

Nota técnica

EFFECTO DE LA EDAD DE CORTE SOBRE LAS MEDIDAS MORFOMÉTRICAS, LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA Y EL FRACCIONAMIENTO DE LA PROTEÍNA DEL SAUCO (*Sambucus nigra*)

Carlos Arturo Cárdenas^{1/}*, Cristina Rocha^{*}, Román David Castañeda^{*}

Palabras clave: Forrajeras de trópico alto; rumiantes; sistema silvopastoril.

Keywords: High tropic forages plants; ruminants; silvopastoral systems.

Recibido: 10/03/16

Aceptado: 05/07/16

RESUMEN

Los sistemas silvopastoriles son una alternativa para mejorar las interacciones que se presentan en el sistema suelo-planta-animal, y para lograr que la ganadería sea una solución ecoamigable. Estudios sugieren que el sauco (*Sambucus nigra*) es una planta forrajera promisoría para los sistemas ganaderos de trópico de altura; sin embargo, se requiere profundizar en su investigación. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la edad de corte sobre algunas características morfométricas, la producción de materia seca, la composición bromatológica, los fenoles totales, los taninos condensados y el fraccionamiento de la proteína del sauco (*Sambucus* spp.). El estudio fue realizado en una zona de bosque muy húmedo montano (BmhM). El diseño experimental fue completamente al azar, con 4 edades de corte como tratamientos. Las medidas morfométricas fueron mayores a los 180 días con altura de 233 cm, diámetro de copa 168 cm, largo de retoño 93 cm y biomasa 5360 g.árbol⁻¹. La materia seca, la fibra detergente neutro y la fibra detergente ácido también aumentaron con la edad de corte. Los resultados del fraccionamiento de proteína mostraron que el sauco posee una proteína altamente digestible con 31% de nitrógeno no proteico y

ABSTRACT

Effect of on cutting age on morphometric measures, nutritional value and protein fractioning of sauco (*Sambucus nigra*). Silvopastoral systems are an alternative to improve the interactions taking place in the soil-plant-animal system, and to ensure that livestock production can be an ecofriendly solution. Studies suggest that sauco (*Sambucus nigra*) is a promising forage for livestock in high tropical systems; however, it requires further investigation. The objective of the study was to evaluate the effect of cutting age on some morphometric characteristics, dry matter yield, the nutritive value, total phenols, condensed tannins and protein fractioning of sauco (*Sambucus* spp.). The study was conducted in an area of very humid mountain forest. A completely randomized design was used with four cutting ages as treatments. Morphometric measurements were greater at 180 days with a height of 233 cm, tree top diameter of 168 cm, 93 cm long shoot and a biomass of 5360 g.tree⁻¹. The dry matter yield, neutral detergent fiber, and acid detergent fiber also increased with cutting age. Protein fractioning results showed that sauco has a highly digestible protein with 31% non-protein nitrogen and 37% soluble nitrogen as

1 Autor para correspondencia. Correo electrónico: rcastaneda@ut.edu.co

* Universidad del Tolima, grupo de investigación en sistemas agroforestales pecuarios, Colombia.

37% de nitrógeno soluble como valores mayores. Los valores de fenoles y taninos son mínimos y no afectan la salud del rumiante. Los resultados sugieren que de acuerdo con su contenido nutricional y su comportamiento agronómico, el sauco (*Sambucus nigra*) es una alternativa viable para la nutrición de rumiantes en el trópico de altura.

INTRODUCCIÓN

La agroforestería se plantea como una ciencia que busca combinar la plantación de árboles, el establecimiento de cultivos y la producción de proteína animal en un mismo lugar. En ese sentido, son múltiples las especies con potencial uso en sistemas agroforestales (Mendieta y Rocha 2007). Sin embargo, la mayor parte de los estudios han sido desarrollados principalmente en el bosque seco y húmedo tropical, mientras que, en el trópico de altura o bosques montanos, los estudios son escasos y entretanto, existen distintas plantas con gran potencial para la instauración de sistemas silvopastoriles en estas zonas de vida, que merecen estudios detallados.

El sauco (*Sambucus* spp.) es un arbusto nativo de Europa, el noroeste de África y el sudoeste de Asia, distribuido en América desde México y Costa Rica hasta Argentina. En Colombia se distribuye en los departamentos de Boyacá, Caldas, Putumayo, Quindío, Antioquia, Cauca, Cundinamarca, Valle del Cauca, Nariño, Amazonas y Huila en altitudes que varían desde los 1400 hasta los 2600 m (Sánchez *et al.* 2009). Es una planta arbustiva de 4 a 6 metros de altura, de copa redondeada, baja y densa. El tronco es curvo e inclinado con corteza rugosa y ramas gruesas. Las hojas son grandes, ovaladas lanceoladas, de color verde oscuro. Tiene una floración de color blanco cremoso, agrupadas en corimbos densos que al madurar se vuelven colgantes. Su fruto es

highest values. Phenol and tannin concentrations are very low and do not affect the health of the ruminant. Results suggest that due to its nutritional content and agronomic performance, sauco (*Sambucus nigra*) is a viable alternative for ruminant nutrition in the high tropics.

una baya comestible de color púrpura (Sánchez *et al.* 2009).

El sauco ha sido considerado como una planta con un alto nivel proteico cercano al 24% y niveles adecuados de fibra que le permiten mantener un consumo apto y buena digestibilidad de materia seca con valores que alcanzan hasta el 58% para esta última (Cárdenas *et al.* 2011). Sin embargo, todavía existe un vacío en el conocimiento de esta planta que permita recomendarla como alimento en raciones para ganadería con datos particulares tales como la edad de corte adecuada y la composición química de la planta.

En la Sábana de Bogotá, el sauco presenta un mayor vigor en época de lluvia, contrario a lo que ocurre en la época seca donde muestran un mayor vigor otras especies tales como *Acacia lophanta* y *Acacia decurrens* (Millán y Moreno 2005). La tasa de crecimiento reportada en época seca es de 0,096 cm.día⁻¹ comparada con 0,155 cm.día⁻¹ en época de lluvia. El diámetro de la planta en época seca es de 19,7 cm y época de lluvia de 24,5 cm. Luego de 9 meses las plántulas de sauco (*Sambucus nigra*) alcanzaron un crecimiento promedio de 48,4 cm, mientras que a los 12 meses presentaron una altura promedio de 77,4 cm. La biomasa de las plantas no pudo ser evaluada sino hasta los 12 meses, donde alcanzaron 179 g.planta⁻¹ MS, mientras que a los 15 meses alcanzaron 126 g.planta⁻¹ MS. Los valores de proteína cruda de la planta a los 12 meses fueron de 15,3%, mientras que a los 15 meses el valor reportado fue de 13,9%. La FDN y FDA a los

15 meses fue de 27,5 y de 15,1 respectivamente (Millán y Moreno 2005).

En datos reportados por otro estudio que buscaba remplazar parte del concentrado por forraje de sauco (*Sambucus nigra*) y forraje de acacia negra (*Acacia decurrens*) para brindarlo como forraje a vacas productoras de leche (Carvajal *et al.* 2012). Fue reportado 37,4% de FDN y 15,72% de FDA en el forraje. Así mismo, el forraje de sauco alcanzó 21,1% de Materia Seca. También fue realizado el fraccionamiento de proteína con resultados de proteína bruta de 19,4%, para la suma de las fracciones B2, B3 y C se reporta 62,1%, mientras que la suma de la fracción A y B1 da como resultado 35,9%. El valor de taninos fue de 0,08% y el resultado a saponinas fue negativo. Al incluir 20% de forraje de sauco en la ración de concentrado se alcanzó la mayor producción de leche con 14 kg diarios. Este estudio fue realizado en Sopó Cundinamarca, a 2600 m. Los suelos tenían buen contenido de materia orgánica y perfiles de hasta 1,20 m. El forraje utilizado fue de cercas vivas con 5 años de establecimiento (Carvajal *et al.* 2012).

Este estudio generará un concepto integral sobre el sauco para poderle dar al productor unos lineamientos de uso, encaminados a potencializar la utilización de arbóreas en la ganadería de trópico alto. Es de esperar que dicho

aspecto contribuya a generar conciencia para poder ampliar el uso de arbóreas en sus sistemas productivos, de forma tal que se logren efectos integrales que involucren aumento de la productividad, mejoramiento del medio ambiente y bienestar animal, a partir de un estudio que conjuga los factores morfométricos, bromatológicos y químicos del forraje de sauco (*Sambucus spp.*) en 4 diferentes edades de corte y 2 diferentes zonas de vida.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio fue realizado en la finca el Porvenir, en el municipio de Roncesvalles (Tolima, Colombia) ubicada en la cuenca alta del río Cucuana, presenta una temperatura promedio de 12°C, una precipitación anual media de 1466 mm.año⁻¹ (Figura 1) y la altura sobre el nivel del mar es de 2680 m. (CORTOLIMA 2011) por lo que se considera un bosque muy húmedo montano bajo. Esta zona de vida se caracteriza por tener temperaturas entre los 12-18°C con un promedio anual de lluvias de 2000-4000 mm. Los datos de climáticos presentados durante el periodo experimental son mostrados en el Cuadro 1.

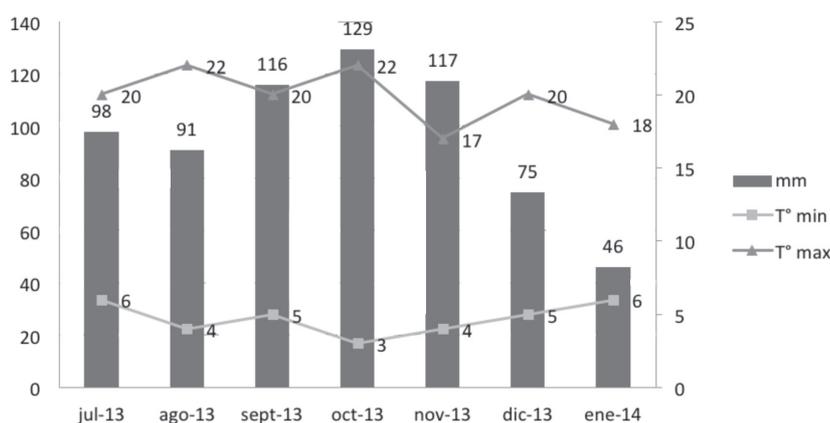


Fig. 1. Temperatura y precipitación media mensual durante el periodo experimental.

Cuadro 1. Resultados del análisis de suelos.

Parámetro	Resultado
pH	5,72
Materia orgánica	8,28
Conductividad eléctrica	627 μ S/cm a 25°C
Granulometría	Franco-arenosa
Fósforo disponible	23,8 (mg.kg ⁻¹)
Calcio disponible	13,0 (meq.100g ⁻¹)
Magnesio disponible	6,87 (meq.100g ⁻¹)
Potasio disponible	7,01 (meq.100g ⁻¹)
Sodio disponible	0,10 (meq.100g ⁻¹)
Azufre	108 (mg.kg ⁻¹)
Hierro	349 (mg.kg ⁻¹)
Manganeso	87,5 (mg.kg ⁻¹)
Cobre	2,83 (mg.kg ⁻¹)
Zinc	33,7 (mg.kg ⁻¹)
C.I.C	19,9 (meq.100g ⁻¹)

Análisis de suelos

Antes del inicio del experimento fueron colectadas muestras de suelo, y enviadas al laboratorio de AGQ® Labs and Technological Services en la ciudad de Lima – Perú (Cuadro 2). Las

muestras fueron tomadas a partir de cubos de 20 cm en varias partes del lote y luego la muestra fue homogenizada para enviar una unificada al laboratorio. Los resultados se explican en el Cuadro 1.

Cuadro 2. Medidas morfométricas y producción de biomasa del *Sambucus nigra* en 4 diferentes edades de corte.

	T1	T2	T3	T4	p valor
Altura (cm)	191,8a	195,2a	205,4a	233,4a	0,0019
Diámetro de copa (cm)	74,6a	97,4a	97,4a	168,0a	<0,0001
Largo de retoño (cm)	34,5d	52,1c	76,4b	93,4a	<0,0001
Biomasa (g.planta ⁻¹ MS)	318c	819b	1530ab	2304a	0,179

Edades de corte: T1= 90 días; T2=120 días; T3= 150 días; y T4= 180 días.

Tratamientos y unidades experimentales

Como unidades experimentales fueron seleccionados 20 arbustos adultos. Noventa días antes del inicio del experimento fue realizado un corte de emparejamiento a todos los arbustos.

Para evaluar la composición bromatológica y medidas morfométricas fueron recolectadas muestras de hojas y tallos de 5 arboles por edad de corte. Las edades de corte fueron considerados como los tratamientos; T1=90 días; T2=120 días; T3=150 días; y T4=180 días.

Para cada edad de corte fueron seleccionados 5 arbustos completamente al azar. Los datos estadísticos fueron procesados con el paquete estadístico Infostat®.

Para los datos de factores antinutricionales y fraccionamiento de la proteína sólo se utilizó estadística descriptiva, pues se tomó sólo un dato por cada edad de corte.

Medidas morfológicas

Se consideraron como variables las siguientes medidas morfológicas: altura total del árbol, diámetro de copa, largo de retoño y producción de biomasa.

Para medir las 3 primeras variables fue utilizado un flexómetro, mientras que para determinar la biomasa se usó una balanza analítica.

La variable altura fue medida desde el suelo hasta la mayor altura de la copa encontrada. El diámetro de copa fue tomado en el lugar donde el árbol mostraba una mayor dimensión. Para determinar el largo del retoño, se midieron 5 al azar, en cada uno de los árboles y estas 5 medidas fueron promediadas para determinar el largo de retoño promedio de cada árbol. Los retoños medidos podían ser considerados como cortos, medios o largos. Para tomar la medida de la biomasa fue retirado todo el forraje de cada arbusto con las manos, así simular el ramoneo del bovino. Fueron descartados los tallos muy leñosos pues estos no son apetecidos por los animales y el material recogido fue pesado.

Análisis bromatológico

Durante cada edad de corte fueron recolectadas una muestra de cada unidad experimental, las mismas fueron pesadas, colocadas en bolsas de papel, identificadas y refrigeradas para posteriormente ser analizadas en el laboratorio de Ecofisiología de la Universidad del Tolima en el cual se determinó la materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y cenizas, según los métodos establecidos por la AOAC (2000); la fibra detergente neutra y la fibra detergente ácida por medio del protocolo propuesto por Van Soest *et al.* (1991).

Presencia de fenoles totales y taninos condensados

Para el análisis de fenoles totales y taninos condensados se realizó un pool de cada unidad experimental y cada tratamiento para obtener finalmente una muestra por tratamiento. El análisis de metabolitos secundarios fue realizado por el laboratorio LASEREX de la Universidad del Tolima. El método para determinar taninos se basó en la reacción de los compuestos fenólicos con el reactivo de Folin (tungsto-fosfomolibdico y carbonato de sodio al 20%), el cual produjo un complejo de color azul, cuya extinción se mide a 700 nm, para determinar el contenido de polifenoles totales. La aplicación de una solución de gelatina al 25% garantiza el secuestro de los taninos, obteniéndose de la diferencia de ambas determinaciones el porcentaje de taninos totales. La curva de calibrado se elaboró con ácido tánico como patrón (5-100 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$); la ecuación de la recta fue $y=0,0049 x + 0,0049$, $R^2=0,9961$. Para la determinación de los taninos que precipitan proteínas (condensados) se toman 2,5 ml de muestra, se adicionan 2 ml (1,0 $\text{mg}\cdot\text{ml}^{-1}$ de albumina de suero bovina en buffer de acetato 0,2 M, pH 5,0) y 0,5 ml cloruro de sodio 0,17 M; se deja reposar 30 minutos, posteriormente se centrifuga a 1120 g por 15 minutos y se descarta el sobrenadante; seguidamente se agregan 4 ml de dodecilsulfato de sodio al 1% en trietanolamina al 5% y 2 ml de cloruro férrico (FeCl_3 0,001 M en HCl 0,01 N), la mezcla se homogeniza y reposa por 2 minutos para continuar con la lectura absorbancia a 510 nm. La curva de calibrado se elaboró con ácido tánico (10-80 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$); la ecuación de la recta fue $y=0,0027 x - 0,0102$, $R^2=0,996$.

Fraccionamiento de la proteína

Las mismas muestras utilizadas para el análisis de fenoles totales y taninos condensados fueron utilizadas para el análisis de fraccionamiento de proteína, el cual fue realizado en el laboratorio de Nutrición de Rumiantes de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

Fracción A: (Nitrógeno no proteico - NNP), para este análisis requirió la precipitación de la proteína a partir del ácido tricloroacético al 10% durante 30 minutos, pasado este tiempo se realiza la filtración y determinación del Nitrógeno del precipitado por Kjeldahl, y se calcula el contenido de NNP por diferencia entre el valor de proteína encontrado y el valor de proteína total de la muestra (Licitra *et al.* 1996).

Fracción B1 y B2: (Nitrógeno Soluble - NS). Para este análisis se realiza el pesaje de la muestra y se le adiciona buffer fosfato-borato con azida de sodio al 10%, se deja reposar por 3 horas, se filtra y lava el residuo y se procede a la determinación del Nitrógeno del precipitado por Kjeldahl para calcular la fracción de proteína insoluble, se calcula el contenido de nitrógeno soluble por diferencia entre el valor de proteína encontrado en el precipitado y el valor de proteína total de la muestra. La determinación de la fracción B2 se hace a partir de la fórmula (Licitra *et al.* 1996, Chamorro 2002).

Fracción B3: (Nitrógeno ligado a FDN - NIDN). Se realiza la determinación de la fibra detergente neutra, se seca y se pesa, a dicho residuo se le realiza la determinación de nitrógeno (Licitra *et al.* 1996).

Fracción C: (Nitrógeno ligado a FDA - ADIN). Se realiza la determinación de la fibra detergente ácido, se seca y se pesa, a dicho residuo se le realiza la determinación de nitrógeno (Licitra *et al.* 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Medidas morfológicas

La variable altura mostró diferencias ($p < 0,05$) entre las edades de corte evaluadas (Cuadro 2), observándose el mayor valor a los 180 días con 233,4 cm. El efecto de la poda sobre el crecimiento del sauco (*Sambucus nigra*) es positivo, pues muestra un rápido potencial de recuperación, mientras que su desarrollo inicial luego de la plantación es más lento tal y como lo demuestran investigaciones previas en el mismo

local de esta investigación, donde la planta alcanzó 122,2 cm a los 388 días (Cárdenas *et al.* 2011) y en la Sabana de Bogotá con 111,5 cm a los 15 meses (Millán y Moreno 2005).

La variable diámetro de copa también fue mayor a medida que aumentó la edad de corte ($p < 0,05$). Esta variable se relaciona de manera directa con la intensidad lumínica recibida por la planta (Galván 2003). A los 15 meses se tienen reportes de diámetro de copa de 74 cm (Millán y Moreno 2005) haciéndose evidente la capacidad que tiene la planta para recuperarse a las podas, el estudio realizado por Millán y Moreno (2005) fue llevado a cabo en la Sabana de Bogotá, con plantas sembradas por ellos mismos.

El largo del retoño también mostró diferencias entre las edades de corte, aspecto que permitió observar el mayor valor de 93,4 cm se presenta a los 180 días. El largo del retoño muestra un aumento mayor cuando el arbusto es adulto pues en estudios anteriores se reporta 33 cm a los 388 días en arbustos plantados dentro del mismo estudio sin podas (Cárdenas *et al.* 2011).

La variable biomasa aumentó con la edad de corte ($p < 0,05$), a los 180 días se produjo 2304 g.planta⁻¹ MS. A los 180 días el forraje recolectado en esta investigación es inferior al reportado por un estudio realizado en Centro América, donde el *Sambucus peruviana* a los 6 meses post corte presenta 3,504 g.arbusto⁻¹ MS, si se considera 43% de materia seca para el presente trabajo (CATIE 1990). Sin embargo, estos valores de biomasa comparada con otras plantas forrajeras comunes tal como la *Leucaena leucocephala* son muy eficientes pues esta reporta de 88 a 147 g.planta⁻¹ MS (CIAT 2006).

Análisis bromatológico

Los valores para materia seca no muestran diferencias significativas entre los valores reportados. Sin embargo, los valores tienden de manera numérica a aumentar con el paso del tiempo y a partir de T3 los valores se estabilizan.

Otros estudios reportan datos de materia seca inferiores con valores de 13 y 14% (Benavides 1994) y el valor máximo reportado es de

17,6% (Blanco y Sierra 2005), pero en ambos casos los trabajos fueron realizados con forrajes más jóvenes pues las edades de corte oscilan entre 40 y 80 días, pero cabe recalcar que una mayor cantidad de materia seca mejora la eficiencia alimenticia del forraje.

Los valores de FDN no presentan diferencias significativas y en todos los casos los valores

no superan el 50%, lo que resulta favorable para la nutrición ya que la FDN regula el consumo del forraje (Pinto *et al.* 2009). Los valores no muestran ninguna tendencia que se pueda relacionar con la edad de corte, esto puede ser causado por la relación hoja/tallo, ya que los tallos tienen una mayor cantidad de FDN (Cuadro 3).

Cuadro 3. Composición bromatológica del *Sambucus nigra* en diferentes edades de corte.

	T1	T2	T3	T4	p Valor
Materia seca (%)	35,8 a	38,0a	43,8a	43,5a	0,1577
Fibra en Detergente Neutro (%)	45,5a	43,8a	47,3a	38,2a	0,1573
Fibra en Detergente Acido (%)	31,8a	32,9a	31,8a	27,3a	0,0081
Cenizas (%)	12,9b	13,2b	13,1b	9,83a	0,0003

Edades de corte: T1= 90 días; T2=120 días; T3= 150 días; y T4= 180 días.

Estudios previos reportan 38% a los 388 días (Cárdenas *et al.* 2011) y 20,3% a los 15 meses (Millán y Moreno 2005).

Para el reporte de cenizas también hay diferencias significativas y al igual que ocurre con la FDA a los 180 días se reporta el menor valor (9,83%). Estos valores concuerdan con lo reportado por la literatura pues en teoría los valores de cenizas disminuyen conforme la planta madure (Arreaza *et al.* 2002).

Factores antinutricionales

Los valores de fenoles totales variaron de 1,58 a 2,62 mg.kg⁻¹. El mayor valor reportado para fenoles totales es de 2,61 a los 150 días, mientras

que para los taninos condensados es a los 120 días que se reporta el mayor valor (1,53 mg.kg⁻¹) (Cuadro 4). De acuerdo con Rodríguez (2010), la cantidad de compuestos secundarios que se encuentran en una planta pueden estar influenciados por las condiciones medioambientales, principalmente la luminosidad. Sin embargo, esa variable no fue medida durante el experimento.

La producción de gases en el rumen se puede ver afectada por la cantidad de fenoles presentes en los forrajes, esto es más evidente cuando las cantidades son muy altas (Apraéz *et al.* 2012).

De acuerdo con el análisis de las muestras de los diferentes tratamientos no se observa una tendencia durante el tiempo.

Cuadro 4. Fenoles totales y taninos condensados del *Sambucus nigra* en diferentes edades de corte.

	T1	T2	T3	T4	Promedio
Fenoles totales (mg.kg ⁻¹)	1,96	2,03	2,61	1,58	2,05
Taninos condensados (mg.kg ⁻¹)	0,6	1,53	0,71	0,26	0,78

Edades de corte: T1= 90 días; T2=120 días; T3= 150 días; y T4= 180 días.

Varios autores han relatado que los taninos condensados resultan importantes para la ganadería pues estos van ligados a proteínas, lo cual provoca que las bacterias del rumen no puedan digerir dichas proteínas, aspecto que hace que cierto porcentaje de la proteína del alimento sea sobrepasante, lo que mejora así la disponibilidad de proteína metabolizable para el animal y significa un aprovechamiento más eficiente de las fuentes proteicas (Rodríguez 2010).

El promedio general de taninos condensados, para los 4 tratamientos fue de 0,78 mg.kg⁻¹, valor inferior reportado por Blanco y Sierra (2005) con 2,174 mg.kg⁻¹ de taninos condensados

en forraje del sauco (*Sambucus* spp.) recolectado a los 90 días. Esta cantidad de taninos puede considerarse baja si se compara con los reportados para el *Desmodium ovalifolium*, una especie muy alta en taninos que reporta 22% (CIAT 1995).

Fraccionamiento de proteína

Los resultados del fraccionamiento de la proteína se muestran en el Cuadro 5. El porcentaje de proteína cruda en el sauco varió de 19,85 a 24,69% con un promedio para todos los tratamientos de 21,52%. El mayor valor observado se presentó a los 90 días con un valor de 24,69%.

Cuadro 5. Fracciones proteicas del *Sambucus nigra* de acuerdo con edades de corte.

	T1	T2	T3	T4	Promedio
Proteína cruda (%)	24,69	19,85	20,54	21,00	21,52
Fracción A (%PC)	31,54	27,02	26,49	26,99	28,01
Fracción B1 (%PC)	37,27	33,64	29,9	30,85	32,92
Fracción B2 (%PC)	30,15	38,22	42,64	41,63	38,16
Fracción B3 (%PC)	1,01	0,96	0,94	0,50	0,85
Fracción C (%PC)	0,03	0,16	0,03	0,03	0,25

Los resultados observados en este estudio son diferentes de otros estudios anteriores, en un trabajo realizado en la Sabana de Bogotá con el sauco (*Sambucus* spp.) fue reportado 15,3% de proteína cruda a los 15 meses de la planta (Millán y Moreno 2005). Entretanto, Cárdenas *et al.* (2011), reportaron valores de 25,2% a los 388 días en Roncesvalles, Tolima valor cercano al del presente trabajo. En ambos casos esta cantidad de proteína se reporta a los 12 meses de establecida la planta (Cuadro 5).

Para la fracción A el valor mayor reportado es a los 90 días con 31,54% y tiene una tendencia descendente a medida que pasa el tiempo. Esto concuerda con lo reportado por la literatura pues estudios reportan que a mayor madurez de la planta la proteína disminuye (Ferrari 2008). En

trabajos anteriores con *Sambucus nigra* el mayor valor reportado es de 12,07% (Jiménez 2011).

La fracción B1 tiene un comportamiento similar a la fracción A, con un valor máximo de 37,27% a los 90 días. En estudios similares se reporta la misma tendencia en la fracción B1 y valores de 37,73% (Jiménez 2011).

La fracción A y B1 representan el 61% de la proteína cruda total. Esto es de gran relevancia nutricional pues esta proteína es de fácil degradación en el rumen y por tanto es fácilmente asimilable. Determinar el fraccionamiento es una herramienta para predecir su calidad y así mismo para poder formular suplementos con un adecuado balance proteína-energía. Es importante por lo tanto determinar cual es el aporte proteico real

que tiene el forraje que suplementa y es consumido por el animal (Chamorro 2002).

La fracción B2 tiene un comportamiento contrario, pues su cantidad aumenta acorde con la madurez de la planta con un valor máximo de 42,64% a los 150 días. La literatura reporta un comportamiento similar, aunque con un valor máximo de 28,49% a los 40 días de corte (Chamorro y Rey 2008). Esta fracción es denominada proteína verdadera y también se degrada en rumen aunque a una velocidad menor que las 2 fracciones anteriores (Arreaza *et al.* 2002).

Las fracciones B3 y C son mínimas en cuanto a los porcentajes reportados 0,85 y 0,25% respectivamente, tales fracciones son menos digestibles e importantes para la nutrición de los rumiantes. Otros estudios reportan valores mayores de fracción B3 con 2,1% y 11,64% para la fracción C (Chamorro y Rey 2008).

CONCLUSIONES

En el *Sambucus* spp., las edades de corte determinan las medidas morfométricas y la producción de biomasa. Sin embargo, la composición bromatológica no se altera considerablemente con la edad de corte, por lo tanto se puede inferir que esas edades dependen de las necesidades del ganadero y de las características agroclimáticas.

El *Sambucus* spp., tiene un importante potencial forrajero en trópico alto, potencial resaltado por los resultados de este estudio y de otros estudios previos donde se muestra el potencial de recuperación de la planta y las ventajas de su contenido nutricional para rumiantes, por lo cual debe explorarse más su utilización.

Las concentraciones de fenoles totales y taninos condensados en el *Sambucus* spp., son bajar, por lo cual el riego para los animales es mínimo.

El *Sambucus* spp., surge como una importante fuente de proteína de alta calidad de acuerdo con el fraccionamiento de proteína.

La rápida recuperación de esta especie al corte sucesivo hace que sea una especie con potencial para manejarla en bancos forrajeros y

cercas vivas para que pueda ser consumida por los animales pues aporta valores adicionales a la dieta corrientemente suministrada.

LITERATURA CITADA

- AOAC (Association of Official Agricultural Chemist, USA). 2000. Official methods of analysis. 17 ed. Virginia, Estados Unidos, Editorial AOAC International. 53 p.
- Apráez, JE; Insuasty, EG; Portilla, JE; Hernández, WA. 2012. Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*), enriquecido con arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Bracharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos. *Vet. zootec.* 6(1):25-35.
- Arreaza, LC; Sánchez, L; Medrano, J; Pardo, O; Mateus, H; Reza, S; Becerra, J; Santana, MO; Arcos, JC; Romero, H; Peláez, L; Londoño, J. 2002. Nutrición y alimentación de bovinos en el trópico bajo colombiano. Bogotá, Colombia, Editado por: Corpoica. 30 p.
- Benavides, JE. 1994. Árboles y arbustos forrajeros de América Central (en línea). Turrialba, Costa Rica. Consultado 15 set. 2015. Disponible en https://books.google.com.co/books?id=ORsOAQAIAAJ&prints=ec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Blanco, MC; Sierra, ML. 2005. Caracterización bromatológica y evaluación de diferentes niveles de inclusión de morera (*Morus alba* L.) y sauco (*Sambucus nigra* L.) en la alimentación de conejos en ceba. Tesis Lic. Bogotá, Colombia, Universidad de la Salle. 148 p.
- Cárdenas, CA; Rocha, C; Mora, J. 2011. Productividad y preferencia de forraje de vacas lecheras pastoreando un sistema silvopastoril intensivo de la zona alto Andina de Roncesvalles, Tolima. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 4(1):29-35.
- Carvajal, T; Lamela, L; Cuesta, A. 2012. Evaluación de la arbóreas *Sambucus nigra* y *Acacia decurrens* como suplemento para vacas lecheras en la Sabana de Bogotá, Colombia. *Pastos y Forrajes* 35(4):417-430.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica). 1990. II reunión anual del programa de cabras del centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (en línea). Puriscal, Costa Rica. Consultado 24 set. 2015. Disponible en https://books.google.com.co/books?id=sukNAQAIAAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Chamorro, D. 2002. Importancia de la proteína en la nutrición de rumiantes con énfasis en la utilización de proteínas de especies arbóreas (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 24 set. 2015. Disponible en <http://www>

- slideshare.net/magazoo17/22-importancia-de-la-proteina-en-la-nutricin-de-rumiantes
- Chamorro, D; Rey, AM. 2008. El componente arbóreo como dinamizador del sistema de producción de leche en el trópico alto colombiano (en línea). Experiencias de Corpoica, Tibaitatá. Bogotá, Colombia. Consultado 20 sept. 2015. Disponible en <http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/56725/56725.pdf>
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia). 1995. Biología y agronomía de especies forrajera de *Arachis*. Cali, Colombia, Ed. Peter Kedridge. 227 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia). 2006. Segundo taller Taninos en la nutrición de rumiantes en Colombia. Cali, Colombia, Ed. Hans Dieter, Julia Gómez, Carlos E. Lascano. 52 p.
- CORTOLIMA (Corporación Autónoma Regional del Tolima, Colombia). 2011. Agenda ambiental de Roncesvalles (en línea). Ibagué, Colombia. Consultado 15 Sept. 2015. Disponible en http://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/agendas/2011_Agenda_Ambiental_del_Municipio_de_Roncesvalles.pdf
- Ferrari, O. 2008. Suplementación estratégica en pastoreo. *Tiempo agroempresario*. 5(51):136-137.
- Galván, OFJ. 2003. Efecto de la iluminación de la copa sobre el crecimiento de *Pentaclethra maculosa* y *Goethalsia meiantha* implicaciones para la silvicultura de los bosques tropicales húmedos. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, Catie. 126 p.
- Jiménez, FA. 2011. Evaluación de consumo voluntario y digestibilidad del ensilaje de sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos. Lic. Bogotá, Colombia, Universidad de la Salle. 125 p.
- Licitra, G; Hernández, TM; Van Soest, PJ. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 57(4):347-358. Doi:10.1016/0377-8401(95)00837-3.
- Mendieta, M; Rocha, LR. 2007. Sistemas agroforestales (en línea). Managua, Nicaragua. Consultado 28 set. 2015. Disponible en http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/1_RENF08M538.pdf
- Millán, H; Moreno, FW. 2005. Evaluación de adaptación al establecimiento en arbóreas multipropósito para sistemas ganaderos sostenibles en la Sabana de Bogotá. Tesis Lic. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 93 p.
- Pinto, R; Hernández, D; Ramirez, L; Sandoval, CA., Peralta, M; Gomez, H. 2009. Taninos y fenoles en la fermentación in vitro de leñosas forrajeras tropicales. *Revista Agronomía Mesoamericana* 20(1):81-89.
- Rodríguez, R. 2010. Consumo de hojas jóvenes de roble (*Quercus pireaica*) por el ganado vacuno: aspectos nutricionales e intoxicación. Tesis Ph.D. León, España, Universidad de León. 230 p.
- Sánchez, L; Amado, GM; Criollo, PJ; Carvajal, T; Roa, J; Cuesta, A; Conde, A; Umaña, A; Bernal, LM; Barreto, L. 2009. El sauco (*Sambucus nigra*) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto colombiano. Bogotá, Colombia, Ed: Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria. 55 p.
- Van Soest, PJ; Robertson, JB; Lewis, BA. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Dairy Sci*. 74:3583-3597.



Todos los derechos reservados. Universidad de Costa Rica. Este artículo se encuentra licenciado con Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Costa Rica. Para mayor información escribir a rac.cia@ucr.ac.cr