

# Evaluación de la selectividad de especies arbóreas con potencial forrajero en bovinos en ecosistemas de bosque húmedo premontano

*Assessment of the selectivity of tree species with forage potential for cattle in wet premontane forest ecosystems*

**ANA MARÍA AYALA RUSSI**

Zootecnista, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia

anamayalar@hotmail.com

**JENNY CAROLINA RINCÓN CAMACHO**

Zootecnista, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia

jennycarolita@hotmail.com

**ALEXANDER NAVAS PANADERO**

MVZ, MSc. en Agroforestería Tropical, docente investigador, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia

anavas@unisalle.edu.co

**JAVIER GONZALES GUARÍN**

Médico veterinario, Universidad Nacional de Colombia

jrgguarin@hotmail.com

## RESUMEN

En Colombia, los factores climáticos generan estacionalidad en la producción de forraje, lo cual afecta el desempeño de los animales y la rentabilidad de los sistemas ganaderos. El objetivo de este trabajo fue evaluar la aceptabilidad de tres especies arbóreas con potencial forrajero en alimentación de bovinos en ecosistemas de bosque húmedo premontano. El estudio se realizó en la finca El Cardonal, ubicada en el municipio de Ubaque, Cundinamarca. Se tomó forraje de tres especies arbóreas (*Sambucus nigra*, *Dahlia imperialis* y *Acacia decurrens*), se suministraron 2 kg de material fresco de cada especie por animal y se colocó el forraje en comederos separados para que el animal (4 novillas raza Holstein) tuviera la oportunidad de seleccionar. El estudio duró 15 días (5 de acostumbramiento y 10 de mediciones). A cada animal se le suministraron de manera individual los forrajes durante 30 min y se evaluó el consumo voluntario, el tiempo de consumo y el número de visitas por especie. Se tomó una muestra de forraje (500 g) de

RECIBIDO: 18 DE FEBRERO DEL 2013. APROBADO: 23 DE JUNIO DEL 2013

— Cómo citar este artículo: Ayala Russi, A. M., Rincón Camacho, J. C., Navas Panadero, A. y Gonzales Guarín, J. (2015). Evaluación de la selectividad de especies arbóreas con potencial forrajero en bovinos en ecosistemas de bosque húmedo premontano. *Revista Ciencia Animal*, (9), 41-55.

cada especie, para determinar proteína cruda (PC), fibra en detergente neutro y ácido (FDN y FDA) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). La calidad nutricional mostró que *D. imperialis* fue la especie con mayor contenido de PC (25,1 %); no obstante, el *S. nigra* obtuvo la mejor DIVMS (66,6%), mientras que la *A. decurrens* fue la especie con menor DIVMS (23,7%) y mayor porcentaje de FDN y FDA (44,5 y 25,4%). Las tres especies arbóreas evaluadas mostraron tener potencial para ser utilizadas en sistemas de alimentación de bovinos en ecosistemas de bosque húmedo premontano.

**Palabras clave:** consumo voluntario, palatabilidad, selectividad, calidad nutricional, *S. nigra*, *D. Imperialis*, *A. decurrens*.

## ABSTRACT

In Colombia, weather elements generate seasonality in forage production, which affects animal productivity and the profitability of livestock systems. This study aims to evaluate the acceptability of three tree species with forage potential for cattle feeding in wet premontane forest ecosystems. The study was conducted at the "El Cardonal" Ranch, located in the municipality of Ubaque, Cundinamarca. Forage samples from three tree species (*Sambucus nigra*, *Dahlia imperialis*, and *Acacia decurrens*) were collected; 2 kg of fresh material from each species were fed to four Holstein heifers, placed in separate feeders so the animals had the opportunity to select. The study lasted 15 days (5 days of habituation, and 10 days of measurements). Forages were individually served to each animal for 30 minutes, then voluntary intake, time consumption, and the number of visits per species were evaluated. Forage samples (500 g) from each species were collected to determine crude protein (CP), neutral and acid detergent fiber (NDF and ADF), and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD). The nutritional quality showed that *D. imperialis* was the species with higher CP content (25.1%); however, the *S. nigra* got the best IVDMD (66.6%), while *A. decurrens* was the species with the lowest IVDMD (23.7%) and the highest percentage of NDF and ADF (44.5 and 25.4%). All three tree species evaluated were found to have potential for cattle feeding in wet premontane forest ecosystems.

**Keywords:** Voluntary intake, palatability, selectivity, nutritional quality, *S. nigra*, *D. imperialis*, *A. decurrens*.

## Introducción

En zonas tropicales como Colombia los factores climáticos no garantizan la producción de pasto durante todo el año. Además, algunos de los sistemas tradicionales se caracterizan por estar en áreas de producción no apropiadas y por realizar un inadecuado manejo de las pasturas que a través del tiempo han llevado a la compactación y a la erosión del suelo,

con lo cual disminuye la producción y la calidad de forraje para los animales. Esto se ve reflejado en una baja capacidad de carga y una disminución de leche y carne por hectárea (Federación Colombiana de Ganaderos [Fedegan], 2006). Debido a ello se incrementan los costos de alimentación y se reduce la eficiencia en la producción de los sistemas de producción bovina.

Se han llevado a cabo investigaciones para dilucidar las principales problemáticas asociadas a la producción de rumiantes en las fincas ganaderas. Estas investigaciones se han enfocado en el recurso pastizal y en aspectos de la comercialización (Osechas *et al.*, 2006). El rediseño de sistemas de producción bovina, tomando como base las condiciones medioambientales, las características de suelo y las variaciones climáticas, es el nuevo reto de la ganadería colombiana.

Una alternativa para contrarrestar este problema es la implementación de arreglos silvopastoriles como los bancos forrajeros con arbóreas en altas densidades, este sistema hace aportes a la alimentación animal y, además, aumenta la fertilidad del suelo a través del ciclaje de nutrientes, lo que puede mejorar la rentabilidad de las fincas y reducir el efecto de las variables del agroecosistema que pueden limitar la producción animal (Navas, 2007).

La utilización de especies alternativas para la alimentación animal como *Sambucus nigra* L. y *Acacia decurrens willid* ha demostrado que estas especies son promisorias y ayudan a contrarrestar los impactos ambientales y la estacionalidad de la producción de forraje; sin embargo, los productores han observado que el ganado lechero también consume las hojas de las *Dahlia imperialis* que se encuentran en los alrededores de los

potreros, pero realmente se desconoce la calidad nutricional y el nivel de consumo en comparación con otras especies estudiadas, por lo que es de gran importancia conocer estos aspectos, los cuales brindarán un conocimiento más cercano sobre la posibilidad de implementar otras especies que sirvan de suplemento y que se adapten a las condiciones medioambientales, sustituyendo opciones como el concentrado que generan altos costos de producción.

Este trabajo tuvo como objetivo obtener información sobre nuevas alternativas de suplementación para ganado bovino lechero, analizando las especies *D. imperialis*, *S. nigra* L. y *A. decurrens*. Estas alternativas ayudan a un manejo eficiente del suelo y, al mismo tiempo, contribuyen a mejorar la nutrición del ganado, aumentando la cantidad y calidad del producto final y garantizando la rentabilidad del sistema (Ovando y Boettler, 2006).

## Metodología

El proyecto se desarrolló en la finca El Cardonal, ubicada en el municipio de Ubaque, Cundinamarca. La finca se encuentra a 2936 msnm, presenta una temperatura promedio de 10°C, humedad relativa promedio de 92% y precipitación media anual de 1251 mm. Según Holdridge, se clasifica como un bosque húmedo premontano (Instituto Geográfico Agustín Codazzi IIGACI, 2000).

Los suelos son profundos, con texturas gruesas a finas, fertilidad baja, un bajo nivel de infiltración del agua en las zonas bajas y planas y altos contenidos de materia orgánica. El relieve es fuertemente ondulado, con sectores quebrados y muy escarpados (Murillo, 2000).

### Definición del universo y muestra

Se utilizaron bancos forrajeros de *S. nigra* establecidos hace dos años, *D. imperialis* hace ocho meses y *A. decurrens* hace quince años. Los bancos de *S. nigra* y *D. imperialis* están sembrados a distancia de 1 × 1 m entre plantas, mientras que las plantas de *A. decurrens* están sembradas cada 3 m.

Para los muestreos se tomó forraje de arbustos al azar en las parcelas, el forraje de los arbustos tenía una edad de noventa días de rebrote para *S. nigra* y *D. imperialis*, mientras que el forraje de *A. decurrens* tenía una edad de 240 días. Cada mañana se cortó, picó y suministró en fresco en los comederos.

Del lote de novillas de vientre se tomaron cuatro animales homogéneos, con peso promedio de 220 kg, raza Holstein, hembras, vacías, de dos años de edad, las cuales fueron desparasitadas al inicio del experimento.

Los animales pastoreaban en potreros con una composición botánica de *P. dan-*

*destinum* (50%), *Lolium perenne* (30%), *Trifolium pratense* (10%) y *Trifolium repens* (10%). El pastoreo se realizó de las 11 a. m. a las 5 p. m., y posteriormente los animales fueron apartados en un corral con agua a voluntad hasta las nueve de la mañana del día siguiente (periodo de ayuno), momento en el cual se inició la oferta de los diferentes forrajes.

El experimento tuvo una duración de quince días y se realizó en dos fases, la primera (cinco días) correspondió a un periodo de acostumbramiento de los animales, en la segunda (diez días) se realizó la toma de datos.

### Tratamientos

Se evaluaron tres especies arbustivas forrajeras con potencial en alimentación animal para ecosistemas de bosque húmedo premontano (tabla 1).

Tabla 1. Especies arbustivas con potencial forrajero para ecosistemas de bosque húmedo premontano

Tratamiento	Cantidad ofrecida (kg) animal/día
<i>Sambucus nigra</i>	2
<i>Dahlia imperialis</i>	2
<i>Acacia decurrens willid</i>	2

Fuente: elaboración propia.

En el periodo de evaluación (diez días) se ofreció el material forrajero a cada animal (cuatro animales), durante treinta

minutos por animal. El material fue colocado en un comedero lineal dividido en tres secciones, en cada sección se colocó un material diferente, de manera que el animal tuviera acceso a todas las especies al mismo tiempo. Cada animal ingresó al corral de manera individual, lo que le permitió seleccionar el forraje sin ninguna limitación. Cada día los materiales fueron cambiados de posición en las secciones del comedero, de manera que los animales no relacionaran lugares del comedero con algún tipo de forraje en particular.

### **Diseño experimental y análisis estadístico**

Se estableció un ensayo con un diseño experimental de cuadrado latino. Se realizó análisis de varianza y prueba de comparaciones de medias por el método de Tukey para consumo. Los análisis se realizarán en el programa Infostat®.

### **Mediciones**

Se realizó un corte de uniformización de los arbustos de *D. imperialis* y *S. nigra*, a 80 cm de altura del suelo, mientras que los árboles de *A. decurrens* fueron podados con el fin de que todos los arbustos tuvieran la edad ideal al momento del suministro. Se midieron las siguientes variables: consumo voluntario de forraje verde, número de visitas al comedero y calidad nutricional.

### **CONSUMO VOLUNTARIO DE FORRAJE VERDE**

El consumo voluntario se evaluó mediante la diferencia entre el material ofrecido (2 kg por especie) y el rechazado. Cada día se colocó al tiempo en las secciones del comedero lineal, forraje de tres especies arbustivas (una especie en cada sección); se ingresó cada animal por un periodo de treinta minutos, tiempo en el cual el animal pudo seleccionar a voluntad el material forrajero. Una vez terminado el tiempo se recogieron los comederos y se pesó el material de rechazo, determinando por diferencia el consumo de cada especie por cada animal. La evaluación se realizó durante diez días y con cuatro animales.

### **NÚMERO DE VISITAS AL COMEDERO Y TIEMPO DE CONSUMO**

Se determinó el número de visitas que el animal hace al comedero de cada especie forrajera (tres), durante los treinta minutos de permanencia en el corral. De igual manera, se registró con un reloj el tiempo dedicado por el animal al consumo de material de cada especie forrajera. La evaluación se realizó durante diez días y con cuatro animales.

### **CALIDAD NUTRICIONAL**

La calidad nutricional de cada especie se determinó a partir de una muestra

de forraje (500 g), la cual fue tomada de varios arbustos establecidos en los bancos forrajeros. La edad del forraje fue de noventa días de rebrote (*S. nigra* y *D. imperialis*) y 240 días (*A. decurrens*), y correspondió con el material suministrado para la evaluación de consumo voluntario. La muestra fue llevada al laboratorio de la Universidad Nacional, en donde se determinó proteína cruda (PC), fibra en detergente neutro y ácido (FDN Y FDA) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS).

## Resultados y discusión

### Consumo voluntario de forraje verde

El consumo voluntario se muestra en la tabla 2. Se puede observar que *S. nigra* fue la especie de mayor consumo, seguida de *D. imperialis* y *A. decurrens*. No se presentaron diferencias estadísticas entre *D. imperialis* y las otras dos especies evaluadas; sin embargo, sí se presentaron diferencias estadísticas en el consumo de *S. nigra* y *A. decurrens*. Estas diferencias posiblemente se pueden explicar por la composición del alimento (Forbes y Provenza, 2000); el contenido de materia seca puede afectar la tasa de consumo (Jarrige *et al.*, 1995).

Van Soest (1994) señala que existe evidencia experimental que indica que las

Tabla 2. Consumo de forraje verde de tres especies arbustivas con potencial forrajero

Especie	n	Consumo g/animal/día
<i>Dahlia imperialis</i>	39	1406,6 <sup>ab</sup> ± 657,7
<i>Sambucus nigra</i>	40	1658,5 <sup>b</sup> ± 496,9
<i>Acacia decurrens</i>	40	1272,6 <sup>a</sup> ± 579,5
p =		0,0031

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ).

Fuente: elaboración propia.

altas concentraciones de taninos condensados presentes en algunas leguminosas tropicales pueden tener efectos negativos en la digestibilidad y el consumo de forraje; Díaz *et al.* (2009) encontraron que las ovejas prefirieron el consumo de *B. alicastrum* sobre *P. piscipula* ( $p < 0,05$ ), plantas con alta digestibilidad y bajo contenido de taninos, lo que puede posiblemente explicar el menor consumo de *A. decurrens*, la cual tenía una edad avanzada y baja digestibilidad, aunque no se evaluó el contenido de metabolitos secundarios.

Díaz *et al.* (2004) mencionan que el consumo de *S. nigra* por el ganado es muy rápido y lo prefieren entre diferentes ofertas, lo que podría relacionarse con la morfología y estructura de las plantas, que pueden influenciar el consumo de un alimento (Ortega y Provenza, 1993).

## Tiempo de consumo y número de visitas al comedero

En cuanto al tiempo dedicado al consumo, la tabla 3 muestra que *A. decurrens* fue la especie en la cual los animales invirtieron más tiempo en su consumo, seguida de *S. nigra* y *D. imperialis*; sin embargo, no existieron diferencias significativas entre los tiempos de consumo de las diferentes especies. Esto debido probablemente al hecho de que los animales tuvieron libre acceso al alimento por medio del comedero.

Tabla 3. **Tiempo de consumo de especies arbustivas con potencial forrajero**

Especie	n	Tiempo de consumo
<i>Dahlia imperialis</i>	39	5,37 <sup>a</sup> ± 2,52
<i>Sambucus nigra</i>	40	6,44 <sup>a</sup> ± 3,11
<i>Acacia decurrens</i>	40	6,54 <sup>a</sup> ± 3,50
p =		0,1345

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ).

Fuente: elaboración propia.

Trabajos con cabras concluyeron que la densidad del forraje y los contenidos de fibra digestible estaban directamente relacionados con la velocidad de ingestión (Díaz *et al.*, 2008). En este mismo sentido, en un estudio realizado por Díaz *et al.* (2009) en ovejas, donde se evaluaron diferentes forrajes, se obtuvo un tiempo de consumo similar para las diferentes especies; no obstante, las hojas de *B. alicastrum* eran más grandes y onduladas

(material menos denso) y las ovejas las obtenían una por una, cuando usualmente son capaces de obtener más de una hoja a la vez, lo que indica que la morfología de las plantas y su estructura pueden tener una influencia directa en la velocidad de consumo (Ortega y Provenza, 1993).

En cuanto al número de visitas con consumo, la tabla 4 muestra que *A. decurrens* fue la especie que mayor número de visitas con consumo obtuvo, seguida de *S. nigra* y *D. imperialis*; sin embargo, como se mencionó, *A. decurrens* fue la especie menos consumida y con mayor tiempo de consumo. Esto se puede relacionar con la estructura de las plantas y la edad avanzada del forraje. Arsenos y Kyriazakis (1999) observaron la existencia de una preferencia o rechazo continuo por el sabor creado por diferentes cantidades de un mismo nutriente, lo cual puede ser la base de cómo los rumiantes seleccio-

Tabla 4. **Número de visitas al comedero de tres especies arbustivas con potencial forrajero**

Especie	Número de visitas totales	Visitas con consumo (%)	Visitas sin consumo (%)
<i>Dahlia imperialis</i>	382	75,9	24,1
<i>Sambucus nigra</i>	362	86,5	13,5
<i>Acacia decurrens</i>	372	86	14

Fuente: elaboración propia

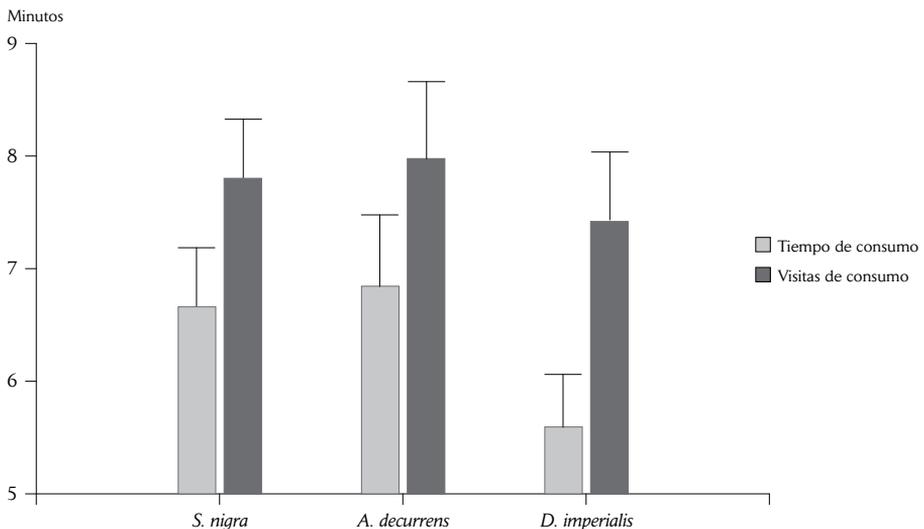
nan una dieta que cumpla con sus requerimientos nutricionales en determinado punto del tiempo. Sin embargo, la selección de la dieta no solo está dirigida hacia la composición del alimento ofrecido, sino también hacia los requerimientos del animal (Forbes y Provenza, 2000).

Igualmente, la preferencia o selección por una dieta podría explicarse por varias razones, entre estas la adaptación a la dieta o la estructura de la planta (Díaz *et al.*, 2009), lo que puede explicar el menor consumo al principio del experimento de *D. imperialis*, el cual fue aumentando en el transcurso de los días. Además, los rumiantes pueden preferir/seleccionar forraje que al ser ingerido sea fácil de triturar y, por lo tanto, sea asociado con

material potencialmente digestible (Sandoval *et al.*, 2005), lo que podría relacionarse con el alto consumo de *S. nigra*, que presentó la mayor DIVMS.

La figura 1 muestra la relación existente entre el tiempo de consumo y el número de visitas con consumo de las tres especies arbustivas con potencial forrajero. Se puede observar que tanto *S. nigra* como *A. decurrens* fueron especies que obtuvieron un alto tiempo de consumo relacionado con el número de visitas con consumo, mientras que *D. imperialis* mostró un menor tiempo de consumo relacionado con las visitas, esto probablemente debido a que los animales nunca habían tenido acceso a esta especie, lo que demostraría el hecho de que el acos-

Figura 1. **Relación tiempo de consumo y visitas con consumo de especies arbustivas con potencial forrajero**



Fuente: elaboración propia.

tumbramiento es un factor importante a la hora de evaluar la selección y consumo de un alimento.

El resumen de los resultados obtenidos en cuanto a consumo, tiempo de consumo y número de visitas por especie se muestra en la tabla 5. *S. nigra* fue la especie más consumida; sin embargo, *A. decurrens* fue la que tuvo mayor tiempo de consumo, lo que podría estar relacionado con la calidad nutricional de esta especie que a los ocho meses de edad presentó mayor porcentaje de fibras y menor DIVMS, comparada con las otras dos especies, lo que también se relaciona con su bajo consumo. Asimismo, la *D. imperialis* fue la especie que menor número de visitas con consumo obtuvo, debido probablemente a que esta especie no había sido consumida anteriormente.

Tabla 5. Consumo, tiempo de consumo y número de visitas de tres especies arbustivas con potencial forrajero

Especie	n	Consumo g/animal/día	Tiempo de consumo (min)	Visitas con consumo
<i>Dahlia imperialis</i>	39	1406,5 <sup>ab</sup> ± 657,6	5,37 <sup>a</sup> ± 2,52	290
<i>Sambucus nigra</i>	40	1658,5 <sup>b</sup> ± 496,8	6,44 <sup>a</sup> ± 3,11	313
<i>Acacia decurrens</i>	40	1272,6 <sup>a</sup> ± 579,4	6,54 <sup>a</sup> ± 3,50	320
p =		0,0031	0,1345	

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ).

Fuente: elaboración propia.

Lund *et al.* (2007) mencionan que los bovinos pueden seleccionar FDN digeribles de las no digeribles, lo que resulta en una mayor digestibilidad de la fibra. Esto puede estar directamente relacionado con el mayor consumo de *S. nigra* y *D. imperialis*, las cuales presentaron digestibilidades mayores al 60%.

### Calidad nutricional

Los resultados composicionales obtenidos de las especies *D. Imperialis* y *S. nigra* a los tres meses de rebrote, y de *A. decurrens* a los ocho meses de rebrote se muestran en la tabla 6. La especie que presentó mayor contenido de PC fue la *D. imperialis*, seguida de *S. nigra* y *A. decurrens*. Esta última fue la que presentó los valores más altos en cuanto a las FDN y FDA y la menor DIVMS, debido a que la edad de corte fue mucho mayor que en las otras dos especies.

Tabla 6. Calidad nutricional de tres especies arbustivas con potencial forrajero para trópico alto

Especie	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	DIVMS (%)
<i>Dahlia imperialis</i>	25,1	39,2	21,7	65,4
<i>Sambucus nigra</i>	23,6	33,1	21,1	66,6
<i>Acacia decurrens</i>	20,8	44,5	25,4	23,7

Fuente: elaboración propia.

Para la *D. imperialis* no hay estudios con los que podamos comparar los valores

obtenidos, pero en general su contenido nutricional permite resaltar el potencial forrajero.

### **Proteína cruda (PC)**

En general, las tres especies tuvieron un alto contenido de proteína, muy por encima de los requerimientos para una óptima función ruminal, que es superior al 8% (Van Soest, 1994). Como indican Solorio y Solorio (2001), el alto contenido de proteína cruda y su uso como suplemento para los rumiantes es una característica común de la mayoría de los árboles forrajeros tropicales. Sin embargo, el contenido de PC de *A. decurrens* se ve afectado directamente por los diferentes ecotipos de la especie y por la edad del forraje, donde a mayor edad disminuye el contenido de PC y su digestibilidad.

*S. nigra* presentó una proteína cruda de 23,6% a los tres meses de rebrote, muy similar a la obtenida por Apráez *et al.*, (2012), en la cual a los tres meses de rebrote se encontró una proteína de 21,1%, y también por Jaramillo (2011), quien encontró una proteína de 23,36% a los seis meses de corte. Igualmente, Chamorro *et al.* (2008) obtuvieron una proteína cruda de 23,8%, pero no se reporta la edad de corte del forraje evaluado. Los resultados obtenidos en este estudio difieren de los encontrados por Benavides (1994), quien obtuvo una proteína cruda de 17,9, 16,9 y 12,58% a los tres, cuatro

y seis meses de corte para el *S. canadensis*, esto probablemente debido a la especie y a las condiciones topográficas del estudio. Cárdenas (s. f.) reporta una proteína de 13% a los quince meses de corte, resultado inferior al reportado en este trabajo, debido a la edad de rebrote, la cual influye directamente en la calidad nutricional.

Para *A. decurrens* se encontró una proteína cruda de 20,8% a los ocho meses de rebrote, valor superior a lo reportado por Fernández *et al.* (2004) y por González y Viveros (2006), quienes encontraron resultados de 14,86 y 17,59%, respectivamente, debido probablemente a la edad avanzada del forraje. Este resultado también es superior al obtenido por Giraldo y Bolívar (1999), quienes evaluaron la calidad nutricional de *A. decurrens* en diferentes densidades de siembra y obtuvieron 14,7 y 16,3% de PC en baja y alta densidad, lo que podría demostrar que la densidad de siembra influye en la calidad nutricional de las plantas. Cárdenas (s. f.) muestra una proteína de 18% para *A. decurrens* a los nueve meses de corte; sin embargo, Apráez *et al.* (2012) muestran a los tres meses de rebrote y en estado de prefloración una proteína de 20,4% muy similar a la obtenida en este trabajo.

### **Fibra en detergente neutro y ácido (FDN y FDA)**

Un alto contenido de FDN y FDA se asocia con un menor consumo de alimento,

al ser estos componentes de lenta degradación en el rumen (Carvajal, 2010). El equilibrio entre el consumo de materia seca y el mantenimiento de las condiciones ruminales está relacionado estrechamente con los contenidos de FDN y FDA de los recursos alimenticios. Ambas fibras constituyen la porción menos digerible de los alimentos (Díaz *et al.*, 2004).

Álvarez (2000) afirma que árboles forrajeros con bajos contenidos de FDN (20-35%) presentan usualmente alta digestibilidad. Para *S. nigra* se obtuvo 33,1 y 21,1% de FDN y FDA, respectivamente. Estos resultados difieren de los obtenidos por Apráez *et al.* (2012), quienes obtuvieron 23,4% FDN y 15,8% FDA a la misma edad de corte. Además, Cárdenas (s. f.) menciona unos resultados de 22% FDN y 16% FDA a los quince meses de rebrote, resultados importantes a pesar de tener una avanzada edad de corte. Autores como Chamorro *et al.* (2008) y Cipav (2007) mencionan resultados de 19,44 y 36,97% de FDN y 17,28 y 28,73% de FDA. Estas variaciones pueden deberse a las edades de corte, las cuales no son mencionadas en el artículo de revisión. Los valores de FDN de *S. nigra* son bajos, comparados a los registrados para el kikuyo (58% en el estudio de Correa *et al.* [2008]). Los bajos niveles de FDN y FDA de esta especie no afectan el consumo de materia seca y se relacionan con la elevada digestibilidad en el rumen.

La FDA agrupa las fracciones de celulosa y lignina de las plantas, su proporción aumenta en aquellas de avanzado estado de maduración y alta relación de tallos a hojas, razón por la cual altas concentraciones de FDA se asocian con baja digestibilidad ruminal, pues al ser un constituyente de las paredes celulares la digestibilidad de la lignina es prácticamente nula (Apráez *et al.*, 2012). Esto puede explicar los resultados obtenidos para *A. decurrens*, la cual presentó mayor porcentaje de fibras y menor DIVMS que las otras dos especies.

Los valores encontrados de FDN y FDA de *A. decurrens* fueron de 44,5 y 25,4%, similares a los reportados por Fernández *et al.* (2004) y por Giraldo y Bolívar (1999), quienes obtuvieron 4,25 y 48,2% de FDN y 31,40 y 27% de FDA, respectivamente. Cabe resaltar que estos autores evaluaron los árboles en alta densidad (1110 árboles/ha) y cosecharon el forraje a los diecisiete meses edad. Cárdenas (s. f.) reporta unos resultados de 64% FDN y 28% FDA a los nueve meses de corte, lo cual difiere de los resultados obtenidos en este estudio. Esto demuestra en este caso que al aumentar la edad del forraje, aumenta su contenido de las fibras. Contrariamente, los resultados obtenidos por Apráez *et al.* (2012) a los tres meses de corte muestran una FDN de 36,6% y una FDA de 23,6%, valores menores a los obtenidos en este estudio para *A. decurrens*.

## Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS)

Se obtuvo una DIVMS de 66,6% para *S. nigra*, resultado similar al obtenido por Benavides (1994) a la misma edad de corte. Este autor menciona una DIVMS de 60,8%, sin embargo, difiere de lo reportado por Cárdenas (s. f.), 76% de DIVMS cuando el forraje tenía quince meses de rebrote, lo que contradice lo mencionado en la literatura, donde se afirma que a mayor edad del forraje se disminuye la digestibilidad.

Los bajos niveles de degradación de la materia seca de *A. decurrens* se relacionan con su contenido de fibra y proteína, pero sobre todo con un alto nivel de taninos, como lo mencionan Mueller y McAllan (1992), quienes a los ocho meses de rebrote encontraron 23,7% de DIVMS para *A. decurrens*, valor muy inferior al reportado por Fernández *et al.* (2004), por Giraldo y Bolívar (1999) y por Cárdenas (s. f.), quienes obtuvieron resultados del 43 al 50% de DIVMS. Esto se debe, probablemente, no solo a la edad de corte del forraje, sino también al manejo del cultivo.

## Conclusiones

El consumo de las tres especies fue alto, pero el estado de maduración de *A. decurrens* pudo afectar el tiempo y la cantidad de consumo de esta. De igual forma, las

tres especies mostraron ser opciones viables para la suplementación animal que al mismo tiempo disminuirían los costos de alimentación.

Los resultados de los análisis bromatológicos muestran a *S. nigra* y *D. imperialis* como alternativas nutricionales interesantes, debido a que presentaron un alto porcentaje de proteína con bajas cantidades de fibra, lo que beneficia la digestibilidad y el consumo voluntario. Asimismo, la prueba de cafeteria muestra que ambas especies son muy apetecidas por lo animales, lo que las convierte en especies con un elevado potencial forrajero.

El consumo de los forrajes se puede ver afectado por la digestibilidad y el contenido de fibras en la dieta, lo que se relaciona directamente con la edad del forraje, la cual es determinante sobre la calidad nutricional e influye directamente en la selectividad de este.

## Recomendaciones

Evaluar la calidad nutricional de las diferentes especies, a diferentes edades de corte, para determinar la edad óptima del forraje y garantizar su calidad.

Realizar estudios que permitan determinar el desarrollo y el crecimiento de las diferentes especies para así poder

determinar su potencial como bancos de proteína.

Llevar a cabo estudios sobre la presencia de metabolitos secundarios en las diferentes especies que puedan afectar su consumo.

## Referencias

- Álvarez, D. M. (2000). *Evaluación in vitro de leguminosas tropicales como fuente de proteína para rumiantes* (trabajo de grado para optar al título de zootecnista). Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Valle del Cauca.
- Apráez, J. E., Delgado, J. M. y Narváez, J. P. (2012). Composición nutricional, degradación *in vitro* y potencial de producción de gas, de herbáceas, arbóreas y arbustivas encontradas en el trópico alto de Nariño. *Livestock Research for Rural Development*, 24. Recuperado el 16 de julio del 2012, de <http://www.lrrd.org/lrrd24/3/apra24044.htm>.
- Arsenos, G. y Kyriazakis, I. (1999). The continuum between preferences and aversions for flavored foods in sheep conditioned by administration of casein doses. *Animal Science*, 68, 605-616.
- Benavides, J. E. (1994). *Árboles y arbustos forrajeros en América central*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Carvajal, T. J. (2010). *Digestibilidad In vitro prececal y cecal de plantas forrajeras tropicales para la nutrición en cerdos* (tesis de magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en producción animal tropical). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Postgrados, Palmira, Valle del Cauca.
- Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) (2007). *Informe Final de actividades Convenio IICA-MADR 089 de 2005. Proyecto: Montaje de modelos de ganadería sostenible basada en sistemas silvopastoriles en seis subregiones lecheras de Colombia*.
- Chamorro D. R., Blanco, G. y Rey, A. (2008). Evaluación nutricional del ensilaje de *Sambucus nigra*, *Acacia decurrens* y *Avena sativa*. En F. Espinosa, P. Argenti, N. Obispo y J. Gil (Eds.), *Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible*. Maracay, Venezuela: INIA, Universidad Rómulo Gallegos y AVPA.
- Correa, H., Pabón, M. y Carulla, J. (2008). Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia (Una revisión): I- Composición química y digestibilidad ruminal y posruminal. *Livestock Research for Rural Development*, 20. Recuperado el 15 de diciembre del 2011, de <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd20/4/corra20059.htm> 2008.
- Díaz, M. A., Torres, J. F., Sandoval, C. A., Hoste, H., Aguilar, A. J. y Capetillo, C. M. (2008). Is goats preference of forage trees affected by their tannin or fibre content when offered in cafeteria expe-

- riments? *Animal Feed Science and Technology*, 141 (1), 36-48.
- Díaz, M. A., Torres, J. F., Sandoval, C. A., Hoste, H., Aguilar, A. J. y Capetillo, C. M. (2009). Sheep preference for different tanniniferous tree fodders and its relationship with in vitro gas production and digestibility. *Animal Feed Science and Technology*, 151 (1), 75-85.
- Díaz, Z. C., Naranjo, J. F. y Murgueitio, E. R. (2004). *Flora amiga del ganado. El tito: puerta de entrada a los silvopastoriles en el trópico alto*. Recuperado el 4 de diciembre del 2011, de [http://portal.fedegan.org.co/pls/portal/docs/PAGE/FNG\\_PORTLETS/PUBLICACIONES/CARTAAFEDEGAN/EDICIONESANTERIORES/EDICION/GANADERIA%20Y%20AMBIENTE.PDF](http://portal.fedegan.org.co/pls/portal/docs/PAGE/FNG_PORTLETS/PUBLICACIONES/CARTAAFEDEGAN/EDICIONESANTERIORES/EDICION/GANADERIA%20Y%20AMBIENTE.PDF)
- Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan) (2006). *Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019*. Bogotá: Editorial Sanmartín Obregón & Cía.
- Fernández, J. D., Zapata, A. F. y Giraldo L. V. (2004). *Uso de la Acacia decurrens como suplemento alimenticio para vacas lecheras, en clima frío de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Animal, Conisilvo. Recuperado el 4 de diciembre del 2011, de [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/20061127121231\\_Uso%20acacia%20decurrens%20suplemento%20alimenticio%20vacas.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127121231_Uso%20acacia%20decurrens%20suplemento%20alimenticio%20vacas.pdf).
- Forbes, J. K. y Provenza, F. D. (2000). *Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction*. Pretoria, Sudáfrica: Department of Animal and Wildlife Science, University of Pretoria, South Africa.
- Giraldo, L. A. y Bolívar, D. M. (1999). *Evaluación de un sistema silvopastoril de Acacia decurrens asociada con pasto kikuyo Pennisetum clandestinum, en clima frío de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Animal, Conisilvo. Recuperado el 4 de diciembre del 2011, de [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/20061127115335\\_Sistema%20silvopastoril%20acacia%20decurrens%20y%20kikuyo.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127115335_Sistema%20silvopastoril%20acacia%20decurrens%20y%20kikuyo.pdf).
- González, J. R. y Viveros, D. C. (2006). *Suplementación con follaje de Acacia decurrens, Chusquea scandens y Solanum tuberosum en el municipio de Ubaque, Cundinamarca*. Recuperado el 4 de diciembre del 2011, de <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/nutricion/articulos/suplementacion-con-follaje-acacia-t1063/p0.htm>.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2000). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras, Departamento de Cundinamarca* (tomos I y II). Bogotá: IGAC.
- Jaramillo, A. (2011). *Evaluación del crecimiento de terneras Holstein con la suplementación de dos niveles de sauco (s. Nigra) en pastoreo con kikuyo (p. Clandestinum)*. Recuperado el 3 de diciembre del 2011, de <http://www.engormix.com/MA-gana>

- deria-leche/nutricion/articulos/terneras-holstein-t3591/141-p0.htm.
- Jarrige, R., Dulphy, J. P., Faverdin, P., Baumont, R. y Demarquilly, C. (1995). Activits d'ingestion et de rumination. En R. Jarrige, Y. Ruckebusch, C. Demarquilly, M. H. Farce y M. Journet (Eds.), *Nutrition des ruminants domestiques: ingestion et digestion*. (pp. 123-181). Editions Quae.
- Lund, P., Weisbjerg, M. R. y Hvelplund, T. (2007). Digestible NDF is selectively retained in the rumen of dairy cows compared to indigestible NDF. *Animal Feed Science and Technology*, 134 (1), 1-17.
- Mueller Harvey, I. y McAllan, A. B. (1992). Tannins and their biochemistry and nutritional properties. *Advances in Plant Cell Biochemistry and Biotechnology (Journal Seek)*, 1, 151-217.
- Murillo, C. G. (2000). *Esquema de ordenamiento para el municipio de Ubaque, Cundinamarca*. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Agrícola, Alcaldía Municipal de Ubaque. Recuperado el 17 de agosto del 2011, de [http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/sig\\_doc\\_2000%20ubaque%20Programas%20y%20proyectos.pdf](http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/sig_doc_2000%20ubaque%20Programas%20y%20proyectos.pdf).
- Navas, A. (2007). Sistemas silvopastoriles para el diseño de fincas ganaderas sostenibles. *Revista Acovez*, 37 (3), 16-20.
- Ortega, L. y Provenza, F. D. (1993). Experience with black brush affects ingestion of shrub live oak by goats. *Journal of Animal Science*, 71 (2), 380-383.
- Osechas, D., Becerra, L. y Torres, A. (2006). Interrelación de estrategias usadas en el manejo y aprovechamiento de pastizales en fincas del estado Trujillo. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*, 23 (3), 338-348.
- Ovando, L. M. y Boettler, R. (2006). La dahlia una belleza originaria de México. *Revista Digital Universitaria*, 7 (11), 2-11.
- Sandoval, C. A., Lizarraga, H. L. y Solorio-Sánchez, F. J. (2005). Assessment of tree fodder preference by cattle using chemical composition, *in vitro* gas production and *in situ* degradability. *Animal Feed Science and Technology*, 123-124, 277-289.
- Solorio, J. F. y Solorio, B. (2001). Integrating fodder trees into animal production systems in the tropics. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 1, 1-11.
- Van Soest, P. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant* (2ª ed.). Ithaca, NY, Estados Unidos: Cornell University Press.

