








Mejora del comportamiento productivo de cerdos en crecimiento-finalización por consumo de aditivo líquido de levaduras

Improvement of the productive behavior of growing-finishing pigs by consumption of liquid yeast additive

Daniel Díaz-Plascencia¹ ,
Perla Lucía Ordóñez-Baquera¹ ,
Pablo Fidel Mancillas-Flores^{1*} ,
Juan Carlos Gallegos-Jiménez¹ ,
José Alfredo Villarreal-Balderrama¹ ,
José Roberto Espinoza-Prieto¹ ,
Rosario Martínez-Yáñez² 

¹Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología. Periférico Francisco R. Almada Km 1. CP. 33820. Chihuahua, Chihuahua México.

²Universidad de Guanajuato, Departamento de Agronomía, División de Ciencias de la Vida. Ex Hacienda el Copal Km. 7. Carretera Irapuato-Silao. CP. 36500. Irapuato, Guanajuato México.

* Autor de correspondencia:
pmancillas@uach.mx

Nota científica

Recibida: 26 de febrero 2021

Aceptada: 12 de febrero 2022

Como citar: Díaz-Plascencia D, Ordóñez-Baquera PL, Mancillas-Flores PF, Gallegos-Jiménez JC, Villarreal-Balderrama JA, Espinoza-Prieto JR, Martínez-Yáñez R (2022) Mejora del comportamiento productivo de cerdos en crecimiento-finalización por consumo de aditivo líquido de levaduras. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 9(1): e2905. DOI: 10.19136/era.a9n1.2905

RESUMEN. Se evaluó un aditivo líquido de levadura (ALL) de manzana sobre el comportamiento productivo de cerdos en etapa de crecimiento-finalización. Se probaron cuatro niveles de ALL kg⁻¹ de alimento de la dieta: 0 mL kg⁻¹ (T1: control), 50 mL kg⁻¹ (T2), 100 mL kg⁻¹ (T3) y 150 mL kg⁻¹ (T4). Se utilizaron 24 cerdos con una edad promedio de 30 días y un peso inicial promedio de 28.170 ± 3.6 kg. Las variables evaluadas fueron: peso vivo (PV), consumo diario de alimento (CDA), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA). Se realizó un análisis univariado para detectar diferencias estadísticas entre tratamientos utilizando un nivel de confianza de un $\alpha = 0.05$. El T3 fue mejor ($P < 0.05$) para PV, GDP, CDA y CA. Se concluye que la adición de 100 mL de ALL por kg de alimento en la dieta de crecimiento-finalización de cerdos mejora su respuesta productiva.

Palabras clave: Alimento, engorda, levaduras, manzana, *Sus scrofa domestica*.

ABSTRACT. It was evaluated an apple yeast liquid additive (ALL) on the productive performance of pigs in the growing-finishing stage. Four levels of additive per kg of feed were tested: 0 mL kg⁻¹ (T1: control), 50 mL kg⁻¹ (T2), 100 mL kg⁻¹ (T3) and 150 mL kg⁻¹. Were used 24 pigs with an average age of 30 d an average initial weight of 28.170 ± 3.6 kg⁻¹. The variables evaluated were live weight (LW), daily feed intake (DFI), daily weight gain (DWG) and feed conversion (FC). A univariate analysis was performed to detect statistical differences between treatments using a $\alpha = 0.05$ confidence level. T3 was better ($P < 0.05$) for LW, DFI, DWG and FC. It is concluded that the addition of 100 mL of ALL per kg of feed in the growing-finishing diet of pigs improves the productive response.

Key words: Food, fattening, yeasts, apple, *Sus scrofa domestica*.

INTRODUCCIÓN

El cerdo doméstico (*Sus scrofa domesticus*) es una de las especies más empleadas en la producción animal y ha permitido a familias de pequeños productores mexicanos tener recursos mediante su producción (Hernández-Antonio *et al.* 2021). La producción porcina en México se estima en 1.7 millones de toneladas por año y está siendo influenciada por criterios de calidad como la sanidad de los animales, la seguridad alimentaria, el impacto ambiental y las normas de bienestar (SADER 2019), aspectos que son cada vez más valorados por los consumidores. Además, la carne de cerdo es la más consumida a nivel mundial y la fuente de proteína animal más económica para el humano (Liao *et al.* 2015). Por otro lado, se sabe que un aditivo de levaduras obtenido a partir de la fermentación del bagazo de manzana representa una alternativa para el mejoramiento de la producción de carne de cerdo, ya que aporta levaduras benéficas activas que mejoran el aprovechamiento de los nutrientes (Díaz-Plascencia *et al.* 2011).

La importancia de la ingesta de cultivos vivos de levaduras, radica en su producción de enzimas, de vitaminas del complejo B, de minerales, de manano oligosacáridos (MOS) de pared celular, así como diversos tipos de aminoácidos (Pereira *et al.* 2021). Como consecuencia, se estimula la absorción de nutrientes, se mejora el ambiente de la microbiota intestinal y se favorece la respuesta del sistema inmune (Duarte y Kim 2021). Además, se sugiere que los aditivos de levaduras sean enriquecidos con minerales traza como zinc, cobre y manganeso, entre otros ya que estos son indispensables para el funcionamiento correcto de básicamente todos los procesos bioquímicos del organismo (López-Alonso 2012). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes niveles de un aditivo líquido de levaduras (ALL) de manzana sobre el comportamiento productivo de cerdos (*Sus scrofa domesticus*) en la etapa de crecimiento-finalización para identificar el nivel óptimo de inclusión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El experimento se realizó en el periodo de marzo a mayo en la unidad metabólica de cerdos de la Facultad de Zootecnia y Ecología (FZyE) de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), ubicada en la cercanía de la ciudad de Chihuahua, México. La unidad se localiza entre los paralelos 28° 38' LN y 106° 04' LO, a una altitud de 1 440 msnm. La temperatura media anual es de 18.6 °C con una precipitación media anual entre 200 y 600 mm (INEGI 2017).

Cantidad de animales utilizados

Se utilizaron 24 cerdos destetados y castrados de una edad promedio de 30 días provenientes de la crucea York x Landrace, con peso vivo (PV) de 28.170 ± 3.6 kg. Previo a su asignación aleatoria al tratamiento los animales fueron pesados, identificados con arete de plástico, desparasitados y vitamizados con Virbamec ADE fuerte (1.0 mL por cada 33 kg de PV). Los animales fueron alojados en jaulas individuales formando grupos de seis, cada uno con un espacio de 2.18 m² (0.95 x 2.30 m) provistos con piso de slats, comedero de acero inoxidable y bebedero de chupón. Los animales tuvieron acceso al agua y al alimento *ad libitum* y tuvieron un periodo de adaptación de 15 días.

Aspectos éticos

El estudio se realizó de acuerdo con el código de bioética interno y tomando en cuenta, tanto el reglamento de bienestar animal de la FZyE de la UACH como el reglamento de la Norma Oficial Mexicana sobre cuidado animal publicado por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA 1999).

Obtención de aditivo líquido de levaduras (ALL)

El ALL (Lebas) contenía una mezcla de las levaduras *Kluyveromyces lactis*, *Issatchenkia orientalis* y *Saccharomyces cerevisiae* que se obtuvo a partir de la fermentación de bagazo de manzana con una concentración de 1.8×10^9 UFC mL⁻¹.

Tratamientos

Se evaluaron cuatro tratamientos, con seis repeticiones ($n = 6$) bajo un diseño experimental completamente al azar. En el tratamiento 1 (T1: control), se ofreció una dieta basal con sorgo molido y pasta de soya 46%, considerando su aporte nutrimental de acuerdo con los requerimientos nutricionales de la etapa productiva (NRC 1998, Tabla 1). En el tratamiento 2 (T2) se evaluó el T1: control más 50 mL de ALL por cada kilogramo de alimento (ALL kg^{-1}). En el tratamiento 3 (T3) se valoró el T1: control más 100 mL de ALL kg^{-1} . El tratamiento 4 (T4) consistió del T1: control adicionado con 150 mL de ALL kg^{-1} .

Variables productivas en evaluación

Los cerdos fueron pesados al inicio (día 0) del experimento y a los 15 días del periodo de adaptación con el apoyo de una báscula digital REVUELTA con capacidad para 1 500 kg. Posteriormente se pesaron a los 24, 48 y 72 días de iniciada la prueba, para evaluar en cada periodo el promedio del peso vivo (PV) y la ganancia diaria de peso (GDP). Se registró el alimento ofrecido a cada cerdo y al final de cada periodo (24, 48 y 72 días) para determinar el consumo diario de alimento (CDA). Finalmente, con el promedio del parámetro CDA y de la GDP se calculó la conversión alimenticia (CA).

Análisis estadístico

Para las variables PV, GDP, CDA y CA se realizó un análisis univariado (ANOVA) repetido para cada periodo, utilizando el paquete estadístico SAS (2004). El peso inicial fue considerado como covariable y el diseño experimental fue completamente al azar. Todos los análisis se realizaron con un nivel de confianza de 95% o $\alpha = 0.05$. Cuando el ANOVA demostró diferencias estadísticas entre tratamientos, se procedió a utilizar la prueba de Dunnett para establecer diferencias estadísticas de los tratamientos respecto al testigo (Rubio y Jiménez 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso vivo (PV)

El ANOVA detectó diferencias estadísticas para la variable PV en los tres periodos del estudio ($P < 0.05$). En la Tabla 2 se observa que los cerdos del T3 (100 mL de ALL kg^{-1} de alimento), mostraron el mayor PV con 56.717 kg en el periodo 1 a 24 días, 78.033 kg en un periodo de 24 a 48 días y con 104.383 kg en el periodo de 48 a 72 días. Los animales en T1(control) obtuvieron el más bajo PV en comparación con los otros tratamientos, pero fue notorio el PV de los animales del T3 el cual superó el peso de los otros tratamientos en los tres periodos evaluados. Estos datos muestran que los cerdos que recibieron el ALL en la dieta, fueron mejores al tratamiento T1 (control), por lo que se sugiere que el ALL disminuye el tiempo de engorda de los cerdos favoreciendo el PV para salir a mercado. Estos resultados coinciden con un estudio donde se mencionó que al agregar un aditivo de levaduras en la dieta de cerdos al destete se mejoró significativamente el aumento de peso, el consumo de alimento y se disminuyó la incidencia de diarrea y muerte de lechones (Xu *et al.* 2018). Mientras que otros autores mencionan que, al agregar levaduras en la dieta de cerdos, se mejoraba la respuesta productiva en la fase de crecimiento (Lee *et al.* 2018), así como el sistema inmunológico y la salud intestinal (Palma *et al.* 2015), lo que indica que la levadura favorece la digestibilidad del alimento (Li y Kim 2014). Al respecto, se sugiere que el mecanismo por el cual las levaduras proporcionan estos beneficios, es por los tipos de azúcar que forman las paredes celulares, en particular los β -D-glucanos y α -D-mananos (Lee *et al.* 2021).

Ganancia diaria de peso (GDP)

El ANOVA detectó diferencias estadísticas entre los tratamientos para la variable de GDP en los tres periodos de evaluación ($P < 0.05$). Los cerdos que recibieron en la dieta los 100 mL de ALL kg^{-1} de alimento, tuvieron los más altos niveles con 0.757 $\text{kg}^{-1} \text{ día}^{-1}$ en el periodo de 1 a 24 días, de 0.888 $\text{kg}^{-1} \text{ día}^{-1}$ en el periodo de 24 a 48 días y de 1.098 $\text{kg}^{-1} \text{ día}^{-1}$ en el periodo de 48 a 72 días. Es impor-

Tabla 1. Dietas experimentales para cerdos en la etapa de crecimiento y finalización en base seca.

Ingredientes (kg)	Iniciador*	Crecimiento*	Engorda*
Sorgo (molido)	688.0	719.0	754.0
Pasta de soya 46%	265.0	240.0	215.0
Aceite de soya	20.0	15.0	5.0
Lisina	2.0	1.0	1.0
¹ Premix V y M (Grupo Biotecap)	25.0	25.0	25.0
Total	1,000	1,000	1,000
Precio por (kg)	6.08	5.32	5.06
Análisis calculado de nutrientes ²			
E. M. Mcal kg ⁻¹	3.293	3.265	3.210
E. D. Mcal kg ⁻¹	3.404	3.367	3.303
E. N. Mcal kg ⁻¹	2.426	2.408	2.364
TDN %	76.88	76.18	74.79
Proteína Total %	18.00	17.00	16.00
Proteína Digestible %	16.39	15.48	14.68
Fibra Cruda %	2.44	2.44	2.46
Grasa Cruda %	4.04	3.60	2.67
Lisina %	1.112	0.965	0.896
Metionina %	0.275	0.263	0.251
Calcio %	0.756	0.666	0.628
Fósforo %	0.665	0.553	0.505

*Los animales de cada tratamiento recibieron la misma dieta por etapa fisiológica, la diferencia fue la adición de aditivo líquido de levadura (ALL) al momento de ofrecer el alimento en el comedero, T1: control (0 mL kg⁻¹), T2 (50 mL kg⁻¹), T3 (100 mL kg⁻¹) y T4 (150 mL kg⁻¹); ¹Pork iniciador SV: Ca 15%, P 3.20%, Na 4.62%, Cl 6.30%, Cr 20.00 mg kg⁻¹, Cu 390.00 mg kg⁻¹, Zn 3 900.00 mg kg⁻¹, Mn 400.14 mg kg⁻¹, Fe 3 800.00 mg kg⁻¹, Se 11.00 mg kg⁻¹, I 20.00 mg kg⁻¹, Vitamina A 450 000 UI kg⁻¹, Vitamina D 81 000 UI kg⁻¹, Vitamina E 900 UI kg⁻¹; ¹Pork crecimiento: Ca 19.00%, P 3.15%, Na 5.90%, Cl 3.95%, Cr 24.00 mg kg⁻¹, Cu 380.00 mg kg⁻¹, Zn 3 850.00 mg kg⁻¹, Mn 420.10 mg kg⁻¹, Fe 3 850.00 mg kg⁻¹, Se 12.00 mg kg⁻¹, I 19.80 mg kg⁻¹, Vitamina A 400 000 UI kg⁻¹, Vitamina D 60 000 UI kg⁻¹, Vitamina E 600 UI kg⁻¹; ¹Pork finalización 7.5: Ca 19.80%, P 1.70%, Na 3.95%, Cl 5.95%, Cr 355.00 mg kg⁻¹, Cu 32.40 mg kg⁻¹, Zn 3 522.00 mg kg⁻¹, Mn 406.00 mg kg⁻¹, Fe 3 520.00 mg kg⁻¹, Se 12.80 mg kg⁻¹, I 19.85 mg kg⁻¹, Vitamina A 432 000 UI kg⁻¹, Vitamina D 72 000 UI kg⁻¹, Vitamina E 720 UI kg⁻¹; ²Formulación y análisis calculado con el software Nutrión PRO Versión 5.0.

tante mencionar que de acuerdo con la prueba de Dunnett todos los tratamientos con ALL superaron al tratamiento T1 (control), lo que indica la ventaja de utilizar el ALL. Estos resultados coinciden con estudios previos que reportaron un efecto positivo en la GDP en cerdos destetados al adicionar probióticos en una dieta base de maíz-pasta de soya (Pan *et al.* 2017). Mientras que otro estudio reporta un incremento en la ganancia de peso por suplementación con productos de la pared celular de levaduras en cerdos destetados (Lee *et al.* 2021). Otros investigadores observaron un incremento de la GDP y CA en lechones destetados precozmente a los que se les suplementó con probióticos a base de *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*), comparados con los lechones alimentados únicamente con la dieta

basal (Xu *et al.* 2018). También se ha reportado que cerdos en la fase final de engorda y bajo estrés calórico que fueron alimentados con una dieta a base de sorgo, pero suplementada con un aditivo de levaduras vivas de *S. cerevisiae* tuvieron una mayor GDP respecto a los alimentados únicamente con sorgo e incluso con cerdos alimentados con una dieta alta en energía y proteína (Galaz-Galaz *et al.* 2018). En otro estudio se reportó que lechones destetados precozmente y que fueron alimentados con aditivos de levaduras vivas y/o de levaduras liofilizadas no se presentaron diferencias en la GDP respecto al control, sin embargo, la conversión alimenticia fue mejor en los lechones suplementados con levaduras vivas (Jiang *et al.* 2015). El efecto positivo de los aditivos a base de *S. cerevisiae* sobre la GDP puede ser debido

Tabla 2. Efecto del aditivo líquido de levadura sobre el comportamiento productivo de cerdos en las etapas de crecimiento y finalización.

Periodos en días	Tratamientos				P-Valor
	T1	T2	T3	T4	
	Kilogramos				
Peso vivo					
1 a 24	48.850 ± 0.86 ^c	54.717 ± 0.80 ^{ab}	56.717 ± 0.81 ^a	53.217 ± 0.79 ^b	<0.0001
24 a 48	66.117 ± 1.18 ^c	74.433 ± 1.10 ^{ab}	78.033 ± 1.12 ^a	72.067 ± 1.09 ^b	<0.0001
48 a 72	84.883 ± 1.62 ^c	97.117 ± 1.51 ^b	104.383 ± 1.53 ^a	93.467 ± 1.50 ^b	<0.0001
Promedio	58.558 ± 0.69 ^c	66.092 ± 0.64 ^b	69.421 ± 0.65 ^a	64.067 ± 0.64 ^b	<0.0001
GDP					
1 a 24	0.603 ± 0.03 ^b	0.692 ± 0.03 ^{ab}	0.757 ± 0.03 ^a	0.654 ± 0.03 ^{ab}	<0.043
24 a 48	0.719 ± 0.04 ^b	0.822 ± 0.04 ^{ab}	0.888 ± 0.04 ^a	0.785 ± 0.04 ^{ab}	<0.048
48 a 72	0.782 ± 0.06 ^b	0.945 ± 0.06 ^{ab}	1.098 ± 0.06 ^a	0.892 ± 0.06 ^{ab}	<0.044
Promedio	0.701 ± 0.02 ^c	0.820 ± 0.02 ^b	0.914 ± 0.02 ^a	0.777 ± 0.02 ^{bc}	<0.001
CDA					
1 a 24	1.863 ± 0.00 ^a	1.838 ± 0.00 ^b	1.822 ± 0.00 ^c	1.850 ± 0.00 ^{ab}	<0.0001
24 a 48	2.599 ± 0.02 ^a	2.552 ± 0.02 ^{ab}	2.484 ± 0.02 ^{bc}	2.468 ± 0.02 ^c	<0.0001
48 a 72	2.958 ± 0.02 ^a	2.851 ± 0.02 ^b	2.729 ± 0.02 ^c	2.800 ± 0.02 ^b	<0.0001
Promedio	2.473 ± 0.00 ^a	2.414 ± 0.00 ^b	2.345 ± 0.00 ^c	2.373 ± 0.00 ^c	<0.0001
CA, kg kg ⁻¹					
1 a 24	3.176 ± 0.16 ^a	2.675 ± 0.15 ^{ab}	2.423 ± 0.15 ^b	2.853 ± 0.15 ^{ab}	<0.019
24 a 48	3.785 ± 0.20 ^a	3.125 ± 0.19 ^{ab}	2.798 ± 0.19 ^b	3.143 ± 0.19 ^{ab}	<0.018
48 a 72	3.964 ± 0.33 ^a	3.189 ± 0.31 ^{ab}	2.491 ± 0.31 ^b	3.217 ± 0.31 ^{ab}	<0.043
Promedio	3.642 ± 0.08 ^a	2.996 ± 0.08 ^b	2.571 ± 0.08 ^c	3.071 ± 0.08 ^b	<0.001

^{abc} Medias ± error estándar (n = 6 por tratamiento) por hilera, entre tratamiento y con diferente superíndice difieren (P < 0.05); GDP = Ganancia diaria de peso; CDA = Consumo diario de alimento; CA = Conversión alimenticia; T1: control; T2: control + 50 mL de aditivo líquido de levadura (ALL) kg⁻¹ de alimento; T3: control + 100 mL de ALL kg⁻¹ de alimento; T4: control + 150 mL de ALL kg⁻¹ de alimento.

al establecimiento de un tracto gastrointestinal sano (Broadway *et al.* 2015). Lo anterior, debido a que los β-D-glucanos presentes en las paredes celulares de las levaduras estimulan a los receptores del sistema inmune innato, lo que mejora la actividad antimicrobiana por lo que se disminuye la susceptibilidad de los animales a enfermedades infecciosas (Pizarro *et al.* 2014, Jiang *et al.* 2015, Lee *et al.* 2021). Además, se mejora el ambiente de la microbiota del tracto gastrointestinal lo que incrementa la absorción de nutrientes (Jiang *et al.* 2015, Lee *et al.* 2021). Todo lo anteriormente descrito coincide con los resultados obtenidos en este estudio debido a que queda muy evidenciado que las levaduras vivas agregadas a las dietas favorecen la aceptación del alimento lo que pudo haber incrementado las vellosidades intestinales para una mayor absorción de nutrientes, digestibilidad y mejora en el sistema inmunológico, lo que se reflejó en una mayor GDP por el consumo del ALL en la dieta en comparación con el T1 (control).

Consumo diario de alimento (CDA)

En la Tabla 2 se observa que, para el primer periodo (1 a 24 días), el mayor consumo fue en T1 (control) con 1.863 kg⁻¹ día⁻¹ mientras que el menor fue en T3 con 1.822 kg⁻¹ día⁻¹. Fue notorio que los cerdos en T1 (control) aumentaron el consumo en los siguientes dos periodos, siendo superior al resto de los tratamientos. Lo que indica que los cerdos del grupo control incrementan el CDA y son menos eficientes en la respuesta de GDP y CA, lo cual repercute en el peso final de comercialización reflejándose en la economía del productor. Al respecto, Galaz-Galaz *et al.* (2018) documentaron que los cerdos que recibieron una dieta de testigo positivo (TP) incrementaron el CDA al compararse con animales que recibieron *S. cerevisiae* en el alimento. Mientras que Dávila-Ramírez *et al.* (2020) reportaron que la adición de 0.2 y 0.3% de cultivo de levadura en la dieta de cerdos incrementó la GDP en 25.52 y 23.7%, el CDA en 13.42 y 11.85% y el peso final en 8.09 y 7.26%; pero sin un impacto notorio en la CA al compararse con el grupo testigo. Por otro lado, en

lechones destetados que fueron suplementados con productos de la pared celular de levaduras el CDA no mostraron diferencias respecto al testigo, sin embargo, tuvieron menor incidencia de diarrea durante las dos primeras semanas posteriores al destete, respecto del testigo (Lee *et al.* 2021). Bajo la hipótesis de que los probióticos optimizan la salud animal, mejoran el comportamiento productivo, favorecen la absorción de nutrientes y perfeccionan la modulación del sistema inmune (Van Der Aar *et al.* 2016) también se ha reportado que mejoran y estabilizan a la microbiota natural de los cerdos (Miranda-Yuquilema *et al.* 2018). El establecimiento de la microbiota intestinal benéfica mejora la salud de los animales al disminuir el riesgo a contraer enfermedades ya que hace que se reduzca la colonización e invasión de bacterias patógenas (Robles-Huaynate *et al.* 2013, Zheng *et al.* 2021).

Conversión alimenticia (CA)

En la Tabla 2 se observa que los cerdos en T1 (control) fueron menos eficientes al compararse con los otros tratamientos. Por el contrario, se observa que el T3 (100 mL de ALL kg⁻¹ de alimento) favoreció el comportamiento productivo de los cerdos. Por lo que los resultados coinciden con lo reportado por Méndez-Palacios *et al.* (2018) quienes indican que la adición de *S. cerevisiae* + *Lactobacillus spp* + *Bacillus spp* en la dieta de cerdos mejoraba la ganancia de peso y la CA en los periodos de 70 a 100 días, de 100 a 125 días y de 125 a 150 días de prueba. También coinciden con los datos obtenidos en otra investigación, donde se observó que la suplementación de probióticos en lechones destetados

tuvo mejor CA que el grupo testigo que no recibieron probióticos (Dong *et al.* 2013). Así mismo, concuerda con lo sugerido por Markowiak y Slizewska (2018) quienes mencionaron que los probióticos mejoran el peso corporal y la CA en animales de producción. Esto puede deberse a que los lechones tratados con probióticos tienen mayor asimilación de nutrientes, aumentan el peso vivo, mejoran la producción de vitaminas y ácidos grasos de cadena corta, lo que mejora la digestibilidad de nutrientes (Jurado-Gómez *et al.* 2013).

Al adicionar 100 mL de aditivo líquido de levaduras (ALL) de manzana por kilogramo de la dieta a base de sorgo y pasta de soya para cerdos en la etapa de crecimiento-finalización, se incrementó el peso vivo, se mejoró la ganancia diaria de peso, la eficiencia en el consumo diario de alimento, así mismo, se favoreció la eficiencia de la conversión alimenticia. Se recomienda desarrollar más investigaciones en las diferentes etapas de engorda, para evaluar diferentes niveles de aditivo líquido de levaduras en la dieta de cerdos en confinamiento.

AGRADECIMIENTOS

A PRODEP por el proyecto otorgado al primer autor (UACH-PTC-273), a la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua por facilitar las instalaciones para llevar a cabo el proyecto de investigación y al Grupo BIOTECAP S. A. de C. V. por la aportación de las premezclas utilizadas durante el experimento.

LITERATURA CITADA

- Broadway PR, Carroll JA, Sanchez NCB (2015) Live yeast and yeast cell wall supplements enhance immune function and performance in food-producing livestock: A Review. *Microorganisms* 3: 417-427.
- Dávila-Ramírez JL, Carvajal-Nolazco MR, López-Millanes MJ, González-Ríos H, Celaya-Michel H, Sosa-Castañeda J, Barrales-Heredia SM, Moreno-Salazar SF, Barrera-Silva MA (2020) Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on growth performance, blood metabolites, carcass traits, quality, and sensorial traits of meat from pigs under heat stress *Animal Feed Science and Technology* 267: 1-11.
- Díaz-Plascencia, D, Rodríguez-Muela C, Mancillas-Flores P, Angulo C, Salvador F, Ruíz O, Rubio HO, Mena S, Elías A (2011) Desarrollo de un inoculo con diferentes sustratos mediante fermentación sólida sumergida.

Revista Electrónica de Veterinaria 12: 1-10

- Dong X, Zhang N, Zhou M, Tu Y, Deng K, Diao Q (2013) Effects of dietary probiotics on growth performance, faecal microbiota and serum profiles in weaned piglets. *Animal Production Science* 54: 616-621.
- Duarte ME, Kim SW (2021) Intestinal microbiota and its interaction to intestinal health in nursery pigs. *Animal Nutrition* 8: 169-184.
- Galaz-Galaz VM, Moreno-Salazar SF, Dávila-Ramírez JL, Sosa-Castañeda J, Celaya-Michel H, Morales-Munguía JC, Barrales-Herendia SM, Barrera-Silva MA (2018) Efectos de la suplementación de levadura viva (*Saccharomyces cerevisiae*) y dietas con diferentes densidades de nutrientes en cerdos en crecimiento-finalización bajo estrés calórico severo. *Interciencia* 43: 574-579.
- Hernández-Antonio HI, Vázquez-Luna D, Lara-Rodríguez DA, Martínez-Martínez M (2021) Cuantificación práctica del bienestar animal en porcinos de pequeños productores del sur de Veracruz, México. *Revista MVZ Córdoba* 26(3): e2055. DOI: 10.21897/rmvz.2055.
- INEGI (2017) México en cifras: Información Nacional por Entidad Federativa y Municipios. Recuperado de: <<http://www.beta.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/#>> Fecha de consulta: 20 de octubre de 2019.
- Jiang Z, Wei S, Wang Z, Zhu C, Hu S, Zheng C, Chen Z, Hu Y, Wang L, Ma X, Yang X (2015) Effects of different forms of yeast *Saccharomyces cerevisiae* on growth performance, intestinal development, and systemic immunity in early-weaned piglets. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 6: 47. DOI: 10.1186/s40104-015-0046-8.
- Jurado-Gámez H, Ramírez TC, Martínez BJ (2013) Evaluación in vivo de *Lactobacillus plantarum* como alternativa al uso de antibióticos en lechones. *Revista MVZ Córdoba* 18(supl): 3648-3657.
- Lee DJ, Liu X, Sun HY, Park JW, Kim IH (2018) 93 effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on growth performance, fecal score, and nutrient digestibility of weaning pigs *Journal of Animal Science* 96: 48-49.
- Lee JJ, Kyoung H, Cho JH, Choe J, Kim Y, Liu Y, Kang J, Lee H, Kim HB, Song M (2021) Dietary yeast cell wall improves growth performance and prevents of diarrhea of weaned pigs by enhancing gut health and anti-inflammatory immune responses. *Animals* 11: 2269. DOI: 10.3390/ani11082269.
- Li J, Kim IH (2014) Effects of *Saccharomyces cerevisiae* cell wall extract and poplar propolis ethanol extract supplementation on growth performance, digestibility, blood profile, fecal microbiota and fecal noxious gas emissions in growing pigs *Animal Science Journal* 85: 698-705.
- Liao SF, Wang T, Regmi N (2015) Lysine nutrition in swine and the related monogastric animals: muscle protein biosynthesis and beyond. *Springerplus* 4: 147. DOI: 10.1186/s40064-015-0927-5.
- López-Alonso M (2012) Trace minerals and livestock: not too much not too little. *International Scholarly Research Notices* 2012: 704825. DOI: 10.5402/2012/704825.
- Markowiak P, Ślińska K (2018) The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut Pathogens* 10: 21. DOI: 10.1186/s13099-018-0250-0.
- Méndez-Palacios N, Méndez-Mendoza M, Vázquez-Flores F, Castro-Colombres JG, Ramírez-Briebesca JE (2018) Productive and economic parameters of pigs supplemented from weaning to finishing with prebiotic and probiotic feed additives. *Animal Science Journal* 89: 994-1001.
- Miranda-Yuquilema J E, Marín-Cárdenas A, González-Pérez M, Valla-Cepeda A, Baño-Ayala D (2018) Repercussion of *Lactobacillus acidophilus* and *Kluyveromyces fragilis* (L-4UCLV) on the bioproductive parameters of pigs. *Enfoque UTE* 9: 27-35.

- NRC (1998) National Research Council. Nutrient requirements of domestic swine. 10th Edition. National Academy Press. Washington, DC. USA. 211p.
- Palma ML, Zamith-Miranda D, Martins FS, Bozza FA, Nimrichter L, Montero-Lomeli M, Marques ETA, Douradinha B (2015) Probiotic *Saccharomyces cerevisiae* strains as biotherapeutic tools: is there room for improvement? Applied Microbiology and Biotechnology 99: 6563-6570.
- Pan L, Zhao PF, Ma XK, Shang QH, Xu YT, Long SF, Wu Y, Yuan FM, Piao XS (2017) Probiotic supplementation protects weaned pigs against enterotoxigenic *Escherichia coli* K88 challenge and improves performance similar to antibiotics. Journal of Animal Science 95: 2627-2639.
- Pereira PR, Freitas CS, Paschoalin VMF (2021) *Saccharomyces cerevisiae* biomass as a source of next-generation food preservatives: Evaluating potential proteins as a source of antimicrobial peptides. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 20: 4450-4479.
- Pizarro S, Ronco AM, Gotteland M (2014) B-glucanos: ¿qué tipos existen y cuáles son sus beneficios en la salud? Revista Chilena de Nutrición 41: 439-446.
- Robles-Huaynate RA, Thomaz MC, Santana AE, Masson GCIH, Amorim AB, Silva SZ, Ruiz US, Watanabe PH, Budiño FEL (2013) Efeito da adição de probiótico em dietas de leitões desmamados sobre as características do sistema digestório e de desempenho. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal 14: 248-258.
- Rubio AHO, Jiménez CJA (2012) Estadística aplicada con análisis en minitab Primera edición. Universidad Autónoma de Chihuahua, Sindicato del Personal Académico de la UACH. Chihuahua, México. 134p.
- SADER (2019) Estimación de carne de porcino. Estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/se-estima-para-2020-una-produccion-de-1-7-millonnes-de-toneladas-de-carne-de-porcino-agricultura>. Fecha de consulta: 04 de febrero de 2022.
- SAGARPA (1999) Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999 Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Diario Oficial de la Federación, 22 de agosto de 2001. Ciudad de México, México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/203498/NOM-062-ZOO-1999_220801.pdf. Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2019.
- SAS (2004) Institute Inc SAS/STAT user's guide: Statics version 9.1. Cary, North Carolina, USA. 5121p.
- Van Der Aar PJ, Molist F, van der Klis JD (2016) The central role of intestinal health on the effect of feed additives on feed intake in swine and poultry. Animal Feed Science and Technology 233: 64-75.
- Xu J, Li Y, Yang Z, Li C, Liang H, Wu Z, Pu W (2018) Yeast probiotics shape the gut microbiome and improve the health of early-weaned piglets. Frontiers in Microbiology 9: 2011. DOI: 10.3389/fmicb.2018.02011.
- Zheng L, Duarte ME, Sevarolli-Loftus A and Kim SW (2021) Intestinal Health of Pigs Upon Weaning: Challenges and Nutritional Intervention. Frontiers in Veterinary Science 8: 628258. DOI: 10.3389/fvets.2021.628258.