

## Suplementación probiótica con *Lactobacillus casei* en cerdas y su efecto sobre los parámetros zootécnicos de los lechones

Probiotic supplementation with *Lactobacillus casei* in sows and its effects on the zootechnical parameters of piglets

Rafael Suárez<sup>1,2,4</sup>, Natalia Buitrago<sup>1</sup>, Iang Rondón-Barragán<sup>2,3</sup>

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la suplementación de *Lactobacillus casei* en cerdas y su efecto sobre los parámetros zootécnicos de los lechones. Se trabajó con 18 cerdas F1 Landrace x Large White distribuidas en tres grupos completamente al azar: control y dos grupos suplementados con *L. casei* (T1:  $10 \times 10^6$  UFC [unidades formadoras de colonias]; T2:  $10 \times 10^8$  UFC). Las dosis fueron administradas semanalmente por vía oral 2 h después de la primera alimentación del día (09:00) durante 180 días, cubriendo un ciclo productivo. Se analizaron los resultados de las variables zootécnicas de cada hembra y sus lechones al parto, al destete y al nuevo servicio de cubrición de la hembra. En el parto se encontró un mayor peso promedio de nacidos totales (PPNT) y peso promedio de nacidos vivos (PPNV) en los animales suplementados en comparación con el grupo control ( $p < 0.05$ ). En la fase de lactancia se evidenció mayor peso total por camada al destete (PTCD), peso promedio lechón destete (PPLD), ganancia total por camada desteta por hembra (GTCDH), ganancia total promedio por lechón, (GTPL) y ganancia promedio por lechón día (GPLD) en los animales suplementados con el probiótico comparado con el grupo control ( $p < 0.01$ ). En ninguna de las variables se evidenció diferencias entre los grupos suplementados. Se concluye que la suplementación oral con el probiótico *Lactobacillus casei* en las cerdas en fase de gestación y lactancia mejora los índices productivos en el periodo parto y en la fase de lactancia de los lechones.

**Palabras clave:** probiótico; *Lactobacillus casei*; cerdos; suplementación

<sup>1</sup> Grupo de Investigación en Genética y Biotecnología de la Reproducción, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima, Colombia

<sup>2</sup> Grupo de Investigación en Inmunobiología y Patogénesis, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima, Colombia

<sup>3</sup> Grupo de Investigación en Avicultura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima, Colombia

<sup>4</sup> E-mail: rasuarezm@ut.edu.co

Recibido: 20 de septiembre de 2018

Aceptado para publicación: 23 de febrero de 2019

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the supplementation of *Lactobacillus casei* in sows and its effect on the zootechnical parameters of piglets. A total of 18 F1 Landrace x Large White sows were distributed in three completely randomized groups: control and two groups supplemented with *L. casei* (T1:  $10 \times 10^6$  CFU [colony forming units]; T2:  $10 \times 10^8$  CFU). The doses were administered weekly orally 2 h after the first feeding of the day (09:00) for 180 days, covering a productive cycle. Results of zootechnical variables of each female and her piglets at the peripartum, at weaning and at the new service of the female were evaluated. In the peripartum, a greater mean body weight of total births (PPNT) and average birth body weight were found (PPNV) in the supplemented animals compared to the control group ( $p < 0.05$ ). In the lactation phase there was a greater total weight per litter at weaning (PTCD), mean body weight per piglet at weaning (PPLD), total body weight gain per litter per sow (GTCDH), mean total body weight per piglet (GTPL) and mean body weight per day per piglet (GPLD) in the animals supplemented with the probiotic compared to the control group ( $p < 0.01$ ). None of the variables showed differences between the supplemented groups. It is concluded that oral supplementation with the probiotic *Lactobacillus casei* in the sows during the gestation and lactation phase improves the productive indexes in the peripartum period and in the lactation phase of the piglets.

**Key words:** probiotic; *Lactobacillus casei*; pigs; supplementation

## INTRODUCCIÓN

La necesidad de maximizar la productividad de los sistemas pecuarios llevaron al uso de antibióticos a niveles subterapéuticos como promotores de crecimiento para mejorar la utilización de los nutrientes (Enrique *et al.*, 2005) y disminuir la incidencia de algunas enfermedades (Williams *et al.*, 2001; Giraldo *et al.*, 2015). Sin embargo, el uso excesivo e inadecuado de antibióticos ha creado una enorme presión selectiva en las poblaciones bacterianas, propiciando la aparición de cepas multiresistentes capaces a su vez de transferir dicha resistencia (Mathur y Singh, 2005). Así mismo, se han demostrado genes de resistencia idénticos en diversas especies bacterianas de diferentes hospederos (Scott, 2002; Pantozzi *et al.*, 2010; Ibar, 2017), lo cual genera preocupación a nivel mundial por el potencial riesgo de transferencia de la resistencia entre la microbiota animal y humana (Mathur y Singh, 2005; Esperbent y Migliorati, 2017). De esta ma-

nera, la Unión Europea determinó la prohibición del uso de antibióticos con fines de promoción del crecimiento desde el 1 de enero de 2006 (European Parliament, 2003).

Diversas alternativas al uso de antibióticos en animales de producción han sido propuestas, incluyendo prebióticos, probióticos, enzimas, sustancias húmicas y  $\beta$ -glucanos, entre otras, tendientes a estimular la inmunidad y a mejorar de los parámetros productivos (Piñeros *et al.*, 2012; Li *et al.*, 2017). En cerdos, el uso de probióticos ha demostrado mejorar los parámetros productivos en diversas fases de la producción (Lázaro *et al.*, 2005). Adicionalmente, se ha evidenciado que el uso de *Bifidobacterium lactis* HN019 y *Enterococcus faecium* disminuyen la presentación de diarreas en lechones asociadas a rotavirus y *E. coli* (Shu *et al.*, 2001; Taras *et al.*, 2006); efecto que ha sido además demostrado con bacterias como *Lactobacillus gasseri*, *L. reuteri*, *L. acidophilus* y *L. fermentum* (Huang *et al.*, 2002).

Teniendo en cuenta los efectos de los probióticos sobre la fisiología intestinal, se hace necesario aplicarlos en los puntos críticos de la producción porcina, buscando beneficios zootécnicos para el productor. Los periodos de gestación, lactancia y destete constituyen puntos críticos en la producción debido a los cambios fisiológicos en la hembra para suplir los requerimientos de los lechones. Se ha demostrado que las bacterias probióticas tienen la facultad de ser transferidas desde la cerda a los lechones por contacto con las heces, antes de que estos inicien el consumo de alimento sólido (Taras *et al.*, 2005; Giraldo *et al.*, 2015), lo cual promueve el desarrollo de la inmunidad intestinal y la actividad proliferativa de las cripas (Giraldo *et al.*, 2015), aumentando así la densidad de la vellosidad intestinal (Enrique *et al.*, 2005; Castillo *et al.*, 2007) que da inicio a la actividad fermentativa del colon mediante los componentes provenientes de la dieta (Casewell *et al.*, 2003), favoreciendo el crecimiento y desarrollo del lechón. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar los parámetros zootécnicos de lechones hijos de cerdas suplementadas con probiótico *L. casei* a través de un ciclo productivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Animales Experimentales

Los experimentos fueron conducidos en la Central Reproductiva Porcigán (Cajamarca, Tolima, Colombia). Se emplearon 18 cerdas clínicamente sanas, F1 Large White x Landrace, con edad productiva de tres partos. Los animales contaron con planes sanitarios completos, según el régimen normal de producción (vermifugación a los 80 días, Doramectina) y vacunación a los 10 días posparto contra erisipela, parvovirus y seis serovares de *Leptospira* spp (Zoetis, Argentina). Los animales fueron alimentados con una dieta comercial y sostenidos bajo las mismas condiciones ambientales, con temperatura promedio de 18 °C. El estudio fue ava-

lado por el Comité Local de Ética siguiendo la normatividad de la Ley 84 de 1989, Resolución 8430 de 1993 para el uso de animales vivos, y bajo los lineamientos del Código de Ética para el ejercicio profesional de la medicina veterinaria, la medicina veterinaria y zootecnia y zootecnia (Ley 576 de 2000).

### Probiótico *Lactobacillus casei*

Como cepa probiótica se empleó *Lactobacillus casei* (ATCC® 393™) obtenida de una casa comercial (ATCC®, USA) y almacenada a -20 °C en caldo De Man, Rogosa y Sharpe (MRS) (Oxoid, Alemania) suplementado con 20% de glicerol (v/v). Las alícuotas de la bacteria se reactivaron en caldo MRS con incubación a 37 °C durante 24 h, y luego fueron sembradas en agar MRS e incubadas a 37 °C durante 48 h. Las colonias aisladas se transfirieron a caldo MRS (Oxoid, Alemania) e incubaron a 37 °C hasta que alcanzaron una turbidez similar al tubo 1 en la escala de MacFarland (3x10<sup>8</sup> UFC/ml). Se realizaron diluciones seriadas (1:10) en NaCl 0.85% (w/v) obteniendo las concentraciones de 10x10<sup>6</sup> y 10x10<sup>8</sup> UFC (Colombo *et al.*, 2014).

### Suplementación con *L. casei*

Los sujetos experimentales fueron distribuidos en tres grupos completamente al azar, un grupo control (n=6), T1 (n=6) suplementado con 10 x 10<sup>6</sup> UFC de *L. casei*, y T2 suplementado con 10 x 10<sup>8</sup> UFC de *L. casei*. El inóculo (20 ml) fue administrado semanalmente vía oral mediante una jeringa dosificadora por un periodo de 180 días, cubriendo más de un ciclo productivo completo, incluyendo el proceso de adaptación.

Durante la gestación, la alimentación fue restringida hasta el día 85 recibiendo 2 kg/día de alimento comercial gestación y del día 86 al 114 se suministró 3 kg/día de alimento comercial de lactancia. Posterior al parto, las cerdas iniciaron consumiendo 1 kg/día y aumentaron de manera gradual hasta alcanzar 6.5 kg/día. Los lechones al nacer se maneja-

ron siguiendo los protocolos y procedimientos estandarizados por la granja. Los lechones fueron pesados en una balanza colgante digital WeiHeng® de referencia WH-C100 al nacer y a las 24 horas de vida para homogenizar el peso de los grupos, buscando un peso promedio similar y un mismo número de lechones a lactar. Cada grupo de tratamiento contó con 66 lechones (11 de promedio por hembra) para un total de 198 lechones evaluados. Se respetó el intercambio de lechones dentro de los mismos grupos. Los lechones sobrantes fueron atetados y retirados del experimento. Los lechones fueron nuevamente pesados a los 21 días.

### Evaluación Zootécnica

Los parámetros productivos evaluados en las camadas incluyeron: NT: nacidos totales; PTNT: peso total de nacidos totales; PPNT: peso promedio de nacidos totales; NV: nacidos vivos; PTNV: peso total de nacidos vivos; PPNV: peso promedio de nacidos vivos; MU: muertos; MO: momias; MTP: mortalidad total al parto; DUP: duración del parto; PTCI: peso total camada inicial (24 horas pos-nacimiento); PPIL: peso promedio inicial lechón (24 h pos-nacimiento); D: lechones destetos; PTCDD: peso total por camada al destete; PPLD: peso promedio lechón destete; GTCDH: ganancia total por camada desteta por hembra; GTPL: ganancia total promedio lechón; GPLD: ganancia promedio por lechón por día; MUL: lechones muertos en lactancia; RCPP: retorno de celo posparto; PTD: peso total destetos.

### Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados mediante SPSS v. 22 para Windows (IBM, EEUU), sometidos a un análisis descriptivo unidimensional y posterior a la validación de los supuestos estadísticos, analizados mediante el análisis de varianza, seguido de comparación múltiple de Tukey o Dunnett, como análisis *pos hoc*, según cada caso. La prueba

de Kruskal-Wallis fue empleada para variables no paramétricas. En el análisis de la variable peso de lechones al nacimiento se empleó un modelo de correlación de Pearson entre el tamaño de camada y peso de lechones al nacimiento. Las diferencias fueron consideradas significativas con un valor de  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo experimental, los animales no mostraron signos clínicos compatibles con patologías o condiciones clínicas que pudiesen influir negativamente los resultados. Los parámetros zootécnicos de los animales suplementados con *L. casei* así como del grupo control, evaluados en el periodo periparto son descritos en el Cuadro 1 y aquellos de la fase de lactancia en el Cuadro 2.

El peso promedio de nacidos totales (PPNT) y peso promedio de nacidos vivos (PPNV) fueron mayores en los animales suplementados con *L. casei* que en el grupo control ( $p < 0.05$ ) (Figura 1), coincidiendo con Lázaro *et al.* (2005). No obstante, no se evidenciaron diferencias entre los dos grupos suplementados con el probiótico. Así mismo, Taras *et al.* (2005) suplementaron cerdas con *Bacillus cereus* encontrando diferencias significativas en el PPNV, y Guerra *et al.* (2007) suplementando con *L. casei* obtuvieron una mejor respuesta productiva; no obstante, la suplementación con *Enterococcus faecium* como probiótico en el estudio de Taras *et al.* (2006) no indujo tales diferencias en el PPNV. La variabilidad en estos resultados entre estudios puede deberse a la capacidad de la cepa probiótica para ejercer un efecto benéfico, así como a la influencia de factores nutricionales y ambientales, que controlan la flora microbiana y, por consiguiente, el metabolismo energético para desarrollar mayor crecimiento de los fetos (García *et al.*, 2005; Cesária *et al.*, 2012; Heinritz *et al.*, 2016).

Cuadro 1. Parámetros zootécnicos de lechones en la fase del parto provenientes de hembras suplementadas con *Lactobacillus casei*

Grupo	NT (n)	PTNT (kg)	PPNT (g)	NV (n)	PTNV (kg)
			*		
Control	12.5±1.5 <sup>a</sup>	16.1±1.8 <sup>a</sup>	1374.5±167.9 <sup>a</sup>	11.2±1.2 <sup>a</sup>	15.1±2.2 <sup>a</sup>
T1	11.0±1.1 <sup>a</sup>	17.8±1.2 <sup>a</sup>	1626.3±182.7 <sup>b</sup>	10.3±0.8 <sup>a</sup>	16.8±2.1 <sup>a</sup>
T2	11.5±1.1 <sup>a</sup>	18.7±1.0 <sup>a</sup>	1635.0±158.0 <sup>b</sup>	10.8±1.0 <sup>a</sup>	17.6±1.3 <sup>a</sup>
	PPNV (g) *	MU (%)	MO (%)	MTP (%)	DUP (horas) **
Control	1434.6±136.7 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	5.1 <sup>a</sup>	10.1 <sup>a</sup>	02:45±00:38 <sup>a</sup>
T1	1657.2±138.7 <sup>b</sup>	4.2 <sup>a</sup>	1.4 <sup>a</sup>	5.6 <sup>a</sup>	03:47±00:36 <sup>ab</sup>
T2	1653.4±149.2 <sup>b</sup>	5.6 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>	5.6 <sup>a</sup>	04:35±01:14 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Letras diferentes dentro de cada parámetros zootécnicos indican diferencias significativas en la prueba de Tukey: \* p<0.05; \*\* p<0.01

Cuadro 2. Parámetros zootécnicos de lechones en la fase de lactancia provenientes de hembras suplementadas con *Lactobacillus casei*

Grupo	PTCI (kg)	PPIL (g)	D (n)	PTCD (kg)	PPLD (g)	GTCDH (kg)
				**	**	**
Control	18.99±2.0 <sup>a</sup>	1726.7±182.3 <sup>a</sup>	10.2±0.8 <sup>a</sup>	62.1±3.5 <sup>a</sup>	6134.3±469.9 <sup>a</sup>	43.2±4.0 <sup>a</sup>
T1	18.97±2.0 <sup>a</sup>	1724.6±177.4 <sup>a</sup>	10.50±0.8 <sup>a</sup>	71.6±3.9 <sup>b</sup>	6834.3±323.8 <sup>b</sup>	52.6±5.1 <sup>b</sup>
T2	18.92±1.9 <sup>a</sup>	1719.9±171.5 <sup>a</sup>	10.50±0.8 <sup>a</sup>	73.5±5.4 <sup>b</sup>	7007.4±164.6 <sup>b</sup>	54.6±4.2 <sup>b</sup>
	GTPL (g) **	GPLD (g) **	PTD (kg) **	MUL (%)	RCPD (día)	
Control	4248.5±297.9 <sup>a</sup>	202.3±14.2 <sup>a</sup>	62.1±3.5 <sup>a</sup>	7.6 <sup>a</sup>	6.7±0.8 <sup>a</sup>	
T1	5016.8±365.9 <sup>b</sup>	238.9±17.4 <sup>b</sup>	71.6±3.9 <sup>b</sup>	4.5 <sup>a</sup>	7.8±1.2 <sup>a</sup>	
T2	5204.1±177.7 <sup>b</sup>	247.8±8.5 <sup>b</sup>	73.5±5.4 <sup>b</sup>	4.5 <sup>a</sup>	8.8±3.2 <sup>a</sup>	

<sup>a,b</sup> Letras diferentes dentro de cada parámetros zootécnicos indican diferencias significativas en la prueba de Tukey: \* p<0.05; \*\* p<0.01

El número de NT y NV mostraron una correlación positiva de 0.954 (p<0.01). Adicionalmente, los NT mostraron una correlación negativa de -0.77 con PPNT y -0.66 con PPNV, indicando que a mayor tamaño de camada, menores son los pesos promedios de los NT. Resultados similares fueron obtenidos por Lázaro *et al.* (2005) al suplementar

con *Saccharomyces cerevisiae*. Sin embargo, Jurgens *et al.* (1997) usando el mismo probiótico en cerdas no encontraron diferencias en el PPNT al nacimiento.

En cerdas gestantes se han utilizado probióticos con el fin de mejorar la cantidad y calidad de las camadas, así como la reduc-

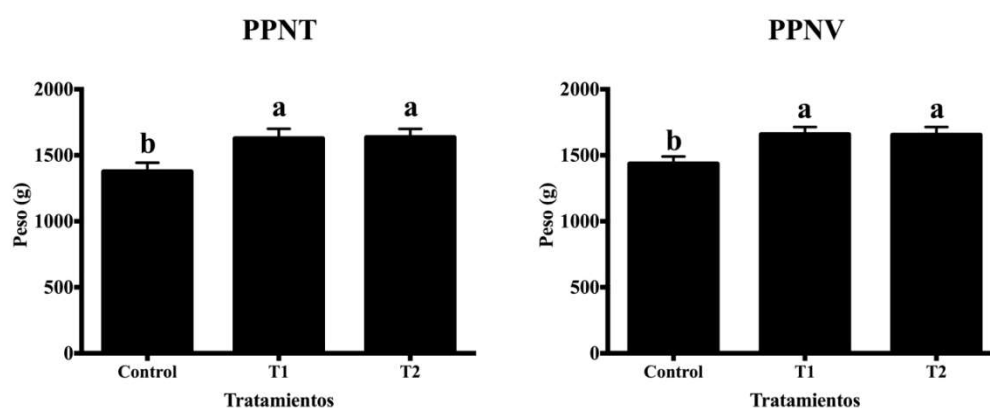


Figura 1. Valores de peso promedio de nacidos totales (PPNT) y peso promedio de nacidos vivos (PPNV) en lechones provenientes de cerdas de tercer parto suplementadas con *L. casei*. Letras diferentes representan diferencias significativas entre tratamientos

ción de mortinatos; sin embargo, los resultados no son concluyentes. Así, en los trabajos de Taras *et al.* (2005, 2007) se evidenciaron mejoras significativas en el desempeño de las hembras al ser suplementadas con probióticos, efectos que no fueron evidentes en estudios con condiciones similares (Taras *et al.*, 2006). Por lo tanto, se hace necesario profundizar en las interacciones entre organismos, dosis, frecuencias, ambiente y vías de suministro.

La variable MTP fue de 10.1% en el control, mayor que en T1 y T2 con 5.6% para ambos casos. Si bien estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, *L. casei* pudo haber tenido algún efecto en el total de nacimientos, siendo estos valores totalmente influenciados por el número de momias presentadas en los partos donde se presentó 5.1, 1.4 y 0% para el control, T1 y T2, respectivamente. El valor de MTP reportado por Diaz *et al.* (2011) como referencia para Colombia es de 3.8% y para momias es de 3.5%, los cuales están por debajo y por encima de los grupos del experimento, respectivamente.

La duración del parto presentó diferencias entre tratamientos ( $p < 0.01$ ), donde las cerdas en T2 evidenciaron tiempos de parto mayores que el grupo control. No obstante, se debe considerar que el efecto del PPNT pudo haber tenido influencia, ya que las hembras pueden presentar mayor dificultad al parto cuando los lechones tienden a ser de mayor tamaño (Huerta, 2010).

Los parámetros zootécnicos de producción de los lechones hijos de hembras suplementadas con probióticos mostraron diferencias entre los tratamientos para las variables PTC, PPLD, GTC, GTPL, GPLD y PTD, siendo los mayores valores para los animales suplementados con respecto al grupo control, pero sin evidenciar diferencias entre los grupos suplementados. Los resultados de PPLD del presente estudio concuerda con el estudio de Quemac (2014), quienes demostraron mayores pesos de lechones al nacimiento, provenientes de hembras suplementadas en las etapas de preparto y lactancia. En el estudio de Ross *et al.* (2010), el suministro de probiótico a lechones en dosis de  $10^8$  UFC/ml mostró que el grupo tratado

exhibió menor consumo de alimento y mayor eficiencia en la ganancia de peso que el grupo control. Un meta-análisis de los datos de varios experimentos controlados aleatoriamente mostró que la suplementación con probióticos incrementó la ganancia diaria de peso y mejoró la conversión en los lechones (Zimmermann *et al.*, 2016). Por otro lado, Mejía *et al.* (2007) no encontró diferencias en lechones en el PPLD ni en la GPLD entre grupos tratados con probióticos de tipo comercial o artesanal.

El PTCI y PPIL no presentaron diferencias entre tratamientos (Cuadro 2), siendo esto una evidencia de homogeneidad, generada para el análisis de las variables zootécnicas en la fase de lactancia, al inicio del experimento. Tampoco se encontraron diferencias en el número de lechones destetos por hembra (10.2, 10.5 y 105 para el control T1 y T2, respectivamente  $\pm$  0.84), lo cual estuvo asociado a las tasas de mortalidad de cada grupo experimental (7.6, 4.5 y 4.5% para el control, T1 y T2, respectivamente), estando el grupo control cercano al 7% reportado por Huerta (2010). Se ha demostrado que hembras lactantes suplementadas con bacterias probióticas transfieren microorganismos a los lechones lactantes antes de la alimentación balanceada (preiniciación disponible a los 15 días), induciendo la reducción significativa de la diarrea posdestete (Taras *et al.*, 2007).

En un estudio de suplementación con probióticos realizado por Lázaro *et al.* (2005) se encontró un mayor peso al nacimiento y su correlación con el tamaño de la camada, comparado con animales no suplementados. No obstante, en dicho estudio, el peso al destete de los lechones del grupo suplementado con probiótico y los del grupo control fueron estadísticamente similares, lo cual difiere de lo reportado en el presente estudio donde la ganancia de peso fue mayor en los grupos suplementados con probióticos con respecto

al grupo control. Así mismo, el presente estudio coincide con Bohmer *et al.* (2006) y Kritas *et al.* (2015), quienes demostraron que las hembras suplementadas con *Enterococcus faecium* y *Bacillus subtilis*, respectivamente, destetaron lechones significativamente más pesados que los alimentados con la dieta de control ( $p < 0.05$ ), y esto probablemente asociado a que las hembras suplementadas comieron más alimento durante la lactancia ( $p < 0.05$ ). Adicionalmente, estas diferencias pueden deberse a la producción y liberación de enzimas hidrolíticas por parte de los probióticos, favoreciendo la digestión de los alimentos, mejorando el metabolismo de los lípidos y el equilibrio de la flora del tracto gastrointestinal del hospedero, lo cual favorece la ganancia de peso (García *et al.*, 2005; Ortiz y Reuto, 2007).

La suplementación con *L. casei* tuvo una respuesta variable para diferentes parámetros zootécnicos, de los cuales mostró beneficios productivos en los lechones. En el parto mostró mayor peso promedio al nacimiento, mayor PPNT y PPNV, y en la fase de lactancia mostró valores mayores de PTCI, PPLD, GTCI y GTPL.

## CONCLUSIONES

- La suplementación oral de las cerdas con el probiótico *Lactobacillus casei* mostró mejores resultados en los pesos al nacimiento y al destete comparada con el grupo control. Así mismo, durante la fase de lactancia evidenció mayor ganancia de peso en los lechones
- El uso de probióticos como suplemento nutricional en cerdas mejora los parámetros productivos en la fase de parto y la lactancia y se vislumbra como una alternativa al uso de antibióticos como promotores de crecimiento en la producción porcina.

## LITERATURA CITADA

1. **Böhmer B, Kramer W, Roth-Maier D. 2006.** Dietary probiotic supplementation and resulting effects on performance, health status, and microbial characteristics of primiparous sows. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 90: 309-315. doi:10.1111/j.1439-0396.2005.-00601.x
2. **Casewell M, Friis C, Marco E, McMullin P, Phillips I. 2003.** The European ban on growth-promoting antibiotics and emerging consequences for human and animal health. *J Antimicrob Chemoth* 52: 159-161. doi: 10.1093/jac/dkg313
3. **Castillo M, Martín S, Manzanilla E, Gasa J. 2007.** Changes in caecal microbiota and mucosal morphology of weaned pigs. *Vet Microbiol* 124: 239-247. doi: 10.1016/j.vetmic.2007.04.026
4. **Cesária T, Escobar K, Magné A, Mariscal G, Aguilera A. 2012.** Nutritional changes in piglets and morphophysiological development of their digestive tract. *Vet México* 43:155-173.
5. **Colombo M, de Oliveira AE, de Carvalho AF, Nero LA. 2014.** Development of an alternative culture medium for the selective enumeration of *Lactobacillus casei* in fermented milk. *Food Microbiol* 39: 89-95. doi: 10.1016/j.fm.2013.11.008
6. **European Parliament. 2003.** Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. *Official J European Union* L268:29.
7. **Díaz C, Rodríguez M, Vera V, Ramírez G, Casas G, Mogollon J. 2011.** Characterization of pig farms in the main swine producing regions of Colombia. *Rev Colomb Cienc Pec* 24: 131-144.
8. **Enrique F, Budiño L, Thomaz M, Kronka R, Satiko L, Nakaghi O, Tucci F, et al. 2005.** Effect of probiotic and prebiotic inclusion in weaned piglet diets on structure and ultra-structure of small intestine. *Braz Arch Biol Techn* 48: 921-929. doi: 10.1590/S1516-8913200500-0800008
9. **Esperbent C, Migliorati M. 2017.** Bacterias multirresistentes: una amenaza oculta que crece. *Rev Invest Agropec* 43: 6-10.
10. **García Y, García Y, López A, Boucourt R. 2005.** Probióticos: una alternativa para mejorar el comportamiento animal. *Cuban J Agr Sci* 39: 129-140.
11. **Giraldo-Carmona J, Narváez W, Díaz E. 2015.** Probiotics in swine: contradictory results. *Biosalud*: 14: 81-90. doi: 10.17151/biosa.2015.14.1.9
12. **Guerra N, Fajardo P, Mendez J, Cachaldora P, Castro P. 2007.** Production of four potentially probiotic lactic acid bacteria and their evaluation as feed additives for weaned piglets. *Anim Feed Sci Tech* 134: 89-107. doi:10.1016/j.anifeedsci.2006.05.010
13. **Heinritz S, Weiss E, Eklund M, Aumiller T, Louis S. 2016.** Intestinal microbiota and microbial metabolites are changed in a pig model fed a high-fat/low-fiber or a low-fat/high-fiber diet. *Anim Welfare* 11: e0154329. doi: 10.1371/journal.pone.0154329
14. **Huang C, Qiao S, Li D, Piao X, Ren J. 2002.** Effects of lactobacilli on the performance, diarrhea incidence, vfa concentration and gastrointestinal microbial flora of weaning pigs. *Asian Austral J Anim* 17: 401-409. doi: 10.5713/ajas.2004.401
15. **Huerta H. 2010.** Determinación de tres parámetros técnicos, mediante monitoreos semanales en granjas porcinas del estado de Veracruz. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista. Torreón, México: Univ. Autónoma Agraria Antonio Narro. 47 p.
16. **Ibar M. 2017.** Salmonella en cerdos: serovariedades y aspectos de la resistencia antimicrobiana relacionados con la Salud Pública en cepas aisladas en granjas y en animales faenados. Tesis de Doctorado. Argentina: Univ. Nacional de la Plata. 193 p.



17. **Jurgens MH, Rikabi RA, Zimmerman DR. 1997.** The effect of dietary active dry yeast supplement on performance of sows during gestation-lactation and their pigs. *J Anim Sci*: 75: 593-597. doi: 10.2527/1997.753593x
18. **Kritas S, Marubashi T, Filioussis G, Petridou E, Christodoulopoulos G, Burriel A, Pískoriková M. 2015.** Reproductive performance of sows was improved by administration of a sporing bacillary probiotic (*Bacillus subtilis* C-3102). *J Anim Sci*: 93: 405-413. doi:10.2527/jas.2014-7651
19. **Lázaro C, Carcelén F, Torres M, Ara M. 2005.** Efecto de probióticos en el alimento de marranas sobre los parámetros productivos de lechones. *Rev Inv Vet Perú*: 16: 97-102. doi: 10.15381/riivep.v16i2.1546
20. **Li P, Niu Q, Wei Q, Zhang Y, Ma X, Kim S, Lin M, Huang R. 2017.** Microbial shifts in the porcine distal gut in response to diets supplemented with *Enterococcus faecalis* as alternatives to antibiotics. *Sci Rep-UK* 7: 41395. doi:10.1038/srep41395
21. **Mathur S, Singh R. 2005.** Antibiotic resistance in food lactic acid bacteria – a review. *Int J Food Microbiol* 105: 281-295. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2005.-03.008
22. **Mejía-Silva W, Rubio-Guillén J, Calatayud-Márquez D, Quintero-Caldera M, Rodríguez-Moreno A. 2007.** Evaluación de dos probióticos sobre parámetros productivos en lechones lactantes. *Zootecnia Trop* 25: 301-306.
23. **Ortiz A, Reuto J. 2007.** Evaluación de la capacidad probiótica *in vitro* de una cepa nativa de *Saccharomyces cerevisiae*. *Universitas Scientiarum* 13: 138-148.
24. **Pantozzi FL, Moredo FA, Vigo GB, Giacoboni GI. 2010.** Resistencia a los antimicrobianos en bacterias indicadoras y zoonóticas aisladas de animales domésticos en Argentina. *Rev Argent Microbiol* 42: 49-52.
25. **Piñeros M, Rondón I, Eslava P. 2012.** Inmunoestimulantes en teleósteos: probióticos,  $\beta$ -glucanos y LPS. *Orinoquia* 16: 46-62.
26. **Quemac L. 2014.** Evaluación de tres dosis de probiótico (*Rhodopseudomonas* spp, *Lactobacillus* spp, *Saccharomyces* spp) en la alimentación para el engorde de cerdos. Tesis de Ingeniera en Desarrollo Integral Agropecuario. Tulcá, Ecuador: Univ. Politécnica Estatal del Carchi. 62 p.
27. **Ross GR, Gusils C, Oliszewski R, Holgado S, González SN. 2010.** Effects of probiotic administration in swine. *J Biosci Bioeng* 109: 545-549. doi:10.1016/j.jbiosc.2009.11.007
28. **Scott KP. 2002.** Cellular and molecular life sciences. The role of conjugative transposons in spreading antibiotic resistance between bacteria that inhabit the gastrointestinal tract. *Cell Mol Life Sci* 59: 2071-2082.
29. **Shu Q, Qu F, Gill H. 2001.** Probiotic treatment using *Bifidobacterium lactis* HN019 reduces weanling diarrhea associated with rotavirus and *Escherichia coli* infection in a piglet model. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 33: 171-177.
30. **Taras D, Vahjen W, Macha M, Simon O. 2005.** Response of performance characteristics and fecal consistency to long-lasting dietary supplementation with the probiotic strain *Bacillus cereus* var. toyoi to sows and piglets. *Arch Anim Nutr* 59: 405-417. doi: 10.1080/17450390-500353168
31. **Taras D, Vahjen W, Simon O. 2007.** Probiotics in pigs-modulation of their intestinal distribution and of their impact on health and performance. *Livest Sci* 108: 229-231. doi: 10.1016/j.livsci.2007.-01.075
32. **Taras D, Vahjen W, Macha M, Simon O. 2006.** Performance, diarrhea incidence, and occurrence of *Escherichia coli* virulence genes during long-term administration of a probiotic *Enterococcus faecium* strain to sows and

- piglets. *J Anim Sci* 84: 608-617. doi: 10.2527/2006.843608x
33. **Williams BA, Verstegen MW, Tamminga S. 2001.** Fermentation in the large intestine of single-stomached animals and its relationship to animal health. *Nutr Res Rev* 14: 207-228. doi: 10.1079/NRR200127
34. **Zimmermann JA, Fusari ML, Rossler E, Blajman JE, Romero-Scharpen A, Astesana DM, Olivero CR, et al. 2016.** Effects of probiotics in swines growth performance: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Anim Feed Sci Tech* 219: 280-293. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2016.06.021