

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

## Conservación y composición nutricional del follaje de sauco (*Sambucus nigra*)

### *Conservation and nutritional composition of the elder (Sambucus nigra) foliage*

Teresa Carvajal Salcedo y Aurora Cuesta Peralta

Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA)

Campus Universitario, Calle 222 No. 55-37, Bogotá, Colombia.

Correo electrónico: teresita.carvajal@gmail.com

**RESUMEN:** Se evaluó el follaje de la especie arbórea *Sambucus nigra* (sauco) como ensilaje, heno o harina, con el objetivo de determinar cuál es el método más adecuado para conservar la especie vegetal y utilizarla en programas de alimentación con el fin de atenuar los efectos negativos de la estacionalidad forrajera. Los indicadores analizados fueron: la eficiencia del ensilaje, la composición química y la degradación ruminal *in sacco* de la materia seca (MS). A los 30 días de fermentación, el ensilaje presentó 28,42 % de MS, pH de 4,28 y nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) con relación al nitrógeno total (NT) de 13,60 %. Se encontró diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en el contenido de MS del ensilaje (28,42 %), respecto al heno (90,49 %) y la harina (90,77 %). El contenido de proteína total (PT) no difirió significativamente entre los tres métodos; sin embargo, el ensilaje mostró un mayor contenido de la fracción soluble de proteína (49,80 %), comparado con el heno (27,30%) y la harina (30,00 %). Además, el ensilaje presentó un mayor contenido de carbohidratos no estructurales (36,48 %) y un porcentaje bajo de lignina (1,74 %), los cuales difirieron significativamente de los hallados en el heno y la harina. Los tres métodos presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la tasa de degradabilidad de la MS: 62 % de degradabilidad a las 6 h, 77 % a las 24 h y 80 % a las 48 h, como promedio. Se concluye que el follaje de sauco preservado como ensilaje, heno o harina no fue afectado nutricionalmente; asimismo, el ensilaje resultó el método más apropiado, por preservar la calidad nutricional.

*Palabras clave:* ensilaje, harina, heno, valor nutritivo.

**ABSTRACT:** The foliage of the tree species *Sambucus nigra* (elder) was evaluated as silage, hay or meal, in order to determine the most adequate method to preserve the plant species and use it in feeding programs to attenuate the negative effects of forage seasonality. The analyzed indicators were: silage efficiency, chemical composition and *in sacco* ruminal degradation of the dry matter (DM). At 30 days of fermentation, the silage showed 28,42 % DM, pH 4,28 and ammoniacal nitrogen (NH<sub>3</sub>-N) with regards to the total nitrogen (TN) of 13,60 %. Significant difference ( $p < 0,05$ ) was found in the DM content of the silage (28,42 %), with regards to the hay (90,49 %) and the meal (90,77 %). The total protein content (TP) did not differ significantly among the three methods; however, the silage showed a higher content of the soluble protein fraction (49,80 %), compared with hay (27,30 %) and meal (30,00 %). In addition, the silage showed a higher content of non-structural carbohydrates (36,48 %) and a low lignin percentage (1,74 %), which differed significantly from the ones found in the hay and meal. The three methods showed significant differences ( $p < 0,05$ ) in the DM degradability rate: 62 % degradability at 6 h, 77 % at 24 h and 80 % at 48 h, as average. It is concluded that the elder foliage preserved as silage, hay or meal was not nutritionally affected; likewise, silage was the most appropriate method, for preserving the nutritional quality.

Keywords: silage, meal, hay, nutritional value

## INTRODUCCIÓN

Los recursos forrajeros en el trópico de altura constituyen una de las fuentes primordiales de energía para el rumiante; su composición es variable y está influida por las condiciones estacionales.

Por ello es necesaria la búsqueda de alternativas nutricionales a partir de especies vegetales no tradicionales, como los árboles y los arbustos, que son usados en explotaciones ganaderas como material para cercas, establos y corrales, o como sombra

para los animales (Benavides, 1994; Ospina *et al.*, 2005; Franco, 2008; Sánchez y Villaneda, 2009).

Con el fin de alcanzar una producción más sostenible en las zonas rurales, se han propuesto los sistemas silvopastoriles como una alternativa a corto, mediano y largo plazos, con la introducción de árboles en las pasturas; los cuales, además de ofrecer forraje de buena calidad a los animales, pueden utilizarse como cercas vivas, cortinas rompevientos, para el control de la erosión y también para mejorar la fertilidad y humedad de los suelos (Chamorro, 2004; Jaramillo, 2005; Franco, 2008).

La inclusión de especies arbóreas en los sistemas de alimentación animal, las cuales presentan mayor contenido de proteína y minerales que los forrajes de pastoreo, puede mejorar la productividad de los bovinos por su efecto en el funcionamiento ruminal, al aumentar la disponibilidad de nitrógeno amoniacal, aminoácidos y péptidos (Preston y Leng, 1990; Sánchez *et al.*, 2010).

El sauco (*Sambucus nigra*), planta arbustiva que ha resultado promisorio como banco forrajero, se encuentra extendido en Europa, Asia, África y América. En su composición nutricional cuenta con porcentajes de proteína total entre 15,20 y 25,80 y bajo contenido de pared celular (19,00-38,90 %), valores adecuados para ser aprovechados por los animales.

Su follaje es bien consumido en estado fresco, condición importante que garantiza apropiadas características del material conservado a partir de los excedentes de la arbórea, el cual puede ser incluido en las dietas de los animales (Sánchez *et al.*, 2010).

Como métodos de conservación de los forrajes se destacan: la fabricación de ensilaje, basada en la fermentación por bacterias anaeróbicas; la henificación, producida por una rápida evaporación del agua (menor a un 15 %); y la elaboración de harina, que es un material deshidratado y finamente molido, con partículas de fibra de 1-2 mm de las cuales el 97 % pasa a través de un tamiz de 3,35 mm (NTC-645, 1970).

Con el objetivo de determinar el método más adecuado desde el punto de vista nutricional, se compararon tres métodos de conservación del follaje de sauco: ensilaje, heno y harina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA), en las instalaciones del laboratorio de nutrición animal, adscrito a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa

de Zootecnia; esta se localiza en la sabana de Bogotá D. C., Departamento de Cundinamarca, a 2 660 msnm, con una temperatura promedio de 13 °C y precipitación de 630 mm.

Para el estudio se seleccionó el sauco por su buena adaptación al trópico alto, su disponibilidad y buena calidad nutricional. El follaje se obtuvo de sistemas silvopastoriles establecidos en el municipio de Mosquera, Cundinamarca, en la época de baja precipitación y en condiciones similares a las de consumo por parte del animal. Los árboles tenían tres años de edad y un periodo vegetativo de 90 días.

**Tratamientos y diseño.** Los tratamientos consistieron en tres métodos de conservación: ensilaje, heno y harina en un diseño completamente al azar.

## Procedimiento

**Ensilaje.** Para la elaboración de los microsilos se utilizaron bolsas plásticas transparentes, de 35 x 60 cm, calibre 6 con sello reforzado, identificadas por: tipo de material, tiempo de ensilado, fecha y hora de elaboración. Se pesaron 3 kg de material en cada bolsa, por triplicado; se adicionó 5 % de melaza, se compactó manualmente, se extrajo el aire por medio de una bomba de vacío y se retorció el extremo sobrante de la bolsa para efectuar un cerrado hermético. Cada bolsa constituyó un microsilo. Los microsilos se almacenaron durante 30 días, en tanques plásticos tapados, de color negro.

**Heno.** Para el proceso de henificación del follaje arbóreo, se picó el material y se secó en condiciones ambientales bajo un cobertizo situado en un vivero; se extendió y volteó dos veces al día durante 72 h. Una vez seco el material, se almacenó en microsacos de 1 kg, por triplicado.

**Harina.** Para el proceso de secado se siguió la misma metodología que para el heno; el forraje deshidratado se trituró en un molino Willey, con un tamiz de 1 mm de apertura, lo que permitió que todo el material pasara por el tamiz y quedara con un tamaño de partícula igual o menor a 1 mm, tomando el aspecto de harina.

**Evaluación químico-nutricional.** Se evaluó el contenido nutricional del follaje completo, tal como se ofrece generalmente a los animales, y de las fracciones que lo constituyen.

Con el fin de conocer la calidad fermentativa del ensilaje a los 30 días de elaborado, se determinó, inmediatamente después de abiertas las bolsas:

el pH, mediante un potenciómetro; el porcentaje de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) y de nitrógeno total (NT), según AOAC (2003); y la materia seca, a través de la técnica de Harris (1970).

Para la evaluación nutricional de los diferentes tratamientos, se determinaron los porcentajes de materia seca (MS), proteína total (PT), contenido de minerales totales medido como ceniza (C), materia orgánica (MO) calculada por diferencia con C, contenido de fibra detergente neutro (FDN), contenido celular (CC) obtenido por diferencia con el contenido de FDN, y carbohidratos no estructurales (CNE) calculados por diferencia con PT, EE, C y FDN (AOAC, 2003). En el caso del fraccionamiento de los carbohidratos y las proteínas (CNCPS), se siguió la metodología descrita por Van Soest y Robertson (1985) y por Licitra *et al.* (1996).

**Condiciones de degradabilidad.** La degradabilidad *in sacco* de la MS se realizó en los tiempos 0, 6, 24, 48, 72 y 96 h de incubación ruminal, en dos bovinos Holstein canulados, alimentados con kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y suplementados con sal mineral; se utilizaron bolsas de poliéster Ankon, de 20 x 10 cm y poro de 53 micras (Orskov *et al.*, 1980).

**Factores antinutricionales.** Se evaluaron cualitativamente los contenidos de taninos y saponinas (Galindo *et al.*, 1989).

**Análisis estadístico.** Se empleó el procedimiento GLM del SAS; las medias se compararon mediante la prueba de Benferroni (SAS, 1995).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Fracciones del follaje del sauco (*S. nigra*) y su variación nutricional

En la tabla 1 se muestran las características del follaje usado en el ensayo; se relacionan las fracciones

del sauco, así como la composición nutricional de cada una.

El 86,7 % del follaje en estado fresco estuvo constituido por hoja-pecíolo y tallo, con un contenido de 77,5 % de H-P en una relación 8,5:1. Si se considera que esa fracción en los materiales vegetales puede ser degradada fácilmente, debido a la alta proporción de tejido mesófilo, es de suponer que el follaje presentó una importante composición nutricional. Esta alta relación (H-P-T) se mantuvo cuando se deshidrató el material, e influyó en el porcentaje de materia seca alcanzado en el follaje completo.

Las semillas hicieron un importante aporte de PT (30,97 %), pero su representación en el material completo fue baja; por lo tanto, el contenido de proteína del follaje completo se relacionó más con el aporte de H-P (18,70 %), por ser la fracción de mayor proporción en el material total.

La concentración de minerales totales en el tallo disminuyó en un 50 % en relación con las otras fracciones, las cuales tuvieron valores por encima del 10 %; sin embargo, como el tallo representó el 11,1 % del material completo no influyó drásticamente en el contenido de minerales totales del follaje completo.

### Calidad fermentativa del ensilaje

De acuerdo con las características organolépticas del ensilaje de sauco, tales como el color verde claro (propio de ensilajes con buena respiración) y el olor agradable, este se califica como de excelente calidad (Bernal, 2001).

En la tabla 2 se muestran los resultados de los indicadores químicos de fermentación a los 30 días.

El ensilaje de sauco presentó un pH de 4,28 a los 30 días, lo que indica que el proceso de conservación fue eficiente durante el periodo en que ocu-

Tabla 1. Composición químico-nutricional del follaje completo de sauco y de sus diferentes fracciones (% base seca).

Fracción	Fresco	MS	PT	NT	C	MO
Follaje completo	100,00	22,59	15,22	2,44	9,81	90,19
Flor	8,60	17,01	21,46	3,43	10,6	89,4
Semilla	3,66	16,95	30,97	4,96	10,18	89,8
Tallo (T)	9,17	26,94	9,33	1,49	5,48	94,5
Hojas-pecíolo (H-P)	77,57	22,54	18,70	2,99	10,84	89,2
Relación H-P-T	8,5:1					

MS: materia seca, PT: proteína total, NT: nitrógeno total, C: ceniza, MO: materia orgánica.

Tabla 2. Calidad fermentativa del ensilaje de sauco (base fresca).

	pH	DS	N-NH <sub>3</sub> mg/100 g	DS	NT mg/100 g	DS	MS %	DS
Ensilaje de sauco	4,28	0,7	47,50	2,0	648	2,3	28,42	0,52

N-NH<sub>3</sub>: nitrógeno amoniacal, NT: nitrógeno total, MS: materia seca, DS: desviación estándar.

rrió la fermentación; en este sentido, la literatura plantea que en materiales ensilados y conservados adecuadamente, un pH aproximado a 4 es suficiente para conservar el cultivo (Mc Donald, 1995).

El N-NH<sub>3</sub>, que representa la ruptura de proteína durante el proceso, mostró una relación de 13,6 % con el NT; este valor se ajusta a la condición de un ensilaje de buena calidad, el cual debe ser igual o menor al 15 % (Ribeiro *et al.*, 2007).

La materia seca fue mayor en 8 unidades porcentuales, en comparación con la de un ensilaje mixto de sauco-avena-acacia (28 vs. 20 %), estudiado por Blanco *et al.* (2005). Este contenido de MS significó 80 g más de MS por kilogramo de ensilaje ofrecido respecto al ensilaje mixto, lo que permitiría una mejor producción en las fincas ganaderas que adopten la alimentación con este material arbóreo. Además, resultó adecuado para obtener en el ensilado el pH requerido para la conservación, valor que según Mc Donald (1995) debe ser mayor de 20 %.

### Composición nutricional del sauco conservado por diferentes métodos

La MS del ensilaje difirió significativamente ( $p < 0,05$ ) de la del heno y la harina; sin embargo, estos últimos no mostraron diferencias en el contenido promedio de MS (tabla 3) a pesar de los procesos de deshidratación o secado a los que se sometió el sauco, comportamiento similar al reportado en la literatura (Bernal, 2001).

La proteína total no mostró diferencias significativas, con valores promedio de 16,90 % para los tres métodos; ello indica que la proteína del sauco no fue afectada por el método de conservación empleado.

Estos valores son superiores en 4,8 unidades porcentuales al valor promedio reportado para un ensilaje mixto de sauco, acacia y avena (Blanco *et al.*, 2005), en 5 unidades para un ensilaje de cebada y en 8,7 unidades porcentuales para un ensilaje de avena (Fox *et al.*, 2003). Además son comparables con los del heno y la harina de alfalfa, para los cuales se reportan contenidos promedio de 17 % de PT (Laredo y Cuesta, 1988; NRC, 2001).

El contenido de minerales totales, representados por la ceniza, presentó un promedio de 10,7 %. Por su parte, el ensilaje difirió ( $p < 0,05$ ) de los otros métodos y fue superior en 0,43 unidades porcentuales. El adecuado contenido de ceniza de los diferentes materiales conservados indica la importancia de establecer cuáles minerales están presentes y en qué cantidad; ello permite determinar la sal mineralizada que se debe utilizar cuando se suministra esta arborea. Estos valores de ceniza se corresponden con los reportados en la literatura (Nova *et al.*, 2005; Barreto y Chamorro, 2005).

La materia orgánica mostró un promedio de 89,3 % en los tres métodos de conservación, valor adecuado para un eficiente funcionamiento ruminal; el ensilaje superó en 0,6 unidades porcentuales al heno y la harina ( $p < 0,05$ ). Este indicador resulta importante para el rumiante, ya que es la fuente de los esqueletos carbonados para la síntesis de metabolitos secundarios que se realiza desde la función ruminal (Navas, 1995).

El extracto etéreo difirió significativamente entre los tres métodos de conservación ( $p < 0,05$ ) y su porcentaje promedio (5,63 %) fue mayor en 2-3 unidades porcentuales respecto al informado para los forrajes (NRC, 2001). Este contenido coincide con

Tabla 3. Composición nutricional del sauco (% , base seca)

Método	MS	PT	C	MO	EE	CC
Ensilaje	28,42 <sup>b</sup> ± 0,52	16,37 <sup>a</sup> ± 0,46	11,03 <sup>a</sup> ± 0,28	88,97 <sup>b</sup> ± 0,28	5,45 <sup>c</sup> ± 0,20	69,32 <sup>a</sup> ± 1,0
Henificación	90,04 <sup>a</sup> ± 0,69	17,28 <sup>a</sup> ± 0,71	10,67 <sup>b</sup> ± 0,60	89,33 <sup>a</sup> ± 0,60	5,52 <sup>b</sup> ± 0,10	57,56 <sup>c</sup> ± 1,0
Harina	90,77 <sup>a</sup> ± 0,48	17,03 <sup>a</sup> ± 0,59	10,54 <sup>b</sup> ± 0,12	89,46 <sup>a</sup> ± 0,12	5,91 <sup>a</sup> ± 0,10	61,34 <sup>b</sup> ± 0,9

MS: materia seca, PT: proteína total; C: ceniza; MO: materia orgánica; EE: extracto etéreo; CC: contenido celular. Promedios con superíndices no comunes en la misma columna difieren significativamente al 5% (prueba de Bonferroni).

las cantidades reportadas para dietas de rumiantes, las cuales son normalmente bajas en grasa (1-5 %) debido a que el rumen es intolerante a cantidades elevadas.

El contenido celular, que indica el porcentaje de nutrientes altamente digestible, difirió estadísticamente ( $p < 0,05$ ) para los tres métodos de conservación. En el caso del ensilaje, el valor promedio (69,32 %) indica que este suministró una mayor cantidad de nutrientes de fácil disposición en el ecosistema ruminal, lo cual es importante para una mayor producción animal (Navas, 1995).

### Fraccionamiento de carbohidratos y proteínas (CNCPS)

Los resultados para las fracciones de la proteína mediante el sistema CNCPS (Fox *et al.*, 2003) se muestran en la tabla 4.

La fracción A o nitrógeno no proteico (NNP) en el ensilaje, con 12,07 %, difirió significativamente ( $p < 0,05$ ) de la del heno y la harina, cuyo promedio fue de 5,07 %; ello pudo deberse al proceso de deshidratación que ocurre durante su elaboración.

La fracción B1 o proteína verdadera soluble del ensilaje (37,70%) presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) respecto al heno (22,50 %) y la harina (24,50 %). El valor de la fracción A + B1, que forma la proteína soluble de rápida degradación (FS), fue de 49,80 % en el ensilaje, mayor en 21,10 unidades respecto a los otros dos métodos. Este valor resultó superior a los de ensilajes de *Avena sativa* (23,69 %), *Zea mays* (28,72 %) y *Hordeum vulgare* (43,70 %) (Fox *et al.*, 2003), y a la mezcla de avena, sauco y acacia (29,90 %) (Blanco *et al.*, 2005), y se ubica dentro del rango de FS (4,60-82,39 %) reportado para las especies arbóreas forrajeras utilizadas en los sistemas de producción bovina (Chamorro, 2014).

En la fracción B2 del ensilaje se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en comparación con la del heno y la harina. En los tres métodos se apreció un rango entre 20 y 28 % de proteína verdadera de degradación ruminal intermedia (70-85 %) y posiblemente utilizada por los microorganismos (Sniffen *et al.*, 1992).

Una de las fracciones de mayor importancia en la suplementación bovina es la proteína de paso o fracción B3. Esta no presentó diferencias significativas entre el ensilaje y el heno; mientras que la harina mostró 4,56 unidades porcentuales menos respecto a los otros dos métodos. La fracción B3 es lentamente degradable en rumen (5-15 %) y está asociada a la pared celular (Sniffen *et al.*, 1992).

La fracción C representa la fracción de la proteína que no es utilizada en el tracto gastrointestinal del rumiante. El material henificado y la harina no presentaron diferencias significativas, y el menor porcentaje de la fracción C se encontró en el ensilaje (10,50 %); este valor está relacionado con una mayor disponibilidad de proteína digestible, y coincide con lo reportado por Blanco *et al.* (2005) para un ensilaje de avena, sauco y acacia mezclados (11,32 %). Los contenidos de esta fracción en los materiales conservados se ubican dentro del rango reportado para las especies arbóreas forrajeras (Chamorro, 2014).

Debido a la ruptura de las proteínas en el proceso de ensilaje, la FS presentó diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) respecto al heno y la harina. Si se compara con el ensilaje mixto de sauco, acacia y avena (Blanco *et al.*, 2005), este ensilaje presentó mayor FS (49 vs. 31 %), menor fracción B2 (28 vs. 24 %), similar contenido de B3 (11 vs. 10 %) y menor fracción C (10 vs. 15 %).

El heno y la harina, comparativamente con la harina de alfalfa (19 % PT), proporcionan menor fracción A (5 vs. 27 %) y B (54 vs. 66 %) y mayor

Tabla 4. Fracciones de la proteína del sauco (% , base seca).

Método	Fracciones de la proteína (%)*						
	A	B1	B2	B3	C	FS	FI
Ensilaje	12,0 <sup>a</sup> ± 1,3	37,7 <sup>a</sup> ± 1,2	28,1 <sup>a</sup> ± 1,43	11,6 <sup>a</sup> ± 2,74	10,5 <sup>b</sup> ± 0,5	49,8 <sup>a</sup> ± 2,4	50,2 <sup>b</sup> ± 2,27
Henificación	4,7 <sup>b</sup> ± 1,10	22,5 <sup>b</sup> ± 0,6	20,3 <sup>b</sup> ± 0,55	11,2 <sup>a</sup> ± 0,81	41,3 <sup>a</sup> ± 2,63	27,3 <sup>b</sup> ± 1,67	72,7 <sup>a</sup> ± 1,68
Harina	5,4 <sup>b</sup> ± 0,26	24,5 <sup>b</sup> ± 0,2	23,3 <sup>b</sup> ± 1,28	6,8 <sup>b</sup> ± 0,48	39,8 <sup>a</sup> ± 1,86	30,0 <sup>b</sup> ± 0,44	69,9 <sup>a</sup> ± 0,39

\*Fracciones en porcentaje de la proteína total: A: nitrógeno no proteico, B1: proteína verdadera soluble, B2: proteína verdadera con degradación ruminal intermedia, B3: proteína verdadera con degradación ruminal lenta, C: proteína no degradable, FS: fracción soluble (A + B), FI: fracción insoluble (B2 + B3 + C). Promedios con superíndices no comunes en la misma columna difieren significativamente al 5 % (prueba de Bonferroni).

fracción C (49 vs. 6 %); ello indica que por cada kilogramo ofrecido de este material, los animales recibirán 171 g de PT, y de ellos 48 g serían indigestibles (fracción C).

En los CNE se hallaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para los tres métodos de conservación (tabla 5); el ensilaje presentó una mayor cantidad de CNE, lo que constituye una fuente importante de energía, que facilita a nivel ruminal el sinergismo del aporte de proteínas y carbohidratos de rápida degradación e incrementa la degradación de los carbohidratos estructurales.

El heno y la harina presentaron, como promedio, un mayor contenido de FDN (40,80 %) en comparación con el ensilaje (30,68 %), el cual fue similar al reportado por Barreto y Chamorro (2005) para un ensilaje mixto.

En la FDA también hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre el ensilaje y los otros dos métodos. El ensilaje presentó un contenido de FDA inferior en un 6 % al reportado por Barreto y Chamorro (2005), lo que permite predecir mejor digestibilidad del material.

La lignina, compuesto fenólico indigestible por el animal, fue estadísticamente diferente ( $p < 0,05$ ) en el ensilaje respecto al heno y la harina, lo cual permite afirmar que nutricionalmente el mejor método de conservación fue el primero. Los mayores valores de lignina en el heno y la harina estuvieron relacionados con un mayor contenido de la fracción C (fracción ligada a la lignina) de la proteína. El porcentaje de lignina en los tres métodos fue inferior al reportado para la alfalfa (NRC, 2001); sin embargo, no se considera un factor negativo para la degradabilidad del material.

La hemicelulosa presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tres tratamientos, y en el ensilaje este indicador fue 3 % y 6 % mayor que en el heno y la harina, respectivamente.

Por su parte, la celulosa no mostró diferencias estadísticas entre el heno y la harina; el ensilaje resultó inferior en 10 unidades porcentuales respecto a los otros dos métodos, con un valor similar al reportado por Blanco *et al.* (2005) para un ensilaje mixto de sauco, acacia y avena (19,3 vs. 20,7 %).

La composición nutricional de esta arborea conservada con cualquiera de los métodos permite recomendarla como una importante fuente de nutrientes en la alimentación animal, sobre todo el ensilaje.

### Degradabilidad de la materia seca y la proteína

La degradabilidad *in sacco* de la materia seca para el sauco, en los diferentes tiempos de incubación, se presenta en la tabla 6.

La tasa de solubilidad (T0) del ensilaje superó en 10 unidades porcentuales a la del heno y la harina; sin embargo, a las 24 horas se observó interrelación, y la degradabilidad promedio fue de 77,70 % para los tres métodos. Ello permite calificar a esta arborea como alimento de buena calidad (mayor de 40 %), de acuerdo con lo señalado por Preston y Leng (1990).

La degradabilidad promedio de la MS para los tres métodos a las 48 h aumentó en 2,80 % respecto a la de 24 h (80,50 vs. 77,70 %). Ello indica que el material con un tiempo de permanencia de 24 h en el retículo rumen presentó un alto contenido de material aprovechable; sin embargo, el tiempo máximo sería de 48 h. La alta degradabilidad que ocurrió en los tres métodos de conservación estuvo relacionada con el mayor contenido de hojas más peciolo (79 %), estructuras asociadas con una menor lignificación, alta degradación ruminal y bajo contenido de pared celular (Chamorro *et al.*, 2005).

La proteína degradada en rumen (PD), de gran importancia en la nutrición de los rumiantes, ya que interviene en la producción de células microbianas,

Tabla 5. Fracciones de carbohidratos del sauco (% , base seca).

Método	Fracciones de los carbohidratos (%)					
	CNE	FDN	FDA	LIG	HEM	CEL
Ensilaje	36,48 <sup>b</sup> ± 1,0	30,68 <sup>b</sup> ± 1,0	21,01 <sup>b</sup> ± 0,4	1,74 <sup>b</sup> ± 0,14	9,66 <sup>a</sup> ± 1,29	19,31 <sup>b</sup> ± 0,27
Henificación	23,43 <sup>c</sup> ± 1,0	43,11 <sup>a</sup> ± 1,0	36,51 <sup>a</sup> ± 0,5	6,96 <sup>a</sup> ± 0,18	6,63 <sup>b</sup> ± 0,47	29,55 <sup>a</sup> ± 0,33
Harina	27,85 <sup>b</sup> ± 0,9	38,66 <sup>a</sup> ± 0,9	35,53 <sup>a</sup> ± 0,25	6,47 <sup>a</sup> ± 0,23	3,13 <sup>c</sup> ± 0,56	29,05 <sup>a</sup> ± 0,20

CNE: carbohidratos no estructurales, FDN: fibra detergente neutra, FDA: fibra detergente ácida, LIG: lignina, HEM: hemicelulosa, CEL: celulosa. Promedios con superíndices no comunes en la misma columna difieren significativamente al 5 % (prueba de Bonferroni).

Tabla 6. Degradabilidad *in sacco* de la materia seca del sauco (%).

Método	Horas de incubación					
	0	6	24	48	72	96
Ensilaje	39,71 <sup>a</sup> ± 0,16	65,23 <sup>a</sup> ± 1,62	75,34 <sup>b</sup> ± 0,52	75,79 <sup>b</sup> ± 0,60	78,12 <sup>b</sup> ± 0,32	78,16 <sup>b</sup> ± 2,49
Henificación	28,76 <sup>b</sup> ± 0,90	61,41 <sup>b</sup> ± 2,51	79,21 <sup>a</sup> ± 1,11	82,37 <sup>a</sup> ± 0,54	82,65 <sup>a</sup> ± 1,06	82,68 <sup>a</sup> ± 1,93
Harina	26,55 <sup>b</sup> ± 2,01	60,14 <sup>b</sup> ± 1,33	78,56 <sup>a</sup> ± 0,58	83,42 <sup>a</sup> ± 0,94	83,49 <sup>a</sup> ± 0,90	84,00 <sup>a</sup> ± 3,08

Promedios con superíndices no comunes en la misma columna difieren significativamente al 5 % (prueba de Bonferroni).

fue de 88,95 % para la harina; 87,66 % para el heno y 85,82 % para el ensilaje. Ello permite inferir que la cantidad de proteína no degradada (PND) y utilizable en el segundo proceso digestivo sería, como promedio, de 12,50 %. En este indicador hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tres métodos: ensilaje: 14,18 %, heno: 12,34 %, y harina: 11,05 %. Tales valores son inferiores a los reportados para las proteínas de escape del heno de alfalfa (25 %) y la de un ensilaje (30 %), con menos de 45 % de FDN (NRC, 2001), y están relacionados con los valores de las fracciones de proteína (B1 + B2 + B3) de lenta degradabilidad (tabla 4).

### Metabolitos secundarios

Teniendo en cuenta que los metabolitos secundarios son una de las limitantes para el consumo y la aceptabilidad de las plantas arbustivas y arbóreas por los rumiantes (Carulla y Lascano, 1994), se evaluó cualitativamente la presencia de taninos y saponinas en los tres métodos de conservación del follaje de sauco.

Los contenidos de taninos fueron muy bajos (menores de 0,3 %) y resultaron negativos en el caso de las saponinas, lo que permite inferir que estos factores antinutricionales no limitaron la digestión de los nutrientes, ni afectaron la calidad nutricional del sauco en ninguno de los métodos de preservación del material.

### CONCLUSIONES

El sauco conservado como ensilaje, heno o harina mostró un contenido bajo de pared celular y una alta degradabilidad de la materia seca y de la proteína; no se encontraron metabolitos secundarios.

La comparación de los tres métodos de conservación, desde el punto de vista nutricional, demostró que el ensilaje se visualiza como el más adecuado, por presentar mayor porcentaje de proteína y contenido celular, menor cantidad de lignina y una adecuada degradabilidad de la materia seca.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AOAC. Official methods of analysis of AOAC International 17 th. Edition, review No 2. AOAC International. p. 2087-2417, 2003
- Barreto, C. & Chamorro, D. Evaluación nutricional de *Sambucus nigra* en tres frecuencias de corte asociado con *Pennisetum clandestinum* y predicción de la respuesta animal de hatos lecheros de Cundinamarca aplicando el sistema CNCPS. Producto intermedio 15. Informe técnico proyecto "Desarrollo de Alternativas Silvopastoriles para Sistemas de Producción de Bovinos de Leche en los Altiplanos de Cundinamarca, SENA, UDCA, USALLE, CORPOICA, UNAD, AGAP, 15p., 2005.
- Benavides J. La investigación en los árboles forrajeros. En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol. V. Turralba, CATIE. p 3-28, 1994.
- Bernal E., Ensilaje. IDECAMPO ED. Colombia. 147 p. 2001.
- Blanco, GM.; Chamorro, D.; Arreaza L.C. & Rey, A.M. Evaluación nutricional del ensilaje de *Sambucus peruviana*, *Acacia decurrens* y *Avena sativa*. Revista Corpoica. Vol. 6 No 2. p 81-85, 2005
- Carulla J.E. & Lascano, C. Presencia de taninos en las especies forrajeras: implicaciones alimenticias. Seminario sobre Agroforestería Alimenticia para rumiantes en el Trópico. Memorias, Departamento de Producción Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Sp., 1994.
- Chamorro, D. El componente arbóreo como dinamizador del sistema de producción de leche en el trópico alto colombiano. VI Taller Internacional Silvopastoril CIPAV- Universidad de Caldas. 14p. 2004.
- Chamorro, D. Importancia de la proteína en la nutrición de rumiantes con énfasis en la utilización de proteínas de especies arbóreas. Seminario – Taller Internacional sobre manejo de la proteína en producción de ganado bovino. 15 p. En: <http://es.sli-deshare. Net/magazoo17/22-importancia>. 2014.

- Chamorro, D; Carulla, J. E. & Cuesta, P.A. Degradación microbiana in situ de tejidos foliares de gramíneas y leguminosas y su relación con indicadores de calidad nutricional, Revista Corpoica. Vol. 6( 1) : 100 – 116, 2005.
- Franco, M.H. Sistemas silvopastoriles o agroforestería agropecuaria en trópico de altura. Ponencia presentada en el Congreso Nacional de Ganadería Agroecológica para el Trópico Colombiano. Bogotá, 2008.
- Fox, D.; Tylutki, T.; Tedeschi, L.; Van Amburgh, M.; Chase, L. ; Pell, A. et al. The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. Model documentation. Mimeo No. 213. Animal Science Department. Cornell University, Ithaca, N.Y. 2003.
- Galindo,W.; Rosals, M.; Murgueitio, E. & Larrahondo, J. Sustancias antinutricionales en las hojas de guamo, nacedero y matarraton. Livestock Research for Rural Development. 1 (1) sp. ,1989.
- Harris, L. Nutrition research techniques for domestic and wild animal. Publisher by Harris, New York, pp. 125, 1970.
- Jaramillo C. J. La morera y el sauco. I curso de Silvopastoreo del Trópico Alto, CORPOICA, UDCA, SALLE Y SENA. SP, 2005.
- Laredo, M.A. & Cuesta, A.P. Tabla de contenido nutricional en pastos y forrajes de Colombia. ICA-COLANTA. 82 p., 1988.
- Licitra, G.; Hernández, T. & Van Soest., P. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminal feeds. Anim. Feed Sci. Technol. 57: 347 – 358, 1996.
- Mc Donald, Nutrición animal aplicada. Ed. Acribia 5ta edición. p.425 -437, 1995.
- National Research Council (NRC). Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh revised edition. National Academy Press. Washington, D.C. USA. p. 283 – 310, 2001.
- Navas, C.A. Nutrición de poligástricos. Facultad de Ciencias Agrarias. UNISUR. Bogotá, 146 p. 1995.
- Norma Técnica Colombiana NTC 645. Alimentos para animales. Harina de alfalfa deshidratada. Editorial ICONTEC . Bogotá., D.C., 1970.
- Nova, L.B.; Chamorro, D. & Carulla, J.E. Caracterización química y nutricional de seis arbóreas del trópico de altura para la suplementación de rumiantes. Producto intermedio 12. Informe técnico proyecto “Desarrollo de alternativos silvopastoriles para sistemas de producción de bovinos de leche en los Altiplanos de Cundinamarca”, SENA, UDCA, USALLE, CORPOICA, UNAD, AGAP. 12p. 2005.
- Orskov, E.R.; Hovell, F.D. & Mould, F. The use of the nylon-bag technique for the evaluation of feedstuffs. Tropical Animal Production, 5:195-213, 1980
- Ospina, C.; Hernández, R.; Gómez, D.; Godoy, J.; Aristizábal, F.; Patiño. J. & Medina, J. El aliso o cerezo. *Alnus acuminata* H.B.K. ssp. *acuminata*. En: Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana. FNC- Cenicafé, 37 p., 2005.
- Preston T. R & Leng R. A. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles. Aspectos básicos aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Condit. Colombia. 312p. , 1990.
- Ribeiro L: G. et al. Consideraciones sobre ensilaje de sorgo. Jornada sobre producción y utilización de ensilajes. En: [http://www.cplatsasaembrapa.br/public\\_electronica...](http://www.cplatsasaembrapa.br/public_electronica...)2007.
- SAS INSTITUTE, SAS/STAT. User's guide versions Institute, Cary Nc. USA. p. 569-666, 1995
- Sánchez, L. & Villaneda, E. Renovación y manejo de praderas en sistemas de producción de leche especializadas en el trópico alto colombiano. CORPOICA, COLCIENCIAS, FEDEGAN. Bogotá; Produmédicas. 23 p. , 2009.
- Sánchez, L.; et al. El sauco (*Sambucus nigra*) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto colombiano. Corpoica. Edi Produmedios. Colombia 55 p., 2010.
- Sniffen, C.I.; O'Connor, J.D.; Van Soest, P.I.; Fox, D.G. & Russell, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II Carbohydrate and protein availability. J. Anim. Sci. 70(11): 3562-77, 1992
- Van Soest , P.J. & Robertson., J.B. Analysis of forages and Lamartine Hood. Carbohydrate and health. Connecticut: Avi Publishing company inc. 6983p. 1985

Recibido el 24 de julio de 2015

Aceptado el 27 de enero de 2016