

Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*), enriquecido con arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos¹



José Edmundo Apráez-Guerrero¹, Efrén Guillermo Insuasty-Santacruz¹,
Juliana Elizabeth Portilla-Melo², William Alexander Hernández-Vallejo²

ARTÍCULO DE
INVESTIGACIÓN

¹ Grupo Producción y Salud Animal, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño.

² Programa de Zootecnia, Universidad de Nariño

eapraez@udenar.edu.co

(Recibido: octubre 17, 2011; aprobado: febrero 7, 2012)

RESUMO: El estudio se realizó en la localidad de Arvela, municipio de Guachucal (Nariño). Se evaluó la calidad nutricional, metabolitos secundarios, costos y aceptabilidad para lo cual se probaron cuatro tratamientos así: el testigo de solo avena forrajera (*Avena sativa*), los otros tres con adición del 30% de las arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) y 5% de melaza en todos ellos. En la prueba de aceptabilidad se utilizaron 16 ovinos criollos distribuidos en cuatro grupos, bajo un diseño de cuadro latino y los resultados fueron analizados con el procedimiento GLM del programa estadístico SAS. Todos los nutrientes evaluados mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$). La composición nutricional de los ensilajes mixtos fue mejor que el de avena sola, evidenciado principalmente en los contenidos de proteína (11,43% a 18%), energía (2,28 a 2,55 Mcal ED/kg MS) y el ELN (32,80% a 37,93%). La concentración de ácido láctico subió desde 0,35 hasta 1,06% y las de ácido butírico fueron bajas en todos ellos (0,0023% a 0,0043%) lo que reveló una adecuada fermentación. Las saponinas, fenoles y alcaloides tendieron a desaparecer comprobando las bondades del proceso de ensilado en la eliminación de metabolitos antinutricionales. La aceptabilidad de todos los ensilajes fue buena, sin diferencias estadísticas significativas que corroboran las propiedades organolépticas adecuadas. Los ensilajes de avena y avena + acacia, presentaron la mayor rentabilidad (10,05% y 10,08%).

Palavras chave: alimentación, arbóreas, conservación, metabolitos, nutrientes.

Nutritional composition and acceptability of silage fodder oats (*Avena sativa*), enriched with acacia shrubs (*Acacia decurrens*), ragwort (*Braccharis latifolia*) and elderberry (*Sambucus nigra*) in sheep

ABSTRACT: The study was conducted in the village of Arvela, Municipality of Guachucal-Nariño. We evaluated the nutritional quality, secondary metabolites, costs and acceptability which were tested and 4 processes: The control of only oat (*Avena sativa*), the other three with the addition of 30% of the shrub: acacia (*Acacia decurrens*), ragwort (*Braccharis latifolia*) and elderberry (*Sambucus nigra*) and 5% molasses in them all. The acceptability test using 16 crossbred sheep in 4 groups, under a Latin square design and the results were analyzed with the procedure GLM of SAS. All nutrients evaluated showed significant differences ($P < 0.05$). The nutritional composition of the silages was better than single oat silage, evidenced primarily in the contents of protein (11.43% to 18%), energy (2.28 to 2.55 Mcal DE/kg MS) and the ELN (32.80% to 37.93%). The lactic acid concentration increased from 0.35 to 1.06% and butyric acid were low in all treatments (0.0023% to 0.0043%) which revealed an adequate fermentation. The saponins, phenols and alkaloids tended to disappear proving the benefits of the ensiling process. The acceptability of all silages was good, with no statistically significant differences showing adequate organoleptic properties. Oat silage and oat + Acacia had the highest profitability (10.05% and 10.08%).

Key words: food, tree, conservation, metabolites, nutrients.

¹ Financiado por autores. Programa de Zootecnia, Universidad de Nariño.

Introducción

Las condiciones climáticas estacionarias que se presentan en el país debido a los problemas ecológicos y medioambientales, sumadas a la escasez de recursos forrajeros de bajo valor nutritivo con que cuentan la mayoría de productores, quienes desconocen las bondades de árboles y arbustos forrajeros que pueden ser aprovechados para mejorar la productividad de los planteles pecuarios, mantiene diezmada la productividad pecuaria de la zona.

Bajo estas circunstancias, las plantas adaptadas o nativas de esta región requieren menores inversiones para su mantenimiento, producción y conservación, por ello el germoplasma nativo o naturalizado necesita ser estudiado; este es el caso de algunos árboles y arbustos forrajeros que han mostrado tener un buen consumo por parte de las especies herbívoras, razón por la cual podrían ser aprovechados como alternativa de suplementación o sustitución parcial de la dieta normalmente suministrada en su alimentación. Además, las épocas secas originan escasez forrajera la cual requiere la búsqueda de alternativas de conservación y promover el uso de especies arbóreas que sirvan para complementar las necesidades alimentarias. El ensilaje, aparte de conservar los forrajes, permitirá reducir los riesgos de contaminación, aminorar los niveles de metabolitos secundarios o factores antinutricionales que puedan estar presentes en el follaje de algunas plantas y garantizar un suministro permanente a los animales (Aguirre & Cabrera, 2010).

La importancia de los árboles y arbustos forrajeros ha crecido en los últimos tiempos debido a la escasez de gramíneas en los periodos secos, altos precios de los cereales y alimentos protéicos, así como la necesidad de aprovechar más los recursos locales en aras de una producción agropecuaria más sostenible y en virtud de que estos presentan apreciables características nutritivas, un buen potencial de biomasa, altos niveles de proteína cruda, minerales con producción constante a través de todo el año, por la extracción profunda de nutrientes y humedad de las arbustivas.

En el departamento de Nariño existe gran variedad de especies arbóreas y arbustivas forrajeras que poseen un destacado valor nutritivo, y que pueden ser usadas en la alimentación animal por medio de prácticas de conservación que potencien su valor nutritivo y palatabilidad. Con este propósito, este trabajo evaluó la composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*) enriquecido con arbóreas y arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos.

Materiales y Métodos

Las especies arbóreas fueron cortadas en diferentes áreas de la zona de estudio, la cosecha se hizo de manera manual y se orearon durante un tiempo de 24 horas. El picado del forraje se realizó a un tamaño de la partícula de 1 cm. La cantidad de melaza que se adicionó a cada ensilaje, fue del 5% sobre el total del forraje. Se utilizó la técnica de silos en bolsa para la cual se emplearon las de polietileno; el llenado de las bolsas se realizó sobreponiendo capas delgadas de forraje picado, a cada una se adicionó la melaza como aditivo y se compactó; luego se cerraron herméticamente y se guardaron en un lugar fresco bajo cubierta. La apertura del silo se realizó 40 días después.

Bromatológico

Para el análisis bromatológico se tomó una muestra de cada bolsa de ensilaje y forraje antes de ensilarlo; se utilizó el método de Weende para las variables Materia Seca (MS), Humedad, Extracto Etéreo (EE), Proteína, Ceniza, Fibra Cruda (FC), Energía, Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) (AOAC, 2000), para Fibra Detergente Neutra (FDN), Fibra Detergente Ácida (FDA) (Van Soest, 1963).

Ácidos láctico y butírico

Estos se analizaron por cromatografía de gases. Shimadzu GC-17 A. Detector FID (ICA, 2008).

Metabolitos secundarios

Se realizó un análisis cuantitativo para saponinas por método de espuma Molisch, fenoles, esteroides por Lieberman-Burchard, Rosenheim, Salkowski, y alcaloides por Drangendorff, la de Wagner y Mayer (Domínguez, 1973).

Estas pruebas se realizaron antes y después del ensilaje, con el fin de comparar el efecto del ensilado sobre los metabolitos secundarios encontrados en las arbóreas y arbustivas; para la descripción de los resultados de las pruebas se utilizó el sistema cualitativo de cruces para especificar la presencia o ausencia de los grupos de metabolitos, siguiendo los criterios: presencia abundante (+++), presencia moderado (++) , presencia bajo (+) y negativo (-).

Aceptabilidad

Para esta prueba, se utilizaron cuatro grupos de ovinos criollos, cada uno de cuatro animales (machos) con peso, edad y estado fisiológico homogéneo, que pastaban en praderas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Se realizó un periodo de adaptación de 10 días en los que fueron alimentados con pasto kikuyo como alimento base *ad libitum* y 800 g de ensilaje por animal y por día, posteriormente en el periodo experimental se realizaron las mediciones de consumo. En este periodo experimental a los animales se les ofreció los ensilajes dos veces al día en horas de la mañana (7:00 a.m. y 5:00 p.m.) más agua y sal a voluntad; diariamente se estimó el consumo de cada grupo, el cual se determinó por la diferencia entre la cantidad ofrecida y rechazada.

Para esta prueba se empleó un diseño de cuadrado latino; los resultados se sometieron a un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (SAS, 1994). La media de los consumos se evaluó usando la prueba de Tukey a $P < 0,05$.

El modelo estadístico usado fue:

$Y_{ijk} = \mu + F_i + C_j + T_k + E_{ijk}$, donde:

Y_{ijk} = Variable aleatoria.

μ = Media general.

F_i = Efecto de fila (día).

C_j = Efecto de columna (posición del ensilaje).

T_k = Efecto del tratamiento (ensilaje).

E_{ijk} = Efecto de la variación residual.

Análisis parcial de costos

Para establecer la viabilidad económica, se utilizó la *Metodología para la evaluación económica de proyectos de investigación agropecuaria*, propuesta por Cino & De Armas (1996).

Los insumos que se utilizaron para el desarrollo del proyecto se asumieron como costos variables y los originados por la mano de obra como costos fijos, para determinar el costo total de producción por diferencia entre el ingreso y el costo de cada uno de los tratamientos, se obtuvo una relación beneficio/costo y se calculó el porcentaje de rentabilidad.

Costo total = Costos fijos + Costos variables.

% de rentabilidad = $\frac{\text{Costo inicial} - \text{Costo final}}{\text{Costo final}} \times 100$

----- X 100
Costo final

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA) conformado por cuatro tratamientos y tres réplicas por tratamiento. El diseño experimental representado por el siguiente modelo lineal:

$Y_{ij} = \mu + T_j + E_{ij}$, donde:

Y_{ij} = Respuesta de la unidad experimental i que recibe el tratamiento j .

μ = Media poblacional.

T_j = Efecto del j -ésimo tratamiento.

E_{ij} = Error experimental.

Para determinar las diferencias estadísticas se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y para cotejar los distintos tratamientos, se realizaron pruebas de comparación de media de Tukey. Los datos obtenidos fueron procesados mediante el programa estadístico SAS.

Tratamientos

Se evaluaron cuatro tratamientos, con tres réplicas cada uno.

T0: Ensilaje de avena forrajera + 5% de melaza (Testigo).

T1: Ensilaje de avena forrajera + 30% acacia + 5% de melaza.

T2: Ensilaje de avena forrajera + 30% chilca + 5% de melaza.

T3: Ensilaje de avena forrajera + 30% sauco + 5% de melaza.

Resultados y Discusión**Análisis bromatológico**

La Tabla 1 muestra los valores nutricionales correspondientes a los ensilajes.

Materia Seca (MS). Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$). Los mayores contenidos de este componente se observaron en el ensilaje de avena + sauco y de avena + acacia, esta variación en el contenido de MS en el ensilado de estas especies está directamente relacionada con la diferencia en el contenido de MS de las

Tabla 1. Composición bromatológica de los ensilajes de avena forrajera (*Avena sativa*), avena + acacia (*Acacia decurrens*), avena + chilca (*Braccharis latifolia*) y avena + sauco (*Sambucus nigra*). Todos los valores expresados en porcentaje (%).

Nutriente	Ensilaje de avena	Ensilaje de avena + acacia	Ensilaje de avena + chilca	Ensilaje de avena + sauco
Materia seca (%)	28,78	30,04	29,61	30,18
Ceniza (%)	12,13	8,63	10,56	12,80
Extracto Etéreo (%)	3,44	2,48	5,81	3,72
Fibra Cruda (%)	38,66	44,16	33,20	27,53
Proteína (%)	11,43	11,96	14,03	18,00
ELN (%)	34,33	32,80	36,40	37,93
FDN (%)	66,96	70,90	47,70	42,43
FDA (%)	43,63	51,10	30,60	28,30
Hemicelulosa (%)	24,33	19,80	17,03	14,13
Energía Mcal ED/kg MS	2,28	2,28	2,53	2,55
Ácido Láctico (%)	0,71	0,35	0,59	1,06
Ácido Butírico (%)	0,0023	0,0033	0,0046	0,0030

arbustivas al momento de corte antes de iniciar el experimento. Puesto que se ha comprobado que la cantidad de MS depende de varios factores como tipo y edad de la planta, época del año, fenología de las plantas y el tipo de aditivo que se le adicionó para mejorar los parámetros de fermentación, como lo afirman Herrera et al. (2010).

Ceniza. Los valores más altos ($P < 0,05$) para esta variable fueron los registrados por el ensilaje de avena + sauco y avena sola. Contenidos mayores a 12% de ceniza, son asociados a contaminación con suelo durante la cosecha o elaboración del ensilaje (Chaverra & Bernal, 2000), lo que favorece la presencia de fermentaciones secundarias y reducción del consumo. En el caso de la melaza, esta presenta una concentración de minerales que va desde 9% (Fajardo & Sarmiento, 2007) hasta 13,3% (NRC, 2001). Los porcentajes de ceniza observados en los ensilajes de avena + chilca y avena + acacia fueron más bajos, lo que puede obedecer al menor contenido de este nutriente en el forraje verde y a las características individuales de esta especie (Aguirre & Cabrera, 2010).

Extracto Etéreo (EE). El ensilaje de avena + acacia presentó el menor valor ($P < 0,05$) en este componente en comparación con los demás ensilajes, estos resultados pueden explicarse porque el consumo de energía en forma de ácidos grasos por parte de la microbiota incrementa proporcionalmente con una consecuente disminución de los niveles de EE en el ensilaje final, tal como lo afirman Ojeda et al. (1990).

Fibra Cruda (FC). Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en los niveles de FC, siendo mayor el registrado en el tratamiento de avena + acacia. Los contenidos de fibra aumentan en el proceso de ensilaje debido al estado de madurez de las plantas antes de ser ensiladas. Estos valores concuerdan con lo reportado por Bertoia (2004). Esta fracción, que corresponde a los componentes estructurales de las plantas ensiladas, es de menor digestibilidad que la de los

contenidos celulares, y permanece casi inalterada durante la fermentación, razón por la cual su proporción en el ensilaje es un poco mayor que la del forraje en pie, pero su digestibilidad es menor, así lo afirman Chaverra & Bernal (2000).

Proteína. El mayor contenido de este nutriente ($P < 0,05$) se presentó en el ensilaje de avena + sauco y el menor en el ensilaje de avena. Las diferencias presentadas se deben probablemente a los aportes que las especies utilizadas hicieron en el ensilaje, pues guardan relación con los valores protéicos de las arbustivas incorporadas (Kass & Rodríguez, 1990). Además, las arbóreas inciden en la producción y calidad nutritiva de la gramínea asociada, principalmente en sus niveles de proteína y minerales (Chamorro et al., 1998), que asociada a la alimentación de rumiantes pueden tener un efecto positivo sobre los microorganismos ruminales aumentando la disponibilidad de nitrógeno amoniacal, aminoácidos y péptidos (Blanco et al., 2005).

Extracto Libre de Nitrogeno (ELN). El ensilaje de avena + sauco mostró valores más altos ($P < 0,05$) con respecto a los demás tratamientos. Los niveles adecuados de ELN en todos los ensilajes obedecen a que el proceso fermentativo fue bueno y no se observó la presencia de efluentes líquidos, los cuales contienen carbohidratos solubles. Esto podría explicarse debido a la fermentación de estos carbohidratos, presentes ya en forma de fructosa, glucosa y sacarosa, generados por las bacterias ácido-lácticas para producir ácido láctico y otros productos. Los microorganismos usan carbohidratos solubles donde obtienen la energía para su crecimiento. Un mínimo de 6 a 12% de los carbohidratos solubles son requeridos para la propia fermentación del ensilaje (Castañeda et al., 1999).

Fibra Detergente Neutra (FDN). Se presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) con respecto a la concentración de este componente, los valores más bajos son los de avena + chilca y avena + sauco, debido probablemente a la composición de las células vegetales en las hojas y tallos por la edad de la planta y la presencia de

microorganismos fibrolíticos, los cuales pudieron haber tenido mayor oportunidad de realizar procesos fermentativos, dando lugar a sobrevivir por mayor tiempo a estas bacterias dentro de los silos (Villa, 2008). Los niveles de FDN en el ensilaje dependen del estado de madurez de la planta al momento de ensilar, dando como valores medios para ensilajes de pasturas alrededor de 55% y ensilajes mixtos 44% de FDN, reportados por Blanco et al. (2005).

Fibra Detergente Ácida (FDA). El valor del ensilaje de avena + acacia fue el más alto ($P < 0,05$), lo que puede redundar de manera negativa en la alimentación animal; la importancia de la misma radica en que está constituida por hemicelulosa y lignina como componentes principales, encontrándose inversamente correlacionada con la digestibilidad del forraje (Calsamiglia, 1997). Un valor medio para FDA en un ensilaje de pastura está en 35%, un valor óptimo en 25% y valores superiores a 50% indican ensilajes de mala calidad (Enríquez & Narváez, 2003).

Hemicelulosa. El ensilaje de Avena presentó el valor más alto de hemicelulosa ($P < 0,05$) en comparación con los tratamientos en mezcla, debido a la incorporación de arbustivas que reducen los contenidos de este nutriente, ya que su composición presenta menor contenido de hemicelulosa y mayor contenido de celulosa. En este componente desde el mismo momento que el forraje es cortado, comienzan a actuar enzimas propias del vegetal, hidrolizando parte de las proteínas verdaderas, del almidón, de los carbohidratos (CHOS) y de la hemicelulosa, causando pérdidas de distintos órdenes y generando azúcares que son usados durante la fermentación láctica (Muck, 1998).

Energía. En los tratamientos, los ensilajes de avena + chilca y avena + sauco presentaron los valores más altos en este componente ($P < 0,05$); se han observado contenidos de energía elevados en el caso de silos con fermentaciones heterolácticas lo cual produce compuestos con alto contenido calórico, los que al momento de su valoración pueden sobrestimar el verdadero valor energético. Los niveles energéticos en los

forrajes ensilados pueden estar limitados por la presencia de compuestos volátiles, al igual como sucede con la proteína; el consumo voluntario de los rumiantes disminuye en la medida en que las raciones presentan concentraciones energéticas superiores a 2,5 Mcal/kg de energía digestible (Dinius & Baumgardt, 1970).

Ácido Láctico. El contenido de ácido láctico del ensilaje de avena + sauco fue el más alto ($P < 0,05$), lo que indica que tuvo la mejor fermentación asegurando que el material ensilado es de buena calidad. Las bacterias en el ácido láctico actúan rápidamente sobre los carbohidratos aprovechables produciendo ácidos orgánicos, agua, dióxido de carbono y calor. Sus principales funciones son producir ácido láctico y otros ácidos orgánicos tales como acético, propiónico, fórmico y succínico. Una vez consumido todo el aire existente en la masa ensilada, las bacterias aeróbicas se encuentran en muy bajas cantidades actuando en la fermentación, quedando el pasto de esta manera preservado durante muchos años; los valores de ácido láctico pueden ser de 8 a 9% del material seco (Rodríguez, 1983).

Ácido Butírico. El tratamiento de avena + chilca presentó el valor más alto ($P < 0,05$) de este ácido. Los valores de ácido butírico se mantuvieron por debajo del nivel estipulado en un ensilaje de buena calidad, lo que es un buen indicador de que se produjo una adecuada fermentación láctica y no hubo putrefacción del material ensilado, según lo reportado por Kung et al. (1991). Es también un ácido graso volátil, producto de una fermentación indeseable de los carbohidratos, en presencia de oxígeno. No son adecuados aquellos valores superiores a 0,1%. Confiere al material un olor pútrido. El animal rechaza este tipo de alimento, según lo afirmado por Gavilanes (2011).

Metabolitos secundarios

En la Tabla 2 se observan los resultados de los metabolitos secundarios presentes en los forrajes frescos y ensilado.

Se observó que las saponinas solo están presentes en forma abundante (++++) en el forraje fresco de la acacia, y baja (+) en el forraje verde del sauco, pero desaparecen después del proceso de ensilado. Se ha señalado a las saponinas como metabolitos secundarios generalmente con efectos negativos en la alimentación animal, como baja palatabilidad, formación de complejos con algunos minerales, y se las ha asociado con el timpanismo e inhibición de la fermentación

ruminal (Aregheore, 1999). De esta manera, se evidencia que el proceso de ensilaje reduce la concentración de este compuesto.

Los fenoles se encontraron en bajas cantidades (+) en las muestras del material vegetal antes de ensilar y desaparecen después del ensilado; los esteroides fueron bajos (+) en los forrajes frescos a excepción de la chilca que presenta cantidades moderadas (++); pero la fermentación en el silo

Tabla 2. Análisis comparativo de metabolitos secundarios presentes en los forrajes frescos y ensilajes de avena y arbustivas.

Tratamiento	Saponinas	Fenoles	Esteroides	Alcaloides
Avena forraje	-	+	+	-
Avena ensilaje	-	-	-	-
Acacia forraje	+++	+	+	-
Avena + acacia ensilaje	-	-	-	-
Chilca forraje	-	+	++	+
Avena + chilca ensilaje	-	-	+	+
Saucu forraje	+	+	+	++
Avena + saucu ensilaje	-	-	-	+

eliminó o redujo su contenido (+). Los alcaloides se observaron en cantidades bajas (+) a excepción del sauco que presenta un contenido mayor (++), pero al igual que en los anteriores, su contenido se redujo con el ensilaje, lo que demuestra que la fermentación láctica minimiza las posibilidades de efectos deletéreos de estos metabolitos en la alimentación de rumiantes.

Adicionalmente, puede afirmarse que quizá los microorganismos del ensilaje puedan degradarlos, tal y como ocurre con los microorganismos ruminales (Kumar, 1992).

Prueba de aceptabilidad

En el Tabla 3 se presenta el consumo de las especies utilizadas en la prueba de aceptabilidad, donde no se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$). Los resultados mostraron que si bien

los consumos no fueron altos en todos ellos, el uso de las arbustivas no desmejoró su apetencia y puede potenciar el rendimiento animal, por los mayores aportes de nutrientes que presentan estas plantas. Adicionalmente, las propiedades organolépticas asociadas con olor, color, textura y gustosidad, permiten vislumbrar a estas especies como promisorias para la producción animal ya que el consumo de los ensilajes en ovinos no se encontró relacionado con su composición química ni los niveles de metabolitos secundarios, como lo aseguran Pinto et al. (2005).

El ensilaje de los diferentes tratamientos presenta buenas propiedades organolépticas asociadas con adecuadas características como olor, color, textura, gustosidad y naturaleza de la cosecha ensilada, tal y como lo manifiesta Ojeda (2001). El bajo consumo de los ensilajes mixtos se puede

Tabla 3. Consumo de los ensilajes en la prueba de aceptabilidad (base seca).

Tratamiento (T)	Replica (R)	Consumo (g de MS)
T0	R4	168,92
T0	R3	168,81
T0	R2	166,85
T0	R1	166,85
T1	R4	169,81
T1	R3	168,98
T1	R2	162,98
T1	R1	158,22
T2	R4	164,62
T2	R3	164,62
T2	R2	164,34
T2	R1	152,20
T3	R4	171,14
T3	R3	159,56
T3	R2	159,56
T3	R1	150,00

explicar por la preferencia de los animales por consumir pastos frescos que pastos con algún tipo de tratamiento, ya que durante el proceso de ensilado ocurren fermentaciones que degradan las proteínas del forraje y con ello baja su calidad (INIA, 2006).

Análisis parcial de costos

En la Tabla 4 se presentan los costos para cada uno de los tratamientos. Como se puede observar en la Tabla, los costos para la elaboración de los ensilajes son bajos, ya que 1 kg de ensilaje de avena y avena + acacia cuesta \$218,07 y \$218,01 respectivamente, en comparación con avena + chilca y avena + sauco (\$225,51 y \$238,01) que

resultan un poco más costosos que los anteriores en razón a que sus contenidos de agua ameritan mayor tiempo de oreo para ser incorporados al ensilaje, presentan una buena rentabilidad; en la Tabla se observa que los dos primeros tratamientos reportan un valor de beneficio/costo (\$21,93 \$ 21,99) y un % de rentabilidad alto (10,05%, 10,08%) en comparación con los dos últimos, estos valores permiten reducir considerablemente los costos de alimentación de cualquier sistema productivo haciéndolo más rentable y sostenible. Los valores nutritivos que presentan los ensilajes son un factor importante de calidad en un suplemento, debido a que aseguran una mejor respuesta en cualquier sistema de producción.

Tabla 4. Valoración económica y rentabilidad en los ensilajes de avena y arbustivas (\$US/kg año 2012).

Detalle	\$US Costos variables			\$US Costos fijos	\$US por kg	Beneficio/Costo	% Rentabilidad
	Melaza	Otros	Avena forraje	M. de obra			
Ensilaje de avena	0,022	0,071	0,016	0,011	0,121	0,012	10,05%
Ensilaje de avena + acacia	0,022	0,071	0,010	0,016	0,121	0,012	10,08%
Ensilaje de avena + chilca	0,022	0,071	0,010	0,020	0,125	0,008	6,42%
Ensilaje de avena + sauco	0,022	0,071	0,010	0,027	0,132	0,001	0,83%

Conclusiones

La investigación mostró resultados adecuados en la composición nutritiva de los ensilajes de avena, avena + acacia, avena + chilca y avena + sauco; con valores apropiados para la alimentación en ovinos. El valor nutricional de los ensilajes enriquecidos con arbustivas fue más alto en cuanto a los contenidos de proteína (11,43% a 18%) y energía, lo que expresa una alternativa para mejorar los parámetros productivos de los animales. Todos los ensilajes evaluados fueron aceptados y consumidos por los rumiantes, revelando la importancia de estas nuevas alternativas de suplementación.

Los resultados de laboratorio revelaron baja presencia de metabolitos secundarios (saponinas, fenoles, alcaloides y esteroides) de los ensilajes evaluados y su poca incidencia en la aceptación por los ovinos. Lo que corrobora que el consumo no solo depende de la composición química de las plantas, sino también de los hábitos alimentarios de cada especie animal y del estímulo sensorial (olor, sabor o textura).

Los ensilajes de forrajes enriquecidos con arbóreas y arbustivas poseen un mejor perfil nutricional

que los ensilajes tradicionales, posibilitan el aprovechamiento de recursos forrajeros que se encuentran en el medio, convirtiéndose en una alternativa de suplementación económica e ideal para cualquier productor en cualquier época del año.

Referencias Bibliográficas

- Aguirre, J.; Cabrera, A. **Evaluación de la calidad nutricional del ensilaje de (*Sambucus peruviana*, *Smilax pyramidalis* y *Acacia decurrens*) en minifundios del Municipio de Cumbal – Nariño**. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 2010. 119 p. Tesis (Pregado en Zootecnista).
- Association of Official Agricultural Chemists – AOAC–. **Official methods of analysis**. 17ed. Virginia: AOAC International, 2000. 1025p.
- Aregheore, E.M. **Nutritive and antinutritive value of some tree legumes used in ruminant livestock nutrition in Pacific island countries**. 2ed. [s.l.:s.n.]. Journal of South Pacific Agriculture, 1999. 50-61p.
- Bertoia, L. **Algunos conceptos sobre ensilaje**. [s.n.]. Argentina: Universidad Nacional de las Lomas de Zamora, 2004. 20p.
- Blanco, G.M.; Chamorro, D.R.; Arreaza, L.C. et al. **Evaluación nutricional del ensilaje de *Sambucus***

- peruviana*, *Acacia decurrens* y *Avena sativa*. **Revista Corpoica**, v.6, n.2, 2005. 82p.
- Calsamiglia, S. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas para rumiantes. In: **XV curso de Especialización Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal –FEDNA–**; 1997. Disponible en: http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/acidosis_nino.pdf Accedido en: 30/07/2012.
- Castañeda, A.E.; Poveda, C.A.; Cárdenas, P.A. **Caracterización nutricional y digestibilidad de ensilajes de vísceras de pescado enriquecidas con fuentes proteicas y energéticas para la alimentación en cerdos**. Tolima, Colombia: Universidad del Tolima, 1999. Tesis (Pregrado en Medicina Veterinaria y Zootecnia).
- Cino, D.; De Armas, C. **Metodología para la evaluación económica de proyectos de investigación agropecuaria**. La Habana, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, 1996. 127p.
- Chamorro, D.; Gallo, J.; Arcos, J. et al. **Gramíneas y leguminosas, consideraciones agro zootécnicas para ganaderías del trópico bajo**. Boletín de investigación. CORPOICA, 1998. Regional 6. Doc.18405. Capítulo 6.
- Chaverra, G.; Bernal, E. **Ensilaje en la alimentación de ganado vacuno**. Bogotá, Colombia: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA–, Tercer Mundo Editores, 2000. 153p.
- Dinius, D.A.; Baumgardt, B.R. Regulation of food intake in ruminants. Influence of caloric density of pelleted rations. **J. Dairy Sci.**, v.53, n.3, p.311-316, 1970.
- Domínguez, X.A. **Métodos de investigación Fotoquímica**. México, D.F.: Limusa, 1973. 281p.
- Enríquez, C.; Narváez, M. **Valoración nutricional del ensilaje de 2 cereales forrajeros en mezcla con Raygrass**. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 2003. 117p. Tesis (Pregrado en Zootecnista).
- Fajardo, E.; Sarmiento, S. **Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de *Saccharomyces cerevisiae***. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 2007. 120p. Tesis (Pregrado en Microbiología Industrial).
- Gavilanes, C. Ensilaje, una alternativa para la ganadería en Colombia, 2.ed, **Revista el Cerealista**, v.2, n. 98, p.37- 41, 2011.
- Herrera, J.; Isaac, M.; Rodríguez, R. et al. Conservación del forraje de *lupinus rotundiflorus* M.E. Jones y *lupinus exaltatus* Zucc. mediante ensilaje. **Revista Ínter ciencia Venezuela**, v.35, n.8, p.E592-E599, 2010.
- ICA. Método propuesto por Peters, J.; Sánchez, D. **Manual de Técnicas analíticas**. CORPOICA, 2008.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias –INIA–. **Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores**. Chile: Centro Regional de Investigación Remehue Boletín INIA, 2006. 165p.
- Kass, M.; Rodríguez, G. **Métodos de análisis rutinarios del Laboratorio de Producción Animal**. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1990. 30p.
- Kumar, R. **Antinutritional factors the potential risks of toxicity and the methods to alleviate them**. [s.l.:s.n.]. Speedy A.W., 1992. p.145-160.
- Kung, L.; Tung, R.S.; Maciorowski, K.G. et al. Effects of plant-cell-wall degrading enzymes and lactic acid bacteria on silage fermentation and composition. **Revista Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.E4284-E4296, 1991.
- Muck, R.E. Preparing high quality alfalfa silage. In: **Seminario Internacional – Conservación de Forrajes de alta calidad – INIA, 1998**. Los Ángeles, Chile: Centro Regional de Investigación Quilmapu, 1998. 11p.
- National Research Council –NRC–. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington D.C.: National Academy Press NRC, 2001. 381p.
- Ojeda, F. Técnicas de cosecha de ensilado. In: Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos. **Memorias de la conferencia electrónica de la FAO sobre el ensilaje en los trópicos**. Roma: FAO, 2001. p.138-140.
- Ojeda, F.; Cáceres, O.; Matamoros, E. **Conservación de pastos y forrajes en zonas tropicales**. In: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes. Indio Hatuey, 1990. 54p.
- Pinto, R.; Gómez, H.; Medina F. et al. Preferencia ovina de árboles forrajeros del centro de Chiapas. **Revista Pastos y forrajes**, Universidad Autónoma de Chiapas (México), v.26, n.4, p.329-334, 2005.
- Rodríguez, S. Ensilaje. **Revista de difusión de**

- tecnología agrícola y pesquera FONAIAP**, n.12, p. 6, 1983. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd12/texto/ensilaje.htm
Accesado en: 01/08/2012.
- Statistical Analysis System Institute –SAS. **User's guide**. 4th ed. North Carolina, USA: SAS Institute, 2004. 1032p.
- Van Soest, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **J. Assoc. Offic. Agr. Chem**, n.46, p.829-835, 1963.
- Villa, A. **Estudio microbiológico y calidad nutricional del ensilaje de maíz cosechado en 2 eco regiones de Colombia**. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2008. 119p. Tesis (Magíster en Salud y Producción Animal).