

Características químicas y nutricionales del tallo de maicillo: desarrollo de alimentos para alimentación animal

Ricardo Bressani, Brenda Rodas, Elsa Gudiel, Claudia Lezama

Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de Alimentos (CECTA), Instituto de Investigaciones, Universidad Del Valle de Guatemala

RESUMEN: Los forrajes provenientes de las gramíneas son la principal fuente de alimentación de los herbívoros tanto domésticos como salvajes ya que crecen de manera espontánea y le dan el mayor aporte de materia seca y carbohidratos consumidos por los animales. El forraje ofrece una característica que lo hace atractivo, la facilidad que tiene de poderse almacenar de una manera artesanal en silos, durante las temporadas de sequía y escasez. Se presentan los resultados del ensilaje de seis variedades de sorgo dulce y dos variedades forrajeras y de grano nacionales. El ensilaje se llevó a cabo normalmente y ocasionó cambios en la composición de la fibra del sorgo, principalmente en la disminución de la hemicelulosa. El ensilaje de sorgo almacenado por 60 días, presentó características más favorables para el desarrollo de productos, para consumo animal.

PALABRAS CLAVES: ensilaje, forraje, *Sorghum bicolor* M, fibra detergente ácido, fibra detergente neutro, lignina, aminoácidos.

Chemical and nutritional characteristics of sorghum stem: development of products for animal feeding

ABSTRACT: Fodder from grasses is the main food of herbivorous domesticated and wild animals and provide them with organic matter and carbohydrates. Fodder can be ensiled and stored in silos and the resulting product can be used during drought conditions. Ensilage results are presented for six sweet and two fodder and grain local sorghums. Ensilaging proceeded normally and was carried out for 90 days. The 60 days product was considered of adequate quality for animal consumption.

KEY WORDS: silage, fodder, *Sorghum bicolor* M, acid detergent fiber, neutral detergent fiber, lignin, amino acids.

Introducción

Existe gran número de alimentos para ganado que han sido considerados, para cubrir el requerimiento nutricional de los animales, al menor costo posible. Entre estos alimentos se encuentran, los alimentos de origen vegetal, como las gramíneas (cereales) y las leguminosas. Las gramíneas, las cuales producen un tipo de grano, rico en carbohidratos, aceites y proteínas, proporcionando energía y calorías a los organismos que lo consumen y las leguminosas, alimentos con un gran aporte nutritivo y se presentan como granos secos separados de las vainas donde se producen. Algunos ejemplos de gramíneas utilizados para el desarrollo de productos son el maíz, el trigo, arroz, centeno, avena, y similares. [1].

Las gramíneas y leguminosas son las principales especies, que se han utilizado para producir o complementar alimentos de consumo humano. Actualmente, el producto secundario de las cosechas, los tallos gruesos y las hojas, son una importante fuente de alimento para el ganado, que vale la pena considerar. Este producto secundario de la cosecha, se puede clasificar en tres grupos: forrajes, concentrados y subproductos industriales [1].

Los forrajes, también conocidos como pastos, son una fuente de nutrientes, baja pero económica, ya que sirve como base de la alimentación para el ganado vacuno y equino. Dependiendo del estado en que se encuentre el forraje, al momento de ser consumido por los animales, este se puede clasificar como: forraje verde o pasto y forraje seco o heno [2, 3, 4].

El forraje verde o pasto, se encuentra en la pradera y tiene la característica que es una materia de consumo inmediato. El forraje seco o heno, es materia que se corta y seca, para ser utilizada en los tiempos de sequía. Un ejemplo de forraje seco es la avena y la cebada, que son cultivadas para fabricar heno [4].

Los forrajes provenientes de las gramíneas, presentan ciertas características peculiares, entre las que están su fácil adaptabilidad a la variación de clima, son la principal fuente de alimentación de los herbívoros tanto domésticos como salvajes ya que crecen de manera espontánea y le dan el mayor aporte de materia seca y carbohidratos consumidos por los animales [2, 3, 4]. Aunque este tipo de materia vegetal, es considerado como un alimento incompleto, en un contexto nutricional, ya que su contenido proteico y de sales es bajo, aun así, después de esta consideración, el forraje sigue siendo una alternativa potencial en la alimentación animal [2].

Dejando a un lado, el punto nutricional, el forraje ofrece una característica que lo hace atractivo, la facilidad que tiene de poderse almacenar de una manera artesanal en silos, durante las temporadas de sequía y escasez. Algunos ejemplos de forrajes, que pueden ser almacenados en silos, procedentes de los cereales y gramíneas, son el maíz, el sorgo, la avena y la caña. Ya que los granos de sorgo y maíz, son cereales utilizados en el balanceo de las raciones alimenticias, la utilización del forraje de estos granos, son objeto de estudio ya sea para formar parte de la dieta o para fortificarla [5].

Almacenar forraje de cereales o de las leguminosas, presenta algunas ventajas y desventajas, las cuales se resumen en el Cuadro 1:

La última desventaja que se menciona en el cuadro anterior, indica que los tallos de los cereales, una vez recogida, contienen carbohidratos azucarados y al estar almacenados, inician el proceso de fermentación, proceso anaeróbico, debido a la presencia de bacterias. El producto generado de este proceso de fermentación es conocido como ensilaje [5].

Calidad de los forrajes

La cantidad de forraje que necesita un animal, depende del porcentaje de materia seca (es decir, materia deshidratada), de la alimentación complementaria y también del peso del animal [9]. La calidad física, de los forrajes, diferirá de la zona de

cultivo, es decir del tipo de suelo, el ambiente, la cantidad de agua con la que son irrigados. A nivel químico-nutricional, la calidad de los forrajes, estará delimitada por los siguientes factores [2, 3, 5]:

- i. **la edad de la planta:** entre más madura este la planta y entre más cercana este la época de cosecha, la concentración de la proteína disminuye;
- ii. **el efecto de la fertilización nitrogenada:** este factor provoca incrementos en el contenido de proteína total en el forraje;
- iii. **la digestibilidad:** disminuye con la maduración del forraje.

Ensilaje de cereales

Como ya se ha mencionado, los ensilajes son el producto de la fermentación de los forrajes almacenados. El proceso de fermentación, produce etanol, dióxido de carbono y un olor característico de la materia fermentada.

El maicillo o sorgo es un cereal que se ha cultivado en Guatemala, el cual se utiliza principalmente para la producción de grano. Este difiere en su estructura a la de los otros cereales, no así en la composición química proximal. Además de producir cantidades sustanciales de grano, el maicillo se cultiva como una fuente importante de forraje o pasto de corte. En muchas regiones del mundo y más recientemente, se ha encontrado que existe material genético, que tienen la capacidad de producir la cantidad de azúcares, así como el grano o el forraje [8, 9, 10].

Los tallos secos de sorgo, son un forraje apreciado, o son usados como combustible o material para la construcción. En zonas secas y cálidas de los países desarrollados es cultivado como alimento para el establo. El sorgo tiene una amplia adaptación y puede producir una cosecha de grano en condiciones desfavorables. Puede ser cultivado en suelos más pobres y en climas más secos que el maíz; prospera en suelos pesados, incluyendo arcillas que se fraccionan y tolera inundaciones de corta duración [2, 3, 8, 9].

Cuadro 1. Ventajas y desventajas de los forrajes [3]

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • La conservación de forrajes de buena calidad nutritiva durante largo tiempo. • El aprovechamiento de los excedentes de producción. • Permite el balance en la dieta de los animales. • Reduce la pérdida de producción en la estación seca. 	<ul style="list-style-type: none"> • La selección de un forraje apropiado. • El forraje debe cortarse con una humedad apropiada para evitar una fermentación no deseable normalmente causada por bacterias del género <i>Clostridium</i>. • Una vez fuera del silo debe suministrarse rápidamente para evitar pudrición. • La cantidad de azúcares contenida en los tallos y las hojas, al estar almacenados y en contacto con bacterias, producen una materia fermentada.

Como ya se ha mencionado en la literatura, el grano de sorgo es uno de los cereales utilizados para consumo humano, ya que contiene muchos nutrientes almacenados, en las pequeñas semillas, necesarios en la dieta del ser humano. En cuanto a los tallos y las hojas que quedan como desperdicio en los campos, luego de la cosecha, podrían ser una alternativa nutricional o comercial, a considerar, para la alimentación animal, basados en las características físico-químicas, tiempos de maduración o de almacenamiento y no solo para ser considerados como material combustible.

En este trabajo se presentan los resultados del ensilaje de seis variedades de sorgo dulce y dos variedades forrajeras y de grano nacionales.

Materiales y métodos

Materiales

Se analizaron 8 variedades de forraje de sorgo y 3 muestras de ensilaje de sorgo fermentado (30, 60, y 90 días). Para el análisis de las variedades de sorgo se proporcionaron 3 muestras de cada variedad. Para el análisis de los ensilajes, no se estableció la variedad de sorgo, solo el tiempo de fermentación.

Métodos

Preparación de la muestra

Las muestras de forraje de sorgo y de ensilaje húmedos, procedentes de Patulul, Suchitupéquez, fueron pesadas y luego deshidratadas por aire caliente hasta peso constante.

Análisis químico proximal

Las muestras provenientes de cada variedad y de cada localidad, fueron molidas con un molino de martillos con una malla de 60 para fines del análisis químico proximal. El análisis proximal incluyó la determinación de humedad (14.002, 14.004, 14.081), proteína (14.026), extracto etéreo (14.028), cenizas (14.006-

14.009), fibra cruda (14.020, 14.082) y carbohidratos por diferencia. Los análisis fueron realizados con los métodos oficiales de la AOAC [9].

Fraccionamiento de fibra

Para la determinación del porcentaje de fibra detergente ácido, fibra detergente neutra y lignina, se utilizó el método de Van Soest, el cual utiliza 0.5-1.0g de la muestra desgrasada, para luego aplicar las soluciones detergentes respectivas. La muestra se digiere por 60 minutos en el detergente y luego se lava con agua caliente, se coloca en un horno eléctrico para secado y se calcina según sea el caso de la determinación.

Resultados y discusión

El Cuadro 2 presenta el análisis proximal de las diferentes variedades de forraje de sorgo. Como se puede observar, las muestras de forraje de sorgo, presentan valores de proteína y carbohidratos elevados en comparación con las otras características nutricionales.

El Cuadro 3 muestra los resultados del fraccionamiento de fibra en sus componentes principales, fibra detergente ácido, fibra detergente neutra y lignina, para las 8 variedades de sorgo.

La diferencia entre la fibra detergente neutro y la fibra detergente ácido equivale al contenido de hemicelulosa. La diferencia entre la fibra detergente ácido y la lignina equivale a la celulosa. La hemicelulosa, la celulosa y la lignina conforman los principales biopolímeros.

El Cuadro 4 muestra el análisis proximal de las muestras de ensilaje fermentado. Comparando, el valor proteico del forraje con el valor proteico del ensilaje, se observa un notable descenso del 50% aproximadamente de la proteína, en el ensilaje. Es decir que entre mayor sea el tiempo de almacenaje y proceso de fermentación, la calidad nutricional del ensilaje disminuye, por lo que los animales que ingieran este producto, consumirán mas volumen de este para satisfacer el nivel nutricional que el cuerpo necesita.

Cuadro 2. Análisis proximal de muestras de forraje de *Sorghum bicolor*, M (base húmeda)

Variedad	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Cenizas (%)	Fibra cruda (%)	Carbohidratos
M81E	6.55 ± 0.81	12.84 ± 0.64	3.53 ± 0.13	2.03 ± 0.13	2.99 ± 0.42	72.06 ± 0.00
Della	6.35 ± 0.67	12.01 ± 0.59	3.41 ± 0.19	1.62 ± 0.05	1.98 ± 0.14	74.63 ± 0.00
Umbrella	6.66 ± 0.68	12.51 ± 0.78	3.92 ± 0.15	1.47 ± 0.19	3.72 ± 0.54	71.72 ± 0.00
Híbrido H8015	6.51 ± 1.23	10.85 ± 0.94	2.63 ± 0.12	1.02 ± 0.10	2.60 ± 0.27	76.39 ± 0.00
Sugar Drip	6.05 ± 0.72	11.97 ± 0.68	3.12 ± 0.39	1.77 ± 0.08	2.22 ± 0.33	74.87 ± 0.00
Top 76-6	6.59 ± 0.54	12.11 ± 0.14	3.73 ± 0.19	1.92 ± 0.04	2.48 ± 0.20	73.17 ± 0.00
ICTA Micltlan	6.57 ± 0.60	11.12 ± 0.38	2.83 ± 0.04	1.84 ± 0.07	2.56 ± 0.17	75.08 ± 0.00
Dale	5.85 ± 0.29	12.39 ± 0.33	3.47 ± 0.25	1.74 ± 0.03	1.93 ± 0.26	74.62 ± 0.00

El Cuadro 5 presenta el análisis de fraccionamiento de fibra de los ensilajes de sorgo. Claramente se observa que el ensilaje prolongado, es decir a 90 días, provocó un descenso drástico en la fibra detergente neutro. Lo anterior implica la utilización de la hemicelulosa por parte de las bacterias lácticas al desarrollarse durante el ensilaje.

Conclusiones

El ensilaje se llevó a cabo normalmente y ocasionó cambios en la composición de la fibra del sorgo, principalmente en la disminución de la hemicelulosa. El ensilaje de sorgo almacenado por 60 días, presentó características más favorables para el desarrollo de productos, para consumo animal.

Agradecimientos

Al Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) quien por medio del programa Food for Progress 10 financió la ejecución del presente estudio (Contrato OGSM: FCC-520-2010/026-00)

Bibliografía

- [1] *Manuals of food quality control*. FAO Food Nutrition Paper 14/7, Rome 1986
- [2] Akin DE (1979) Microscopic evaluation of forages digestion by rumen microorganisms. *A review J. Anim. Sci.* **48**:701-710

Cuadro 3. Resumen del fraccionamiento de las fibras para forraje de muestras de *Sorghum bicolor*, M

	Fibra detergente neutro (%)	Fibra detergente ácido (%)	Lignina (%)
M81E	54.09 ± 0.18	39.25 ± 0.31	25.67 ± 0.13
Della	54.90 ± 0.14	38.84 ± 0.12	5.33 ± 0.21
Umbrella	51.95 ± 0.17	33.54 ± 0.10	4.32 ± 0.08
Híbrido H8015	61.24 ± 0.26	40.06 ± 0.30	4.89 ± 0.07
Sugar Drip	55.59 ± 0.08	34.44 ± 0.22	4.79 ± 0.45
Top 76-6	56.82 ± 0.26	37.70 ± 0.10	5.24 ± 0.14
ICTA Mictlan	56.76 ± 0.35	39.34 ± 0.66	4.91 ± 0.09
Dale	49.88 ± 0.06	33.52 ± 0.16	15.96 ± 0.40

Cuadro 4. Análisis proximal de muestras de ensilaje de sorgo fermentado

	30 días de fermentación	60 días de fermentación	90 días de fermentación
% Humedad (materia prima)	86.18 % ± 0.00 %	80.19 % ± 0.00 %	81.35 % ± 0.00 %
% Ceniza	1.18 % ± 0.00 %	5.75 % ± 0.24 %	4.26 % ± 0.39 %
% Proteína (*)	7.49 % ± 0.01 %	6.36 % ± 0.00 %	5.61 % ± 0.00 %
% Grasa	1.72 % ± 0.00 %	1.67 % ± 0.00 %	1.32 % ± 0.00 %
% Fibra cruda	21.83 % ± 0.83%	39.74 % ± 0.76 %	3.60 % ± 0.07 %

Cuadro 5. Resultados del fraccionamiento de fibra para muestras de ensilaje y el correspondiente pH final

	30 días de fermentado	60 días de fermentado	90 días de fermentado
Fibra detergente neutro %	60.10 % ± 0.00%	64.61 % ± 0.19 %	16.30 % ± 0.20 %
Fibra detergente ácido %	8.80 % ± 0.00%	46.00 % ± 0.91 %	49.37 % ± 0.82 %
Lignina %	5.70 % ± 0.00%	39.73 % ± 0.41 %	59.33 % ± 0.82 %
pH	3.60	3.62	3.82

- [3] Figueroa L, Bressani R, Salazar J (2010) Maní forrajero (*Arachis Pintoi*) como alternativa para alimentación humana *Revista Industria Alimentos* **12** (46) 38-39 Enero Marzo
- [4] Hank C (1993) *Guía para conservación de forrajes en silos de trinchera* Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, El Macho, Municipio de Acaponeta, Nayarit, México
- [5] Argamenteña GA, De la Roza B, Martínez A, Sánchez I, Martínez A (1997) *El ensilado en Asturias* Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA) España
- [6] Arriaga MAA (1966) *El sorgo en Guatemala* Ministerio de Agricultura, Guatemala
- [7] Correa A (2001) *El sorgo forrajero en producción animal* Gaceta Informativa No. 166, CREAs Zona Oeste, Paraná, Brasil
- [8] Recavarren P (2007) *Sorgos diferidos como reserva forrajera invernal en rodeos de cría de la zona de la Depresión de Lágrida* E.E.A. Balcarce INTA, Argentina
- [9] AOAC *Official Methods of Analysis* 15 th Edition (1984)