

Artículo Original. Septiembre-Diciembre 2018; 8(3):86-93. Recibido: 23/02/2018 Aceptado: 27/06/2018.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.83.6>

Análisis químico proximal en residuos sólidos de cerveza artesanal y su aceptación en cerdas

A proximal chemical analysis in artisanal beer solid waste, and its acceptance in sows

Medina-Saavedra Tarsicio^{1*} tarsicioms@hotmail.com, **Arroyo-Figueroa Gabriela**¹ gabiab@yahoo.com.mx, **Herrera-Méndez Carlos**¹ caherhe_23@hotmail.com, **Gantes-Alcántar Mariana**¹ mgantesug@yahoo.com.mx, **Mexicano-Santoyo Lilia**² lilia_lasalle@hotmail.com, **Mexicano-Santoyo Adriana**³ mexicanoa@gmail.com

¹Universidad de Guanajuato, México. ²Instituto Tecnológico de Tepic, México. ³Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, México. *Autor responsable de correspondencia: Medina-Saavedra Tarsicio Arteaga sin número C. P. 38900 Salvatierra, Guanajuato, México.

RESUMEN

Se realizó un análisis químico proximal en residuos sólidos orgánicos de tres tipos de cerveza artesanal y detecto su aceptación en la alimentación de cerdas. Para determinar humedad de residuos de cerveza se utilizó estufa a 105°C durante 24 horas, el extracto etéreo se determinó con equipo Soxhlet y éter etílico como solvente, la determinación de cenizas se realizó por calcinación en mufla a 700°C, para fibra cruda se utilizó digestión ácida con ácido sulfúrico 0.2 N, para proteína cruda se empleó equipo Kjeldahl, el extracto libre de nitrógeno se determinó por diferencia del 100% de la suma de humedad, cenizas, grasa, proteína y fibra. El total de nutrientes digeribles se realizó mediante la sumatoria de la digestibilidad de los compuestos orgánicos. Los residuos sólidos orgánicos de cerveza artesanal contienen en promedio 2.43% de cenizas, 1.99% de extracto etéreo, 4.91% de fibra cruda, 64.20% de extracto libre de nitrógeno, 10.91% de proteína cruda y 73.47% de nutrientes digeribles totales. La determinación de la aceptación del alimento se realizó ofreciéndolo como primera opción a las cerdas de dos granjas. El alimento tuvo una aceptación de 83.4% cuando se ofreció solo y del 100% combinado con otros ingredientes.

Palabras clave: Cebada maltera, bromatológico, alimentos para cerdos, residuos de cerveza.

ABSTRACT

A proximal chemical analysis on organic solid waste was performed from three types of craft beer and its acceptance in the feeding of sows was detected. To determine the humidity, a stove was used at 105 ° C for 24 hours, the ethereal extract was determined using a Soxhlet equipment and ethyl ether as solvent, the determination of ash content was made by calcination in a muffle at 700 ° C; for crude fiber analysis, acid digestion with 0.2 N sulfuric was used, the crude protein was determined using a Kjeldahl equipment in order to analyze the total nitrogen, the nitrogen-free extract, was determined by the difference of 100% minus the addition of moisture, ash, fat, protein, and fiber. The total of digestible nutrients was computed by adding the digestibility of all organic compounds, and acceptance of the food was made trough offering it as a first option to the sows from two farms. The Organic solid residues of craft beer contain an average 2.43% of ash, 1.99% of ethereal extract, 4.91% of crude fiber, 64.20% of nitrogen-free extract, 10.91% of crude protein, and 73.47% of total digestible nutrients. The food achieved an acceptance of 83.4% when it was offered alone and 100% combined with other ingredients.

Keywords: Malting barley, bromatological composition, food for pigs, beer waste.

INTRODUCCIÓN

La producción de cerveza artesanal genera residuos sólidos en cantidades importantes, a los cuales no se les da un uso adecuado, debido a la dificultad que representa el manejo de un producto con alto contenido de humedad (80%). Aunado a esto, el contenido de polisacáridos de dichos residuos los hace muy susceptibles al crecimiento microbiano, lo que causa su deterioro en un corto plazo; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de secado para su conservación y almacenamiento.

La industria cervecera a nivel artesanal ha ido en aumento, debido al gusto por este tipo de cerveza, en el 2016, este tipo de industria creció 56%, sumando más de 400 pequeñas empresas (Villamil, 2016). La cervecería artesanal mexicana produce al menos 15000 l anuales y suelen elaborarse con cuatro ingredientes: malta de cebada, agua, lúpulo y levadura. Sin embargo, a pesar de que la demanda de la cerveza artesanal ha crecido, existen desventajas, como lo son entre ellas un pago de mayor cantidad de impuestos que las grandes cerveceras, costos de producción mayores por los volúmenes de compra de materias primas y la importación de los insumos de Alemania, Francia o USA; ya que los productores nacionales trabajan para las grandes cerveceras (Bernáldez, 2013).

Se sabe que la producción de cerveza en nuestro país se inicia después de los primeros años de la colonización española; sin embargo, la cebada maltera inició su desarrollo en México en 1906, buscando fomentar el cultivo de este cereal para satisfacer las necesidades internas (Galarza *et al.*, 2006). De acuerdo con datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) durante 2016, la producción de cebada maltera aumentó en 33.4 %, en relación con lo obtenido en el año anterior con una producción anual de 965 mil 332 toneladas; Guanajuato es la entidad que más produjo con 372 mil 167 toneladas (SAGARPA, 2017). La cebada maltera se diferencia de la cebada forrajera por su menor contenido de proteína, con promedio de 11.5% y 14% respectivamente (Schwentesi, Aguilar y Gómez, 2004).

Los granos como la cebada, así como la mayoría de los ingredientes utilizados durante el proceso de elaboración de la cerveza, regularmente se comercializan en húmedo y estos son empleados en la alimentación de bovinos, caballos, cerdos y ovejas. En cuanto al costo de producción del ganado porcino, la alimentación representa entre el 70 y 80% de los gastos totales (Gabosi, 2012; Rodríguez, Rodríguez y Villamil 2012), por lo cual se buscan alternativas para la formulación de nuevos alimentos, siendo los residuos sólidos orgánicos de la industria cervecera una opción viable.

El consumo voluntario del alimento requiere de la estimulación gustativa, mediante efectos directos de procesos neurofisiológicos que logren una percepción sensorial (gusto, olor, textura, y señales gastrointestinales), ayudando a los animales a relacionar

los alimentos con su calidad nutricional; lo que influye además en el estímulo del apetito, como resultado de la educación de gustos preferidos dentro de una conducta aprendida que lleva una mejora en la productividad de los animales (López, 2014). Se destaca en los cerdos el sabor “umami” como un gusto agradable y característico de las fuentes proteicas, de origen animal o vegetal, que provoca una estimulación sensorial generada por algunos aminoácidos, péptidos y nucleótidos, entre otros compuestos (Roura *et al.*, 2008).

La presente investigación busca realizar un análisis químico proximal en residuos sólidos de cerveza artesanal con la finalidad de detectar su aceptación en la dieta de cerdas reproductivas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante el desarrollo de esta investigación, los residuos sólidos orgánicos de tres tipos de cerveza: clara, ámbar y oscura fueron molidos y tamizados con una malla de 4.2mm, se almacenaron en envases de plástico a temperatura ambiente (entre 24-26°C) para su posterior análisis. Cada prueba se realizó por triplicado.

Determinación de materia seca (MS). Se pesaron aproximadamente 2g de muestra sobre cápsulas de porcelana y se introdujeron en una estufa a 105°C durante 24 horas, hasta lograr un peso constante de acuerdo con lo establecido a la *NMX-F-257-S-1978*.

Determinación de cenizas (C). Se pesaron 3g de muestra en cápsulas de porcelana a peso constante, para posteriormente pre-calcinar la muestra en una parrilla y llevarla a una calcinación total en la mufla a 700°C durante 2 h. Una vez frías las muestras se pesaron para determinar el porcentaje de cenizas conforme la *NMX-F-066-S-1978*.

Determinación de extracto etéreo (EE). La prueba se realizó conforme a la *NMX-F-089-S-1978*. Se pesaron aproximadamente 2g de muestra previamente secada a 60°C y se determinó con el equipo soxhlet con éter etílico como solvente por un periodo de 6h; posteriormente se recuperó la grasa en matraces balón previamente seco a peso constante y se eliminó el resto de éter a 100°C; enseguida se pesó el matraz con grasa y se obtuvo el porcentaje de extracto etéreo por diferencia de pesos.

Determinación de fibra cruda (FC). Se usaron las muestras de malta desengrasadas obtenidas en la determinación de extracto etéreo. Se empleó la norma *NMX-F-613-NORMEX-2003* que indica la digestión ácida con ácido sulfúrico 0.2N, lavados con agua caliente y digestión básica con hidróxido de sodio al 0.2N. La determinación de la fibra cruda se realizó en base al peso de las cenizas de la muestra digerida.

Determinación de proteína cruda (PC). Se realizó en un equipo Kjeldahl para el análisis de nitrógeno total conforme la *NMX-F-608-NORMEX-2011*. Se empleó 1 g de muestra para la digestión con ácido sulfúrico; después de la digestión se llevó a un destilador automático. Destilada la muestra se valoró con ácido clorhídrico 0.1 N. Se usó el factor

6.25 que se multiplicó por el porcentaje de nitrógeno obtenido para el cálculo de proteína total.

Determinación de extracto libre de nitrógeno (ELN). El contenido de ELN se calculó con la siguiente fórmula:

$$\%ELN=100- (\%humedad+\%cenizas+\%grasa+\%proteína+\%fibra\ cruda)$$

Determinación del Total de Nutrientes Digeribles (TND). Se calculó mediante la sumatoria de todos los compuestos orgánicos del análisis proximal que hay en el alimento (proteínas crudas, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno), multiplicado por su coeficiente de digestibilidad mediante la siguiente fórmula:

$$TND = PC \cdot 80 + ELN \cdot 90 + FC \cdot 50 + (EE \cdot 90 \cdot 2.25)$$

La prueba de aceptación del alimento. Los tres residuos sólidos de cerveza previamente secados y molidos se mezclaron y ofrecieron como la primera opción de alimento por la mañana a 30 cerdas en etapa reproductiva, elegidas de manera aleatoria y divididas en dos grupos de 15 cada uno; provenientes de dos granjas diferentes en el municipio de Salvatierra, Gto., identificadas como granja 1 (G1) y granja 2 (G2). La primera prueba consistió en proporcionar un kilogramo de los residuos sólidos molidos (RSM1) a los animales como única opción por la mañana. Durante la segunda prueba se proporcionó a los animales los residuos sólidos molidos mezclados con un concentrado comercial con 40% de proteína cruda (RSM2) en una formulación ya establecida en cada granja; el sorgo fue sustituido por los residuos sólidos y el del resultado se ofreció también un Kg como única opción por la mañana. Los resultados se registraron como aceptación cuando el alimento fue consumido en los primeros 15 minutos, o rechazo cuando pasados 15 minutos no había sido consumido el alimento ofrecido.

Se realizó un análisis multifactorial de varianza (ANOVA), para comparar los resultados del análisis bromatológico de los residuos sólidos de malta de cebada de los tres tipos de cerveza (clara, ámbar y oscura), además de confrontar los datos de su aceptación o rechazo del alimento ofrecido solo y como integrante de un alimento balanceado, ofrecido a las marranas en dos granjas diferentes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis bromatológico de los residuos sólidos de malta de cebada se presenta en la tabla 1.

A pesar de que el proceso de malteado de la cebada para la elaboración de los tres tipos de cervezas (clara, ámbar y oscura) es diferente, el porcentaje de los componentes (MC, C, EE, FC, PC y TND) en los residuos no presentan diferencia

significativa entre ellos ($P>0.05$); indicando que los diferentes procesos de obtención no alteran la composición química del producto final.

Tabla 1. Resultados obtenidos del análisis bromatológico aplicado en residuos sólidos orgánicos de tres tipos de cerveza artesanal: clara, ámbar y oscura.

Tipo de cerveza	%MS	%C	%EE	%FC	%ELN	%PC	%TND
Clara	86.13	2.37	1.94	4.93	65.98	10.91	75.96
Ámbar	83.17	2.69	1.82	4.91	62.85	10.90	71.41
Oscura	84.05	2.24	2.22	4.89	63.77	10.93	73.06
Promedio	84.45	2.43	1.99	4.91	64.20	10.91	73.47

Los resultados encontrados en este estudio para proteína de 10.91%, son similares a los que reporta Callejo (2002), para el grano de cebada con un rango de proteína cruda de 10 a 11%; sin embargo, este valor es inferior a lo que reportan Enrique *et al.*, (2014) de 12.08%, de la NRC (2001) de 12.4% y de Castillo *et al.*, (2012) de 13.16%; lo que sugiere que los residuos en el proceso de producción de cerveza son afectados en la composición química de la proteína del grano de cebada.

En este estudio se encontró un promedio de extracto libre de nitrógeno de 64.2%, mientras que Castillo *et al.*, (2012) reportan 69.1% para el grano de cebada, y en cuanto al TND también se encontraron diferencias; en el análisis realizado se observó un promedio de 73.47%, mientras la NRC (2001) reporta un 82.7% en el grano de cebada; esto puede deberse a que el carbohidrato es el material que se requiere en la elaboración de cerveza.

En relación con la prueba de aceptación de estos residuos, aplicando dos tratamientos en dos granjas (G1 y G2) del municipio de Salvatierra Gto., después de haber realizado la prueba de aceptación se observó que RSM1 en la G1 fue aceptado por 12 animales y rechazado por tres, y en la G2 fue aceptado por 13 y rechazado por dos; siendo un total de rechazo de 16.6%. La prueba con RSM2 en las dos granjas (G1 y G2) lo aceptaron el 100% de los animales (tabla 2).

De acuerdo con el análisis estadístico se encontró que existe diferencia significativa ($P<0.05$) entre las variables de aceptación y rechazo de los RSM1 y RSM2, para un 95% de confiabilidad en las dos granjas (G1 y G2).

Tabla 2. Aceptación y rechazo de los residuos sólidos molidos (RSM1) y residuos sólidos molidos en un alimento balanceado (RSM2), ofrecidos a cerdas reproductivas

Granja	RSM1				RSM2			
	Aceptado		Rechazado		Aceptado		Rechazado	
	No. de cerdas	%	No. de cerdas	%	No. de cerdas	%	No. de cerdas	%
G1	12	80.0	3	20.0	15	100	0	0
G2	13	86.6	2	13.3	15	100	0	0
Total	25	83.4	5	16.6	30	100	0	0

Los residuos húmedos de cerveza regularmente se han usado en la alimentación del ganado (Mussatto, Dragone y Roberto 2006). Investigaciones recientes han mostrado que los derivados de la cervecería pueden ser una opción para la suplementación animal, logrando ganancias diarias de peso (GDP) adecuadas, similares a las de otros suplementos energéticos comúnmente utilizados por productores, como es el caso del maíz y el sorgo; además de reducir los costos de la alimentación del ganado e incrementar las ganancias (Rivas *et al.*, 2017).

La aceptación de los residuos sólidos molidos por las cerdas es explicada por las características del cereal y por el contenido de dextrinas, maltosa, glucosa y maltotriosa, producidas durante el proceso de fermentación por enzimas hidrolíticas, como la alfa-amilasa, beta-amilasa y beta-glucanasa (Badui, 2006). El sabor umami es un sabor parecido al de la carne y se encuentra en alimentos ricos en proteínas y productos fermentados; además la hidrólisis genera sabores dulce, salado, amargo, ácido y umami en alimentos, actuando de manera sinérgica para aumentar la percepción del sabor (Badui, 2006; López, 2014). De acuerdo con Roura (2011) los cerdos tienen una elevada sensibilidad para el sabor umami, lo que aumenta el consumo voluntario; además tienen una preferencia positiva por algunos aminoácidos que no se perciben como umami por los humanos, como: la glutamina, alanina, asparagina, prolina, ácido aspártico, ácido glutámico, triptófano y treonina.

Se considera necesarias más pruebas que evalúen el impacto económico y nutrimental de los residuos húmedos de cerveza en todas las etapas del cerdo que meden aumento de peso y conversión alimenticia, aspectos que se pueden revisar como continuidad de este trabajo.

CONCLUSIÓN

Los diferentes procesos de producción de cerveza artesanal (clara, ámbar y oscura) no provocan diferencias significativas en la composición química entre los tres tipos de residuos; manteniendo una importante cantidad de nutrientes que pueden ser utilizados para la alimentación animal, lo que se relaciona con una muy buena aceptación por parte de cerdas reproductivas.

LITERATURA CITADA

BADUI D. 2006. Química de los alimentos. México: Pearson Educación. p 738, ISBN: 970-26-0670-5

BERNÁLDEZ CA. 2013. Cerveza artesanal en México: ¿Soberanía cervecera y alimentaria?. *Culinaria*. 6:56-63. Disponible: http://web.uaemex.mx/Culinaria/seis_ne/PDF%20finales%206/cerveza%20artesanal%20ok.pdf.

CALLEJO GM. 2002 Industrias de cereales y derivados. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. p 400, ISBN: 9788484760245.

CASTILLO OF, Rodríguez SR, Prieto GF, Román GA. 2012. Características física y química proximal de paja, grano y almidón de cebada de la variedad esmeralda. *BioTecnología*. 16:(3), 9-20. ISSN 0188-4786. Disponible en: https://smbb.mx/wp-content/uploads/2017/10/Revista_2012_V16_N3.pdf.

GABOSI H. 2012. Alimentación porcina y los costos. Universidad Austral, Argentina: Centro de Información y de Actividades Porcinas. p 1-8 Disponible: <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/Alimentacion%20porcina%20y%20los%20costos.pdf>.

LÓPEZ ONC. 2014. El gusto por el sabor salado. Perspectivas en nutrición humana. *Escuela de Nutrición y Dietética*. 16 (1) 99-109. ISSN 0124-4108. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/penh/v16n1/v16n1a8.pdf>.

MUSSATTO SI, Dragone G, Roberto IC, 2006. Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. *J. Cereal Sci*. 43:1–14. ISSN: 0733-5210. DOI:10.1016/j.jcs.2005.06.001.

NMX-F-257-S-1978. Preparación de la muestra y determinación del porcentaje de humedad y de materia seca en té y productos similares. Normas mexicanas. Dirección general de normas. 08 agosto 1978. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-257-S-1978.PDF>.

NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos. Normas mexicanas. Dirección general de normas. 03 noviembre 1978. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-066-S-1978.PDF>.

NMX-F-089-S-1978. Determinación de extracto etéreo (método soxhlet) en alimentos. Normas mexicanas. Dirección general de normas. 03 noviembre 1978. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-089-S-1978.PDF>.

NMX-F-613-NORMEX-2003. Alimentos- Determinación de Fibra cruda en Alimentos- Método de Prueba. 20 agosto 2003. <https://app.vlex.com/#WWW/search/jurisdiction:MX/nmx+f+613+normex+2003/WW/vid/692486885>.

NMX-F-608-NORMEX-2011. Alimentos-determinación de proteínas en alimentos- método de ensayo. 12 septiembre 2011. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-068-S-1980.PDF>.

NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press, Washington D.C. Washington D.C.: National Academy Press. ISBN 0-309-06997.

RIVAS JM, Herrera MR, Santos DR, Herrera C, Escalera V, Martínez G. 2017. Bagazo húmedo de cervecería como sustituto de cereales en la suplementación de ovinos. *Abanico Veterinario*. 7(3):21-29. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2017.73.2>.

RODRÍGUEZ MG, Rodríguez CB, Villasmil AK. 2012. Costos de producción en explotaciones porcinas de ciclo completo en el Municipio Mara, estado Zulia, Venezuela. *Revista Venezolana de Gerencia*. 17(60):709 - 729 ISSN 1315-9984. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29024892008>.

ROURA E. 2011. Obtenido de El gusto en el cerdo (parte II): que sea umami: Consultado en 17 de enero de 2018 https://www.3tres3.com/nutricion/el-gusto-en-el-cerdo-parte-ii-que-sea-umami_3204/.

ROURA E, Humphrey B, Tedo G, Ipharraguerre IR. 2008. Unfolding the codes of short-term feed appetite in farm and companion animals. A comparative oronasal nutrient sensing biology review. *Can. J. Anim. Sci.* 88 (4): 535–558. <http://www.pubs.aic.ca/doi/abs/10.4141/CJAS08014>.

VILLAMIL V. 2016. Cervecerías artesanales crecen 56% en 2016 y llegan a 400: Acermex. El Financiero, págs. Consultado el 12 de abril de 2017 <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/cervecerias-artesanales-crecen-56-en-2016-y-llegan-a-400-acermex.html>.