



Evaluación bromatológica del bagazo de cerveza como uso potencial en la alimentación de vacas lecheras

Juan Luis Chávez Chávez¹  , Teódulo Quezada Tristán  , José Olmos Colmenero³  ,
José Manuel Palma García²   Carlos Urban Haubi Segura  

Universidad Autónoma de Aguascalientes, , México.

Bromatological evaluation of beer bagasse as a potential use in feeding dairy cows

Abstract: In this study, the analysis of brewery bagasse from the Modelo brewery plant in Calera, Zacatecas, which is used as an alternative ingredient in dairy cattle diets, was carried out. The whole sample of brewery bagasse was used, which was subjected to dehydration and was subsequently ground. A chemical-proximal analysis was carried out using the Van Soest method, the results of the protein and ether extract of the brewery bagasse were superior to those compared by the cited literature (29.14% and 9.64%), demonstrating that it is a highly viable. *In situ* and *in vitro* digestibility was performed to identify the behavior of the ingredient within the animals. The digestibility of the brewery bagasse (25% at 24 hours) was lower than the controls used, however it was effective (99.9% at 144 hours). In this way it is verified that the brewery bagasse is an ingredient with high nutritional values that allows to improve production and increase the profitability of the stables of small producers in the country.

Keywords: alternative, ingredient, digestibility, protein

Resumen : En este estudio se realizó el análisis de bagazo de cervecería de la Planta cervecera de Modelo en Calera, Zacatecas el cuál se utiliza como ingrediente alternativo en las dietas de ganado lechero Se utilizó la muestra integra de bagazo de cervecería, la cual fue sometida a una deshidratación y posteriormente fue molido. Se realizó un análisis químico-proximal mediante el método de Van Soest, los resultados de la proteína y extracto etéreo del bagazo de cervecería fueron superiores a los comparados por la literatura citada (29.14% y 9.64%), demostrando que es un ingrediente sumamente viable. Se realizó digestibilidad *in situ* e *in vitro*, para identificar el comportamiento del ingrediente dentro de los animales. La digestibilidad del bagazo de cervecería (25% a las 24 horas) fue menor a los controles utilizados, sin embargo, fue efectiva (99.9% a las 144 horas). De esta manera se comprueba que el bagazo de cervecería es un ingrediente con altos valores nutricionales que permite mejorar la producción e incrementar la rentabilidad de los establos de los pequeños productores en el país.

Palabras clave: alternativo, ingrediente, digestibilidad, proteína

Avaliação bromatológica do bagaço de cerveja como potencial uso na alimentação de vacas leiteiras

Resumo: Neste estudo, foi realizada a análise do bagaço cervejeiro da fábrica da cervejaria Modelo em Calera, Zacatecas, utilizado como ingrediente alternativo na dieta do gado leiteiro. À desidratação e posteriormente triturado. Foi realizada análise químico-proximal pelo método de Van Soest, os resultados do extrato proteico e etéreo do bagaço de cervejaria foram superiores aos comparados pela literatura citada (29,14% e 9,64%), demonstrando que é um produto altamente viável. A digestibilidade *in situ* e *in vitro* foi realizada para identificar o comportamento do ingrediente dentro

¹ Autor para la correspondencia: chavez18mvz@gmail.com

² Universidad de Colima,

³ Universidad de Guadalajara

dos animais. A digestibilidade do bagaço cervejeiro (25% às 24 horas) foi inferior às testemunhas utilizadas, porém foi eficaz (99,9% às 144 horas). Desta forma verifica-se que o bagaço cervejeiro é um ingrediente com elevados valores nutricionais que permite melhorar a produção e aumentar a rentabilidade dos estábulos dos pequenos produtores do país.

Palavras-chave: alternativa, ingrediente, digestibilidade, proteína

Introducción

La cerveza es una de las bebidas alcohólicas más populares y consumidas del mundo, con una historia que se remonta hasta 5000 años de antigüedad (Ferreira, 2014). La producción de cerveza en México en 2019 fue de 12,450 millones de litros, la producción de cerveza sostiene una tendencia creciente en el periodo 2013-2019 y la tasa de crecimiento promedio anual para ese periodo fue de 6.7%. (INEGI, Colección de estudios sectoriales y regionales. Conociendo la industria de la cerveza, 2020). El bagazo de cebada de malta tiene un gran potencial para ser reciclado y utilizado como una fuente barata de fibra (Pantoja, 2020). Este subproducto requiere una disposición final en un vertedero o en un relleno sanitario, donde su descomposición de forma anaeróbica genera metano, un gas de efecto invernadero 25 veces más potente que el dióxido de carbono, que además puede persistir durante varios años después de la eliminación de residuos, que genera así un fuerte impacto sobre el

ambiente. Desde hace 5 décadas se le encontró un nuevo fin el cual genera múltiples beneficios, ya que se aprovecha al máximo, este fin es darlo en la dieta de las vacas (Arias Lafargue & López Ríos, 2015), específicamente a las destinadas a la producción lechera (Alba, 2017), ya que al ser barato no genera muchos costos, y ayuda a incrementar la producción de leche, el bagazo al ser rico en proteína, puede incrementar los niveles nutricionales de la leche de las vacas que consumen dietas con incorporación de este ingrediente; además la mayoría de los ingredientes utilizados en el proceso de elaboración de cerveza se venden húmedos y se utilizan en la alimentación de ganado equino, porcino y ovino (Medina-Saavedra et al., 2018). Se debe tener mucho cuidado al almacenarlo y al darlo, ya que puede alojar microorganismos dañinos como hongos, bacterias, larvas; sin embargo, si se respeta su lugar y es bien suplementado en dietas, es una excelente fuente de proteína (Ferreira, 2014).

Materiales y Métodos

Muestras obtenidas de la unidad de producción Granjas la Esperanza en la comunidad de Granjas Fátima, Aguascalientes, Ags. La unidad de producción compra el bagazo de cervecera de la planta cervecera de Modelo en Calera, Zacatecas, el cual es llevado al establo cada tres días. El muestreo se debe tomar de una manera aleatoria y seleccionando partes de todo el material. Se colocarán en bolsas individuales y se mantendrán en un ambiente seco, la muestra será de aproximadamente 1kg de peso. Se llevarán al laboratorio para su proceso posterior.

El análisis químico proximal permite obtener la composición química de los alimentos. Para el análisis de forrajes se utiliza el método de Van Soest. Laboratorio de Nutrición Animal. Posta Zootécnica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Se realizó un análisis de la composición química (AQP) utilizando el método de van Soest (Godínez, 2021) para determinar la humedad, cenizas, proteína (PC), extracto etéreo (EE), extracto libre de nitrógeno (ELN) fracciones de la pared celular fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), celulosa, hemicelulosa y lignina.

La digestibilidad *in situ* (ANKOM, 2011), se realizó en una vaca Jersey F1 fistulada del Centro de Ciencias Agropecuarias, fueron utilizadas 25 bolsas nylon ANKOM R1020 rellenas por lo menos con 1.5 g. de muestra si sobrepasar los 6 g. las cuales fueron extraídas a las 0 horas para ver la solubilidad inicial, a 48 horas para ver la degradabilidad intermedia y 144 horas para ver la máxima degradabilidad, lavadas con agua hasta quedar lo más limpias posibles, se secaron a 55°C durante 24 horas. El cálculo para la desaparición de materia seca (MS) se obtuvo a través de la siguiente fórmula:

$$\%MS = \frac{((WB+WB) - (WB+WAI))}{SW} \times 100$$

Donde: %MS = Degradabilidad de materia seca. WB = Peso de la bolsa. WBI = Peso de la muestra previo a la incubación. WAI = Peso de la muestra después de incubación. SW = Peso de la muestra.

Al mismo tiempo se realizó la digestibilidad *in vitro* (ANKOM, 2005), en el aparato Daisy ANKOM II incubador en el laboratorio de bromatología del CCA; se utilizaron 120 bolsas ANKOM-F57 distribuidas en dos tratamientos (30 bolsas con bagazo y 30 bolsas con bagazo digerido en rumen), dos controles (30 bolsas con

rastrajo y 30 bolsas con alfalfa) y un blanco, se extrajeron a las 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 72 y 96 horas, se lavaron con agua fría y se secaron a 55°C durante 24 horas. El cálculo para la desaparición de materia seca (MS) se obtuvo a través de la siguiente fórmula:

$$\%IVDT = (100 - (W_3 - (W_1 \times C_1))) / W_2 \times 100$$

Donde: %IVDT = Porcentaje de digestión total *in vitro*.

W_1 = Peso de tara de la bolsa.

W_2 = Peso de muestra.

W_3 = Peso final de la bolsa después del tratamiento *in vitro*.

C_1 = Blanco

Los resultados obtenidos de la degradabilidad *in vitro* se introdujeron en la ecuación de Orskov & McDonald,

$$Y = a + b(1 - \exp(-kd \cdot t))$$

Donde: Y = Materia seca degradada en el tiempo t;

(a+b) = potencial de degradación,

kd = tasa de degradación.

Resultados y Discusión

En los resultados del análisis químico proximal, se observan resultados muy similares a los de Martínez (2020), donde menciona que el bagazo de cervecera debe tener del 70 al 75% de humedad, comparado con lo que dice FEDNA en su tabla de 2021, es muy similar, también en el contenido de proteína (26.30%), porcentaje

de grasa (7.93%) y los valores de FDN (53.2%). El bagazo que se analizó presentó 74.99% de humedad, 29.14% de proteína, 9.64% de grasa y 51.18% de FDN; lo que nos indica que es un bagazo muy alto en proteína y grasa, y prácticamente con los mismos resultados de FDN que el analizado por FEDNA

Tabla 1. Análisis químico-proximal de bagazo de cervecera estudiado

Tiempo (horas)	Resultados obtenidos
Materia seca	25.01%
Humedad	74.99%
Cenizas	3.23%
Proteína	29.14%
Grasa cruda	9.64%
FDN	51.18%
FDA	17.06%
Celulosa	15.75%
Hemicelulosa	36.05%

La digestibilidad *in situ* que presentó el bagazo estudiado, es una digestibilidad lenta al inicio, y que va avanzando continuamente conforme a las horas, que concuerda con lo mencionado por Pantoja en su publicación de 2020, también menciona que la degradabilidad de la proteína no es tan alta, y se comprobó con el análisis de degradabilidad efectiva a 48 horas, ya que se degradó en ese tiempo el 23%, como también lo menciona Poveda (2018), el bagazo de cervecera puede ser una gran alternativa de proteína, ya que contiene más proteína que una buena alfalfa. Esto también coincide con el porcentaje de proteína digerido, analizar el bagazo ya aprovechado nos permite ver el contenido que se degradó en el organismo; al funcionar como una proteína de sobre paso, la digestión primaria es rápida, y después se vuelve un poco lento, como menciona Poveda (2018). Y en cierto modo esto tiene que ver con la degradabilidad efectiva del ingrediente.

Tabla 2. Cinética ruminal (tratamientos y controles)

	Cinética ruminal			
	A (%)	B (%)	Kd (%/h)	P
Alfalfa	29.55	42.88	3.75	<0.01
Rastrojo	12.68	65.24	3.03	<0.01
Bagazo	5.36	46.46	2.03	<0.01
Bagazo digerido	0	49267.61	0.0005	<0.01

Orskov & McDonald (1979) $Y(t) = A + B \cdot (1 - \exp(-kd \cdot t))$

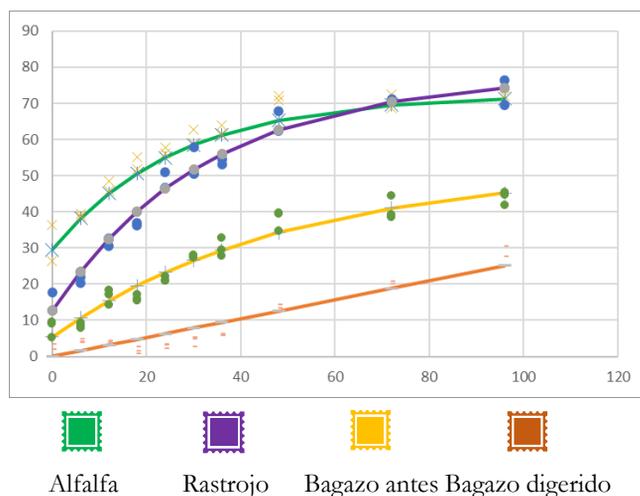


Figura 1. Digestibilidad *in vitro* (Comparación tratamientos y controles)

En la figura 1, se pueden comparar las diferentes digestibilidades de los ingredientes, como se observa, la

alfalfa se digiere rápidamente y el avance es continuo, el rastrojo empieza un poco más lento, pero también es continuo y alto, y más abajo está el bagazo que tiene una digestibilidad menor pero efectiva.

No se puede comparar la digestibilidad del bagazo de cervecería con la de la alfalfa o el rastrojo, que evidentemente es más rápida la de estos ingredientes por su contenido de fibra y otros componentes como lo menciona Rogers (2002). Comparado con la gran variedad de bagazos de otros alimentos, es evidente que el porcentaje del bagazo de cervecería es superior en varios aspectos nutricionales, comparando los resultados de Fernández Mayer (2021). Nos podemos dar cuenta que como comenta Costa Junior (2021), el bagazo de cervecería es un gran ingrediente rico en compuestos bioactivos como los compuestos fenólicos que funcionan

como antioxidantes, y funciona muy bien en el rumen de la vaca.

El bagazo de cervecería no sólo tiene fines de consumo animal, si no como lo comenta Lagüéns-Pérez (2018), puede ser utilizado en la fabricación de alimentos para consumo humano, unido a lo mencionado por Vastolo (2022), aprovechamos los residuos industriales dándoles un segundo uso, disminuyendo la contaminación y colaborando con el planeta. Aunado a lo descrito por Tarsicio (2018), puede ser un residuo que tenga sus desventajas ya que es muy susceptible al crecimiento microbiano y puede generar problemas posteriores, pero si se tiene el debido cuidado y la atención requerida puede ser un ingrediente potencial para las raciones de ganado productor de leche.

Conclusiones

Con los resultados preliminares obtenidos hasta el momento, se puede notar que el bagazo de cervecería dado en Granja “La Esperanza” es de una buena calidad y aceptable, que se puede comparar con cualquier otro bagazo de cervecería del mundo. Es una muy buena alternativa de proteína y grasa que se verá repercutido en la calidad de leche y que los ganaderos pueden usar para mejorar su producto. La degradabilidad de las proteínas y la digestibilidad en general es un poco lenta, además al ser una proteína de sobre paso, no se mantiene mucho tiempo en rumen ya que la proteína se digiere en mayor cantidad en el intestino;

sin embargo, debido a su grado de digestibilidad el animal lo consume más y lo metaboliza más rápido.

El bagazo es un alimento de gran utilidad nutricional, económico y de gran impacto ambiental. Puede ser un ingrediente que, utilizado en cantidades adecuadas, bajo almacenamiento correcto y otorgado a los animales en buen estado, genere una producción de leche aceptable y de calidad, que les permita a los productores pecuarios comercializarla a un buen precio y generar más ganancias para mejorar la calidad de vida de sus familias.

Agradecimientos

Agradezco a mis profesores asesores y a mi tutor por el apoyo y la orientación para la realización de mi proyecto. Agradezco al CONACYT por el apoyo financiero.

mediante la beca de maestría que me ha estado apoyando económicamente desde el inicio de mi posgrado

Conflicto de intereses: Los autores manifiestan que no existe ningún tipo de conflicto de intereses.

Literatura Citada

- Alba, S. A. 2017. Determinación de parámetros físicoquímicos en leche. Trabajo de fin de grado. Departamento de química. Área de química analítica: Universidad de la Laguna.
- ANKOM. 2013. Operator's Manual. Daisy ANKOM Technology.
- Arias Lafargue, T., & López Ríos, L. 2015. Propuesta tecnológica para el aprovechamiento energético del bagazo de cebada malteada de la cervecería Hatuey. *Tecnología Química*, 35(3).
- Calcaterra, F. 2021. Utilización del bagazo de la industria artesanal de cerveza en alimentación caprina. Evaluación de parámetros ruminales y digestibilidad del tracto total. Trabajo Final de la Carrera de Ingeniería Agronómica.: No. de lejado: 27319/7. DNI: 38.087.205.
- Costa Júnior, L. F., Valente, G. de F. S., & Silva, M. da M. C. 2020. Modelling of the extraction of phenolic compounds from beer malt bagasse using artificial neural network / Modelagem de extracao de compostos fenólicos de bagaco de malte de cervejaria usando redes neurais artificiais. *Brazilian Journal of Development*, 6(9). <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-746>
- FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal). Bagazo de cerveza húmedo. Obtenido el 3 de Enero de 2021. de http://www.fundacionfedna.org/subproductos_fibrosos_humedos/bagazo-de-cerveza-h%C3%BAmedo

- Fernández-Mayer, C. A. 2014. Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina. *Boletín Técnico* N°20, ISSN 0327 – 8549.
- Ferreira, L. 2014. Elaboración de cerveza: Historia y evolución, desarrollo de actividades de capacitación e implementación de mejoras tecnológicas para productores artesanales. *Cátedra de Agroindustrias y Laboratorio de investigación en productos Agroindustriales, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales UNLP*, 9.
- Foroutan, A., Guo, A. C., Vazquez-Fresno, R., Lipfert, M., Zhang, L., Zheng, J., Badran, H., Budinski, Z., Mandal, R., & Ametaj, B. N. 2019. Chemical composition of commercial cow's milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(17), 4897–4914.
- Godínez, M. G. 2021. Manual de prácticas médico zootécnicas. Universidad Autónoma de Aguascalientes: Departamento de Ciencias Veterinarias. Centro de Ciencias Agropecuarias Inés Camacho Villanueva, C., & David Grande Tovar, C. (2021). Bagazo De Malta (Bsg): Biorresiduo Con Potencial Aplicación a Nivel Funcional, Material Y Energético
- Medina-Saavedra, T., Arroyo-Figueroa, G., Herrera-Méndez, C., Gantes-Alcántar, M., Mexicano-Santoyo, L., & Mexicano-Santoyo, A. 2018. A proximal chemical analysis in craft beer solid waste, and its acceptance in sows. *Abanico Veterinario*, 8(3), 86-86–93. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.6>
- Poveda, S. D. 2018. Aprovechamiento del bagazo de malta de cebada como insumo en la elaboración de una barra de cereales alta en fibra. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9).
- Rogers, G. M., & Poore, M. H. 2002. Alternative feeds for beef cattle. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 18, Issue 2). [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(02\)00024-5](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(02)00024-5)
- Tarsicio, M.-S., Gabriela, A.-F., Carlos, H.-M., Mariana, G.-A., Lilia, M.-S., & Adriana, M.-S. 2018. Análisis químico proximal en residuos sólidos de cerveza artesanal y su aceptación en cerdas. *Abanico Veterinario*, 8(3), 86-86–93. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.6>
- Vastolo, A., Calabrò, S., & Cutrignelli, M. I. 2022. A review on the use of agro-industrial CO-products in animals' diets. *Italian Journal of Animal Science*, 21(1), 577–594.