones que causa desde el punto vista económico.

Las primeras informaciones de esta enfermedad en Colombia fueron realizadas por Henao (1985), quien advirtió su aparición en diferentes especies de rumiantes y señaló como causa principal el consumo de *B. decumbens*. Bajo estos criterios, se procedió a realizar una evaluación para comprobar, en condiciones de pastoreo, el

comportamiento que sobre la salud animal, podían ejercer las accesiones más sobresalientes del experimento anterior.

III.3.2. Materiales y métodos

Tratamientos: Las accesiones evaluadas fueron *B. humidicola* CIAT-16888, CIAT-16886 y CIAT-679, esta última como referencia por ser la que predomina en la zona del Magdalena Medio.

Establecimiento de las áreas de pastoreo. La superficie asignada a cada tratamiento fue de 3 ha, las cuales se dividieron en seis cuartones de 0,5 ha.

La preparación del terreno y la fertilización fueron iguales a las del primer experimento, y para la siembra se utilizaron los propágulos y rizomas provenientes de las parcelas.

La siembra se realizó de forma manual el 17 de marzo de 2009, con un marco de siembra de 80 x 80 cm entre plantas; el tape fue con azadón y no se utilizó riego.

Los cuartones estuvieron en establecimiento hasta que las accesiones alcanzaron el 90 % de cobertura, lo cual ocurrió a los 120 días.

Duración del ensayo. En los primeros días de julio se seleccionaron 24 hembras de levante recién destetadas, de racial mestizo (Holstein x Cebú), con aproximadamente nueve meses de edad.

Los animales iniciaron las evaluaciones con un peso promedio de 172,6 kg y antes de ser introducidos en las áreas experimentales fueron desparasitados y divididos en tres grupos homogéneos, para una carga inicial de 1,02 UGM/ha.

El control de ectoparásitos se realizó con un aspersor manual, cada vez que fue necesario.

El 14 de julio se introdujeron los animales para que consumieran las accesiones y se fueran adaptando a estas.

Las evaluaciones se iniciaron el 1^{ro}. de agosto de 2009 y se mantuvieron hasta la misma fecha del siguiente año (2010).

Manejo animal. El criterio adoptado para evaluar la respuesta de las accesiones en la salud animal, se ajustó a la práctica más generalizada en la región, que consiste en incorporar los animales al pastoreo inmediatamente después de la separación de sus madres, con permanencia en este las 24 horas.

El tiempo de ocupación promedio de los cuarterones fue de cuatro días y el de reposo, de 20 días durante los periodos de máximas precipitaciones, y de cinco días de ocupación con 25 días de descanso durante los periodos de mínimas precipitaciones; aunque la rotación de los cuarterones no siguió una planificación predeterminada, sino que siempre se tuvo en cuenta cómo se manifestaba la disponibilidad de las accesiones.

Después del tercer periodo de rotación, a la salida de los animales de cada cuarterón, se hizo un control con guadaña del material vegetal improductivo y de las plantas arvenses, para estimular nuevos rebrotes y reactivar la producción de forraje. Con posterioridad, cada dos meses, se realizó un control de las arvenses.

Como el objetivo principal de la evaluación fue conocer el comportamiento de la salud de los animales, ellos solo recibieron como suplemento sales minerales balanceadas y agua a voluntad.

Mediciones experimentales

Disponibilidad y rechazo. La disponibilidad y el rechazo se estimaron por el método alternativo y ágil de Martínez y col. (1990), a la entrada y salida de los animales de cada cuartón.

La toma de muestras se hizo con un marco de 50 x 50 cm; y siempre se garantizó que los animales, antes de entrar al cuartón, dispusieran de –al menos–, 50 kg de MV/día.

Para facilitar la comprensión e interpretación de los resultados, estos fueron promediados y agrupados por trimestre: agosto-octubre (A-O), noviembre-enero (N-E), febrero-abril (F-A), mayo-julio (M-J).

Composición bromatológica. Para estimar la calidad nutricional de las accesiones, estas fueron muestreadas en el mes intermedio de cada trimestre mediante la toma de una muestra promedio de 300 g, simulando con la mano la selección que hace el animal en pastoreo, en el momento de determinar la disponibilidad inicial en el cuartón correspondiente según la rotación.

Los contenidos de MS y PB se determinaron según las metodologías descritas en el primer experimento y la EM se estimó a partir de balances retrospectivos, utilizando el programa CALRAC (1996).

Peso vivo y ganancia media diaria en los animales. Los pesajes se realizaron con una pesa mecánica (con capacidad de 1 800 kg) al inicio de cada mes, en el horario de la mañana, por tres días consecutivos, para disminuir las variaciones propias de esta determinación.

Registro de incidencia de enfermedades. Se mantuvo una vigilancia permanente para detectar posibles síntomas de fotosensibilidad o de animales enfermos.

Evaluación hemoquímica. La posible incidencia de animales afectados por fotosensibilidad fue monitoreada mediante tomas de muestras de sangre, con una frecuencia de 30 días, según las técnicas descritas por Hansen y Perry (1994) para determinar hematocrito, hemoglobina y transaminasas.

La sangre provenía de la vena yugular o coccígea y se tomaron dos muestras de aproximadamente 10 ml en tubos de ensayo, uno con EDTA y el otro sin anticoagulante, previa identificación del animal.

Los tubos se colocaron en una cava refrigerada para su conservación y traslado al laboratorio donde serían procesadas las muestras.

Procesamiento estadístico de los resultados. Se utilizaron análisis de varianza, ANOVA, y las diferencias entre medias se determinaron según Duncan (1955) con el empleo del programa SPSS en su versión 11.5 Windows XP®.

III.3.3. Resultados y discusión

Los porcentajes de MS de las accesiones fueron más bajos en los trimestres correspondientes al periodo lluvioso (tabla III.3.1).

Los contenidos de PB y EM fueron altos, sin grandes diferencias entre las accesiones o las épocas, aunque CIAT-16886 tendió a presentar los valores más bajos de FB.

Tabla III.3.1. Composición bromatológica y nutricional de las accesiones.

Trimestre	A-O	N-E	F-A	M-J
CIAT-16886				
MS	28,60	30,25	31,17	27,89
PB	9,74	9,27	9,27	9,54
FB	31,65	33,98	35,43	30,75
EM	1,96	1,96	2,06	2,24
CIAT-16888				
MS	28,76	32,09	33,15	27,24
PB	9,87	9,28	8,83	9,33
FB	42,37	46,10	47,98	43,98
EM	2,00	1,97	1,97	2,20
CIAT-679				
MS	25,98	31,32	32,59	26,10
PB	9,95	9,26	8,68	9,35
FB	41,78	44,96	44,64	40,59
EM	2,02	1,98	1,91	2,20

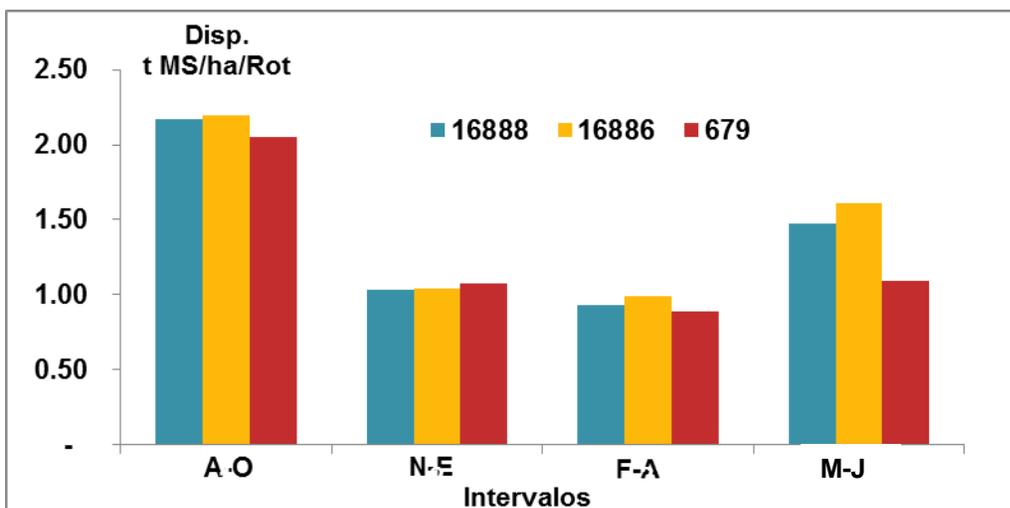
Disponibilidad de materia seca

En el transcurso del periodo experimental, la cobertura de los cuartones alcanzó valores del 98 %, sin cambios en este porcentaje hasta el final de la evaluación.

Al inicio, las disponibilidades de materia seca fueron altas debido a la acumulación de biomasa durante el establecimiento de los pastos.

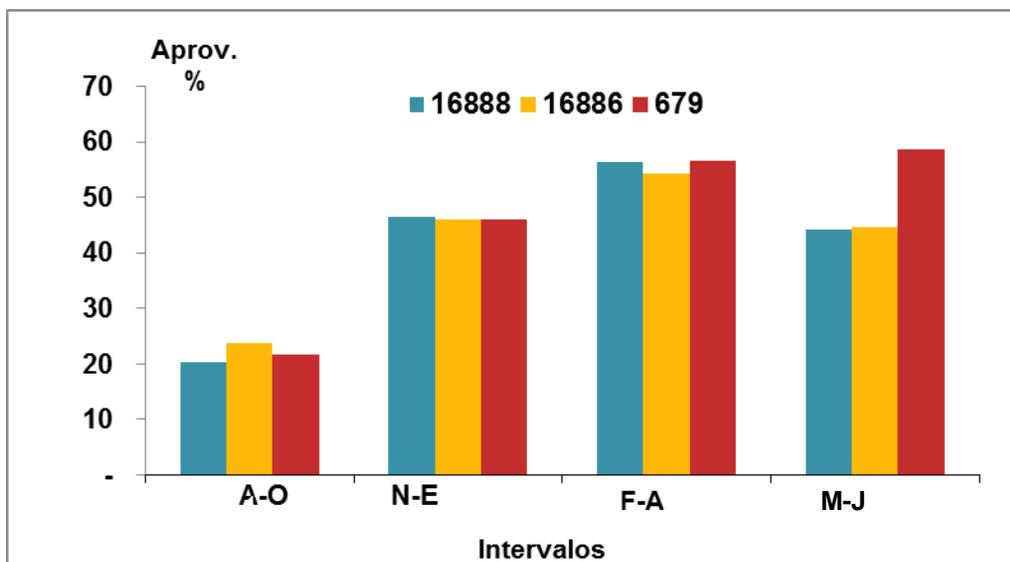
Esta elevada oferta, junto con la baja carga inicial (1,02 UGM), propició un bajo aprovechamiento de la biomasa disponible en los primeros tres meses de evaluación (figs. III.3.1 y III.3.2).

La labor de homogenización efectuada a finales de octubre permitió poner en igualdad de condiciones la disponibilidad de materia seca de las accesiones y conocer de forma más objetiva sus potenciales.



A-O: agosto-octubre; N-E: noviembre-enero; F-A: febrero-abril; M-J= mayo-julio

Fig.III.3.1. Disponibilidad de las accesiones durante la evaluación.



A-O: agosto-octubre; N-E: noviembre-enero; F-A: febrero-abril; M-J: mayo-julio

Fig. III.3.2. Porcentaje de aprovechamiento de las accesiones durante la evaluación.

Entre los meses de noviembre y abril, con el avance del periodo de bajas precipitaciones, se produjo una disminución en la disponibilidad y un aumento en el porcentaje de aprovechamiento, sin grandes diferencias entre las accesiones.

De mayo a agosto, cuando ocurren las mayores precipitaciones, los resultados indicaron que CIAT-16888 y CIAT-16886 respondieron mejor en cuanto a la productividad, con ventajas sobre la accesión CIAT-679.

La carga animal es la variable más importante en el manejo de los pastos y determina la productividad por animal y por área. Su efecto fundamental se manifiesta a través de los cambios que se producen en la disponibilidad y el consumo de los pastos, con marcadas influencias en la estructura y composición química de la planta.

En términos generales, a mayor presión de pastoreo el animal tiene una menor capacidad de selección, y, en consecuencia, ingiere alimentos de menor calidad. Sin embargo, esta relación no es lineal, pues a bajas presiones de pastoreo se reduce la eficiencia de utilización de la pastura; ello redundaría en una acumulación de material forrajero de menor calidad, problema que aparentemente no puede ser solucionado mediante la selectividad.

Por tanto, es importante buscar un adecuado balance entre el rendimiento, la composición química y el contenido de reservas en las partes bajas y subterráneas de los pastos, con el fin de favorecer una máxima persistencia y utilización (Milera, 1995).

Como el número de animales fue fijo, la carga en pastoreo varió en función de la ganancia de peso de los animales (tabla III.3.2).

Tabla III.3.2. Evolución de la carga animal durante el periodo evaluativo.

Meses	Inicial	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J
Carga (UGM/ha)	1,02	1,10	1,18	1,26	1,33	1,37	1,43	1,48	1,55	1,64	1,73	1,81	1,92

Roys y Rojas (1999) consideran de suma importancia emplear altas cargas (hasta 4 animales/ha) cuando se utilizan las accesiones de *B. humidicola* CIAT-679 y CIAT-16888, con la finalidad de aprovechar de manera óptima su producción de forraje, aunque las mejores ganancias se obtuvieron con CIAT-16888.

Como las cargas utilizadas en este experimento estuvieron muy por debajo de las recomendadas, los resultados deben ser considerados más hacia determinar el comportamiento de las accesiones frente al pastoreo que a calificarlas en un sistema de producción.

Los estudios realizados por Benítez (1999) y Ray (2000) dejaron establecido que la época y las condiciones medioambientales son los principales factores que determinan el rendimiento de las pasturas en el trópico.

También Charmet y col. (1993), Desclaux (1996) y Bolaños y col. (2002) han demostrado que los efectos medioambientales, con frecuencia, son más importantes que los efectos del genotipo sobre la expresión de los caracteres beneficiosos de las plantas forrajeras, de ahí la importancia de estos estudios en la región donde serán introducidas las nuevas accesiones.

Los rendimientos obtenidos para CIAT-679 son inferiores a los hallados por Hess y Lascano (1994), en zonas bien drenadas de los llanos orientales colombianos, pero similares a los reportados por Benítez y col. (2007).

Comportamiento del peso vivo en los animales

No se hallaron diferencias significativas en los pesos iniciales de los grupos formados, lo que garantizó la homogeneidad de los tratamientos; pero tampoco las hubo en los

pesos finales, lo cual se consideró como el resultado del manejo zootécnico, al no efectuar ajustes en las cargas, ni emplear suplementación energética o proteínica en los tratamientos.

No obstante, se intuye que por la disponibilidad de materia seca que presentaron las accesiones, de haber utilizado alguna suplementación, se hubiese podido lograr mejores ganancias de peso durante el periodo experimental (tabla III.3.3).

Tabla III.3.3. Peso vivo de los animales al inicio y al final de la evaluación.

Accesión	Peso vivo (kg)	
	Inicial	Final
<i>B. humidicola</i> CIAT-16886	172,7	327,9
<i>B. humidicola</i> CIAT-16888	175,5	325,1
<i>B. humidicola</i> CIAT-679	173,8	321,2
ES ±	7,6	6,2
Sig.	NS	NS

El análisis de la ganancia media diaria por trimestre, así como de todo el periodo experimental, señala que no hay diferencias significativas entre las accesiones, por lo que no es factible hacer consideraciones individuales (tabla III.3.4).

Lascano y col. (1999), al evaluar accesiones de *B. humidicola* para la producción de carne en el pie de monte caqueteño colombiano, tampoco reportaron diferencias significativas entre ellas.

Roys y Rojas (1999), al comparar cuatro accesiones de *B. humidicola*, hallaron que las ganancias de peso vivo al final de la evaluación no fueron estadísticamente

significativas, con valores de 449 g/anima/día para CIAT-679 y 583 g/anima/día para CIAT-16888, las que fueron superiores a las de la presente investigación.

Tabla III.3.4. Ganancia promedio de las accesiones por trimestre y anual.

Accesión	Ganancia promedio de peso vivo (kg/animal/día)				Total anual
	A-O	N-E	F-A	M-J	
CIAT-16886	0,397	0,294	0,427	0,507	0,408
CIAT-16888	0,415	0,364	0,411	0,519	0,411
CIAT-679	0,477	0,286	0,399	0,510	0,423
ES ±	0,025	0,021	0,018	0,011	0,023
Sig.	NS	NS	NS	NS	NS

No obstante, estos valores pueden ser considerados como referencia para estimar qué resultados productivos se pudieran alcanzar en la región de Barrancabermeja cuando estas accesiones sean introducidas en las áreas ganaderas, bajo las condiciones que se efectuó el estudio.

Los valores obtenidos en estas evaluaciones son mayores que los reportados por Brito y col. (1998), al evaluar la sostenibilidad de *Brachiaria dictyoneura* en tres suelos contrastantes de la altillanura colombiana, donde las ganancias variaron entre 285 y 290 g/animal/día.

Enríquez (2003), al estudiar diferentes especies de *Brachiaria* en el trópico mexicano, demostró que estas tienen potencial para producir en condiciones estresantes de suelo, con aumentos diarios de hasta 219 g/animal/día y 80 kg/animal en un año.

Las ganancias obtenidas en esta evaluación son inferiores a las halladas por Cuadrado y col. (2004), cuando evaluó cuatro accesiones del género *Brachiaria*. Las ganancias de peso, con carga de 2 animales/ha, fueron de: 1,255 kg/animal/día para *B. brizantha* CIAT-16322, 1,07 kg/animal/día para CIAT-26110 cv. Marandú y 1,0 kg/animal/día para *B. decumbens*. Dichos resultados estuvieron relacionados con la aplicación de fertilizantes, lo que propició mejores contenidos de proteína y mayor degradabilidad *in situ* de la materia seca; pero lo que más incidió fue la suplementación ofrecida a los animales, aspectos que en su conjunto indujeron ganancias de peso superiores.

Indicadores hematológicos

Las historias clínicas no mostraron reportes de animales con síntomas de fotosensibilidad u otras alteraciones que pudieran ser asociadas con esta enfermedad, lo que permite aseverar que no la padecieron.

Las respuestas productivas y la falta de manifestaciones externas de daños por acciones hepatógenas son aspectos indicativos valiosos de la inocuidad de las accesiones; no obstante, para tener mayor certeza de estos resultados es conveniente profundizar en el comportamiento de los indicadores hematológicos.

Sandoval y col. (2007) consideran dichos indicadores como un examen paraclínico que permite determinar las relaciones que existen entre los desórdenes en la salud y las deficiencias nutricionales, además de constituir una expresión del bienestar de los animales en los ecosistemas pecuarios.

En bovinos provenientes de razas cruzadas, valores entre 24 y 40 % de hematocrito y de 8 a 15 g/dl de hemoglobina se consideran normales (Figueredo y col., 2010).

Los resultados de ambos indicadores estuvieron dentro de estos rangos y no mostraron diferencias significativas entre los grupos, lo que indica que el consumo de las acceiones no modificó el perfil sanguíneo de los animales (figs. III.3.3 y III.3.4).

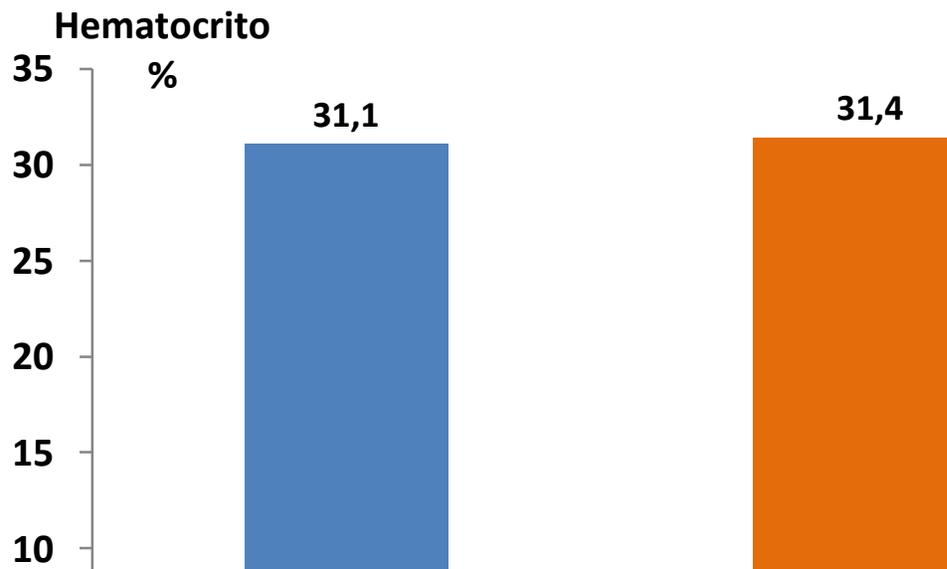


Fig. III.3.3. Comportamiento del hematocrito en los animales.

Otros compuestos utilizados como bioindicadores del buen funcionamiento del hígado son los valores de la transaminasa glutámica pirúvica (GPT), la cual se considera como adecuada cuando oscila entre 6,9 y 35,3 UI/l; mientras que para la transaminasa glutámica oxaloacética (GOT), se aceptan como normales entre 45,3 y 110,2 UI/l (Di Michele y col., 1977).

La evaluación de la actividad de la GOT es un procedimiento básico en el diagnóstico y monitoreo de los desórdenes hepatocelulares, y su aumento se correlaciona con el alcance y severidad del daño celular.

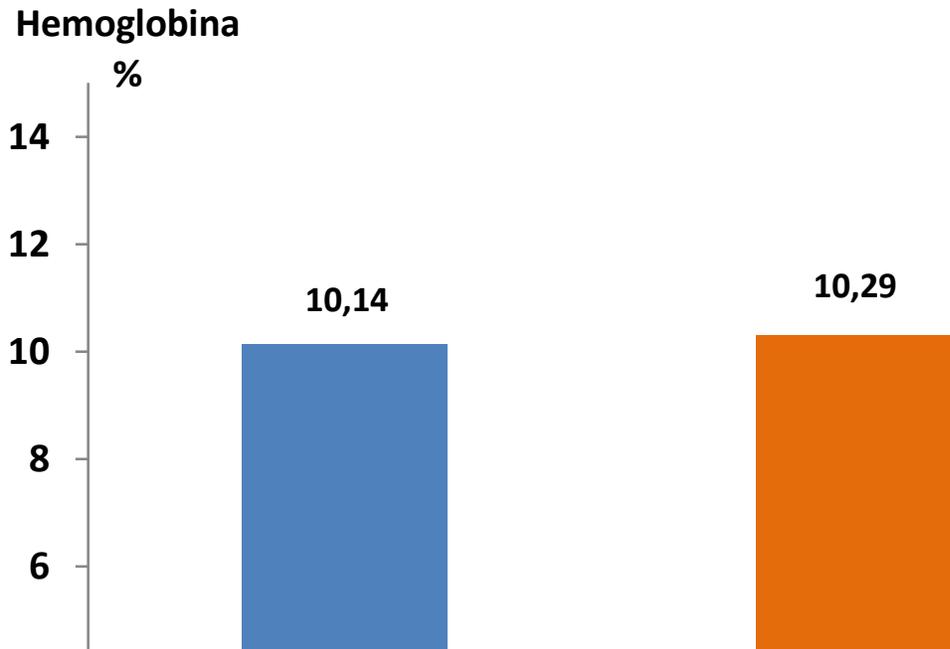


Fig. III.3.4. Comportamiento de la hemoglobina en los animales.

La GPT, también conocida como alanina aminotransferasa o ALT, es una enzima citoplásmica hepatocelular, cuyo incremento en la sangre es indicativo de que existen daños en el hígado, por ejemplo, por hepatitis, cirrosis o tumores hepáticos.

Los valores mayores de 15 veces o más del límite de referencia superior indican un daño hepatocelular severo de origen viral, tóxico o circulatorio. En la mayoría de las enfermedades hepáticas, la actividad de la GPT es más alta que la de la GOT (Cando, 2012).

Tanto en los animales que sobreviven como en los que mueren, se ha podido establecer que los daños hepáticos están invariablemente asociados a una elevación

de estas enzimas en el suero sanguíneo y son consideradas como la mejor prueba de diagnóstico para confirmar la presencia de la enfermedad (Henao, 1985).

Durante todo el periodo evaluado no se hallaron diferencias significativas en las concentraciones de las dos enzimas para los diferentes grupos y sus valores oscilaron dentro de los rangos considerados como normales, lo que permite afirmar que no hubo afectaciones en la salud animal por el empleo en pastoreo de las accesiones (figs. III.3.5 y III.3.6).

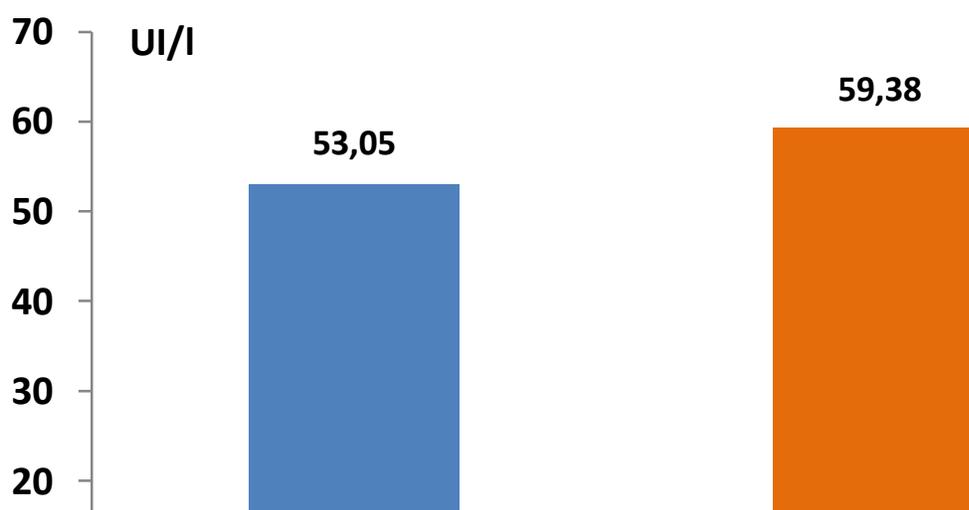


Fig. III.3.5. Comportamiento de la transaminasa glutámica oxalacética (GOT).

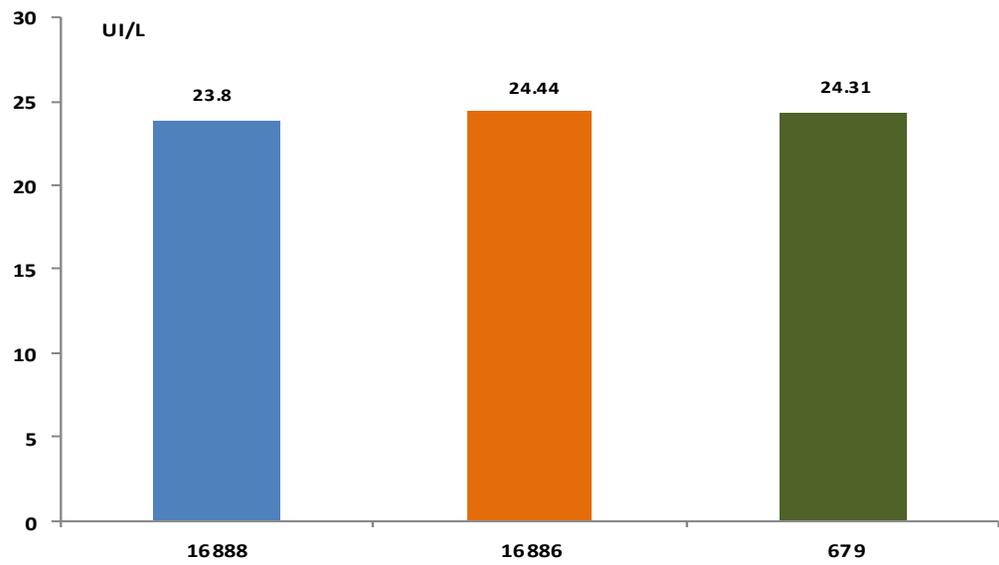


Fig. III.3.6. Comportamiento de la transaminasa glutámica pirúvica (GPT).

CONCLUSIONES

1. La variabilidad que presentaron las siete accesiones en su composición bromatológica y en los porcentajes de hojas y cobertura permitió aglomerarlas en tres grupos afines.
2. El grupo I, formado por CIAT-16866 y CIAT-16886, fue evaluado como el más integral; el grupo II, constituido por CIAT-16867, CIAT-16888, CIAT-26427 y CIAT-26159, tuvo valores intermedios; y el grupo III incluyó a CIAT-16871, que resultó la menos favorecida en todos los indicadores.
3. Los estudios que incluyeron, además de la composición bromatológica, la degradabilidad de la materia seca *in situ* y los indicadores vinculados con ella mostraron a las accesiones CIAT-16886, CIAT-16888 y CIAT-26159 como las de mejor comportamiento en ambas épocas del año, ya que superaron a la accesión de referencia CIAT-679 y a CIAT-16866 que resultó la menos aventajada.
4. Las accesiones CIAT-16886 y CIAT-16888, además de mostrar cualidades para ser empleadas en condiciones de pastoreo, no provocaron problemas de toxicidad ni enfermedades, por lo que constituyen nuevas opciones para la producción animal en la región.

RECOMENDACIONES

1. Proponer la difusión y utilización de las accesiones *B. humidicola* CIAT-16888 y CIAT-16886 para la región santandereana de Barrancabermeja y Magdalena Medio.
2. Realizar investigaciones donde se incluya la suplementación con las accesiones *B. humidicola* CIAT-16888 y CIAT-16886 para profundizar en su potencial productivo.
3. Difundir los resultados de esta tesis para que contribuyan en la formación de profesionales en el perfil de agrónomos, médicos veterinarios y zootecnistas.
4. Publicar los resultados de esta tesis para contribuir al acervo científico.

NOVEDAD CIENTÍFICA

Por primera vez en la región santandereana de Barrancabermeja y Magdalena Medio:

1. Se evalúan, en igualdad de condiciones, siete accesiones sobresalientes de *Brachiaria humidicola* recomendadas por el CIAT.
2. Se agrupan accesiones sobresalientes en función de sus características agronómicas y su composición bromatológica.
3. Se determinan las características bromatológicas de cinco accesiones de *Brachiaria humidicola*, su degradabilidad de la materia seca *in situ*, así como su degradabilidad potencial y efectiva, teniendo en cuenta la edad y la época del año.
4. Se demuestra que las accesiones de *Brachiaria humidicola* CIAT-16886 y CIAT-16888 no provocan problemas de salud en los animales, y que tienen potenciales nutritivos y de producción de biomasa para ser difundidas en la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, Iramis & Carrobello, Caridad., “Suelos: una mirada hacia abajo”. *Bohemia.*, 94:13:24,2002.
- Anon., “Fotosensibilidad en ovinos por *Brachiaria brizantha*”. Disponible en: www.oni.escuelas.edu.ar/2002/mendoza/feed-lot/ovifoto.htm. [Consultado: Mayo/2012], 2002.
- AOAC., “Official methods of analysis”. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, 1995.
- Argel, P. J., Giraldo, G., Peters, M. & Lascano, C.E., “Producción artesanal de semillas de pasto Toledo”. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 10p, 2002.
- Argel, P.J.,. “Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera de América Tropical. Tierras bajas húmedas”. En: *Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento*. Miles, J.W.; Mass, B.L. y do Valle, C.B (Editores). CIAT y EMBRAPA. Cali, Colombia. 226p, 2006.
- Arreaza, L.C., Sánchez, Dora Elisa & Abadía, Beatriz., “Degradabilidad ruminal de fracciones de carbohidratos en forrajes tropicales determinada por métodos *In VitroIn Situ*”. *Revista CORPOICA*. 6(1):1-10, 2005.

- Arthington, J.D & Brown, W.F., "Estimate of feeding value of four tropical forage species at two stages of maturity". *Journal of Animal Science*. 83(7):1726-1731, 2005.
- Aufrere, J & Michalet-Doreau, B., "Comparison of methods for predicting digestibility of feeds". *Animal Feed Science and Technology*. 20:203-218,1988.
- Avellaneda, J., Cabezas, F., Quintana, G., Luna, R., Montañez, O., Espinoza, I., Zambrano, S., Romero, D., Vanegas, J. & Pinargote, E., "Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de *Brachiaria* en diferentes edades de cosecha". *Ciencia y Tecnología*. 1:87-94, 2008.
- Ayala, A & Basulto, J., "Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en la región oriental de Yucatán, México". *Pasturas Tropicales*. 14(1):36-40, 1992.
- Balbuena, O.F., "Uso de alimentos disponibles en las regiones NOA y NEA en la alimentación del ganado". INTA. Sitio Argentino de Producción Animal. 8p. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/75-alimentos_disponibles_en_noa_y_nea.pdf. [Consultado: Diciembre/2012], 2010.
- Benítez, D., "Perfeccionamiento de la producción de leche en la cuenca lechera de Granma". Informe Final de Proyecto. IIA Jorge Dimitrov. Bayamo, Granma, Cuba. 226p, 1999.
- Benítez, D., Fernández, J. L., Ray, J., Ramírez, Alina., Torres, Verena., Tandrón, Issel., Díaz, Margarita & Guerra, J., "Factores determinantes en la producción de biomasa en tres especies de pastos en sistemas racionales de pastoreo en el Valle del Cauto, Cuba". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 41(3):231-235, 2007.
- Bernal, E.J., "Pastos y Forrajes Tropicales": Producción y Manejo. 3a (ed). Bogotá: Banco Ganadero. Colombia. p: 327-340, 2003.
- Bernal, L.C & Montoya, S., "Balance energético y proteico en vacas al inicio de la lactancia y su relación con el estado metabólico". Trabajo de grado. Facultad de

Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín, Colombia. 75p, 2004.

Bernal, A.R. Zamora, Mireya y López, J.C. ¿Cómo y cuándo realizar un análisis de regresión lineal simple? Aplicación e interpretación. *Dermatología. Rev. Mex.* 55:401-405.2011.

<http://www.revistasmedicasmexicanas.com.mx/download/Dermatologia/Noviembre-Diciembre2011/Derma%206.16%20como%20y%20cuando.pdf>

Blaxter, K.L.,” An historical perspective: the development of methods for assessing nutrient requirements”. *Proceedings of the Nutrition Society.* 45:177-183, 1986.

Bolaños, E.D., Huyghe, C., Ecalle, C., Hacquet, J & Julier, B., “Effect of cultivar and environment on seed yield in alfalfa”. *Journal of Crop Science.* 42:45-50, 2002.

Bolívar, V.D.M & Ibrahim, M., “Solubilidad de la proteína y degradabilidad ruminal de *Brachiaria humidicola* en un sistema silvopastoril con *Acacia mangium*. Disponible en: www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/BolivarC.htm. [Consultado: Octubre/2011], 1999.

Boschini, C & Amador, Ana Lorena., “Degradabilidad ruminal de la planta de maíz forraje en diferentes edades de crecimiento”. *Agronomía Mesoamericana.* 12(1):89-93, 2001.

Botero, R., “Manejo de explotaciones ganaderas en Las Sabanas Bien Drenada de los Llanos Orientales de Colombia”. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.p:34, 1998.

Brito, E., Aguilar, C., Cañas, R & Vera, R., “Modelo de simulación para evaluar la sostenibilidad de las pasturas de la altillanura. I. Desarrollo y validación del modelo”. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal.* 6(1):39-58, 1998.

Cáceres, O & González, E., ”Metodología para la determinación del valor nutritivo de los forrajes tropicales”. *Pastos y Forrajes.* 23(2):105-122, 2000.

Cáceres, O., Ojeda, F., González, E., Arece, J., Simón, L., Lamela, L., Milera, Milagros., Iglesias, J.M., Esperance, M., Montejo, I & Soca, Mildrey., “Valor

nutritivo de los principales recursos forrajeros en el trópico”. *Milagros Milera* (Editora). Capítulo IV. Editorial Universitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. ISBN: 959-16-0209-x. 459p, 2006.

Caicedo, J. A., J. C. Ospina, J. C., Chaves, C. A., J. Peña, J., M. C. Lozano, M. C., Donce, B., “lesiones Hepáticas EN bovinos Mantenidos en Pasturas de *Brachiaria decumbens* en Mesetas, meta (Colombia). Universidad Nacional de Colombia. *Revista Medicina Veterinaria Zootecnia*. 59(2):102-108, 2012.

CALRAC. Software para la alimentación de rumiantes. Versión 1.0. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 1996

Canchila, E.R. “Evaluación agronómica de accesiones de *Brachiariaspp.* En condiciones agroecológicas de Barrancabermeja, Santander, Colombia”. Tesis presentada en opción al Título de Master en Pastos y Forrajes. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Matanzas, Cuba. 84p, 2007.

Cando, M., “Química sanguínea. Veterinaria “Norton” Disponible en: <http://veterinarianorton.blogspot.com/> [Consultado 10/11/13], 2012.

Cardozo, C.I., Sánchez, M & Ferguson, J.E., “Efecto del método de cosecha en el rendimiento y calidad de las semillas de *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero”. *Pasturas Tropicales*. 13(1):9-17, 1991.

Catasús, L., “Manual de Agrostología”. Editorial Academia. La Habana, Cuba. 98p, 1997.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).” Red Colombiana para la evaluación de *Brachiarias*”. Resumen de logros. 1995. Año 2000. Convenio Fondo Nacional del Ganado. FEDEGAN. Cali, Colombia. 12p, 2002.

Chacón, C., “Evaluación de pasturas de *Brachiaria humidicola* sola y en asociación con *Desmodium ovalifolium* en sistemas de pastoreo rotativo al norte del Estado Táchira”. IX Seminario de Pastos y Forrajes. Universidad del Táchira. Venezuela. p: 138-149, 2005.

- Chacón, P.A & Vargas, C.F., “Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. King grass a tres edades de rebrote”. *Agronomía Mesoamericana*. 20(2):399-408, 2009.
- Chamorro, D., “Sistemas de evaluación de especies forrajeras: conceptos y procedimientos técnicos. Gramíneas y leguminosas: Consideraciones agro zootécnicas para ganaderías del trópico bajo”. Boletín de investigación, CORPOICA, Regional 6. Centro de Investigación “Nataima”, El Espinal, Tolima, Colombia. p-2, 1998.
- Charmet, G., Balfourier, F., Ravel, C & Denis, J.B., “Genotype x environment interactions in a core collection of French perennial ryegrass populations”. *Theoretical and Applied Genetics*. 86:731-736, 1993.
- Cook, B.G., Pengelly, B.C., Brown, S.D., Donnelly, J.L., Eagles, D.A., Franco, M.A., Hanson, J., Mullen, B.F., Partridge, I.J., Peters, M. & Schultze-Kraft, R., “Tropical Forages”. CSIRO, DPI&F (Qld), CIAT/ILRI. Brisbane, Australia, 2005.
- CORPOICA., “Caracterización de los sistemas de producción en el crecer Magdalena Medio Santandereano Regional 7. 1ra. Edición”. CORPOICA. Barrancabermeja, Santander, Colombia. p: 250-260, 1995.
- CORPOICA., “Análisis de los sistemas agropecuarios del Departamento de Santander. 3ra. Edición”. Barrancabermeja, Santander, Colombia. p: 23, 2004.
- Correa, L.F & Marín, M.R., “Balance energético y proteico en vacas periparturientas y la relación con su estado metabólico”. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Colombia. 50p, 2002.
- Costa, N.L., Paulino, V.T., Townsend, C.R., Magalhães, J.A. & Oliveira, J.R.C., “Desempenho agronómico de genotipos de *Brachiaria brizantha* diferentes edades de corte em Porto Velho, Rondônia, Brasil”. *Revista Eletrônica de Veterinaria*. 8:1-5, 2009.

- Cruz, P.I., Hernández, A. J.F., Mendoza, S.I., Quero, A.R. & Joaquín, B.M., "Desempeño agronómico de genótipos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickten el trópico húmedo de México". *Revista Fitotecnia Mexicana*. 34(2):123-131, 2011.
- Cuadrado, H., Torregraza, L & Jiménez, N., "Comparación bajo pastoreo con bovinos machos de ceba de cuatro especies de gramíneas del género *Brachiaria*". *Revista MVZ Córdoba*. 9:438-443, 2004.
- Czerkaswki, J.W & Breckenridge, G., "Desing and development of a long term rumen simulation technique (RUSITEC)". *British Journal of Nutrition*. 8:371-384, 1977.
- Da Silva, I.C., Cabral, S.L.S., Barboza de Godoy, Patrícia & Abdalla, A.L., "Comparison of *in situ* and *in vitro* dry matter rumen degradability of three distinct quality hays in sheep". *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12:321-332,2010.
- De Vargas, R., "Determinación de la producción y valor nutritivo del pasto Angleton (*Dichanthium aristatum*, Benth) en épocas de lluvias en el Valle del Sinú Córdoba para optimizar el uso de dicha pastura". Trabajo de Grado. Universidad de Sucre. Sincelejo, Sucre, Colombia. 67p, 1995.
- Del Pozo, P.P., "Análisis del crecimiento del pasto estrella (*C. nlemfuensis*) bajo condiciones de corte y pastoreo". Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. ISCAH-ICA. La Habana, Cuba. 83p, 1998.
- Del Pozo, P.P., "Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. Conferencia" . Universidad Agraria de La Habana. La Habana, Cuba. (Mimeo). 22p, 2000.
- Desclaux, D., "De l'intérêt de génotypes révélateurs de facteurs militants dans l'analyse des interactions génotypes milieu chez le soja (*Glycine mx. L. Merrill*) ". Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse. Francia. 227p, 1996.
- Devendra, D., "Composition and nutritive value of browselegumes. En: Tropical legumes in animal nutrition". (Ed: J.P.F. D'Mello and C. Devendra). CAB International, UK. p-49, 1995.

- Di Michele, Silvana., Otaiza, E & Cumaré, V., “Valores hematológicos y de la química sanguínea en bovinos de los estados Carabobo y Guarico. I. Minerales, algunas enzimas y electrolitos”. *Agronomía Tropical*. 27(3):273-292, 1977.
- Duncan, D.B., “Multiple range and multiple F test”. *Biometrics*. 11:1-42, 1955.
- Enoh, M.B., Kijora, C., Peters, K.J., Tanya, V.N., Fonkem, D & Mbanya, J., “Investigation on change of forage quality at harvesting, during hay making and storage of hay harvested at different growth stages in the Adamawa plateau of Cameroon”. *Livestock Research for Rural Development*. 17(5):1-6, 2005.
- Enríquez, Q.F.J., “Evaluación agronómica de tres pastos bajo pastoreo en dos localidades del trópico mexicano”. INIFAP-CIR-Golfo-Centro. Informe Técnico. Convenio INIFAP-Semillas Papalotla S.A. de C.V. México, 2003.
- Espinoza, J., Guyot, J., Ronchail, J., Cochonneau, G., Filizola, N., Fraizy, P., Noriega, L., de Oliveira, E., Ordoñez, J. & Vauchel, P., “Contrasting regional discharge evolutions in the Amazon basin (1974-2004)”. *Journal of Hydrology*. 375:297-311, 2009.
- FAO., “Grassland Index. A searchable catalogue of grass and forage legumes”. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/GBASE/Default.htm>. [Consultado: Diciembre/2012], 2010.
- Fernández, J.L., Gómez, I. & Cordoví, E., “Efecto de la edad de rebrote en el rendimiento y contenido proteico del pasto *Brachiaria humidicola* cv CIAT-679 en un suelo vertisol”. *Revista de Producción Animal*. 24(1):1471, 2012.
- Figueredo, J.M., Abeledo, María Antonia & Vega, E., “Influencia de la anemia en la aparición de procesos diarreicos y neumónicos del ternero”. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 11(3):1695, 2010.
- Gaitán, S & Pabón, J.D., “Evaluación energética y proteica de los forrajes utilizados en un hato lechero del oriente antioqueño según el NRC 2001”. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Colombia. 55p, 2003.

- Gallo, J.E., Chamorro, D.R. & Vanegas, M.A. "Principales gramíneas en la zona del valle cálido del alto Magdalena. Gramíneas y leguminosas : Consideraciones agro zootécnicas para ganaderías del trópico bajo". Boletín de investigación, CORPOICA, Regional 6. Centro de Investigación "Nataima", El Espinal, Tolima, Colombia. p:115, 1998.
- Genni, O., Baruch, Z & Marin, D., "Respon s to drought of five *Brachiaria* species II. Water relations and leaf gas exchange". *Plant and Soil*. 258:249-260, 2004.
- Gerardo, J. & Oliva, O.. Evaluación zonal de pastos introducidos en Cuba. II. Condiciones de Secano, San Cristóbal. *Pastos y Forrajes*. 5(2):129-139,1979
- Giraldo, L.A., Gutiérrez, Lina A & Rúa, Claudia. "Comparación de dos técnicas *in vitro* e *in situ* para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales". *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 20:269-279, 2007.
- Goering, H.K. & Van Soest, P.J., "Forage Fiber Analysis". Agriculture Handbook 379. United States Department of Agriculture, Washington, DC, 1970.
- Gómez, M.M., Velásquez, J.E., Miles, J.W. & Rayo, F.T., " Adaptación de *Brachiaria* en el Piedemonte amazónico colombiano". *Pasturas Tropicales*. 22(1):19-25, 2000.
- González, I., Betancourt, María., Fuenmayor, A & Lugo, María., "Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto Elefante (*Pennisetum* sp.) en el Noroccidente de Venezuela". *Zootecnia Tropical*. 29(1):103-112, 2011.
- Guenni, O., Marin, D. & Baruch, Z., "Responses to drought of five. *Brachiarispecies*. I. Biomass production, leaf growth, root distribution, water use and forage quality". *Plant and Soil*. 243:229-241, 2002.
- Guerra, Caridad. W., Cabrera, A & Fernández, Lucía., "Criterios para la selección de modelos estadísticos en la investigación científica". *Revista Cubana de Ciencias agrícolas*, 37(1):3-10, 2003.
- Gutiérrez, A., Paretas, N., Suárez, J.D., Cordoví, E., Pazos, R. & Alfonso, H.A., "Género *Brachiaria*: Nueva alternativa para la ganadería cubana". Instituto de

- Investigaciones de Pastos y Forrajes. Documento de Campo. La Habana, Cuba. 64p, 1990.
- Hansen, J & Perry B., "The epidemiology, diagnosis and control of helminthes parasites of ruminants". Nairobi; International Laboratory for Researchon Animal Diseases. 171p, 1994.
- Henao, F.J., " Fotosensibilización en bovinos Asociada al consumo de *B decumbens*". En: Colombia. *Revista de Veterinaria y Zootecnia de Caldas*,ISSN:0120-4114. (ed):Centro Editorial De La Universidad De Caldas., 3(2):83-87, 1985.
- Hernández, Neice & Hernández, D.," *Brachiaria decumbens*". *Pastos y Forrajes*, 3(2):191-211, 1980.
- Hess, H.D & Lascano, C.E., "Comportamiento del consumo del forraje por novilla en pastoreo en gramínea solo y asociada con una leguminosa". *Pasturas Tropicales*. 19(2):12-20, 1994.
- Holnam, F., Rivas, L., Argel, P.J & Pérez, E., "Impacto de la adopción de pastos Brachiaria: Centroamérica y México". 2005. Disponible en: <http://www.ilri.cgiar.org/html/Adopci%C3%B3ndepastos%20BrachiariaenCA.%20Mex-final.pdf>. [Consultado: Marzo/2013],
- Homen, M., I. Entrena & L. Arriojas., "Biomasa y valor nutritivo de tres gramíneas forrajeras en diferentes periodos del año en la zona de bosque húmedo tropical, Barlovento, estado Miranda". *Zootecnia Tropical*. 28 (1): 115-127, 2010.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. "Estadísticas del medio ambiente México 1999". Aguascalientes, México, 2000.
- Jiménez, O.M.M., Granados, L., Oliva, J., Quiroz, J & Barrón, M. "Calidad nutritiva de *Brachiaria humidicola* con fertilización orgánica e inorgánica en suelos ácidos". *Archivos de Zootecnia*. 59(228): 561-570, 2010.
- Johnson, C.R., Reiling, B.A., Mislevy, P & Hall, M.B., "Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses". *Journal of Animal Scienc*. 79(9):2439-2448, 2001.

- Jones, T.C., Hunt, R. D & King, N. W., "Mineral deposits pigments". En *Veterinarie Pathology*. Pp.74-77. Ed. Williams and Wilkins. Baltimore (EE.UU), 1997.
- Juárez, J & Bolaños, E.D., "Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales". *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*, 23(1):81-90, 2007.
- Juárez, J., Bolaños, E.D., Vargas, V.L.M & Medina, P.S., "Contenido de proteína por unidad de materia seca acumulada en diferentes especies de pastos tropicales". En: *Barradas LH, Esqueda EV, Tosquy VOH y Rueda M.B.* (eds). *Avances en la Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal y Acuícola en el Trópico Mexicano*. INIFAP/UV/CP/UACH/ITUG/ITBR/UNAM. Veracruz, México. pp: 299-320, 2006.
- Keftasa, D., "Effects of development stages at harvest nitrogen application and moisture availability on the yield and nutritional value of Rhodes (*Chlorisgayana*) and lucre (*Medicagosativa*)". *Pasture Science Swedish*. Univ. of Agric. Sci. S.L. U./Repro. Uppsala, 1990.
- La O, O., Chongo, Berta., Valenciaga, Daikys., Elías, A., Ruiz, T., Torres, Verena & Scull, Idania., " Degradabilidad ruminal de nutrientes y digestibilidad intestinal *in vitro* de nitrógeno indegradable de *Leucaenaleucocephala* cv. CIAT-7929". [cd-rom]. *Memorias: IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería"*. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p: 122, 2000.
- La O, O., Delgado, Denia., Chongo, Bertha & Castellanos, Elba L. "Degradabilidad ruminal de materia seca y nitrógeno total en vacas, en un sistema de pastoreo de gramíneas y leguminosas". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 40(1):65-70, 2006.
- La O, O., González, H., Orozco, A., Castillo, Y., Ruiz, O., Estrada, A., Ríos, F., Gutiérrez, E., Bernal, H., Valenciaga, Dayki., Castro, Beatriz I & Hernández, Yasmila., "Composición química, degradabilidad ruminal *in situ* y digestibilidad *in vitro* de ecotipos de *Tithonia diversifolia* de interés para la alimentación de rumiantes" .*Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 46(1):7-19, 2012.

- Lara, Cecilia., Oviedo, L.E. & Betancur, C.A., "Efecto de la época de corte sobre la composición química y degradabilidad ruminal del pasto *Dichanthium aristatum* (Angleton)". *Zootecnia Tropical*. 28(2):275-281, 2010.
- Lascano, C.E., Ruiz, A & Adolfo, G., "Programa piloto de desarrollo de sistemas de producción de doble propósito en el piedemonte caqueteno". Proyecto Nestlé: Informe final (66957). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 28p, 1999.
- Leichtle, C.J., " Degradabilidad ruminal de henos de pradera de la zona sur de Chile". Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía. Valdivia, Chile. 119p, 2005.
- Leng, R., Preston, T., Sansoucy, R. & Kunju, G., "Multinutrient blocks as a strategic supplement for ruminants". *World Animal Review*. 62(2):11-19, 1991.
- Machado, R & Seguí, Esperanza., "Introducción, mejoramiento y selección de variedades comerciales de pastos y forrajes". *Pastos y Forrajes*. 20(1):1-17, 1997.
- Machado, R., Seguí, Esperanza., Olivera, Yuseika., Toral, Odalys & Wencomo, Hilda B., "Fundamentación teórica y resultados del programa de introducción. En: Recursos Forrajeros Herbáceos y Arbóreos". *Milagros Milera* (Editora). Capítulo I. Editorial Universitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. ISBN: 959-16-0209-x. 459p, 2006
- Marengo, J., Nobre, C.,Tomasella, J., Oyama, M., de Oliveira, G., de Oliveira, R., Camargo, H. & Alves, L.2009. The drought in Amazonia in 2005. *Journal of Climate*. 21:495-516, 2009.
- Marrero Faz, Eva., Alfonso González, H.A., Tablada Pérez, Rebeca., Sánchez Oerera, Luz María., Palenzuela Páez, Iris & Bulnes Goicochea, C.A., "Plantas Tóxicas en el Trópico". Editorial Capitán San Luis. La Habana, Cuba. ISBN: 978-959-211-363-3.p:75-81, 2010.

- Martínez, D., Hernández, A., Enríquez, J.F., Pérez, J., González, S.S. & Herrera, J.G. "Producción de forraje y componentes del rendimiento del pasto *Brachiaria humidicola* CIAT-6133 con diferente manejo de la defoliación". *Revista Mexicana de ciencias Pecuarias*. 46(4):427-438, 2008.
- Martínez, J., Milera, Milagros., Remy, V., Yepes, I & Hernández, J., "Método ágil para estimar la disponibilidad del pasto en una Vaquería comercial". *Pastos y Forrajes*. 13(1):101-110, 1990.
- Mateus, H., "Establecimiento, renovación de pasturas y especies, para clima cálido". Estación Experimental El Nus. ICA. San Roque, Antioquia, Colombia. p:9-34, 2000.
- Mcdonald, I., "A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen". *Journal of Agricultural Science Cambridge*. 96:251-252, 1981
- Mehrez, A. Z & Ørskov, E. R., "A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen". *Journal of Agricultural Science*. 88:645, 1977.
- Meléndez, N.F., "Evaluación agronómica de tres pastos bajo pastoreo en dos localidades del trópico mejicano". INFAP-CIR. Golfo-Centro. Informe Técnico, 2003.
- Menke, K.H & Steingass, H., "Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid". *Animal Research Development*. 28:7-55, 1988.
- Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D. & Schneider, W., "The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*". *Journal Agricultural Science*. 93:217-222, 1979.
- Mesa, A.R., Hernández, Marta., Reyes, F. & Ávila, Vivian., "Rendimiento de materia seca, composición química y niveles críticos de N, P y K en *Brachiaria*". *Pastos y Forrajes*. 12(2):155-161, 1989.

- Milera, Milagros., “Efecto de un manejo rotacional racional sobre el comportamiento del pastizal”. Tesis presentada en opción al Título de Master en Ciencia. EEPF “Indio Hatuey”. Universidad de Matanzas. Matanzas, Cuba. 80p, 1995.
- Miles, J.W., “Mejoramiento Genético en *Brachiaria*, Objetivos estratégicos, logros y proyecciones”. *Pasturas Tropicales*. 28(1):26-30, 2006.
- Miles, J.W., Mass, B.L.; Do Valle, C.B. & Kumble, V., “*Brachiaria*: Biología, Agronomía y Mejoramiento”. Cali, Colombia; Centro Internacional de Agricultura Tropical; Campo Grande, Brasil: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. Ilus. (Publicación CIAT; No. 295). ISBN: 958-9439-95-0. 312p, 1998.
- Morrison, D., “Multivariate statistical methods”. McGraw-Hill Book Company. New York, USA. 150p, 1967.
- Moura, L.O., Braga, C.M., Bastos de Veiga, J. & Amador da Costa, N., “Avaliação de pastagem de quicuío-da-amazônia (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickhardt) en sistema de pastejo rotacionado intensivo, em Belén, Pará”. *Pasturas Tropicales*. 24(2):30-39, 2002.
- Muñoz, K., “La Amazonia Ecuatoriana, También tiene sus Pastos Mejorados, *Brachiaria humidicola*”. *Pastos Tropicales*, Cali, Colombia, p: 23, 1995.
- National Research Council – NRC. “Nutrient requirements of dairy cattle”. National Academy Press, Washington D.C. 157p, 1989.
- National Research Council – NRC. “Nutrient Requirements of Domestic Animals: Beef Cattle”. National Academy Press, Washington, D.C, 1984.
- Navarro, C.A., Díaz, J.C., Roa, M.L & Cuellar, E., “Comparación de la técnica de digestibilidad in vitro con la in situ de diez forrajes en bovinos rumino-fistulados en el piedemonte llanero del Meta”. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*. 2(2): 2-23, 2011.

- Navarro, D.L., Vázquez, D. & Torres, A., "Efecto de la dosis de nitrógeno y la edad en el rendimiento, tasa de acumulación de materia seca y en el valor nutricional del pasto *Brachiaria humidicola*". *Zootecnia Tropical*. 1:65-86, 1992.
- Olivera, Yuseika., "Evaluación y selección inicial de accesiones de *Brachiaria spp.* para suelos ácidos". Tesis presentada en opción al Título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Matanzas, Cuba. 63p, 2004.
- Olivera, Yuseika & Machado, R., "Selección de accesiones de *Brachiaria spp.* en suelos de mal drenaje y mediana fertilidad". *Pastos y Forrajes*. 27(1):13-20, 2004.
- Olivera, Yuseika., Machado, R & del Pozo, P.P., "Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género *Brachiaria*". *Pastos y Forrajes*. 29(1):5-23, No. 1-23, 2006.
- Orozco, A.J., Angulo, L.M., Pérez, A.P & Liodoro, J.H., "Aspectos fisiológicos y bromatológicos de *Brachiaria humidicola*". *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 7(1):87-9, 2012.
- Ørskov, E. R., "Forage Evaluation in ruminant nutrition". CABI Publishing, Wallingford, UK. Pp: 175-188, 2000.
- Ørskov, E.R & Mc Donald, I., "The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage". *Journal Agricultural Science Cambridge*. 92:499-503, 1979.
- Ørskov, E.R., Hovell, F.D & Mould, F.L., "The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs". *Tropical Animal Production*. 5:195-213, 1980.
- Ørskov, E.R., Reid, G.W & Kay, M.R., "Prediction of intake of cattle from degradation characteristics of roughages". *Animal Production*. 46:29-34, 1988.
- Pastrana, I., Reza, S., Espinosa, M., Suárez, E & Díaz, E., "Efecto de la fertilización nitrogenada en la dinámica del óxido nitroso y metano en *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickhardt". *Revista CORPOICA-Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 12(2):134-142, 2011.

- Pedraza, R.M., "Valoración nutritiva del follaje de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. y su efecto en el ambiente ruminal". Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal-Universidad Agraria de La Habana. La Habana, Cuba. 126p, 2000.
- Pérez, A., Matías, C., González, Yolanda & Alonso, O., "Tecnologías para la producción de semillas de gramíneas y leguminosas tropicales". *Pastos y Forrajes*. 20(1):21-40, 1997.
- Pérez, J.A., García, E., Enríquez, J.F., Quero, A.R., Pérez, J & Hernández, A., "Crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto "mulato" (*Brachiaria híbrido*, cv.)". *Revista Técnica Pecuaria Mexicana*. 42:447-458, 2004.
- Philippeau, G., "Comment interpreter les resultats d' un analyse in composants principales". Service des Etudes Statistiques ITCF. Lusignan, France. 36p, 1986.
- Poveda, G., Mesa, O.J. & Waylen, P., "Non linearforecasting of river flows in Colombia based upon ENSO and its associated economic value for hydropower generation". En: *Díaz, H, & B Morehouse (eds.), Climate and Water: Transboundary Challenges in the Americas*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p:351-371, 2003.
- Quinquin, J., Rosiello, R., Rodríguez de Abreu, J.B & Rodríguez Alves, B.J., "Adubação nitrogenada e potássica em pastagem de *Brachiaria humidicola* em Planossolo da Baixada Fluminense". *Pasturas Tropicales*, 28(3):27-34,2006.
- Radostitis, O.M., Gay, C.C., Blood, D.C., Hinchcliff, K.W., "Medicina Veterinária" : Vol I y II 9^o Ed. Mc Graw Hill, 2002.
- Ramírez, J.L., Herrera, R.S., Leonard, I., Verdecia, D & Álvarez, Y., "Rendimiento y calidad de la *Brachiaria decumbens* en suelo fluvisol del Valle del Cauto, Cuba". *REDVET Revista. Electrónica de Veterinaria*. 13(4):1-11, 2012.
- Ramírez, J.L., Leonard, I., López, Y., Álvarez, Y & López, B., "Efecto de la edad de rebrote en el valor nutritivo de dos especies de pastos tropicales"., 2004.

Disponible en: <http://www.visionveterinaria.com/art189.htm> [Consultado: Octubre/2012],

Ramírez, J.L., Vega Espinosa, M., Acosta, I.L. & Verdecia Acosta, D., “Caracterización nutritiva de las especies *Brachiaria decumbens* híbrido en un suelo fluvisol de Cuba”. *Livestock Research for Rural Development*. 21, 2009. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd21/2/rami21023.htm> . [Consultado: Octubre/2012].

Rao, M.I., Kerridge, P.C. & Macedo, M.C., “Requerimientos nutricionales y adaptación a los suelos ácidos de especies de *Brachiaria*. En: *Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento*”. Miles, J.W.; Maass, B.L. & do Valle, C.B.(ed). Centro de Agricultura Tropical (CIAT) y Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa), Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. p:58-78, 1998.

Ray, J.V., “Sistema de pastoreo racional en suelo vertisol”. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencia. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba. 170p, 2000.

Reyes, A., Bolaños, E.D., Hernández, D., Aranda, E.M & Izquierdo, F., “Producción de materia seca y concentración de proteína en 21 genotipos del pasto humidícola *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick”. *Universidad y Ciencia*. 25(3):213-224, 2009.

Rincón, A., “Efecto de alturas de corte sobre la producción de forraje de *Brachiaria Sp.* En el piedemonte llanero de Colombia”. *Revista CORPOICA-Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 12(2):107-112, 2011.

Rincón, A., “Factores de degradación y tecnología de recuperación de praderas en los llanos orientales de Colombia”. Boletín Técnico no. 49.Villavicencio: CORPOICA, Gobernación del Meta, Colombia. 56p, 2006.

Rivas. L. & Holmann, F., “Impacto económico potencial de la adopción de cultivares de *Brachiaria* resistente a cercospidos”. *Pasturas Tropicales*, 26(3):39-56, 2004.

Roa, M.L & Céspedes, D.A., “Digestibilidad de forrajes arbóreos en bovinos utilizando jaulas metabólicas”. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*. 2(2):25-36, 2011.

- Rodríguez, H. 1968. The in vivo bag technique in digestibility studies. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 2: 77-81
- Rosero Noguera, R & Posada Ochoa, Sandra L., "Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes". *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 20(2):174-182, 2007.
- Roys, Dilia Milena & Rojas, Erica Elena., "Evaluación de la ganancia de peso en bovinos en la fase de levante bajo pastoreo en cuatro praderas con diferentes ecotipos de *Brachiaria humidicola* en el Piedemonte Caqueteño". Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Zootecnista. Universidad de la Amazonia. Colombia. 42 p, 1999.
- Salcedo, G., "Degradabilidad ruminal de la hierba en praderas aprovechadas bajo pastoreo rotacional en la zona costera de Cantabria". *Investigaciones Agrícolas: Producción y Sanidad. Animal*. 15:126-135, 2000.
- Sánchez, Saray. "Acumulación y descomposición de la hojarasca en un pastizal de *Panicum maximum* Jacq. y en un sistema silvopastoril de *P. maximum* y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. " Tesis presentada en opción al Grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba. 120 p. 2007
- Sánchez, Tania., "Evaluación productiva de una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham con vacas Mambí de Cuba en condiciones comerciales". Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad de Camagüey y Estación Experimental de Pastos y Forrajes «Indio Hatuey». Matanzas, Cuba. 147p, 2007.
- Sandoval, E., Morales, G., Jiménez, Delia., Pino, L.A & Márquez, O., "Efecto de tratamientos antiparasitario y antianémico sobre la ganancia de peso e indicadores hematoquímicos en ovejas tropicales infectadas en condiciones naturales". *Zootecnia Tropical*. 25 (4):285-290, 2007.
- Sandusky, Tatiana., "*Brachiaria*, Taxonomy of Cultivated and Native Species in Brazil". *Hocneea* (Brasil), p: 139-140, 1994.

SAS., "Statistical Analysis System". Statistical Analysis System Institute. Version 5.0. Cary, North Carolina. USA, 1993.

Seguí, Esperanza., Machado, Hilda., Machado, R., Olivera, Yuseika., Martín, G & Pedroso, J., "Informe final del Proyecto: Mejoramiento genético en gramíneas y leguminosas herbáceas para suelos ácidos y/o de baja y mediana fertilidad para ser explotados con bajos insumos". Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (Mimeo), 2000.

Sinclair, T. R., Mislevy, P & Ray, J .D., "Short photoperiod inhibits winter growth of subtropical grasses". *Planta*. 213(3):488-491, 2001.

Slanac, A.L., Balbuena, O., Rochinotti, D., Navamuel, J.M., Dayer, D.O., "Degradación ruminal de la materia seca de dos especies del pastizal natural del nordeste argentino (Informe Preliminar). Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Universidad Nacional del Nordeste, 2006.

Sosa, R.E.E., Cabrera, T.E., Pérez, R.D & Ortega, R.L., "Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo". *Revista Técnica Pecuaria Mexicana*. 46(004):413-426, 2008.

Stür, W.W., Hopkinson, J.M & Chen, C.P., "Experiencia regional con *Brachiaria*: Asia, el Pacífico Sur y Australia". En: *Brachiaria*: biología, agronomía y mejoramiento. (Eds. Miles, J.W.; Maass, B.L. y do Valle, C.B.). Centro de Agricultura Tropical (CIAT) y Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa), Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, p-282, 1998.

Teixeira, N.J.F., Lourenço, J.J.B., Couto, W.S., Camargo, A.P & Moraes, M.P.S. "Proteína bruta e tores de minerais em *Brachiaria humidicola nallha* de majaró Pará. Brasil". *Pasturas Tropicales*. 21(3):49-53, 1999.

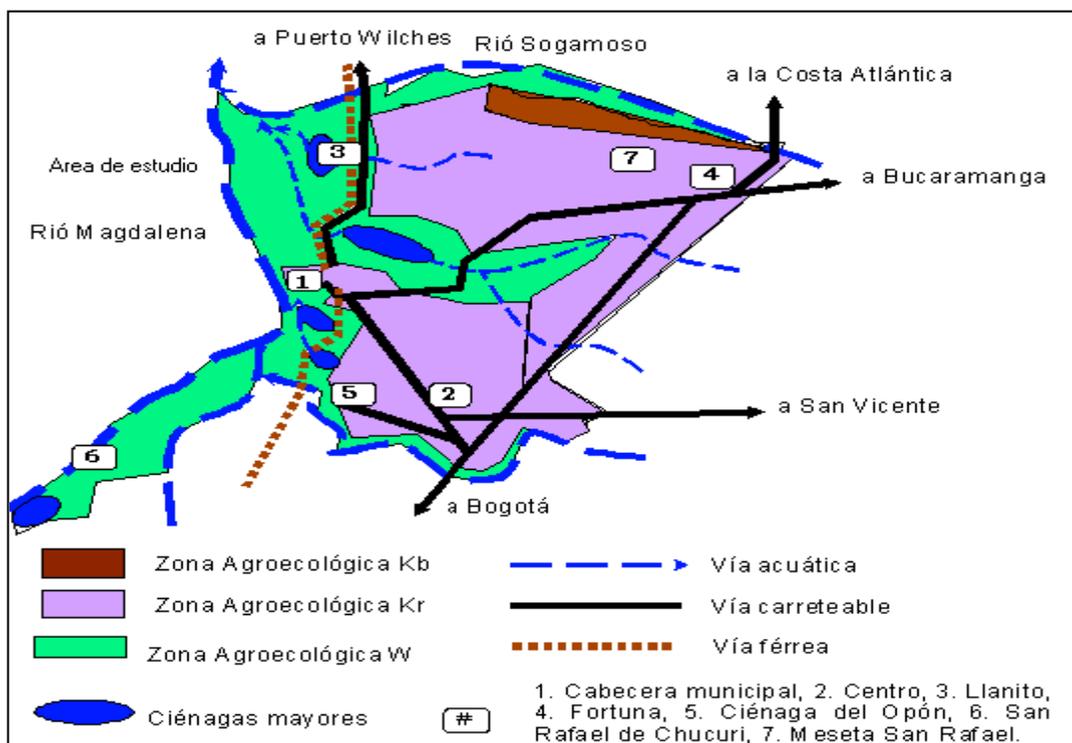
Tilan, J., "Estudio de adaptaciones de diferentes especies forrajeras en condiciones de suelo y clima de Cascajal". Trabajo de Diploma. Instituto Superior Agroindustrial "Camilo Cienfuegos". Facultad de Agronomía. Matanzas, Cuba. 64p, 1986.

- Tilley, J.M.A. & Terry, R.A., "A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops". *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 18:104, 1963.
- Toledo, J.M., "Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Pastos Tropicales". CIAT, Cali, Colombia. 168p, 1982
- Torres, Verena., Benítez, D., Lizazo, D.; Rodríguez, L., Herrera, M & Álvarez, A., "Metodología para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria". Informe técnico. Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas. La Habana, Cuba, 2006.
- Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA)., "Proyecto "Puesto en marcha del Censo Empresarial y diagnóstico rural para los corrimientos aledaños a Barrancabermeja". Colombia. 188p, 2004.
- Uribe F., Zuluaga A.F., Valencia L., Murgueitio E., Ochoa L., "Buenas prácticas ganaderas". Manual 3, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGÁN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 82 p, 2011.
- Valenciaga, Daiky., Chongo, Bertha & La O, O., "Caracterización del clon *Pennisetum* CUBA CT-115. Composición química y degradabilidad ruminal de la materia seca". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 35(4):.349-353, 2010.
- Van Soest, P.J & Robertson, J., "Analysis of forages and fibrous food. Cornell University". Laboratory manual Department of Science. Ithaca NY. 613p, 1985.
- Van Soest, P.J., "Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages". *Journal Animal Science*. 26:119, 1967.
- Van Soest, P.J., "Nutritional Ecology of the Ruminant", second ed. Cornell University Press, Ithaca, NY.USA. 476p, 1994.
- Van Soest, P.J., "Nutritional Ecology of the Ruminant". O & B Books, Inc. Corvallis, Oregon. USA, p:76-78, 1983.

- Van Soest, P.J., Mertens, D.R. & Deinum, B., "Preharvest factors influencing the voluntary feed intake of forages". *Journal Animal Science* 47: 712-721, 1978.
- Van Straalen, W.M & Tamminga, S., "Protein degradation in ruminant diets". In: *Wiseman, J.; Cole, D.J.A., (Eds.), Feed Evaluation*. Butterworth, London, p:55-72, 1990.
- Vega Espinosa, M., Ramírez de la Ribera, J., Acosta Leonard, I & Igarza, Adria. "Rendimiento, caracterización química y digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* en las actuales condiciones edafoclimáticas del Valle del Caucho". *Revista Electronica Veterinaria REDVET*. VII (2). 2006. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050506.html> . [Consultado: Noviembre/2012],
- Vergara López, J & Araujo Febles, O., "Producción, composición química y degradabilidad ruminal in situ de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweik en el bosque seco tropical". *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias-LUZ*. 16(3):239-248, 2006.
- Vieito, E., Cordoví, E., González, P.J., Funes, F., Fernández, J. L. & Fonseca, E., "Fertilización nitrogenada y momento de cosecha de semilla en *Brachiaria humidicola*, Staff". *Pastos y Forrajes*. 24(3):229-234, 2001.
- Visuata, B., "Análisis estadístico con SPSS para Windows". Vol. II. Estadística multivariante. (Ed. C. Fernández). McGraw Hill, Madrid, España, p-24, 1998.

ANEXO I.

ZONAS AGROECOLÓGICAS HOMOGÉNEAS DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA.



El municipio está formado, según Alonso y Carrobello (2002), por las siguientes zonas agroecológicas, donde:

Kb: corresponde a planicies aluviales del valle del Magdalena Medio y valles interandinos, predominantemente planas, con pendientes hasta el 3 %. Son suelos derivados de materiales sedimentarios, con baja evolución, bien drenados, medianamente profundos y de fertilidad moderada. Son áreas aptas para el cultivo

de palma africana, cacao, plátano, yuca y pastos mejorados para la ganadería intensiva.

W: se corresponde con las tierras de las planicies aluviales del Magdalena Medio, sujetas a inundaciones periódicas; de relieve plano, con pendientes de hasta el 3 %. Sus suelos están formados por materiales sedimentarios, con poca evolución. Se caracterizan por su reacción ligeramente ácida, alto contenido de fósforo (mayor de 160 g de P_2O_5 /ha), contenido medio de potasio (0,33 meq K/100g) y alto contenido de calcio (mayor de 7,0 meq Ca/100 g), textura franco-arenosa a franco-limosa. En periodos de sequía son aptos para ganadería, plátano y maíz.

Kr: esta zona tiene pendientes moderadas (hasta el 25 %), que se encuentran en el Magdalena Medio Santandereano, con relieve fuertemente ondulado. Sus suelos se originaron a partir de materiales sedimentarios; son bien drenados, superficiales, moderadamente profundos y de baja fertilidad. Estas tierras son bosques intervenidos y pastizales, aptas para ganadería semintensiva con pastos mejorados y algunos cultivos de subsistencia como maíz, frijol, yuca y cacao. En esta zona agroecológica se desarrollaron los experimentos correspondientes a esta tesis.

ANEXO II.

COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LAS ACCESIONES DE ACUERDO A LA EDAD DE REBROTE Y ÉPOCA DEL AÑO.

CIAT-16866

Época	Edad	MS	PB	FB
PLL	20	27,35	8,01 ^a	30,26 ^c
	30	28,00	7,18 ^{ab}	41,08 ^b
	40	29,14	6,76 ^b	41,65 ^b
	50	28,73	6,87 ^b	45,15 ^a
	Es±	0,11	0,31	0,92
Sig	*	*	*	
PPLL	20	28,31 ^b	7,59 ^a	31,54 ^b
	30	29,01 ^b	6,48 ^{ab}	32,25 ^b
	40	31,90 ^{ab}	5,96 ^b	34,19 ^{ab}
	50	33,22 ^a	5,14 ^b	35,72 ^a
	Es±	0,13	0,28	0,82
Sig.	**	*	*	

** P>0,01 * P>0,05

a, b, c y d Letras no comunes en las columnas difieren a P>0,05 (Duncan, 1955)

CIAT-16888

Época	Edad	MS	PB	FB
PLL	20	27,35	8,79 ^a	31,44 ^b
	30	29,28	7,21 ^{ab}	44,12 ^a
	40	29,22	7,00 ^{ab}	45,03 ^a
	50	29,77	6,40 ^b	46,87 ^a
	Es±	0,13	0,29	0,89
Sig	*	*	*	
PPLL	20	24,99 ^b	8,32 ^a	31,78 ^b
	30	31,56 ^a	7,02 ^{ab}	45,40 ^a
	40	32,65 ^a	6,55 ^b	45,80 ^a
	50	34,15 ^a	6,37 ^b	46,11 ^a
	Es±	0,15	0,27	0,85
Sig	*	*	*	

** P>0,01 * P>0,05

a y b Letras no comunes en las columnas difieren a P>0,05 (Duncan, 1955)

ANEXO II.

Continuación

CIAT-16886

Época	Edad	MS	PB	FB
PLL	20	25,36 ^b	7,99 ^a	31,42 ^b
	30	28,20 ^a	7,21 ^{ab}	31,95 ^b
	40	31,25 ^a	6,85 ^b	36,15 ^a
	50	30,83 ^a	6,21 ^b	37,34 ^a
	Es±	0,13	0,23	0,80
Sig	*	*	*	
PPLL	20	27,67 ^b	7,80 ^a	32,50 ^b
	30	29,84 ^{ab}	6,78 ^{ab}	33,19 ^b
	40	29,18 ^{ab}	6,56 ^{ab}	38,38 ^a
	50	32,48 ^a	5,47 ^c	41,40 ^a
	Es±	0,11	0,21	0,78
Sig	*	*	*	

* P>0,05

a y b Letras no comunes en las columnas difieren a P>0,05 (Duncan, 1955)

CIAT-26159

Época	Edad	MS	PB	FB
PLL	20	25,89 ^b	7,28	29,00 ^b
	30	26,39 ^b	7,16	30,40 ^{ab}
	40	31,40 ^a	6,86	30,65 ^{ab}
	50	32,20 ^a	7,01	33,84 ^a
	Es±	0,12	0,19	0,82
Sig.	*	ns	*	
PPLL	20	31,49	7,00	29,21 ^b
	30	31,63	6,96	30,45 ^{ab}
	40	32,35	6,88	33,50 ^a
	50	33,13	6,61	33,62 ^a
	Es±	0,15	0,15	0,75
Sig.	ns	ns	*	

a y b Letras no comunes en las columnas difieren a P>0,05 (Duncan 1955)

ANEXO II.

Continuación

CIAT-679

Época	Edad	MS	PB	FB
PLL	20	22,20 ^c	6,77 ^a	39,21 ^b
	30	25,83 ^b	6,18 ^b	41,25 ^{ab}
	40	25,52 ^b	5,42 ^c	42,95 ^a
	50	27,54 ^a	5,22 ^c	44,15 ^a
	Es±	0,13	0,12	0,79
Sig.		*	**	*
PPLL	20	31,25 ^c	6,52 ^a	30,21 ^c
	30	30,16 ^d	6,12 ^a	41,92 ^{ab}
	40	36,30 ^b	5,26 ^b	44,17 ^a
	50	38,05 ^a	5,10 ^b	45,56 ^a
	Es±	0,10	0,15	0,81
Sig.		**	*	**

** P>0,01 * P>0,05

a, b y c Letras no comunes en las columnas difieren a P>0,05 (Duncan 1955)

ANEXO III.

VALORES MEDIOS DE LA DEGRADABILIDAD DE LA MATERIA SECA A LAS 48 HORAS, DEGRADABILIDAD POTENCIAL Y DEGRADABILIDAD EFECTIVA DE ACCESIONES DE *Brachiaria humidicola* DE ACUERDO A LA EDAD Y ÉPOCA DEL AÑO.

Accesiones	CIAT-16866			CIAT-16888		
	PERIODO LLUVIOSO					
Edad (Días)	DMS 48h (%)	DP (%)	DE (%)	DMS 48h (%)	DP (%)	DE (%)
20	67,55	85,05	57,02	69,42	87,53	59,27
30	61,55	82,50	54,62	67,55	83,88	59,42
40	61,35	77,48	55,90	67,55	83,78	55,87
50	63,25	76,73	52,45	63,25	82,93	53,75
PERIODO POCO LLUVIOSO						
20	62,22	82,98	54,62	64,77	77,90	54,90
30	58,13	72,70	50,02	61,25	78,32	53,62
40	58,45	68,00	51,15	61,25	77,37	53,67
50	56,68	71,45	49,00	56,28	73,90	50,92

ANEXO III.

Continuación

Accesiones		CIAT-16886			CIAT-26159		
PERIODO LLUVIOSO							
Edad (Días)	DMS 48h (%)	DP (%)	DE (%)	DMS 48h (%)	DP (%)	DE (%)	
20	70,57	88,00	58,4	69,12	86,6	63,97	
30	66,33	83,15	57,65	65,75	84,52	56,50	
40	67,15	82,98	56,30	65,28	84,88	55,50	
50	64,05	76,27	55,72	60,90	78,57	54,77	
PERIODO POCO LLUVIOSO							
20	65,22	83,23	56,12	64,95	83,48	53,80	
30	62,93	78,85	54,55	60,08	77,15	53,75	
40	62,38	78,55	53,525	60,13	75,05	52,75	
50	63,85	71,9	51,45	61,93	76,225	50,05	
Accesiones		CIAT-679					
PERIODO LLUVIOSO							
Edad (Días)	DMS 48h (%)	DP (%)	DE (%)				
20	68,87	78,7	62,60				
30	66,58	78,35	55,25				
40	64,65	76,90	54,75				
50	64,38	77,42	55,32				
PERIODO POCO LLUVIOSO							
20	63,95	75,83	55,55				
30	60,45	74,82	51,40				
40	60,10	73,92	51,22				
50	59,88	72,07	47,75				

ANEXO IV.

PARÁMETROS ESTIMATIVOS Y DE VALIDACIÓN PARA LAS ECUACIONES DE LA MATERIA SECA DE ACCESIONES DE *Brachiaria humidicola* A DIFERENTES EDADES.

%MS (Lluvia)											
Accesión	C	ES±	E	ES±	E ²	ES±	Valor p (Modelo)	R ²	R ² (Ajust)	K-S (p)	B-P (p)
CIAT-16866	23,548	0,769	0,238	0,047	-0,003	0,001	0.01	0,846	0,827	0,978	0,89
CIAT-16888	22,604	0,923	0,313	0,057	-0,003	0,001	0.001	0,875	0,866	0,998	0,79
CIAT-16886	13,130	1,231	0,765	0,076	-0,008	0,001	0.001	0,965	0,961	0,977	0,53
CAT-26159	21,317	2,662	0,203	0,164	0,001	0,003	0.001	0,886	0,873	0,940	0,98
CIAT-679	15,340	1,993	0,439	0,123	-0,004	0,002	0.001	0,864	0,848	0,956	0,67
%MS (Seca)											
Accesión	C	ES±	E	ES±	E ²	ES±	Valor p (Modelo)	R ²	R ² (Ajust)	K-S (p)	B-P (p)
CIAT-16866	26,158	1,251	0,067	0,078	0,002	0,001	0.001	0,950	0,944	0,975	0,95
CIAT-16888	6,897	1,897	1,173	0,117	-0,013	0,002	0.001	0,962	0,958	0,971	0,77
CIAT-16886	28,060	2,162	-0,060	0,133	0,003	0,002	0.01	0,802	0,779	0,972	0,78
CAT-26159	31,946	0,518	-0,056	0,032	0,002	0,0001	0.001	0,924	0,916	0,596	0,64
CIAT-679	34,495	3,655	-0,222	0,225	0,007	0,003	0.001	0,844	0,825	0,914	0,68

PARÁMETROS ESTIMATIVOS Y DE VALIDACIÓN PARA LAS ECUACIONES DE LA PROTEINA BRUTA DE ACCESIONES DE *Brachiaria humidicola* A DIFERENTES EDADES.

% PB (Lluvia)											
Accesión	C	ES±	E	ES±	E ²	ES±	Valor p (Modelo)	R ²	R ² (Ajust)	K-S (p)	B-(p)P
CIAT-16866	11,134	0,120	-0,203	0,007	0,002	0,0001	0.001	0,992	0,991	0,776	0,70
CIAT-16888	12,622	0,559	-0,245	0,034	0,002	0,0001	0.001	0,948	0,942	0,971	0,61
CIAT-16886	9,439	0,244	-0,081	0,001	0,0001	0,0002	0.001	0,981	0,979	1,000	0,96
CAT-26159	8,211	0,225	-0,058	0,014	0,001	0,0001	0.01	0,753	0,724	1,000	0,59
CIAT-679	8,859	0,247	-0,122	0,015	0,001	0,0001	0.001	0,979	0,977	0,979	0,56
% PB (Seca)											
Accesión	C	ES±	E	ES±	E ²	ES±	Valor p (Modelo)	R ²	R ² (Ajust)	K-S (p)	B-P (p)
CIAT-16866	9,835	0,284	-0,129	0,018	0,001	0,0001	0.001	0,996	0,984	0,909	0,95
CIAT-16888	12,350	0,199	-0,259	0,012	0,003	0,0001	0.001	0,991	0,990	0,990	0,75
CIAT-16886	8,978	0,531	-0,059	0,033	0	0	0.001	0,947	0,941	0,940	0,95
CAT-26159	6,669	0,117	0,028	0,007	-0,001	0,0001	0.001	0,929	0,920	0,817	0,77
CIAT-679	8,206	0,373	-0,003	0,023	0,001	0,0001	0.001	0,949	0,943	0,988	0,87

PARÁMETROS ESTIMATIVOS Y DE VALIDACIÓN PARA LAS ECUACIONES DE LA FIBRA BRUTA DE ACCESIONES DE *Brachiaria humidicola* A DIFERENTES EDADES.

% Fibra Bruta (Lluvia)											
Accesión	C	ES±	E	ES±	E ²	ES±	Valor p (Modelo)	R ²	R ² (Ajust)	K-S (p)	B-P (p)
CIAT-16866	3,568	4,121	1,734	0,253	-0,018	0,004	0.001	0,930	0,921	0,849	0,52
CIAT-16888	-4,432	3,991	2,367	0,245	-0,027	0,003	0.001	0,945	0,938	0,867	0,77
CIAT-16886	20,347	3,138	0,104	0,131	0,002	0,002	0.001	0,912	0,902	0,941	0,92
CAT-26159	30,740	1,321	-0,167	0,081	0,004	0,001	0.001	0,929	0,920	0,966	0,57
CIAT-679	33,829	0,519	-0,310	0,032	-0,003	0,001	0.001	0,990	0,989	0,828	0,72
% Fibra Bruta (Seca)											
Accesión	C	ES±	E	ES±	E ²	ES±	Valor p (Modelo)	R ²	R ² (Ajust)	K-S (p)	B-P (p)
CIAT-16866	30,612	0,724	0,002	0,045	0,002	0,001	0.001	0,975	0,972	1,000	0,92
CIAT-16888	-9,516	4,139	2,763	0,254	-0,033	0,004	0.001	0,940	0,933	0,936	0,77
CIAT-16886	31,601	2,149	-0,088	0,132	0,006	0,002	0.001	0,956	0,951	0,988	0,80
CAT-26159	22,915	1,557	0,359	0,096	-0,003	0,001	0.001	0,916	0,906	0,952	0,75
CIAT-679	-4,834	2,746	2,290	0,168	-0,026	0,002	0.001	0,974	0,970	0,983	0,89

PARÁMETROS ESTIMATIVOS Y DE VALIDACIÓN PARA LAS ECUACIONES DE LA DEGRADABILIDAD DE LA MATERIA SECA A LAS 48 HORAS PARA ACCESIONES DE *B. humidicola* A DIFERENTES EDADES.

Degradabilidad de la MS a las 48 horas (Lluvia)											
Accesión	C	ES±	E	ES±	E ²	ES±	Valor p (Modelo)	R ²	R ² (Ajust)	K-S (p)	B-P (p)
CIAT -16866	84,735	4,412	-1,513	0,271	0,020	0,004	0.01	0,759	0,722	0,987	0,82
CIAT -16888	66,750	3,432	0,239	0,211	-0,006	0,003	0.01	0,800	0,770	0,938	0,62
CIAT -16886	76,750	4,786	-0,339	0,294	0,003	0,004	0.01	0,766	0,713	0,999	0,95
CIAT -26159	71,315	3,318	-0,076	0,204	-0,003	0,003	0.001	0,880	0,862	0,999	0,71
CIAT -679	77,086	3,052	-0,509	0,188	0,005	0,003	0.01	0,779	0,745	0,797	0,76
Degradabilidad de la MS a las 48 horas (Seca)											
Accesión	C	ES±	E	ES±	E ²	ES±	Valor p (Modelo)	R ²	R ² (Ajust)	K-S (p)	B-P (p)
CIAT -16866	70,960	3,340	-0,570	0,205	0,006	0,003	0.01	0,759	0,722	0,987	0,81
CIAT -16888	66,995	4,179	0,088	0,257	0,002	0,004	0.01	0,804	0,774	0,754	0,79
CIAT -16886	75,611	1,865	-0,707	0,115	0,009	0,002	0.01	0,772	0,737	0,719	0,86
CIAT -26159	83,284	3,624	-1,258	0,223	0,017	0,003	0.01	0,746	0,707	0,958	0,72
CIAT -679	74,501	2,78	0,699	0,171	0,008	0,002	0.01	0,776	0,742	0,666	0,93

)PARÁMETROS ESTIMATIVOS Y DE VALIDACIÓN PARA LAS ECUACIONES DE LA DEGRADABILIDAD POTENCIAL DE LA MATERIA SECA A LAS 48 HORAS PARA ACCESIONES DE *B. humidicola* A DIFERENTES EDADES.

Degradabilidad Potencial de la MS a las 48 horas (Lluvia)											
Accesión	C	ES±	E	ES±	E ²	ES±	Valor p (Modelo)	R ²	R ² (Ajust)	K-S (p)	B-P (p)
CIAT-16866	95,888	4,604	-0,615	0,283	0,005	0,004	0.001	0,846	0,822	0,710	0,66
CIAT-16888	97,251	3,479	-0,641	0,214	0,007	0,003	0.01	0,769	0,724	0,998	0,57
CIAT-16886	89,850	6,956	-0,300	0,428	0,005	0,0006	0.01	0,768	0,733	0,986	0,55
CAT-26159	80,290	7,387	0,502	0,454	-0,001	0,0006	0.01	0,770	0,741	0,587	0,61
CIAT-679	82,096	1,974	-0,206	0,121	0,002	0,002	0.01	0,757	0,721	0,656	0,78
Degradabilidad Potencial de la MS a las 48 horas (Seca)											
Accesión	C	ES±	E	ES±	E ²	ES±	Valor p (Modelo)	R ²	R ² (Ajust)	K-S (p)	B-P (p)
CIAT-16866	125,271	5,246	-2,795	0,322	0,034	0,005	0.001	0,921	0,907	0,910	0,86
CIAT-16888	70,683	3,297	0,553	0,203	-0,010	0,002	0.01	0,749	0,700	0,754	0,69
CIAT-16886	83,871	7,698	0,045	0,047	-0,006	0,007	0.01	0,746	0,717	0,719	0,87
CAT-26159	106,947	6,837	-1,551	0,42	0,019	0,006	0.01	0,797	0,751	0,958	0,63
CIAT-679	76,077	2,935	0,027	0,18	-0,002	0,003	0.01	0,790	0,742	0,666	0,94

ANEXO IV. (Continuación)

PARÁMETROS ESTIMATIVOS Y DE VALIDACIÓN PARA LAS ECUACIONES DE LA DEGRADABILIDAD EFECTIVA DE LA MATERIA SECA A LAS 48 HORAS PARA ACCESIONES DE *B. humidicola* A DIFERENTES EDADES.

Degradabilidad Efectiva de la MS a las 48 horas (Lluvia)											
Accesión	C	ES±	E	ES±	E ²	ES±	Valor p (Modelo)	R ²	R ² (Ajust)	K-S (p)	B-P (p)
CIAT-16866	56,740	4,440	0,059	0,273	-0,003	0,004	0.01	0,789	0,762	0,576	0,72
CIAT-16888	57,869	2,570	0,197	0,158	-0,006	0,002	0.001	0,892	0,871	0,993	0,86
CIAT-16886	60,781	1,539	-0,124	0,095	0,001	0,001	0.001	0,825	0,798	0,507	0,93
CIAT-26159	86,260	5,797	-1,477	0,356	0,017	0,005	0.01	0,798	0,767	0,801	0,88
CIAT-679	85,589	4,574	-1,610	0,261	0,020	0,004	0.001	0,831	0,805	0,899	0,60
Degradabilidad Efectiva de la MS a las 48 horas (Seca)											
Accesión	C	ES±	E	ES±	E ²	ES±	Valor p (Modelo)	R ²	R ² (Ajust)	K-S (p)	B-P (p)
CIAT-16866	63,450	3,916	-0,586	0,241	0,006	0,003	0.01	0,797	0,765	1,000	0,82
CIAT-16888	53,381	2,289	0,139	0,141	-0,004	0,002	0.01	0,786	0,753	0,744	0,89
CIAT-16886	57,805	0,712	-0,630	0,011	-0,001	0,0001	0.001	0,908	0,894	0,874	0,58
CAT-26159	48,612	2,100	0,414	0,129	-0,008	0,002	0.001	0,873	0,853	0,967	0,64
CIAT-679	61,689	3,354	-0,354	0,206	0,002	0,003	0.001	0,863	0,842	0,889	0,62

