

EVALUACIÓN DE UNA ESTRATEGIA ALTERNATIVA DE MANEJO PREDESTETE, BASADA EN LA SUPLEMENTACIÓN CON UN PRODUCTO PROBIÓTICO-FITOGÉNICO EN CONDICIONES COMERCIALES DE PRODUCCIÓN PORCINA

EVALUATION OF AN ALTERNATIVE PRE-WEANING MANAGEMENT STRATEGY BASED ON PROBIOTIC-PHYTOGENIC SUPPLEMENTATION UNDER COMMERCIAL SWINE PRODUCTION CONDITIONS

Esteban Acuña-Cook¹ y Sergio Salazar-Villanea^{2*}

¹ Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica, Montes de Oca, Costa Rica
<https://orcid.org/0009-0000-7454-2898>

² Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica, Montes de Oca, Costa Rica. Centro de Investigación en Nutrición Animal, Universidad de Costa Rica, Montes de Oca, Costa Rica
<https://orcid.org/0000-0002-0332-6263>

* Autor para correspondencia: sergio.salazarvillanea@ucr.ac.cr

RESUMEN

La restricción del uso de antibióticos promotores de crecimiento en la producción porcina ha impulsado la evaluación de alternativas como los probióticos y los fitobióticos. El objetivo de este estudio fue evaluar una estrategia alternativa de manejo basada en la suplementación con un producto probiótico-fitogénico desde el día 85 de gestación hasta el destete, en comparación con la estrategia convencional utilizada en la granja, sobre los parámetros productivos y reproductivos de las cerdas, el crecimiento de los lechones y la viabilidad económica bajo condiciones comerciales de producción porcina. Se utilizaron 24 cerdas asignadas aleatoriamente a una estrategia de manejo convencional (C) o alternativa (B). Las camadas se distribuyeron en cuatro grupos experimentales resultantes de la combinación de las estrategias aplicadas a las cerdas y a sus respectivos lechones durante la lactancia (B-B, B-C, C-B y C-C). No se detectaron diferencias significativas en los parámetros reproductivos ni en la composición de la leche de las cerdas ($P > 0,05$). Sin embargo, las camadas bajo la estrategia B-B presentaron un mayor peso promedio al destete que las camadas C-B ($P = 0,004$). La estrategia C-B presentó el menor costo por kilogramo de peso al destete, aunque también produjo las camadas con menor peso al destete. En conclusión, bajo las condiciones comerciales evaluadas, la estrategia alternativa aplicada tanto en las cerdas como en sus camadas se asoció con un mayor peso al destete, mientras que la evaluación económica evidenció un compromiso entre el costo de producción y el desempeño productivo.

Palabras clave: probióticos, fitogénico, cerdas, lechones, rendimiento productivo.

ABSTRACT

The restriction on the use of antibiotic growth promoters in swine production has encouraged the evaluation of alternative strategies such as probiotic and phytogenic supplements. The objective of this study was to evaluate an alternative management strategy based on supplementation with a

probiotic-phytogenic product from day 85 of gestation until weaning, compared with the conventional management strategy used on the farm, in terms of sow productive and reproductive performance, piglet growth, and economic feasibility under commercial swine production conditions. Twenty-four sows were randomly assigned to either a conventional (C) or an alternative (B) management strategy. Litters were allocated to four experimental groups resulting from the combination of the management strategies applied to the sows and their respective piglets during lactation (B-B, B-C, C-B, and C-C). No significant differences were detected in sow reproductive performance or milk composition ($P > 0.05$). However, litters managed under the B-B strategy showed a higher average weaning weight than those managed under the C-B strategy ($P = 0.004$). The C-B strategy resulted in the lowest cost per kilogram of weaning weight produced, although it also yielded the lowest weaning weights. In conclusion, under the commercial conditions evaluated, the alternative management strategy applied to both sows and their litters was associated with greater weaning weight, whereas the economic evaluation highlighted a trade-off between production costs and productive performance.

Keywords: probiotics, phytogenic, sows, piglets, productive performance.

INTRODUCCIÓN

El uso excesivo de antibióticos como promotores de crecimiento en producción animal ha generado un aumento desmedido en la resistencia a antimicrobianos, lo cual constituye un riesgo para la salud animal y la salud pública (Markowiak y Ślizewska, 2018). Como resultado, existe una tendencia a nivel mundial a limitar el uso de estos productos únicamente al tratamiento de síntomas clínicos y a buscar alternativas para mantener un adecuado estado sanitario y la productividad de los sistemas.

Los productos de origen microbiológico, como probióticos y postbióticos, y los productos de origen fitogénico han sido evaluados como alternativas viables para reducir el uso de antimicrobianos en las granjas porcinas (Zimmermann et al., 2016; Madesh et al., 2025).

Estudios previos utilizando distintas cepas probióticas han demostrado efectos generalmente positivos en lechones predestete y recién destetados. Por ejemplo, se reportó un aumento en la ganancia de peso y una disminución en el consumo de alimento cuando se utilizó un probiótico que contenía *Lactobacillus acidophilus* en lechones destetados (Ly et al., 2015; Bajagai et al., 2016). En contraste, Barba-Vidal et al. (2017) utilizando un probiótico con *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* en lechones reportaron un aumento en el consumo de alimento, al mismo tiempo que una disminución en la carga de *Salmonella* en las heces, una disminución en el porcentaje de diarreas y una mejor relación entre la altura de las vellosidades y la profundidad de las criptas en el intestino. Resultados similares fueron reportados por Liu et al. (2017) utilizando un probiótico con *Lactobacillus casei* también en lechones, incluyendo una reducción en la mortalidad.

También con la inclusión de extractos fitogénicos en las dietas de lechones se han observado resultados positivos. Por ejemplo, la inclusión de raíz de jengibre (*Zingiber officinale*) mejoró el consumo de alimento, el rendimiento productivo, la morfología intestinal y la carga patogénica (Yan et al., 2011; Adebiyi et al., 2014). Maya-Ortega et al. (2021) utilizando extractos de orégano (*Origanum vulgare*) observaron un aumento de 61 g/día en la ganancia de peso y una disminución de 0,235 puntos de la conversión alimenticia en comparación con animales suplementados con bacitracina de zinc.

Sin embargo, los efectos beneficiosos de la aplicación de aditivos naturales como los probióticos y los extractos fitogénicos son determinados por varios factores, por ejemplo: el tipo de cepa, especies de plantas utilizadas, especie animal, dosis y momento y método de administración (Kiczorowska et al., 2017). En consecuencia, resulta complicado realizar generalizaciones de sus efectos, especialmente cuando se utilizan mezclas de productos probióticos y fitogénicos, con potenciales interacciones entre sí. Esta variabilidad pone de manifiesto la necesidad de evaluar dichas formulaciones bajo condiciones comerciales de producción, comparando estrategias de manejo que incorporen estos productos con los protocolos convencionales basados en el uso rutinario de antimicrobianos, con el fin de determinar su impacto sobre los parámetros productivos y su viabilidad económica. De igual forma, mientras que los efectos de la suplementación de probióticos y fitobióticos en lechones son conclusivamente positivos (Zimmermann et al., 2016; Atuahene et al., 2025), la investigación realizada suplementando estos aditivos durante las etapas reproductivas (gestación y lactancia) y la interacción entre la suplementación de las

hembras reproductivas y sus camadas es más escasa.

El objetivo de este estudio fue evaluar una estrategia alternativa de manejo basada en la suplementación de un producto probiótico-fitogénico durante el periparto y la lactancia de las cerdas, así como durante el período predestete de los lechones, en comparación con la estrategia convencional utilizada en la granja, sobre los parámetros productivos y reproductivos de las cerdas el crecimiento de los lechones y la viabilidad económica bajo condiciones comerciales de producción porcina.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue revisado por la Comisión Institucional para el Cuido y Uso de Animales de la Universidad de Costa Rica. La investigación fue desarrollada en el área de gestación y maternidad de una granja porcina comercial ubicada en San Miguel de Sarapiquí, Provincia de Alajuela, Costa Rica a una latitud 10°18'51"N y longitud 84°10'55"O. Se seleccionaron hembras saludables de la línea genética TN70 de Topigs-Norsvin, entre el primero y el sexto parto, con una condición corporal adecuada. La asignación de los animales a los grupos experimentales se realizó de forma aleatoria, pero procurando mantener una distribución similar de la paridad entre los tratamientos. Para el manejo reproductivo se utilizó inseminación artificial, con machos reproductores terminales de la línea genética P81 de la casa genética Choice. La granja cuenta con un estricto programa de vacunación tanto para las madres como para los lechones, que incluye vacunas contra Parvovirus, *E. coli*, *Mycoplasma*, y *Clostridium*.

El producto probiótico-fitogénico utilizado en las dietas lleva el nombre comercial de Animal Bioss Plus (Bioss Danmark APS, Dinamarca). Este producto está compuesto por cultivos probióticos de *Lactobacillus acidophilus* ($4,0 \times 10^6$ UFC/ml), *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* ($2,3 \times 10^7$ UFC ml⁻¹), *Lactobacillus casei* ($2,5 \times 10^6$ UFC ml⁻¹), y por extractos fermentados de las hierbas con propiedades fitobióticas como la *Pimpinella anisum* (anis), *Glycyrrhiza glabra* (rizomas de regaliz), *Foeniculum vulgare* (hinojo), *Ocimum basilicum* (albahaca), *Matricaria recutita* (manzanilla), *Anthriscus cerefolium* (perifollo), *Anethum graveolens* (eneldo), *Sambucus nigra* (saúco), *Trigonella foenumgraecum* (fenogreco), *Zingiber officinale* (raíz de jengibre), *Angelica archangelica* (angélica), *Juniperus communis* (enebro), *Urtica dioica* (hortiga), *Origanum vulgare* (orégano), *Petroselinum crispum* (perejil), *Mentha x piperita* (menta peperina), *Rosmarinus officinalis*

(romero), *Salvia officinalis* (salvia), *Thymus vulgaris* (tomillo).

Diseño experimental

La fase experimental tuvo una duración total de 13 semanas, con el fin de abarcar el período de transición entre el final de la gestación (desde el día 85 de gestación) y el destete de los lechones (22 días de edad). El estudio se diseñó para comparar dos estrategias de manejo implementadas bajo condiciones comerciales de producción porcina: 1) el protocolo sanitario convencional utilizado rutinariamente en la granja (C) y 2) una estrategia alternativa basada en la suplementación con un producto probiótico-fitogénico acompañada de modificaciones al protocolo sanitario convencional (B).

Se consideraron dos unidades experimentales: (i) las cerdas, asignadas a dos tratamientos con 12 repeticiones por tratamiento, para las variables reproductivas, productivas y de composición de leche y (ii) las camadas, distribuidas en cuatro tratamientos con 6 repeticiones por tratamiento, para las variables relacionadas con el crecimiento y análisis económico (Fig. 1).

Las cerdas asignadas a la estrategia alternativa (grupo B) recibieron 30 mL día⁻¹ del producto probiótico-fitogénico por vía oral (aplicación líquida directamente a cada animal) desde el día 85 de gestación hasta el destete de los lechones (22 días de edad). Como parte de esta estrategia integral de manejo, durante el período experimental no se aplicaron antibióticos u otras medicaciones de uso rutinario en la granja que pudieran interferir con la acción del producto. En contraste, las cerdas de la estrategia convencional (C) se manejaron conforme al protocolo habitual de la granja, sin la administración del producto probiótico-fitogénico ni otros suplementos adicionales al alimento balanceado para la etapa de lactancia.

Después del parto, las camadas se asignaron a cuatro tratamientos según la combinación de la estrategia utilizada en las cerdas (B o C) y en las camadas (B o C): camadas bajo la estrategia alternativa nacidos de cerdas en la estrategia alternativa (B-B), camadas bajo la estrategia convencional nacidos de cerdas bajo la estrategia alternativa (B-C), camadas bajo la estrategia alternativa nacidos de cerdas bajo la estrategia convencional (C-B) y camadas bajo la estrategia convencional nacidos de cerdas bajo la estrategia convencional (C-C). Con el fin de reducir la variabilidad asociada al tamaño de camada, la cantidad de lechones por camada se uniformizó al nacimiento (14 lechones por camada), utilizando lechones de cerdas asignadas al mismo tratamiento. En las camadas bajo la

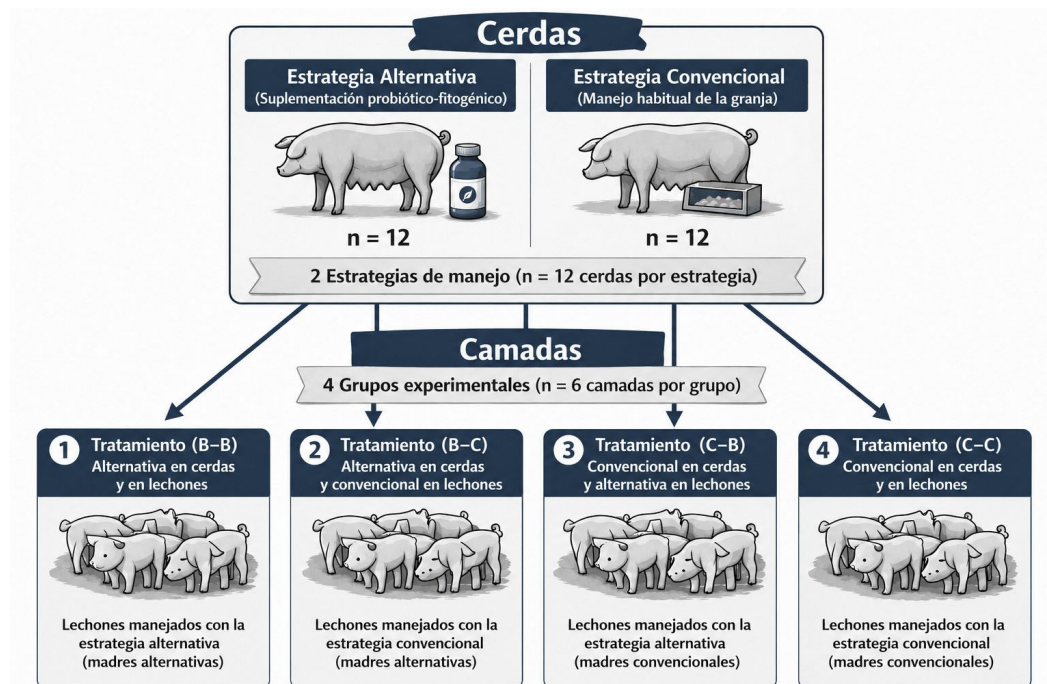


Fig. 1. Diseño experimental utilizado en el estudio.

Fig. 1. Experimental design used in the study.

estrategia alternativa, el protocolo consistió en administración oral del producto probiótico-fitogénico en tres momentos: 3 mL por animal al nacimiento (0-5 h posparto), 5 mL por animal a los 7 días de edad y una dosis final al destete. En estas camadas se suspendió cualquier tratamiento antibiótico u otra medicación que pudiera alterar la acción de los probióticos a nivel intestinal. En las camadas bajo el enfoque convencional se aplicaron las prácticas rutinarias de la granja, incluyendo un alimento preiniciador (Perfecto Nursery, Biofarma, Argentina) a partir del día 10 de nacimiento e inyección intramuscular de ceftiofur al nacimiento (Excede Swine, Zoetis, Estados Unidos), administración oral de un coccidiostato a los 3 días (Baycox 5%, Elanco, Alemania) y una nueva inyección intramuscular de ceftiofur al destete.

Variables analizadas

Se determinó la condición corporal de las cerdas 5 días antes de la fecha estimada de parto y al momento del destete, utilizando un caliper calibrado para la línea genética TN70 de Topigs-Norsvin. Además, se registró el peso de las cerdas al ingresar a la sala de maternidad (cinco días antes de la fecha estimada de parto), así como el peso de todas las placentas al momento del parto y el peso

de las cerdas al destete, con el fin de calcular la pérdida real de peso durante la lactancia. También se recopilaron datos sobre el consumo diario de alimento de las cerdas durante la lactancia, así como sobre el número de lechones nacidos vivos y nacidos muertos. Además, se registró el número de días desde el destete hasta la aparición del primer celo. En las camadas se determinó el peso promedio al nacimiento y al destete. Además, se cuantificaron las muertes de lechones por cerda, con el fin de registrar el porcentaje de mortalidad.

A los 10 días de lactancia se recolectó una muestra de 15 mL de leche por cerda para determinar la composición láctea, para lo cual se utilizó una dosis de oxitocina de 0,5 mL por vía intravenosa para estimular la secreción de leche. Las muestras se almacenaron en congelamiento a -20°C y se descongelaron a temperatura ambiente para el análisis. La composición de la leche, incluyendo los contenidos porcentuales de proteína, grasa, lactosa y sólidos totales, fue analizada por medio de espectroscopía de infrarrojos por transformada de Fourier (MilkoScan™ Mars, Foss Analytical, Dinamarca).

Cálculos y análisis estadísticos

El cambio en la condición corporal y en el peso corporal se determinó como la diferencia

entre las mediciones al destete y previo al parto; en el caso del peso corporal, el peso de las cerdas previo al parto fue corregido por el peso de las placentas y las camadas (lechones nacidos vivos y muertos). La ganancia diaria de peso de los lechones se determinó como la diferencia entre el peso promedio de las camadas al destete y al nacimiento, dividido por la duración del periodo de lactancia.

Para el análisis económico, se utilizó la metodología de dólares invertidos por kilogramo destetado. En este cálculo, se consideró el costo de la estrategia alternativa, que incluyó un costo de tratamiento (B) por cerda de \$18,55 y un costo de tratamiento por lechón de \$0,21. Además, se consideró un costo de \$2,12 para cada lechón en la estrategia convencional. En el caso de las cerdas en la estrategia convencional, no se contemplaron costos adicionales, ya que en la granja no se les administra ningún tratamiento más allá de la vacunación preparto y durante la lactancia. El cálculo se realizó dividiendo el costo de la estrategia de manejo administrada a la cerda entre el número total de lechones destetados, con el fin de estimar el costo unitario por lechón. A continuación, se sumó el costo adicional por lechón, que incluye los gastos asociados a cada estrategia de manejo (convencional o alternativa). Finalmente, la suma de ambos costos fue dividida entre el peso promedio al destete de la camada, obteniendo así el costo

por kilogramo de peso destetado.

Para el análisis estadístico de las variables continuas, correspondientes a las cerdas y a las camadas, se utilizó un modelo lineal bajo un diseño anidado. Este enfoque permitió contemplar la estructura experimental del estudio, considerando la dependencia entre las observaciones provenientes de una misma cerda y su respectiva camada. Luego, para todas aquellas fuentes de variación que resultaron significativas se realizó la prueba de comparación de medias LSD Fisher. Las variables proporcionales, expresadas como el número de lechones afectados dentro de cada camada, se analizaron mediante modelos de regresión beta-binomial con función de enlace logit. Todos los análisis se realizaron con el software InfoStat (Di Rienzo et al., 2020). Se revisó que los datos cumplieran con los supuestos de normalidad antes de proceder con el análisis estadístico. Para todos los análisis, se consideraron como diferencias significativas cuando el valor de *P* sea menor a 0,05. Asimismo, se interpretaron como tendencias cuando el valor de *P* se encuentre entre 0,051 y 0,1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros asociados a las cerdas

No se observaron diferencias significativas (*P* > 0,05) entre las estrategias de manejo sobre las variables analizadas en las cerdas (Tabla 1).

Tabla 1. Efectos de la suplementación con probióticos y fitobióticos sobre los parámetros biológicos observados en las cerdas durante el periparto (85 días de gestación al parto) y la lactancia (22 días).

Table 1. Effects of supplementation with probiotics and phytobiotics on the biological parameters observed in sows during the peripartum period (85 days of gestation to farrowing) and during lactation (22 days).

Parámetro	Tratamiento	Control	EEM	Valor <i>P</i>
Composición de la leche				
Proteína de la leche (%)	5,34	5,23	0,09	0,40
Grasa de la leche (%)	6,19	5,16	0,45	0,12
Lactosa de la leche (%)	6,07	6,03	0,16	0,88
Sólidos totales (%)	17,81	16,71	0,65	0,25
Parámetros de las cerdas				
Intervalo destete-celo (d)	4,75	4,45	0,31	0,52
Consumo de alimento (kg)	6,20	6,04	0,16	0,49
Pérdida de condición corporal	3,83	3,58	0,55	0,75
Pérdida de peso corporal (kg)	28,33	19,99	3,31	0,09
Parámetros de las camadas				
Nacidos vivos (n)	13,25	14,75	0,95	0,28
Nacidos totales (n)	14,08	15,42	0,89	0,30

EEM, error estándar de la media.

En el presente estudio se anticipaba un efecto positivo de la estrategia alternativa basada en la suplementación del producto probiótico-fitogénico sobre la composición de la leche, basado en la mejora de la salud intestinal de las cerdas y el incremento en el consumo de alimento reportado por Gu et al. (2019) que, sin embargo, no fue observado. Estos hallazgos son congruentes con los reportados por Rocha et al. (2022), quienes al suplementar con probióticos (*Saccharomyces cerevisiae* var. *Boulardii*) durante el periodo de parto y lactancia, no observaron modificaciones en la composición láctea de las cerdas. En contraste, Han et al. (2022) reportaron un aumento en los niveles de grasa y proteína en el calostro de cerdas suplementadas con una mezcla probiótica a base de *Bacillus subtilis*. Las discrepancias entre estudios podrían estar relacionadas con las diferentes cepas probióticas empleadas, a distintos periodos de muestreo de la leche, o a la influencia de factores ambientales como, por ejemplo, la temperatura, humedad relativa, ventilación o calidad del agua. Además, los estudios citados evaluaron cepas o formulaciones diferentes, mientras que el presente trabajo utilizó un producto comercial compuesto por una mezcla de probióticos y componentes fitogénicos, por lo cual las comparaciones deben interpretarse con cautela.

Tampoco se registraron diferencias significativas ($P > 0,05$) en el intervalo destete-celo, la pérdida de peso, el consumo de alimento, ni en el número de lechones nacidos vivos. Sin embargo, la pérdida de peso tendió ($P = 0,09$) a ser mayor en las cerdas bajo el enfoque de manejo alternativo en comparación con las que se manejaron bajo el enfoque convencional. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Zhao et al. (2022), quienes reportaron una disminución de 0,96 días en el intervalo destete-celo y un aumento de 0,54 kg en el consumo diario de alimento durante la lactancia en cerdas suplementadas con *Saccharomyces cerevisiae*. De manera similar, Cao et al. (2019) obtuvieron una reducción de 1,33 días en el intervalo destete-celo en cerdas tratadas con *Clostridium butyricum* en comparación con el grupo control. Por su parte, Saladrigas-García et al. (2022) evidenciaron un incremento de 1,7 lechones nacidos vivos, pasando de 15,7 a 17,4 lechones en el grupo suplementado con *Bacillus amyloliquefaciens*, junto con una reducción de 260 gramos en la pérdida de peso. Asimismo, Konieczka et al. (2023) reportaron que las cerdas suplementadas con probióticos del género *Bacillus* presentaron una menor pérdida de peso (11,12 kg) en comparación con el grupo control. La divergencia entre los resultados reportados previamente y los

obtenidos en el presente estudio puede atribuirse a diferencias en las condiciones experimentales utilizadas, incluyendo las mezclas de productos o las cepas probióticas.

Parámetros asociados a las camadas

Las variables peso al nacimiento, prevalencia de diarreas y mortalidad durante el periodo de lactancia, analizadas en las camadas, no mostraron diferencias significativas entre las estrategias de manejo (Tabla 2). Alexopoulos et al. (2004) reportaron que la suplementación con esporas de *Bacillus licheniformis* y *Bacillus subtilis* redujo la mortalidad en un 5,04% y disminuyó la prevalencia de diarrea. Asimismo, Han et al. (2022) reportaron una tendencia hacia un mayor peso al nacimiento en las camadas de animales suplementados con cepas de *Bacillus subtilis* A y *Bacillus subtilis* B. En contraste, Zhang et al. (2020) observaron que las camadas nacidas de grupos suplementados con probióticos fueron más numerosas, pero presentaron un menor peso al nacimiento. La comparación entre los resultados reportados en los distintos estudios debe realizarse con cautela, considerando las diferencias en condiciones experimentales, por ejemplo, que en el presente estudio se utilizó un producto probiótico-fitogénico para el cual no es posible aislar efectos individuales de cada uno de sus ingredientes. La elevada variabilidad en la prevalencia de diarrea observada entre camadas redujo la precisión de las estimaciones y, en consecuencia, la capacidad para detectar diferencias entre las estrategias evaluadas. Desde el punto de vista biológico, la ausencia de diferencias también podría estar relacionada con la naturaleza multifactorial de la diarrea neonatal y con las condiciones sanitarias de la granja. En cuanto a la mortalidad, la falta de diferencias significativas podría deberse a que los grupos experimentales presentaron valores que podrían considerarse bajos, al menos, por debajo del promedio de mortalidad reportado en granjas porcinas comerciales. Por ejemplo, Will et al. (2024) informaron un promedio de mortalidad del 14,02% en un estudio realizado en 47 granjas porcinas del medio oeste de Estados Unidos, lo que sugiere que los niveles de mortalidad en este estudio ya eran relativamente bajos en comparación con lo observado en condiciones comerciales, con poco margen de acción para la estrategia de manejo evaluada.

Sin embargo, se observó que las camadas bajo la estrategia de manejo alternativa nacidas de madres que se manejaron bajo la misma estrategia (B-B) presentaron un mayor peso al destete ($P = 0,004$), con un incremento de 1,67 kg con respecto a la estrategia de manejo C-B y 0,93

kg en comparación con la estrategia de manejo con resultados más cercanos (B-C). Asimismo, la ganancia diaria de peso fue significativamente mayor en las camadas bajo la estrategia de manejo B-B ($P = 0,009$), en comparación con aquellas camadas bajo la estrategia de manejo C-B (convencional en las cerdas y alternativo en las camadas).

Maya-Ortega et al. (2021) reportaron un aumento de 61 g/d en la ganancia de peso de lechones suplementados con un producto derivado del orégano (*Origanum vulgare*), mientras que Liu et al. (2017) también reportaron un incremento en la ganancia diaria de peso en lechones mediante el uso de *Lactobacillus casei*. Ambos compuestos forman parte de la formulación comercial del producto utilizado en el presente estudio, sin embargo, debido a la naturaleza multicomponente del producto, no es posible atribuir la respuesta observada a alguno de ellos en particular.

Los resultados obtenidos indican que el mayor peso al destete se presentó cuando la estrategia alternativa se aplicó tanto a las madres como a sus camadas. Sin embargo, el diseño experimental no permite determinar cuál de los componentes de dicha estrategia fue responsable de esta respuesta. Este efecto podría estar vinculado a varios mecanismos, como la cantidad de la leche consumida (relacionada también a la tendencia observada de una mayor pérdida de peso de las cerdas durante la lactancia), una reducción en la carga patógena presente en las excretas de la cerda y sus crías, o una disminución general de la presión patógena en el ambiente de la paridera, lo que podría mejorar las condiciones sanitarias y favorecer el crecimiento de los lechones. Sin embargo, ninguno de los mecanismos sugeridos fue evaluado en el presente estudio. Lo anterior, fue reportado por Barba-Vidal et al. (2017) en

donde el uso de probióticos disminuyó la carga patógena en las heces de los lechones tratados con *Bifidobacterium longum* subsp. *infantis*.

Además, estos resultados podrían indicar un efecto complementario asociado con la aplicación de la estrategia tanto en las madres como en sus camadas, donde la madre al ser suplementada no solo mejora la cantidad de leche (Innamma et al., 2023), sino que también contribuye a crear un entorno más saludable para la camada, minimizando la exposición a patógenos. Este efecto es particularmente relevante si consideramos que los probióticos actúan predominantemente mediante la exclusión competitiva contra organismos patógenos (Bhagoju and Nahashon, 2022), o, incluso, fortaleciendo el crecimiento de las poblaciones microbianas benéficas a partir de los fitobióticos utilizados (De Lange et al., 2010).

En las condiciones del presente estudio, la aplicación de la estrategia únicamente en las camadas no produjo el mismo desempeño observado cuando también se aplicó en las madres. Sin embargo, debido al diseño experimental, no es posible establecer si esta diferencia obedeció al efecto del producto, a la modificación del protocolo sanitario o a la combinación de ambos factores. Por lo tanto, la suplementación dual, tanto en la madre como en los lechones, podría ofrecer una estrategia más efectiva para mejorar el rendimiento de la camada en términos de peso y salud general. En este contexto, el efecto de dicha estrategia podría verse limitado por las prácticas de higiene habituales de una granja comercial en el área de maternidad, como la recolección de excretas en seco, la desinfección constante por aspersión y el acceso restringido del personal.

Al analizar el costo por kilogramo de peso producido al destete (Tabla 2), se observó que las camadas bajo la estrategia de manejo C-B (convencional en las cerdas y alternativa en

Tabla 2. Efectos de la suplementación con probióticos y fitobióticos sobre los parámetros productivos y económicos observados en las camadas.

Table 2. Effects of supplementation with probiotics and phytobiotics on the productive and economic parameters observed in the litters.

Parámetro	Tratamientos				EEM	Valor P
	B-B	B-C	C-C	C-B		
Peso al nacimiento (kg)	1,41	1,74	1,54	1,57	0,11	0,24
Peso al Destete (kg)	7,30a	6,37ab	6,30ab	5,63b	0,28	0,004
GDP (g/d)	241,16a	188,00a	196,02a	166,12b	14,01	0,009
Prevalencia de diarreas (%)	22	7	19	33	14,96	0,75
Mortalidad predestete (%)	7	6	8	6	3,92	0,59
\$/kg de lechón destetado	0,23b	0,58d	0,34c	0,04a	0.02	<0,0001

EEM, error estándar de la media; GDP, ganancia diaria de peso.

^{ab} Letras distintas en una misma fila representan diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$).

los lechones), presentaron el menor costo por kilogramo producido, mientras que el costo más alto se encontró para los animales bajo la estrategia B-C (alternativo para las cerdas y convencional para las camadas, $P < 0,0001$). La mayor rentabilidad se atribuye al hecho de que los animales bajo la estrategia C-B requirieron una menor inversión, dado que las cerdas bajo la estrategia convencional no recibieron tratamientos adicionales, conforme a las prácticas habituales (vacunación, desparasitación y alimentación) en la granja comercial donde se realizó el estudio. Cabe señalar que, al no modificarse estas variables entre los tratamientos, su costo no fue considerado en el cálculo de la rentabilidad del estudio. Sin embargo, este resultado no necesariamente indica que sea la estrategia óptima para implementar en la granja, ya que el objetivo principal de un sistema de producción porcina es maximizar la producción de kilogramos de proteína animal y el peso de destete de los lechones está relacionado directamente con su crecimiento en las etapas posteriores (Tang et al., 2023). Además, Feldpausch et al. (2019) observaron que un bajo peso al destete incrementa el porcentaje de mortalidad post-destete, especialmente en las primeras semanas, lo que afecta la capacidad de los animales más ligeros para alcanzar la edad y el peso de sacrificio. Al comparar estos resultados con el peso de las camadas, observamos que los animales bajo la estrategia de manejo C-B fueron los más livianos al destete, por lo cual la estrategia ideal de manejo podría no ser la más barata, sino aquella que brinde mejores resultados productivos en las etapas posteriores, lo cual no fue analizado en el presente estudio.

CONCLUSIONES

La estrategia alternativa de manejo evaluada, basada en la suplementación de un producto probiótico-fitogénico (en su presentación comercial Animal Biosa Plus), no mostró efectos sobre los parámetros productivos y reproductivos de las cerdas, ni sobre la composición de la leche. Sin embargo, los resultados indican un efecto positivo de dicha estrategia, aplicada tanto en las cerdas como en sus camadas, sobre el peso al destete. El análisis económico mostró que la estrategia con menor costo por kilogramo destetado fue aquella que requirió una menor inversión en tratamientos sanitarios. Sin embargo, esta mayor rentabilidad no necesariamente refleja la mejor estrategia productiva, ya que las camadas bajo esta estrategia presentaron el menor peso al destete, un factor crucial para su rendimiento posterior.

LITERATURA CITADA

- Adebiyi, O.A., O.S. Ajayi, I.O. Adejumo, and T.O. Osungade. 2014. Performance, microbial load and gut morphology of weaned pigs fed diets supplemented with turmeric, ginger and garlic extracts. *Tropical Animal Production Investigations* 17(1): 25–31. <https://tapianimalsci.ui.edu.ng/index.php/journal/article/view/50>
- Alexopoulos, C., I.E. Georgoulakis, A. Tzivara, S.K. Kritas, A. Siochu, and S.C. Kyriakis. 2004. Field evaluation of the efficacy of a probiotic containing *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* spores, on the health status and performance of sows and their litters. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 88(11–12): 381–392. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2004.00492.x>
- Atuahene, D., B.A. Sam, F. Idan, S.S. Sana, R. Knop, R. Suthar, H. Kumar, and A.M. Shaikh. 2025. Probiotics, prebiotics, and synbiotics in pigs and poultry: A review of gut health, performance, and environmental outcomes. *Veterinary Sciences* 12(11): 1054. <https://doi.org/10.3390/vetsci12111054>
- Bajagai, Y.S., A. Klieve, P.J. Dart, and W.L. Bryden. 2016. Probiotics in animal nutrition: production, impact and regulation. CQ University. Book. <https://hdl.handle.net/10779/cqu.24557023.v1>
- Barba-Vidal, E., L. Castillejos, V.F.B. Roll, G. Cifuentes-Orjuela, J.A. Moreno Muñoz, and S.M. Martín-Orúe. 2017. The probiotic combination of *Bifidobacterium longum* subsp. *infantis* CECT7210 and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BPL6 reduces pathogen loads and improves gut health of weaned piglets orally challenged with *Salmonella Typhimurium*. *Frontiers in Microbiology* 8: 1570. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2017.01570/BIBTEX>
- Bhagoju, S., and S. Nahashon. 2022. Recent advances in probiotic application in animal health and nutrition: A review. *Agriculture* 12(2): 304. <https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE12020304>
- Cao, M., Y. Li, Q.J. Wu, P. Zhang, W.T. Li, Z.Y. Mao, D.M. Wu, X.M. Jiang, Y. Zhuo, Z.F. Fang, L.Q. Che, S.Y. Xu, B. Feng, J. Li, Y. Lin, and D. Wu. 2019. Effects of dietary *Clostridium butyricum* addition to sows in late gestation and lactation on reproductive performance and intestinal microbiota. *Journal of Animal Science* 97(8): 3426–3439. <https://doi.org/10.1093/jas/skz186>

- De Lange, C.F.M., J. Pluske, J. Gong, and C.M. Nyachoti. 2010. Strategic use of feed ingredients and feed additives to stimulate gut health and development in young pigs. *Livestock Science* 134(1-3): 124-134. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.06.117>
- Di Rienzo, J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, y C.W. Robledo. 2020. *InfoStat versión 2020*. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>
- Feldpausch, J.A., J. Jourquin, J.R. Bergstrom, J.L. Barger, C.D. Bokenkroger, D.L. Davis, J.M. Gonzalez, J.L. Nelssen, C.L. Puls, W.E. Trout, and M.J. Ritter. 2019. Birth weight threshold for identifying piglets at risk for preweaning mortality. *Translational Animal Science* 3(2): 633-640. <https://doi.org/10.1093/tas/txz076>
- Gu, X.L., Z.H. Song, H. Li, S. Wu, S.S. Wu, Y.N. Ding, X.He, Y.L.Yin and Z.Y. Fan. 2019. Effects of dietary isomaltooligosaccharide and *Bacillus* spp. supplementation during perinatal period on lactational performance, blood metabolites, and milk composition of sows. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 99(13): 5646-5653. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9821>
- Han, L., M.A.K. Azad, P. Huang, W. Wang, W. Zhang, F. Blachier, and X. Kong. 2022. Maternal supplementation with different probiotic mixture from late pregnancy to day 21 postpartum: Consequences for litter size, plasma and colostrum parameters, and fecal microbiota and metabolites in sows. *Frontiers in Veterinary Science* 9: 726276. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.726276>
- Innamma N., N. Ngamwongsatit, and K. Kaeket. 2023. The effects of using multi-species probiotics in late-pregnant and lactating sows on milk quality and quantity, fecal microflora, and performance of their offspring. *Veterinary World*, 16(10): 2055-2062. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.2055-2062>
- Kiczorowska, B., W. Samolińska, A.R.M. Al-Yasiry, P. Kiczorowski, and A. Winiarska-Mieczan. 2017. The natural feed additives as immunostimulants in monogastric animal nutrition - A review. *Annals of Animal Science* 17(3): 605-625. <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0076>
- Konieczka, P., K. Ferenc, J.N. Jørgensen, L.H.B. Hansen, R. Zabielski, J. Olszewski, Z. Gajewski, M. Mazur-Kuśnerek, D. Szkopek, N. Szyryńska, and K. Lipiński. 2023. Feeding *Bacillus*-based probiotics to gestating and lactating sows is an efficient method for improving immunity, gut functional status and biofilm formation by probiotic bacteria in piglets at weaning. *Animal Nutrition* 13: 361-372. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.03.003>
- Liu, C., Q. Zhu, J. Chang, Q. Yin, A. Song, Z. Li, E. Wang, and F. Lu. 2017. Effects of *Lactobacillus casei* and *Enterococcus faecalis* on growth performance, immune function and gut microbiota of suckling piglets. *Archives of Animal Nutrition* 71(2): 120-133. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2017.1283824>
- Lv, C.H., T. Wang, N. Regmi, X. Chen, K. Huang, and S.F. Liao. 2015. Effects of dietary supplementation of selenium-enriched probiotics on production performance and intestinal microbiota of weanling piglets raised under high ambient temperature. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 99(6): 1161-1171. <https://doi.org/10.1111/jpn.12326>
- Madesh, M., J. Yan, G. Jinan, P. Hu, I.H. Kim, H.Y. Liu, W. Ennab, R. Jha, and D. Cai. 2025. Phytochemicals in swine nutrition and their effects on growth performance, nutrient utilization, gut health, and meat quality: a review. *Stress Biology* 5: 11. <https://doi.org/10.1007/s44154-024-00209-2>
- Markowiak, P., and K. Ślizievska. 2018. The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut Pathogens* 10(1): 1-20. <https://doi.org/10.1186/S13099-018-0250-0>
- Maya-Ortega, C.A., J.A. Ángel-Isaza, B.C. Martínez-Morales, y J.E. Parra-Suescún. 2021. Aceite esencial de orégano (*Lippia origanoides*) mejora parámetros productivos y metabolitos sanguíneos en lechones. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 19(2): 82-93. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v19.n2.2021.1547>
- Rocha, V.P., L.R.S. Araújo, I.B. de Mendonça, L.P. Martins, G.G. de Alcântara Araújo, P.H. Watanabe, T.S. Andrade, and J.N.B. Evangelista. 2022. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* CNCM I-1079 on performance, colostrum and milk composition, and litter performance of mixed-parity sows in a tropical humid climate. *Tropical Animal Health and Production* 54(1): 41. <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03051-8>

- Saladrigas-García, M., D. Solà-Oriol, S. López-Vergé, M. D'Angelo, M.C. Collado, B. Nielsen, M. Faldyna, J.F. Pérez, and S.M. Martín-Orúe. 2022. Potential effect of two *Bacillus* probiotic strains on performance and fecal microbiota of breeding sows and their piglets. *Journal of Animal Science* 100(6): skac163. <https://doi.org/10.1093/jas/skac163>
- Tang, T., W.J.J. Gerrits, N.M. Soede, C.M.C. van der Peet-Schwering, and I. Reimert. 2023. Effects of timing of grouping and split-weaning on growth performance and behaviour of piglets in a multi-suckling system. *Applied Animal Behaviour Science* 259: 105835. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2023.105835>
- Will, K.J., E.S. Magalhaes, C.A.A. Moura, G. Trevisan, G.S. Silva, A.P.G. Mellagi, R.R. Ulguim, F.P. Bortolozzo, and D.C.L. Linhares. 2024. Risk factors associated with piglet pre-weaning mortality in a Midwestern U.S. swine production system from 2020 to 2022. *Preventive Veterinary Medicine* 232: 106316. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2024.106316>
- Yan, L., Q.W. Meng, and I.H. Kim. 2011. The effect of an herb extract mixture on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics and fecal noxious gas content in growing pigs. *Livestock Science* 141(2-3): 143-147. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.05.011>
- Zhang, Q., J. Li, M. Cao, Y. Li, Y. Zhuo, Z. Fang, L. Che, S. Xu, B. Feng, Y. Lin, X. Jiang, X. Zhao, and D. Wu. 2020. Dietary supplementation of *Bacillus subtilis* PB6 improves sow reproductive performance and reduces piglet birth intervals. *Animal Nutrition* 6(3): 278-287. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.04.002>
- Zhao, Y., Q. Wang, P. Zhou, Z. Li, W. Zhong, Y. Zhuo, L. Che, S. Xu, Z. Fang, X. Jiang, Y. Lin, B. Feng, and D. Wu. 2022. Effects of yeast culture supplementation from late gestation to weaning on performance of lactating sows and growth of nursing piglets. *Animal* 16(5): 100526. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100526>
- Zimmermann J.A., M.L. Fusari, E. Rossler, J.E. Blajman, A. Romero-Scharpen, D.M. Astesana, C.R. Olivero, A.P. Berisvil, M.L. Signorini, M.V. Zbrun, L.S. Frizzo, and L.P. Soto. 2016. Effects of probiotics in swines growth performance: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Animal Feed Science and Technology* 219: 280-293. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.06.021>