


**Análisis químico proximal de los residuos procedentes de la elaboración de cerveza artesanal y su aceptación en cerdos de traspatio (*Sus scrofa domesticus*)**



Gerardo José Cuenca-Nevárez <sup>a\*</sup>

Oscar Luis Torres Barberán <sup>a</sup>

Maritza Viviana Talledo Solórzano <sup>a</sup>

Said Enrique Jiménez-Pacheco <sup>b</sup>

Danny Leonel Cuenca Nevárez <sup>c</sup>

Víctor Hugo Nevárez Barberán <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Universidad Técnica de Manabí-Chone-Manabí-Ecuador. Facultad de Agrociencias. Ecuador.

<sup>b</sup> Universidad de Veracruz. México.

<sup>c</sup> GenteOil. Ecuador. Puyo-Pastaza-Ecuador.

<sup>d</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-Extensión Sucre-Manabí-Ecuador.

\*Autor de correspondencia: [gerardo.cuenca@utm.edu.ec](mailto:gerardo.cuenca@utm.edu.ec)

**Resumen:**

Los rubros en los que se incurre en la producción de cerdos determinan alrededor del 50 % del costo productivo de la actividad. La producción de cerveza artesanal produce residuos sólidos, los mismos que al ser tratados pueden ser considerados para usarlos como alimento, es por esto que el objetivo de la presente investigación es caracterizar los componentes químicos de los residuos provenientes de la elaboración de cerveza artesanal donde se obtuvieron valores de materia seca de 84.77 %, ceniza 2.54 %, materia grasa 1.98 %, fibra cruda 4.85 %, proteína 10.86 %, extracto libre de nitrógeno y total de nutrientes digestibles 64.54 y 73.21 % respectivamente. A continuación, se adaptaron a un grupo de cerdos de traspatio a alimentarse con residuos procedentes de la elaboración

de cerveza artesanal en una sustitución de 40 % y 60 %, restante balanceado comercial, donde se obtuvieron ganancias de peso de 1.09 kg día<sup>-1</sup>, conversiones alimenticias de 3.95; rendimientos a la canal superiores al 80 % y espesor de grasa dorsal de 25.61 mm. En lo que se refiere a la digestibilidad aparente de los nutrientes, para materia seca 77.09 %, la ceniza bruta 63.87 %, la proteína bruta 69.20 %, la fibra bruta 46 %, la materia grasa 54.08 % y la energía bruta 78.7 %; determinándose la perspectiva de uso parcial de estos residuos en la alimentación y requerimientos energéticos dentro de la actividad porcina de traspatio.

**Palabras clave:** Alimentación, Rendimiento, Productividad, Raza cerdos, Residuo cervecero.

Recibido: 08/08/2022

Aceptado: 23/10/2024

## Introducción

La cerveza artesanal se muestra como una de las bebidas alcohólicas con un alto crecimiento de demanda por los consumidores a nivel mundial, lo que implica un aumento de la producción<sup>(1)</sup>; se generan 20 millones de toneladas de residuos sólidos en esta industria<sup>(2)</sup>. Según la Asociación de Cerveceros Artesanales del Ecuador “ASOCERV” en 2018 la producción fue de 30,730 hectolitros, es decir aproximadamente representa a 614.6 toneladas de residuo en el Ecuador.

Los residuos sólidos representan el 85 % total de la producción<sup>(3)</sup>; dichos residuos son procedentes de la separación del mosto en la etapa de filtración previos a las etapas de molienda y de maceración<sup>(4)</sup>. Además, por cada 100 L de cerveza artesanal se generan 20 kg de residuos sólidos<sup>(5)</sup>. Los desechos presentan altas propiedades nutricionales y funcionales como proteínas, fibras, lípidos, carbohidratos, vitaminas, compuestos fenólicos y minerales<sup>(6)</sup>. Así mismo, el alto contenido de fibra y de proteína de algunos desechos pueden ser aprovechados para la alimentación de humanos y animales<sup>(7)</sup>. Por lo tanto, estos desechos se constituyen en potencial de materia prima sin costo o bajo costo, rico en materia orgánica, con disponibilidad todo el año para aprovechamiento de la agroindustria<sup>(8)</sup>.

La digestibilidad en la alimentación animal se considera uno de los aspectos más importantes, ya que se valora la calidad nutricional de los insumos, dependiendo de su solubilidad, del alcance de su hidrólisis química y de la digestión enzimática en el intestino<sup>(9)</sup>. Uno de los principales desafíos en la agroindustria es la recuperación y valorización de estos residuos mediante la aplicación de un modelo de economía circular<sup>(10)</sup>. Es por tal razón que el objetivo de la investigación fue determinar la

composición nutricional y digestibilidad de los residuos sólidos procedentes de la elaboración de cerveza artesanal, y determinar su aceptación en la dieta de cerdos.

## Material y métodos

La presente investigación se realizó en dos etapas: la primera el análisis de laboratorio y la segunda correspondió al suministro del residuo de cerveza artesanal a cerdos. Las muestras requeridas para la investigación se obtuvieron del proceso de elaboración de cerveza artesanal de la Universidad Técnica de Manabí, en el Laboratorio de Procesos Agroindustriales ubicado en el Cantón Chone en la vía Boyacá km 2 ½, sitio Ánima, en la cual se recogieron 2 kg de los residuos, mismos que fueron triturados y tamizados (4 mm). Las muestras se almacenaron en bolsas herméticas con cierre de presión a temperatura ambiente. Cada análisis se realizó por triplicado.

### Primera fase: Análisis químico proximal de los residuos sólidos de cerveza artesanal

#### Determinación de materia seca (MS)

Se tomaron 2 g de muestra, misma que se dispuso en una cápsula de porcelana para poderla introducir en una estufa (Memmert) a 105 °C durante 24 h, luego se ingresó en una cápsula de desecación provista de silicagel para enfriar las cápsulas con la muestra y así evitar que ganasen humedad, hasta llevarlos a pesar en una balanza analítica Adams® y conseguir un peso constante de acuerdo con la norma<sup>(11)</sup>.

#### Determinación de cenizas (C)

Sobre cápsulas de porcelana se pesaron 3 g de muestra hasta llegar a tener un peso constante. Luego se pre-calcinó la muestra con la ayuda de una parrilla para posteriormente llevarla a una calcinación total en la mufla a 700 °C durante 2 h. Por último se enfriaron las muestras y se pesaron para determinar el porcentaje de cenizas de acuerdo a la norma vigente<sup>(12)</sup>.

#### Determinación de proteína cruda (PC)

Se realizó en un equipo Kjeldahl Vapodest 50® para el análisis de nitrógeno total conforme a la norma<sup>(13)</sup>. Se empleó 1 g de muestra para la digestión con 25 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; después la digestión se hizo con un destilador automático. Posteriormente, la muestra se valoró con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0.1N) para determinar el porcentaje de nitrógeno presente y cuantificar el contenido proteico, multiplicando con el factor de 6.25.

#### Determinación de la materia grasa (MG)

Se pesaron aproximadamente 2 g de muestra, misma que previamente se secó a 60 °C y se determinó con el equipo Soxhlet con éter etílico como solvente por un periodo de 6 h; a continuación, se recuperó la grasa en matraces previamente secos y a peso constante; posteriormente, se eliminó el resto de éter a 100 °C; enseguida se pesó el matraz con la

grasa y se obtuvo el porcentaje de extracto etéreo por diferencia de pesos, de acuerdo a la normativa<sup>(14)</sup>.

#### **Determinación de fibra cruda (FC)**

Se usaron las muestras de malta desengrasadas obtenidas en la determinación de la materia grasa. Luego se procedió a realizar la digestión ácida con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0.2N), lavados con agua caliente y digestión básica con NaOH (0.2N). El análisis de este parámetro se realizó en base al peso de las cenizas de la muestra digerida, tal como lo señala la normativa<sup>(15)</sup>.

#### **Determinación de extracto libre de nitrógeno (ELN)**

El contenido de ELN se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ ELN} = 100 - (\% \text{ humedad} + \% \text{ ceniza} + \% \text{ grasa} + \% \text{ proteína} + \% \text{ fibra cruda})$$

#### **Determinación de nutrientes digestibles totales (NDT)**

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:

$$\text{TND} = \text{proteína } 80 + \text{ELN } 90 + \text{fibra cruda } 50 + (\text{grasa } 90 \cdot 2.25)$$

La segunda fase de la investigación se realizó en la finca Tres Hermanos, ubicada en el sitio Bravos Grande del cantón Chone, en la provincia de Manabí; las condiciones climáticas son cálido-seco, la temperatura oscila entre 23 y 34 °C, humedad relativa promedio 38.24 % y precipitación anual 900 mm.

### **Segunda fase: Prueba de comportamiento**

Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado con cuatro tratamientos (Cuadro 1). Se usaron un total de 24 machos castrados de raza Landrace x Pietrain, con 31.4 kg de peso promedio y 80 días de edad, los cuales se distribuyeron en cada uno de los cuatro tratamientos (6 cerdos por tratamiento) y fueron alojados en corrales individuales; el experimento tuvo una duración de 150 días. Todo el manejo de los cerdos para este estudio, siguieron las directrices establecidas por la Normativa Ecuatoriana de Bienestar Animal emitida por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD), garantizando el trato humanitario, el cuidado y el bienestar durante todo el periodo experimental.

La cantidad de alimento suministrado a los animales se realizó con criterios técnicos<sup>(16)</sup>; el factor de estudio de la presente investigación fue el complemento del balanceado de residuos sólidos procedentes de la elaboración de cerveza artesanal en la alimentación de cerdos (Cuadro 1).

**Cuadro 1:** Diferentes residuos de cosecha y balanceado en la alimentación de cerdos

<b>Tratamiento</b>	<b>Tipo de alimentación</b>
T1, (testigo)	Balanceado 100%
T2, Tratamiento 2	Balanceado 80% + 20% de RCA
T3, Tratamiento 3	Balanceado 70% + 30% de RCA
T4, Tratamiento 4	Balanceado 60% + 40% de RCA

T= tratamientos; RCA= residuo de cerveza artesanal.

La cantidad de alimento balanceado y residuo de cosecha se calculó diariamente, dividiéndose en dos raciones al día, el primero fue a las 0800 h y la segunda 1600 h. El consumo se determinó mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Consumo de alimento} = \text{ración inicial} - \text{residuo}$$

El peso de los animales se registró a las 0900 h, cada 8 días utilizando una báscula industrial de marca genérica (tipo digital, peso máximo 150 kg y 110 v), para determinar la ganancia de peso de los diferentes tratamientos se estableció por la diferencia de pesos;

$$\text{Ganancia de peso} = \text{peso inicial} - \text{peso final}$$

La conversión alimenticia se determinó con la siguiente fórmula:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{alimento consumido}}{\text{incremento de peso}}$$

La variable rendimiento a la canal se realizó cuando los animales alcanzaron el peso comercial de aproximadamente 100 kg. Esta variable se determinó con la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento de la canal} = \frac{\text{peso vivo} - \text{peso vísceras}}{\text{peso vivo}} 100$$

El espesor de la grasa dorsal, se determinó con pie de rey, entre las costillas 10 y 11; en esta área se realizó un corte de 10 cm de ancho por 10 cm de largo y 10 cm de profundidad, y con la ayuda de un calibrador se midió la cantidad de grasa presente en el corte.

### **Digestibilidad aparente de nutrientes**

Los coeficientes de digestibilidad aparente de la proteína, fibra cruda, grasa, cenizas, energía bruta, calcio y fósforo se calcularon de la siguiente manera<sup>(17)</sup>:

$$\% \text{ Digestibilidad} = \frac{\text{nutriente consumido (g)} - \text{nutriente en heces (g)}}{\text{nutriente consumido (g)}} 100$$

Los datos se procesaron mediante el empleo del programa estadístico R versión libre. El efecto de los tratamientos en cada una de las variables analizadas se evaluó a través de la diferencia de media mediante la prueba de LSD-Fisher ( $P \leq 0.05$ ).

## Resultados y discusión

### Análisis químico proximal de los residuos sólidos de cerveza artesanal

El análisis químico se muestra en el Cuadro 2.

**Cuadro 2:** Resultados del análisis químico proximal de los residuos sólidos procedentes de la cerveza artesanal

Parámetro	Promedio $\pm$ desviación estándar (%)	Coefficiente de variación (%)
Materia seca	84.77 $\pm$ 1.19	1.40
Ceniza	2.54 $\pm$ 0.08	3.05
Materia grasa	1.98 $\pm$ 0.11	5.39
Fibra cruda	4.85 $\pm$ 0.19	3.94
Proteína	10.86 $\pm$ 0.10	0.88
ELN	64.72 $\pm$ 1.09	1.69
TND	73.21 $\pm$ 1.03	1.40

ELN= extracto libre de nitrógeno; TND= total de nutrientes digestibles.

Los valores de los parámetros proximales, muestran que la MS tiene un valor promedio de 84.77  $\pm$  1,19 %, similar al reportado para los residuos de cerveza artesanal, con un promedio de 84.45 % MS<sup>(18)</sup>. El porcentaje de ceniza, de los mismos autores, reportan un valor promedio de 2.43 %, mientras que en este estudio fue de 2.54  $\pm$  0.08 %.

La materia grasa de los residuos sólidos se establece con un promedio de 1.98 % de materia grasa para este tipo de subproductos de la industria cervecera artesanal<sup>(19)</sup>. La materia grasa en este tipo de subproductos se presenta en un mínimo porcentaje, de los cuales los triglicéridos tienen una presencia del 67 % de la composición total de los extractos, seguidos de un 18 % de ácidos grasos<sup>(18)</sup>.

Estudios de caracterización química de los residuos de cerveza, determinan que el porcentaje de fibra encontrado fue de 4.91 %; mientras que en este estudio se obtuvo un valor promedio de 4.85  $\pm$  0.19 %; lo que permite determinar que estos residuos tienen alta

concentración de fibra alimentaria, y podrían coadyuvar al tránsito intestinal de los animales que se alimenten con estos subproductos de la industria cervecera<sup>(19)</sup>.

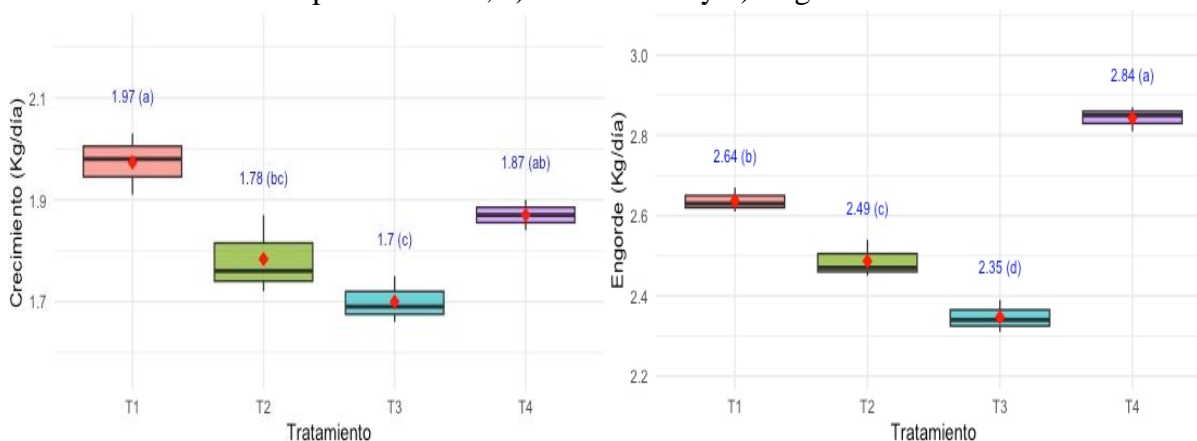
El porcentaje de proteínas en el residuo de cerveza artesanal, se coloca en un valor bajo ( $10.86 \pm 0.10$  %) en comparación a otros estudios que reportan niveles de proteínas alrededor del 20 % en función de la MS<sup>(20)</sup>. Otro estudio determina un rango de proteína de  $13.16 \pm 0.05$  % en las etapas del proceso de elaboración de cervezas<sup>(21)</sup>.

Los valores de ELN y NDT fueron de  $64.72 \pm 1.09$  y  $73.21 \pm 1.03$  % respectivamente; dichos datos fueron similares (64.20 y 73.47 %) a otro estudio, indicando que la elaboración de cerveza demanda carbohidratos<sup>(18)</sup>.

### Consumo de alimento

El consumo de alimento registró datos mayores en T1 y T4, mientras que T2 y T3 tuvieron menores consumos (Figura 1); la evidencia es que los cerdos en la etapa de crecimiento necesitan un consumo de  $1.81 \text{ kg día}^{-1}$ <sup>(16)</sup>. Estos resultados son ligeramente mayores a consumos de  $1.66 \text{ kg día}^{-1}$  para crecimiento y para engorde  $2.48 \text{ kg día}^{-1}$ <sup>(22)</sup>. La sugerencia es sustituir parcialmente el alimento balanceado en un porcentaje del 60 %<sup>(23)</sup>.

**Figura 1:** Consumo de alimento ( $\text{kg día}^{-1}$ ) en las diferentes concentraciones de suplementación; a) Crecimiento y b) Engorde



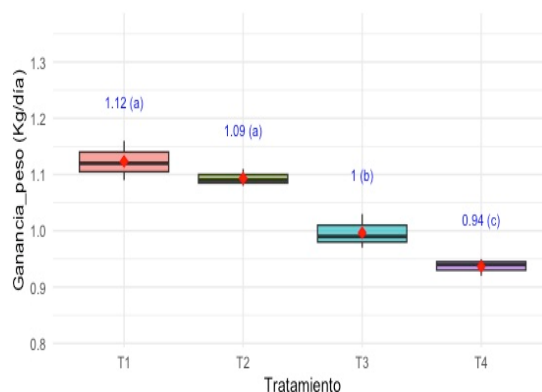
T1= tratamiento testigo (balanceado 100 %); T2= tratamiento 2 (balanceado 80% + 20% de residuo de cerveza artesanal); T3= tratamiento 3 (balanceado 70% + 30% de residuo de cerveza artesanal); T4= tratamiento 4 (balanceado 60% + 40% de residuo de cerveza artesanal).

### Ganancia de peso

T1 y T2 tuvieron las ganancias de peso más altas ( $1.12$  y  $1.09 \text{ kg día}^{-1}$ ) en contraste con T3 y T4 ( $1$  y  $0.94 \text{ kg día}^{-1}$ ) (Figura 2). En este caso, T1 y T2 no mostraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), mientras que entre T3 y T4 si existieron ( $P \leq 0.05$ ). La ganancia de peso obtenida en el presente estudio es favorable para determinar que los residuos de

cerveza artesanal son disponibles en proteína; pero deben ser usados como sustitutos parciales en la alimentación de cerdos<sup>(22)</sup>.

**Figura 2:** Ganancia de peso en cerdos alimentados por 10 semanas con residuos de cerveza artesanal

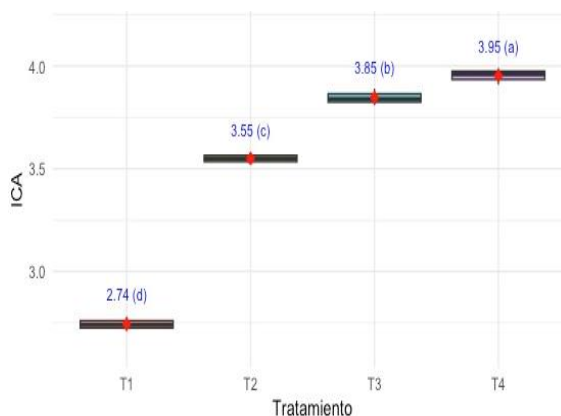


T1= tratamiento testigo (balanceado 100 %); T2= tratamiento 2 (balanceado 80% + 20% de residuo de cerveza artesanal); T3= tratamiento 3 (balanceado 70% + 30% de residuo de cerveza artesanal); T4= tratamiento 4 (balanceado 60% + 40% de residuo de cerveza artesanal).

### Conversión alimenticia (CA)

La mayor conversión alimenticia fue para T4 (3.95), posteriormente T3 y T2 con 3.85 y 3.55. El menor valor fue para T1: 2.74. Estos valores fueron mayores a los reportados en otros trabajos donde se establecen sustituciones parciales de maíz por harina de mandioca en cerdos en crecimiento<sup>(23)</sup>. Particularmente la etapa de desarrollo favorece la formación de tejido muscular<sup>(24)</sup>. Así mismo, los valores hallados en esta investigación fueron más altos cuando se comparó la conversión alimenticia de 3.4 con camote como sustituto parcial del alimento balanceado<sup>(22)</sup>.

**Figura 3:** Conversión alimenticia en cerdos alimentados por 10 semanas con residuos de cerveza artesanal



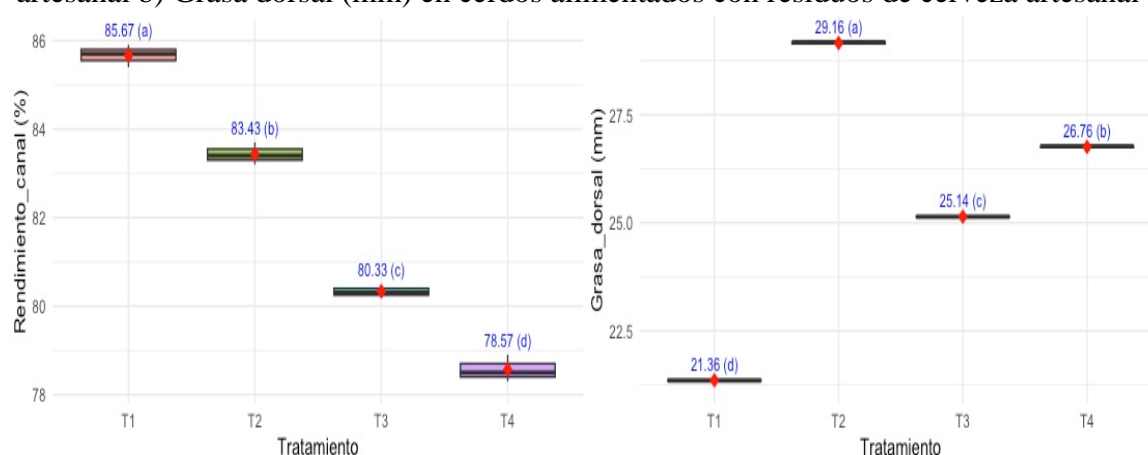
T1= tratamiento testigo (balanceado 100 %); T2= tratamiento 2 (balanceado 80% + 20% de residuo de cerveza artesanal); T3= tratamiento 3 (balanceado 70% + 30% de residuo de cerveza artesanal); T4= tratamiento 4 (balanceado 60% + 40% de residuo de cerveza artesanal).



## Rendimiento de la canal y grasa dorsal

Los resultados se presentan en la Figura 4. El rendimiento de la canal fue mayor con lo reportado en otro estudio, indicando el promedio de 65.54<sup>(25)</sup>. El espesor de la grasa dorsal en este estudio fue de 25.61 mm, valor que está ligeramente superior al reportado como estándar de 25 mm<sup>(22)</sup> (Figura 4b).

**Figura 4:** a) Rendimiento de la canal en cerdos alimentados con residuos de cerveza artesanal b) Grasa dorsal (mm) en cerdos alimentados con residuos de cerveza artesanal



T1= tratamiento testigo (balanceado 100 %); T2= tratamiento 2 (balanceado 80% + 20% de residuo de cerveza artesanal); T3= tratamiento 3 (balanceado 70% + 30% de residuo de cerveza artesanal); T4= tratamiento 4 (balanceado 60% + 40% de residuo de cerveza artesanal).

## Digestibilidad aparente de nutrientes

En el Cuadro 3, se muestran los coeficientes de digestibilidad aparente de la MS, ceniza bruta, PC, fibra bruta, materia grasa y energía bruta de los cuatro tratamientos analizados en el presente estudio.

En DaMS hubo diferencias significativas entre T1, T2 y T3, mientras que entre T1 y T4 no existen diferencias ( $P>0.05$ ); la digestibilidad de la MS de los residuos de las cervecerías artesanales fue adecuada; aunque los resultados de este estudio fueron menores a los reportados con harina de tara en cerdos del Programa de Porcinos de la Universidad Estatal Amazónica (UEA)<sup>(26)</sup>. Así mismo, la DaCB presentó diferencias significativas entre todos los tratamientos evaluados ( $P\leq 0,05$ ), siendo mayor el coeficiente para el T2, seguido por T3, T4 y T1. Estos valores fueron similares con los valores promedio de digestibilidad aparente de cenizas de 61.12 % en un estudio de digestibilidad de nutrientes en cerdos<sup>(27)</sup>.

**Cuadro 3:** Promedios de los coeficientes de digestibilidad aparente (%) de la materia seca (DaMS), ceniza bruta (DaCB), proteína bruta (DaPB), fibra bruta (DaFB), materia grasa (DaMG) y energía bruta (DaEB)

Tratamientos	DaMS	DaCB	DaPB	DaFB	DaMG	DaEB
<b>T1</b>	73.10 <sup>c</sup> (1.88)	57.48 <sup>d</sup> (0.89)	68.50 <sup>b</sup> (0.81)	45.63 <sup>b</sup> (0.43)	59.54 <sup>a</sup> (0.61)	78.52 <sup>b</sup> (1.74)
<b>T2</b>	79.13 <sup>a</sup> (1.99)	69.45 <sup>a</sup> (0.94)	68.38 <sup>b</sup> (0.87)	45.27 <sup>b</sup> (0.48)	54.75 <sup>a</sup> (0.67)	77.22 <sup>c</sup> (1.81)
<b>T3</b>	77.05 <sup>b</sup> (1.93)	61.56 <sup>b</sup> (1.06)	69.35 <sup>a</sup> (0.84)	46.42 <sup>a</sup> (0.41)	53.54 <sup>b</sup> (0.64)	78.65 <sup>b</sup> (1.76)
<b>T4</b>	75.11 <sup>bc</sup> (1.79)	60.61 <sup>c</sup> (0.42)	69.89 <sup>a</sup> (0.96)	46.32 <sup>a</sup> (0.46)	53.95 <sup>ab</sup> (0.68)	80.23 <sup>a</sup> (2.01)

T1= tratamiento testigo (balanceado 100 %); T2= tratamiento 2 (balanceado 80% + 20% de residuo de cerveza artesanal); T3= tratamiento 3 (balanceado 70% + 30% de residuo de cerveza artesanal); T4= tratamiento 4 (balanceado 60% + 40% de residuo de cerveza artesanal).

<sup>abc</sup> Valores con distinta literal son diferentes ( $P<0.05$ ).

La DaPB no mostró diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre los T1 vs T2, y T3 vs T4; pero entre T1 vs T2 si hubo diferencias ( $P\leq 0.05$ ). Estos resultados posiblemente se debieron a las excreciones bajas en la cantidad de nitrógeno fecal, producto de la baja o nula presencia de proteínas de origen animal en las dietas estudiadas<sup>(27)</sup>. La DaFB mostró el mismo comportamiento que la proteína, determinándose que relativamente son valores bajos; esto se debe a que la digestibilidad disminuye siempre que el contenido de fibra aumenta<sup>(28)</sup>.

El DaMG fue diferente entre T1, T2 vs T3 y T4 ( $P\leq 0.05$ ). Se tuvo en promedio una digestibilidad aparente de 55.45 %, dato que está por debajo a lo obtenido con alimentos a base de vísceras de aves<sup>(16)</sup>.

La DaEB presentó diferencias significativas entre los tratamientos T1 vs T2 y T4 ( $P\leq 0.05$ ); siendo la digestibilidad aparente mayor en el T4 con 80.23 %; este resultado se relaciona con el porcentaje de la digestibilidad aparente de la energía bruta de dietas compuestas por diferentes niveles de fitasas con un valor de 78.42 %<sup>(16)</sup>.

## Conclusiones e implicaciones

La incorporación de residuos de la producción de cerveza artesanal en dietas de cerdos de traspatio es una alternativa sustentable que mejora la eficiencia alimentaria y el rendimiento productivo, al tiempo que reduce los costos y el impacto ambiental. Aunque no deben ser la única fuente alimenticia, su composición nutricional promueve una digestibilidad óptima y beneficios en la calidad de la canal, destacando su viabilidad como práctica alimentaria suplementaria en la producción porcina de pequeña y mediana escala.

## Financiación

La presente investigación, no ha recibido ayudas específicas de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses con respecto a la publicación de este artículo.

## Literatura citada:

1. Garavaglia C, Swinnen J. The craft beer revolution: An international perspective. *Choices* 2017;32(3):1-8.
2. Monteiro C, Malavazi B, Mendes M, Berwig K, Raniero G, Monteiro A, Clifford M. Biomaterial based on brewing waste and vegetable resin: Characterization and application in product design. *Chem Eng Trans* 2019;75:475-480.
3. Nigam P. An overview: Recycling of solid barley waste generated as a byproduct in distillery and brewery. *Waste Manag* 2017;62:255-261.
4. García M. Los residuos de cerveza como fuente de antioxidantes naturales [Tesis maestría]. España: Universidad Politécnica de Cataluña; 2017.
5. Balli D, Bellumori M, Orlandini S, Cecchi L, Mani E, Pieraccini G, *et al.* Optimized hydrolytic methods by response surface methodology to accurately estimate the phenols in cereal by HPLC-DAD: The case of millet. *Food Chem* 2020;303:125393.
6. Sheldon RA. Green chemistry, catalysis and valorization of waste biomass. *J Mol Catal A Chem* 2016.
7. Onofre B, Bertoldo C, Abatti D, Refosco D. Physiochemical characterization of the brewers' spent grain from a brewery located in the southwestern region of Paraná, Brazil. *Int J Adv Eng Res Sci* 2018;5(9).
8. Pinheiro T, Coelho E, Romaní A, Domingues L. Intensifying ethanol production from brewer's spent grain waste: Use of whole slurry at high solid loadings. *New Biotechnol* 2019;53:1-8.
9. dos Santos R, de Mello M, Servulo C. Solid wastes in brewing process: A review. *J Brew Distill* 2014;5(1):1-9.
10. Sperandio G, Amoriello T, Carbone K, Fedrizzi M, Monteleone A, Tarangioli S, Pagano M. Increasing the value of spent grain from craft microbreweries for energy purposes. *Chem Eng Trans* 2017;58:487-492.
11. INEN. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 540. Alimentos para animales. Determinación de la pérdida por calentamiento. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización; 1980.

12. INEN. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 544. Alimentos para animales. Determinación de las cenizas. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización; 1980.
13. INEN. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 543. Alimentos para animales. Determinación de la proteína cruda. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización; 1980.
14. INEN. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 541. Alimentos para animales. Determinación de la materia grasa. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización; 1980.
15. INEN. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 542. Alimentos para animales. Determinación de la fibra cruda. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización; 1980.
16. Rostagno H, Teixeira L, Lopes J, Gomes P, de Oliveira R, Lopes D, Soares A, de Toledo S, Euclides R. Tablas brasileñas para aves y cerdos. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia; 2011.
17. Pond W, Church D, Pond K. Basic animal nutrition and feeding. 4th ed. New York: John Wiley and Sons Inc.; 1995.
18. Medina T, Arroyo G, Herrera C, Gantes M, Mexicano L, Mexicano A. A proximal chemical analysis in artisanal beer solid waste, and its acceptance in sows. *Abanico Vet* 2018;8(3):86-93.
19. Del Río J, Prinsen P, Gutiérrez A. Chemical composition of lipids in brewer's spent grain: A promising source of valuable phytochemicals. *J Cereal Sci* 2013;58:248-254.
20. Ancuta C, Dabija A. Brewer's spent grains: Possibilities of valorization, a review. *Appl Sci* 2020;10:5619.
21. Castillo F, Rodríguez R, Prieto F, Román A. Caracterización física y química proximal de paja, grano y almidón de cebada de la variedad Esmeralda. *Biotecnología* 2012;16(3):9-20.
22. Gutiérrez F, Guachamín D, Portilla A. Nutrition valuation of three feeding alternatives in the growing and fattening of pigs (*Sus scrofa domesticus*) in Nanegal-Pichincha. *La Granja* 2017;26(2):155-162.
23. Pochon D, Koslowski H, Picot J, Navamuek J. Efectos de la sustitución parcial de maíz por harina integral de mandioca sobre variables productivas de cerdos en crecimiento. *Rev Vet* 2010;21(1):38-42.
24. Hurtado V, Nobre R, Chiquieri J. Performance of growing swines fed with a diet containing rice subproducts. *Rev MVZ Córdoba* 2011;16(1):2372-2380.
25. Bernal A, Álvarez DA, Buendía B. Evaluación de alternativas alimenticias de cerdos en crecimiento en el Valle de Oxapampa, Pasco. *Avances* 2019;21(3):356-366.

26. Caicedo W, Sanchez J, Tapuy A, Vargas JC, Samaniego E, Valle S, Moyano J, Pujapat D. Digestibilidad aparente de nutrientes en cerdos de ceba (Largewhite × Duroc × Pietrain), alimentados con harina de taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). Cuban J Agric Sci 2018;52(2):181-186.
27. Pattacini S, Scoles G, Braun R. Apparent digestibility of nutrients in pigs fed diets composed of different levels of phytase derived from *Aspergillus oryzae*. Rev Argentina Prod Anim 2012;32(2):107-115.
28. Buxade C. Porcinocultura intensiva y extensiva. Madrid: Mundi Prensa; 1996.