

Uso de microorganismos eficientes en una producción sostenible de cerdos destinados a engorde

Use of efficient microorganisms in a sustainable production of pigs intended for fattening

José Humberto Vera-Rodríguez*^{ORCID}, Ana Ruth Álvarez-Sánchez^{ORCID}

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Postgrados. Los Ríos, Ecuador.

*Autor para correspondencia: jverar12@uteq.edu.ec

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la respuesta productiva y bienestar de cerdos destinados a engorde al inocular microorganismos eficientes al agua de bebida. Se utilizaron 180 cerdos F2 línea genética Topigs Norsvin, desde los 22 hasta los 164 días de edad, distribuidos en bloques completamente aleatorizado DBCA con 12 tratamientos y 3 repeticiones ($n = 5$ cerdos por unidades experimental). Los tratamientos fueron: T0 (Control), T1 (*Lactobacillus acidophilus*), T2 (*Enterococcus faecium*), T3 (*Bifidobacterium bifidum*), T4 (*Bacillus subtilis*), T5 (*L. acidophilus* y *E. faecium*), T6 (*L. acidophilus* y *B. bifidum*), T7 (*L. acidophilus* y *B. subtilis*), T8 (*E. faecium* y *B. bifidum*), T9 (*E. faecium* y *B. subtilis*), T10 (*B. bifidum* y *B. subtilis*), T11 (*L. acidophilus*, *E. faecium*, *B. bifidum* y *B. subtilis*) suministrados en la etapa de pre-ceba y ceba, a una dosis de $700 \text{ g} \cdot 200 \text{ L}^{-1}$ ($1 \times 10^9 \text{ UFC} \cdot \text{g}^{-1}$), distribuidos en 5 frecuencias cada 30 d (22; 52; 82; 112 y 142 días de edad). El tratamiento T7 fue uno de los tratamientos con mejores resultados para todas las variables (peso final, consumo alimenticio acumulado, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, rendimiento en canal caliente y presentación de diarrea). Se concluye que el uso de estos microorganismos en el agua de bebida de cerdos destinados a engorde ejerce un efecto favorecedor en la eficiencia de absorción y conversión de nutrientes a nivel intestinal, reflejando una mejora en los índices productivos y reducción de la incidencia de diarreas al utilizar el consorcio microbiano (*L. acidophilus* y *B. subtilis*).

Palabras clave: Gelificación; microencapsulación de microorganismos; parámetros productivos; Topigs Norsvin

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the productive response and welfare of pigs destined for fattening when inoculating efficient microorganisms to the drinking water. In total, 180 F2 pigs of the Topigs Norsvin genetic line were used from 22 to 164 days of age, distributed in completely randomized DBCA blocks with 12 treatments and 3 repetitions ($n = 5$ pigs per experimental unit). The treatments were: T0 (Control), T1 (*Lactobacillus acidophilus*), T2 (*Enterococcus faecium*), T3 (*Bifidobacterium bifidum*), T4 (*Bacillus subtilis*), T5 (*L. acidophilus* and *E. faecium*), T6 (*L. acidophilus* and *B. bifidum*), T7 (*L. acidophilus* and *B. subtilis*), T8 (*E. faecium* and *B. bifidum*), T9 (*E. faecium* and *B. subtilis*), T10 (*B. bifidum* and *B. subtilis*), T11 (*L. acidophilus*, *E. faecium*, *B. bifidum* and *B. subtilis*) supplied in the pre-fattening and fattening stage, at a dose of $700 \text{ g} \cdot 200 \text{ L}^{-1}$ ($1 \times 10^9 \text{ CFU} \cdot \text{g}^{-1}$), distributed in 5 frequencies every 30 d (22, 52, 82, 112 and 142 days of age). The T7 treatment was one of the treatments with the best results for all the variables (final weight, accumulated feed intake, daily weight gain, feed conversion, hot carcass yield and presentation of diarrhoea). It is concluded that the use of these microorganisms in the drinking water of pigs destined for fattening has a favourable effect on the efficiency of absorption and conversion of nutrients at the intestinal level, reflecting an improvement in production rates and a reduction in the incidence of diarrhoea when using the microbial consortium (*L. acidophilus* and *B. subtilis*).

Key words: Gelation; microencapsulation of microorganisms; production parameters; Norsvin Topigs

INTRODUCCIÓN

Existe una alta demanda de alimentos de origen animal para suplir las necesidades alimenticias de la población humana a nivel mundial [1]. El cerdo (*Sus scrofa domesticus*) es un animal que ha tenido un gran avance a nivel productivo y reproductivo, el cual bajo diferentes sistemas de producción tiende a ser competitivo en los mercados actuales, de allí que se mantiene una búsqueda continua de nuevas alternativas de crianza capaces de mejorar el rendimiento productivo y disminuir los costos de producción [2].

En la crianza porcina existe una serie de factores desencadenantes de estrés que provocan desórdenes de la flora intestinal, viéndose comprometido el bienestar y la producción de los cerdos [3, 4]. El uso de microorganismos eficientes como aditivo alimenticio puede mejorar los índices productivos y de salud en la producción porcinas [5, 6]. Además, son una alternativa al uso de antimicrobianos como promotores de crecimiento [3, 7].

El uso de microorganismos eficientes con propiedades probióticas y afines permite reponer la homeostasis en el sistema gastrointestinal, así como en diversos casos, controlan la proliferación de agentes infecciosos [8]. Esto puede conllevar a que los productores opten por un sistema de producción orgánico con alimentos más sanos para el consumidor final [9], además de permitir un mayor margen de utilidad en las ventas de los animales y sus productos [10].

La flora microbiana en el sistema digestivo de los animales domésticos es muy variada, pues su alteración podría afectar directamente la eficacia de la alimentación, productividad, salud y bienestar, además la microbiota, puede variar según las prácticas de alimentación, composición de la dieta, entre otros, por ello es importante destacar el uso de probióticos en cerdos ya que pueden ser parte de un enfoque integral de manejo en la crianza animal [11]. Con base a estos antecedentes, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la respuesta productiva y bienestar de cerdos destinados a engorde al inocular microorganismos eficientes al agua de bebida.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la granja porcina de la Finca Integral TALU, ubicada en la parroquia Canuto del cantón Chone, Manabí, Ecuador, a una elevación de 26 msnm. Se utilizaron 180 cerdos F2 de la línea genética Topigs Norsvin (padres Duroc × madres TN60) a partir de los 22 días de edad de nacidos. Los animales fueron alojados en corrales individuales de cama profunda en un área de 6 m² (densidad 1,20 m² por cerdo) alojando (n = 5 cerdos como unidad experimental), con comederos automáticos tipo tolva Bifood Wean to finish de origen mexicano de la empresa AP Equipos Integrados S.A., los bebederos fueron tipo chupón incorporados al comedero. El alimento y el agua de bebida fueron suministrados *ad libitum*. La duración del ensayo fue de 143 días.

Para el estudio se consideró un diseño de bloques completamente aleatorizado (DBCA) con 12 tratamientos y 3 repeticiones. Los microorganismos en estudio fueron diluidos en el agua de bebida a una dosis de 700 g:200 L⁻¹, en 5 frecuencias de aplicación cada 30 d (22; 52; 82; 112 y 142 días de edad), distribuidos de la siguiente manera:

- T0 (Control)
- T1 (*Lactobacillus acidophilus*)
- T2 (*Enterococcus faecium*)
- T3 (*Bifidobacterium bifidum*)

- T4 (*Bacillus subtilis*)
- T5 (*L. acidophilus* y *E. faecium*)
- T6 (*L. acidophilus* y *B. bifidum*)
- T7 (*L. acidophilus* y *B. subtilis*)
- T8 (*E. faecium* y *B. bifidum*)
- T9 (*E. faecium* y *B. subtilis*)
- T10 (*B. bifidum* y *B. subtilis*)
- T11 (*L. acidophilus*, *E. faecium*, *B. bifidum* y *B. subtilis*)

Los microorganismos procedieron de cepas patrones liofilizadas del laboratorio IMEVE S.A. (Polimeve) con registro CBMAI (Colección Brasileña de Microorganismos Ambientales e Industriales) a una concentración aproximada de $3,5 \times 10^{11}$ unidades formadoras de colonias (UFC), posteriormente aisladas por separado y replicadas por la técnica en placa por siembra en masa en medios de cultivos específicos como Agar MRS y PDA. Siguiendo las recomendaciones de González [12], González [13] y Ortiz [14] se sometieron a las cepas a una microencapsulación en emulsión, esta técnica permite la dispersión de los microorganismos disueltos en agua destilada y una mezcla de solución de alginato, posteriormente la adición de una fuente de calcio que al difundirse se iniciara la gelificación permitiendo la encapsulación de los microorganismos en microesferas de 18 y 22 µm de diámetro.

Con esta técnica de microencapsulación por gelificación al emplear alginato como matriz polimérica se garantiza una concentración mínima de 1×10^9 UFC·g⁻¹ (unidades formadoras de colonias) de cada cepa con un nivel de pureza y viabilidad del 100 %, producto estable en el tiempo y totalmente soluble en agua.

La primera etapa del estudio (Pre-ceba) se ejecutó desde los 22 a 70 días de edad y la segunda etapa (Ceba) a partir del d 71 de edad hasta el sacrificio de los animales a los 164 días de edad. La dieta utilizada cubrió los requerimientos nutricionales de los cerdos en cada fase de desarrollo, para el cual se suministró alimento balanceado comercial de la marca ALCON (TABLA I).

Se determinó los parámetros productivos como peso inicial (PI), peso final (PF) y consumo alimenticio acumulado (CAA) en kilogramos, la ganancia diaria de peso (GDP) (g·día⁻¹), la conversión alimenticia (CA) (kg·kg⁻¹) y el rendimiento en canal caliente (RCC) (%). Además, como indicador de salud se evaluó la frecuencia de presentación de diarrea (%) y la mortalidad (%). Para la toma de pesos se utilizó una balanza digital

TABLA I
Composición nutricional del alimento para cerdos a utilizarse en el estudio

Nutriente (%)	Fases (días de edad)				
	Pre-ceba		Ceba		
	Pre-inicial (22-45)	Destete (46-70)	Inicial (71-97)	Crecimiento (98-120)	Acabado (121-Final)
Proteína	22,0	21,3	18,0	16,0	14,0
Grasa	6,5	6,5	4,0	4,5	4,0
Fibra	1,5	2,0	4,0	5,0	5,0
Ceniza	7,5	6,5	7,0	7,0	6,0
Humedad	10,0	10,0	13,0	13,0	13,0

T-Scale GAN de fabricante Taiwan Scale Mfg, con capacidad máxima de 300 kg y precisión de ± 1 g. Los datos fueron analizados en el programa estadístico InfoStat versión 2019, mediante el análisis de varianza y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento productivo de los cerdos según los microorganismos aplicados en el agua de bebida presenta diferencias significativas, con excepción del peso inicial que fue una variable concomitante ($P < 0,0001$; TABLA II) en la etapa de pre-ceba. Las variables CAA, GDP, CA y PF fueron mejores en todos los tratamientos con respecto al grupo control, destacando entre ellos el tratamiento T7 (*L. acidophilus* y *B. subtilis*) con un CA de 38,50 kg, GDP de 550 g·d⁻¹, CA de 1,15 y PF a los 164 días de 33,33 kg. En base a estos resultados se puede mencionar que los efectos de los microorganismos en los cerdos pueden variar dependiendo de la cepa y la dosis utilizada.

TABLA II
Comportamiento productivo de cerdos al inocularlos con microorganismos como aditivo alimenticio en el agua de bebida en la etapa de Pre-ceba

Tratamientos	Indicador				
	PI (kg)	CAA (kg)	GDP (g·d ⁻¹)	CA (kg·kg ⁻¹)	PF (kg)
T0	6,97	49,00 ⁱ	438,19 ^g	1,75 ⁱ	28,00 ^e
T1	7,13	40,17 ^{bcd}	507,64 ^{abcd}	1,28 ^{bc}	31,50 ^{ab}
T2	6,87	44,67 ^g	450,69 ^{fg}	1,57 ^{gh}	28,50 ^{de}
T3	6,80	46,50 ^h	452,08 ^{efg}	1,63 ^h	28,50 ^{de}
T4	7,10	39,83 ^{abc}	511,80 ^{abc}	1,26 ^{abc}	31,67 ^{ab}
T5	7,03	41,17 ^{cde}	495,83 ^{bcd}	1,34 ^{cd}	30,83 ^{bc}
T6	6,97	41,50 ^{de}	490,28 ^{bcd}	1,36 ^{cde}	30,50 ^{bcd}
T7	6,93	38,50 ^a	550,00 ^a	1,15 ^a	33,33 ^a
T8	6,90	41,83 ^e	467,36 ^{cdefg}	1,43 ^{def}	29,33 ^{cde}
T9	7,10	39,33 ^{ab}	518,75 ^{ab}	1,22 ^{ab}	32,00 ^{ab}
T10	7,17	42,50 ^{ef}	458,33 ^{efg}	1,46 ^{ef}	29,17 ^{cde}
T11	6,80	43,50 ^{fg}	465,97 ^{defg}	1,49 ^{fg}	29,17 ^{cde}
EE (±)	0,08	0,30	8,65	0,02	0,72
Signif.	$P=0,0283$	$P=0,0283$	$P < 0,0001$	$P < 0,0001$	$P < 0,0001$

^{a-i}: Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas en la prueba de Tukey a $P < 0,05$. EE: Error estándar, PI: Peso inicial, CAA: Consumo alimenticio acumulado, GDP: Ganancia diaria de peso, CA: Conversión alimenticia, PF: Peso final

El comportamiento productivo durante la fase ceba se presenta en la TABLA III. El CAA, GDP, CAA, PF y RCC difirieron significativamente entre tratamientos ($P < 0,0001$). En forma similar a la etapa de pre-ceba, el tratamiento T7 (*L. acidophilus* y *B. subtilis*) mostró, en general, los mejores rendimientos, siendo así, el CAA de 230,5 kg, GDP de 957 g·d⁻¹, CA de 1,87, PF de 123,33 kg y el rendimiento en canal caliente de 81,67%. Esto puede certificar que ciertos microorganismos pueden desarrollar relación cooperativa y mutuamente beneficiosa simbióticamente con alta especificidad que, al interactuar entre ellas generan un beneficio al huésped.

Como lo describe Chen [15] la simbiosis entre (*L. acidophilus*) y (*B. subtilis*) se refiere a una relación beneficiosa en la que estos dos tipos de bacterias trabajan juntas para promover salud y el equilibrio en el organismo que las alberga, siendo así que, cuando *L. acidophilus* y *B. subtilis* se encuentran en el mismo ambiente, pueden interactuar de varias maneras beneficiosas en la descomposición de los alimentos y en la producción de ciertos nutrientes, además, se ha demostrado que *B. subtilis* puede producir sustancias que promueven el crecimiento y la supervivencia de *L. acidophilus*.

Milián [16] y Wu [17] reportan que, el *L. acidophilus* y *B. subtilis* pueden ser utilizados para la elaboración de aditivos zootécnicos con características potenciales destinados a la producción animal, esto gracias a su capacidad de poder inhibir la invasión de microorganismos patógenos, modular la respuesta inmunitaria del hospedador, con capacidad de poder producir compuestos bacteriostáticos similares a los antimicrobianos sintéticos, además ayuda a disminuir el pH intestinal regulando la flora intestinal.

Es importante destacar que la investigación sobre la simbiosis entre *L. acidophilus* y *B. subtilis* está en curso, y se necesitan más estudios para comprender completamente estos mecanismos y los beneficios de esta relación. Sin embargo, hasta ahora, los resultados sugieren que esta simbiosis puede ser beneficiosa con mejoras sobre los índices zootécnicos.

Earl [18] reporta que el *B. subtilis* se dedica también a producir metabolitos secundarios y algunos de estos compuestos son potentes inhibidores de hongos y bacterias patógenas generando una estabilidad en la flora intestinal con mejoras de la inmunidad mediante el incremento de inmunoglobulinas.

TABLA III
Comportamiento productivo de cerdos al inocularlos con microorganismos como aditivo alimenticio en el agua de bebida en la etapa de ceba

Tratamientos	Indicador				
	CAA (kg)	GDP (g·d ⁻¹)	CA (kg·kg ⁻¹)	PF (kg)	RCC (%)
T0	234.00 ^{de}	868.79 ^b	2.14 ^e	109.67 ^e	75.50 ^e
T1	232.50 ^{bcd}	957.45 ^a	1.91 ^{ab}	121.50 ^{ab}	80.33 ^{ab}
T2	234.50 ^e	925.53 ^a	2.03 ^{cd}	115.50 ^{cd}	76.83 ^{de}
T3	234.33 ^e	890.07 ^b	2.09 ^{de}	112.17 ^{de}	77.33 ^{cde}
T4	231.83 ^{abc}	957.45 ^a	1.91 ^{ab}	121.67 ^{ab}	80.33 ^{ab}
T5	233.17 ^{cde}	957.45 ^a	1.93 ^{ab}	120.83 ^{ab}	79.17 ^{bc}
T6	233.00 ^{cde}	957.45 ^a	1.93 ^{ab}	120.50 ^{ab}	78.17 ^{bcd}
T7	230.50 ^a	957.45 ^a	1.87 ^a	123.33 ^a	81.67 ^a
T8	234.00 ^{de}	959.22 ^a	1.96 ^{bc}	119.50 ^b	77.83 ^{cd}
T9	230.83 ^{ab}	957.45 ^a	1.89 ^{ab}	122.00 ^{ab}	80.33 ^{ab}
T10	233.50 ^{cde}	955.68 ^a	1.96 ^{bc}	119.00 ^{bc}	77.67 ^{cde}
T11	233.83 ^{de}	957.45 ^a	1.96 ^{bc}	119.11 ^{bc}	78.00 ^{cd}
EE (±)	0.34	6.78	0.01	0.72	0.43
Signif.	$P < 0,0001$	$P < 0,0001$	$P < 0,0001$	$P < 0,0001$	$P < 0,0001$

^{a-i}: Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas en la prueba de Tukey a $P < 0,05$. EE: Error estándar; CAA: Consumo alimenticio acumulado; GDP: Ganancia diaria de peso; CA: Conversión alimenticia; PF: Peso final; RCC: Rendimiento en canal caliente

Así mismo, Miranda [19] evaluó el efecto del *L. acidophilus* sobre los indicadores productivos y de la salud en cerdos de diferentes etapas productivas, logrando mejorar su comportamiento productivo y de salud.

La FIG. 1 muestra el porcentaje de cerdos con presentación de diarreas durante el estudio. Se detectaron diferencias ($P < 0.005$) entre el control y algunos tratamientos. En este sentido, no se observó la ocurrencia de diarreas en los tratamientos T7 y T9, por lo que se puede asumir que estos tipos de consorcios microbianos estarían mejorando la flora intestinal y el sistema inmunológico, además de suprimir a posible presencia de agentes patógenos en el tracto digestivo. Por otro lado, no se registró mortalidad alguna en el estudio.

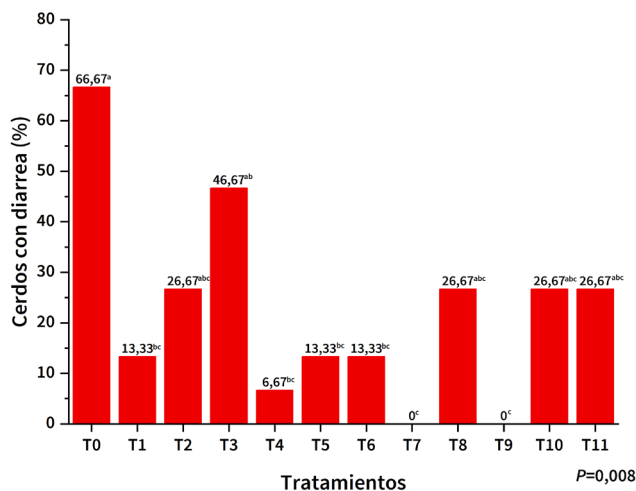


FIGURA 1. Frecuencia de presentación de diarrea en cerdos suplementados con microorganismos como aditivo alimenticio en el agua de bebida en la etapa de pre-ceba y ceba. Columnas con diferente superíndice son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

Los resultados concuerdan con el estudio de Villafañe y col. [20], quienes demostraron una mejora en los índices zootécnicos y la salud de los animales suplementados con este tipo de aditivos en el alimento. La acción probiótica de diversos microorganismos ha sido reportada por diversos autores [9, 19, 21, 22]. No obstante, se dispone de estudios que señalan que la inclusión de 10% de microorganismos eficientes en la dieta de cerdos F1 (Yorkshire × Landrace) en etapa de pre-ceba no previene la aparición de trastornos gastrointestinales, pero influye positivamente sobre la ganancia de peso [23].

Al encontrar múltiples efectos benéficos producidos por los microorganismos (*L. acidophilus* y *B. subtilis*) en las variables analizadas se puede llegar a deducir que este tipo de consorcio microbiano poseen una perfecta simbiosis dentro del intestino de los cerdos, fortaleciendo su sistema inmunológico, reduciendo problemas digestivos, mejorando la digestión y absorción de nutrientes, con efecto observado en la respuesta productiva durante la experimentación.

CONCLUSIONES

El uso de microorganismos con características probióticas en el agua de bebida de cerdos destinados a engorde con una concentración

de 1×10^9 UFC·g⁻¹, a dosis de 700 g·200 L⁻¹ distribuidas en 5 frecuencias de aplicación cada 30 días ejerce un efecto favorecedor en la eficiencia de absorción y conversión de nutrientes a nivel intestinal, reflejando una mejora en los índices productivos y reducción de la incidencia de diarreas al utilizar el consorcio microbiano (*L. acidophilus* y *B. subtilis*).

AGRADECIMIENTO

A la Unidad de Postgrados, Maestría en Biotecnología Agropecuaria de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo UTEQ, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés con respecto al trabajo presentado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bajagai Y, Klieve A, Dart P, Bryden W. Probiotics in Animal Nutrition: Production, Impact and Regulation. [Internet]. FAO. 2016 [consultado 24 Jun 2023]; 107 p. Disponible en: <https://bit.ly/3HctNQJ>.
- [2] Cortez-Machado L, Gómez-Torres FA. Eficiencia de microorganismos (EM) en el mejoramiento funcional del sistema digestivo de cerdos en fase prelevante. Spei Domus. [Internet]. 2011 [consultado 24 Jun 2023]; 7(15):31-34. Disponible en: <https://bit.ly/3T10bfl>.
- [3] Rodríguez-Torrens H, Barreto-Argilagos G, Bertot-Valdés A. Los microorganismos eficientes como promotores del crecimiento en los cerdos hasta el destete. Rev. Electr. Vet. [Internet]. 2013 [consultado 18 Jun 2023]; 14(9):1-7. Disponible en: <https://bit.ly/47Abil1>.
- [4] Milián G, Rondón AJ, Pérez M, Boucourt R, Rodríguez M, Arteaga F, Portilla Y, Pérez Y, Beruvides A, Laurencio M. Characterization of *Bacillus subtilis* strains as candidates for the preparation of animal additives. Cuban J. Agric. Sci. [Internet]. 2017 [consultado 20 Jun 2023]; 51(2):209-216. Disponible en: <https://bit.ly/46A3M8D>.
- [5] Beruvides A, Elías A, Valiño EC, Millian G, Lezcano Y, Moliner JL, Rodríguez M, Zamora H. Evaluation of the zootechnical additive VITAFERT in the productive performance and health of pre-fattening piglets. Cuban J. Agric. Sci. [Internet]. 2018 [consultado 20 Jun 2023]; 52(1):49-56. Disponible en: <https://bit.ly/49X4gsg>.
- [6] Valdés-Suárez A, Álvarez-Villar VM, García-Hernández Y, Salgado P, Rodríguez-Valera Y, Pérez-Pineda E. Efecto de un biopreparado de microorganismos eficientes en indicadores bioproducidos y hematológicos de crías porcinas. Rev. Prod. Anim. [Internet]. 2022 [consultado 02 Jul 2023]; 34(1):1-14. Disponible en: <https://bit.ly/3sX8pv0>.
- [7] Suárez R, Buitrago N, Rondón I. Suplementación probiótica con *Lactobacillus casei* en cerdas y su efecto sobre los parámetros zootécnicos de los lechones. Rev. Investig. Vet. Peru. [Internet] 2019; 30(2):645-654. doi: <https://doi.org/k6qc>
- [8] Del Coco V. Microorganisms conferring beneficial health effects. Rev. Argent. Microbiol. [Internet] 2015; 47(3):171-173. doi: <https://doi.org/f3hzg4>

- [9] Castro LG, Castillo AYG. Uso de probióticos en alimentación animal. *Rev. Sist. Prod. Agroecol.* [Internet] 2016; 7(2):43-55. doi: <https://doi.org/k6qd>
- [10] Ojeda-García F, Blanco-Betancourt D, Cepero-Casas L, Rosales-Izquierdo M. Efecto de la inclusión de un biopreparado de microorganismos eficientes (IHplus®) en dietas de cerdos en ceba. *Rev. Pas. Forr.* [Internet] 2016 [consultado 24 Jun 2023]; 39(2):119-124. Disponible en: <https://bit.ly/47BZn6y>.
- [11] Chaucheyras-Durand F, Durand H. Probiotics in animal nutrition and health. *Beneficial microbes.* [Internet]. 2010; 1(1):3-9. doi: <https://doi.org/cd5rxw>
- [12] González-Cuello RE, Pérez-Mendoza J, Urbina-Suarez NA. Efecto de la microencapsulación sobre las propiedades reológicas y fisicoquímicas del Yogurt Blando. *Inf. Tecnol.* [Internet]. 2014; 25(6):45-56. doi: <https://doi.org/k6qf>
- [13] González RE, Tarón A, Morón LB. Formación de microcápsulas de tamaño controlado por gelación iónica utilizando mezclas biopoliméricas binarias. *Inf. Tecnol.* [Internet]. 2015; 26(6):31-38. doi: <https://doi.org/k6qq>
- [14] Ortiz-Romero N, Ochoa-Martínez LA, González-Herrera SM, Rutiaga-Quñones OM, Gallegos-Infante JA. Avances en las investigaciones sobre la encapsulación mediante gelación iónica: una revisión sistemática. *TecnoL.* [Internet]. 2021; 24(52):e1962. 2021. doi: <https://doi.org/k6sm>
- [15] Chen X, Chen W, Ci W, Zheng Y, Han X, Huang J, Zhu J. Effects of dietary supplementation with *Lactobacillus acidophilus* and *Bacillus subtilis* on mucosal immunity and intestinal barrier are associated with its modulation of gut metabolites and microbiota in late-phase laying hens. *Probiotics and Antimicrobial Proteins.* [Internet]. 2023; 15(4):912-924. doi: <https://doi.org/k6sn>
- [16] Milián-Florido G, Rondón AJ, Pérez M, Boucourt R, Rodríguez M, Arteaga F, Laurencio M. Caracterización de cepas *Bacillus subtilis* como candidatas para la elaboración de aditivos zootécnicos. *Cuban J. Agric. Sci.* [Internet]. 2017 [consultado 20 Jun 2023]; 51(2):209-216. Disponible en: <https://bit.ly/46A3M8D>.
- [17] Wu Z, Yang K, Zhang A, Chang W, Zheng A, Chen Z, Liu G. Effects of *Lactobacillus acidophilus* on the growth performance, immune response, and intestinal barrier function of broiler chickens challenged with *Escherichia coli* O157. *Poult. Sci.* [Internet]. 2021; 100(9):101323. doi: <https://doi.org/gqkrnt>
- [18] Earl AM, Losick R, Kolter R. Ecology and genomics of *Bacillus subtilis*. *Trends in Microbiol.* [Internet]. 2008. 16(6):269-275. doi: <https://doi.org/b62ktr>
- [19] Miranda-Yuquilema JE, Marin-Cárdenas A, González-Pérez M. El comportamiento bioprodutivo de cerdas reproductoras y su descendencia alimentadas con aditivo probiótico. *Rev. Cien. Agric.* [Internet]. 2018; 35(1):69-81. doi: <https://doi.org/k6sp>
- [20] Villafaña JA, Font H, Pascual Y. Efecto de microorganismos beneficiosos para la flora intestinal como aditivo en lechonas. *Rev. Comp. Prod. Porc.* [Internet] 2016 [consultado 20 Jun 2023]; 23(3):208-213. Disponible en: <https://bit.ly/3t4Mvqh>.
- [21] Carvajal MC, Aroche R, Castro E, León MR, Guilarte J, Rodríguez R, Martínez Y. Effect of oral administration of efficient microorganisms on productive indicators, diarrheal syndrome and blood count in suckling pigs. *Cuban J. Agric. Sci.* [Internet]. 2021 [consultado 20 Jun 2023]; 55(3):327-335. Disponible en: <https://bit.ly/3T3nx5b>.
- [22] Rodríguez-Torrens HD, Barreto-Argilagos G, Hernández-Casado M. Piensos fermentados con microorganismos autóctonos multipropósito para precebas porcinas, consideraciones económicas. *Rev. Prod. Anim.* [Internet]. 2022 [consultado 02 Jul 2023]; 34(1):1-5. Disponible en: <https://bit.ly/46BYJEJ>.
- [23] Quintana-Utra MD, Hernández-González A, Saraiba-Macias A. Efecto probiótico de microorganismos eficientes (ME-AgroAmbiental) sobre indicadores bioprodutivos en cerdos Yorkland de preceba. *Rev. Salud Anim.* [Internet]. 2021 [consultado 24 Jun 2023]; 43(3):1-6. Disponible en: <https://bit.ly/3N1SttW>.