

Probióticos en la producción animal: mecanismos de acción y efectos beneficiosos para la ganadería Probiotics in animal production: action mechanisms and beneficial effects on animal husbandry

Aramis Soto-Díaz* <https://orcid.org/0000-0001-5850-0639>, Ana Julia Rondón-Castillo² <https://orcid.org/0000-0003-3019-1971>,
Jesús Manuel Iglesias-Gómez¹ <https://orcid.org/0000-0002-9501-1938>

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Central España Republicana, CP 44280. Matanzas, Cuba. ²Centro de Estudios Biotecnológicos, Universidad de Matanzas, Autopista a Varadero, km 31/2. Matanzas, Cuba. *Correo electrónico: aramis.soto@ihatuey.cu, ana.rondon@umcc.cu, iglesias@ihatuey.cu

Resumen

Objetivo: Analizar el uso de los probióticos en la producción animal, sus mecanismos de acción y efectos beneficiosos para la ganadería.

Materiales y Métodos: Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva. Se consultaron más de 80 publicaciones relacionadas con el tema de los probióticos en la alimentación animal. Se utilizaron las bases de datos científicas Google Scholar, PubMed, Scopus, Web of Science, Latindex y SciELO. Las búsquedas se realizaron a partir de las palabras clave relacionadas con el tema de estudio. Para realizar este estudio, se analizaron de manera crítica los artículos seleccionados y se extrajeron los datos relevantes.

Resultados: El análisis indicó que el uso indiscriminado de antibióticos promotores del crecimiento en la producción ganadera induce resistencia microbiana residual y aumenta el riesgo de la transmisión de esta resistencia al ser humano. Por lo tanto, los probióticos se presentan como una alternativa para la mejora de la productividad animal sin efectos adversos. Actúan como moduladores de la microbiota intestinal, mejoran el sistema inmunológico y los indicadores productivos y disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero.

Conclusiones: Los probióticos incrementan la productividad animal al mejorar el sistema inmunológico, la digestión y absorción de nutrientes, así como la microbiota intestinal. Además, disminuyen los problemas de salud, por lo que constituyen una alternativa viable para mejorar la eficiencia de los sistemas pecuarios en diferentes especies animales, entre los que se incluyen los monogástricos y los rumiantes. Sin embargo, para que se conviertan en una opción aceptada y utilizada en la ganadería, es necesario continuar la investigación y promoción de su aplicación.

Palabras clave: aditivos, antibióticos, cerdo, pollo, rumiante

Abstract

Objective: To analyze the use of probiotics in animal production, their action mechanisms and beneficial effects for animal husbandry.

Materials and Methods: An exhaustive bibliographic review was carried out. More than 80 publications related to the topic of probiotics in animal feeding were consulted. The scientific databases Google Scholar, PubMed, Scopus, Web of Science, Latindex and SciELO were used. Searches were performed on the basis of keywords related to the topic of study. To carry out this study, the selected papers were critically analyzed and relevant data were extracted.

Results: The analysis indicated that the indiscriminate use of growth-promoting antibiotics in animal husbandry induces residual microbial resistance and increases the risk of transmission of this resistance to human beings. Thus, probiotics appear as an alternative for improving animal productivity without adverse effects. They act as modulators of the intestinal biota, improve the immunological system and productive indicators and decrease greenhouse gas emissions.

Conclusions: Probiotics increase animal productivity by improving the immunological system, digestion and nutrient absorption, as well as the intestinal microbiota. In addition, they decrease health problems, for which they constitute a viable alternative to improve the efficiency of animal husbandry systems in different animal species, including monogastric ones and ruminants. However, for them to become an accepted option used in animal husbandry, it is necessary to continue researching and promoting their application.

Keywords: additives, antibiotics, swine, chickens, ruminants

Introducción

La creciente demanda de alimentos de origen animal constituye un reto para garantizar la seguridad alimentaria y nutricional de la población. Sin embargo, el actual período económico se caracteriza

Recibido: 12 de julio de 2023

Aceptado: 28 de noviembre de 2023

Como citar este artículo: Soto-Díaz, Aramis; Rondón-Castillo, Ana Julia & Iglesias-Gómez, Jesús. Manuel. Probióticos en la producción animal: mecanismos de acción y efectos beneficiosos en la ganadería. *Pastos y Forrajes*. 46:e25, 2023.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

por los bajos crecimientos y modos no sostenibles de producción (FAO *et al.*, 2019).

En lo que respecta a la ganadería, la situación mundial obliga a buscar opciones de manejo y alimentación que, además de cubrir las necesidades alimentarias de la masa bovina, permitan hacer un uso eficiente de los recursos disponibles. Entre las alternativas que se han desarrollado se encuentra la inclusión en las dietas de microorganismos vivos capaces de influir de forma favorable en la composición y funciones de la microbiota intestinal y en la modulación de las células epiteliales del intestino. Este tipo de suplementos se agrupa con el nombre genérico de probióticos (Saro *et al.*, 2017).

Las investigaciones desarrolladas en los últimos años han ratificado que los probióticos tienen efecto positivo en la salud y en la producción animal (Ahumada-Beltrán, 2021) porque, al mejorar el aprovechamiento de la fibra presente en los forrajes, mejoran la conversión alimentaria de los animales en pastoreo y permiten ahorrar los concentrados en los sistemas de producción. Además, se ha comprobado que en ovinos como en bovinos, disminuyen la mortalidad de los animales en crecimiento, acciones que favorecen la estabilidad en el movimiento del rebaño y el incremento del número de animales para la venta al final del ciclo de ceba (Bhogoju y Nahashon, 2022).

Por los efectos residuales que provoca la inclusión de los antibióticos promotores de crecimiento en los alimentos y la resistencia que han desarrollado los microorganismos patógenos, asociados a enfermedades que afectan al hombre y a los animales, su uso está limitado o prohibido en muchos países, lo que ha promovido el empleo de los probióticos (Pérez-de-Algaba-Cuenca *et al.*, 2022).

La Unión Europea prohibió el uso de antibióticos en los alimentos para animales desde el 2006 (Betancourt-López, 2020). A partir de enero de 2017, la Agencia de Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA) suprimió la utilización de los promotores de crecimiento en la alimentación animal, excepto los coccidiostatos (CDC, 2019).

En Cuba no se producen probióticos a escala industrial. Sin embargo, en los centros de investigaciones se han desarrollado estudios relacionados con su aislamiento, por lo que se dispone de microorganismos con estas características, representados por levaduras y lactobacilos principalmente (Rondón *et al.*, 2012). También se han conducido investigaciones con probióticos provenientes del extranjero.

La Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH) desarrolló un programa de investigación para evaluar el efecto que ejercían los probióticos de la firma francesa Sorbial® S.A.S., en las respuestas productivas de ovinos y bovinos. Con posterioridad, la Empresa Flora y Fauna, adscrita al Ministerio de la Agricultura de Cuba, con la licencia de la firma Sorbial®, fabricó un probiótico para su acreditación en el país, con el nombre de Sorbifauna®.

Por la importancia que tiene para el desarrollo de la ganadería la implementación de tecnologías y producciones limpias, este trabajo se desarrolló para analizar el uso de los probióticos en la producción animal, sus mecanismos de acción y efectos beneficiosos en la ganadería.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se llevó a cabo mediante la revisión bibliográfica de más de 80 publicaciones científicas, relacionadas con el uso de probióticos en la alimentación animal en diferentes especies (monogástricos y rumiantes). Se analizó la definición de probiótico, sus mecanismos de acción, su utilización como alternativa prometedoras ante los antibióticos y su impacto en la mejora de los indicadores productivos, en rumiantes como en monogástricos.

Esta revisión se centró en diversas bases de datos de reconocido prestigio (*Google Scholar*, *PubMed*, *Scopus*, *Web of Science*, *Latindex* y *SciELO*) y en las búsquedas por palabras clave relacionadas con el tema. Se consideró además, que los microorganismos utilizados como probióticos fueran resistentes a factores físicos y ambientales propios de la elaboración de alimentos, que mantuvieran su viabilidad durante el procesamiento, almacenamiento y manejo y poseyeran atributos específicos para ejercer su acción. Las publicaciones seleccionadas se analizaron de manera crítica y se extrajeron los datos relevantes para la elaboración de este artículo. De las publicaciones revisadas, 43 estaban en inglés, 32 en español, una en francés y otra en portugués.

Resultados y Discusión

Conceptualización de probióticos. La palabra probiótico viene del idioma griego, donde ‘pro bios’ significa “por la vida” (Toumi *et al.*, 2021). El empleo de los probióticos comenzó con la historia de la humanidad, pues productos como el queso y la leche fermentada eran conocidos por los griegos y los romanos, quienes sin saber las bases científicas de sus beneficios, los recomendaban para niños y personas convalecientes (Anosike, 2022).

El concepto de probiótico tiene más de un siglo de antigüedad y la introducción del término se atribuye a Fuller (1992), aunque se ha visto sometido a múltiples definiciones. Tal vez la definición más adecuada sea la propuesta por Havenaar y Huis In't Veld (1992), quienes plantean que los probióticos son cultivos simples o mezclados de microorganismos vivos que, aplicados a los animales o al hombre, benefician al hospedador, mejorando las propiedades de la microflora intestinal original. Vuuren y Rochet (2003) añaden que deben estar en una dosis suficiente para modificar, por implantación o colonización, la microflora en algún compartimiento del tracto digestivo.

La Comunidad Europea considera que esta denominación es demasiado general y decidió no utilizarla por cuestiones legales (Caja *et al.*, 2003) y porque, de los productos registrados, son pocos los que han presentado pruebas de eficacia por encima del placebo (Yeoman y White, 2014).

Esta organización reagrupó los aditivos para la alimentación animal en cinco categorías:

- Tecnológicos (conservantes y aglutinantes).
- Sensoriales (colorantes y aromatizantes).
- Nutricionales (vitaminas y aminoácidos).
- Zootécnicos (mejoradores de la flora intestinal y promotores del crecimiento no microbianos).
- Coccidiostáticos.

Los probióticos aparecen en la categoría de “aditivos zootécnicos”, entre los que se incluyen los microorganismos y las enzimas.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la OMS (FAO y WHO, 2001), los probióticos son microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, confieren beneficios al ecosistema intestinal y a la salud del huésped.

Según la recomendación de la Asociación Científica Internacional de Probióticos y Prebióticos, la terminología de probiótico solo se debe emplear en productos con microorganismos vivos y recuentos viables apropiados, cepas bien identificadas, adecuada confiabilidad y beneficios comprobados para la salud del huésped (Hill *et al.*, 2014).

Hill *et al.* (2014) proponen tres clases de probióticos: I) en alimentos o suplementos sin declaración de propiedades saludables (considerados seguros y que necesitan prueba de eficacia), II) alimentos o suplementos con declaración de propiedades saludables (cepa utilizada definida, eficacia basada en la evidencia de ensayos clínicos o metaanálisis, uso para reforzar las defensas naturales o reducir

los síntomas) y III) fármaco probiótico (ensayos clínicos para indicación o enfermedad específica, cepa definida utilizada, justificación de riesgo-beneficio y cumplimiento de estándares regulatorios para drogas).

Los probióticos constituyen un grupo amplio de microorganismos que incluye, entre otros, cultivos de bacterias, hongos e, incluso, microorganismos formadores y no formadores de esporas (Soares, 2022).

La mayoría de las bacterias utilizadas en los rumiantes pertenecen a las especies *Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Bifidobacterium*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Propionibacterium* y ciertas especies de *Bacillus*. Entre los hongos, se destacan el *Aspergillus oryzae* y la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Castillo-Barón, 2016). En general, los cultivos de bacterias se utilizan más en los animales jóvenes (pre-rumiantes), los cultivos fúngicos, en animales de ceba y en hembras en lactación (Carro-Travieso *et al.*, 2014).

La eficacia de estos preparados microbianos depende de su capacidad para mantener su viabilidad e integridad fisiológica, pues se suelen administrar con el alimento o en el agua de bebida. Algunos aditivos son capaces de soportar altas temperaturas, como las que se utilizan en los procesos de fabricación de concentrados (granulación, extrusión, entre otros). Otros microorganismos no pueden sobrevivir en estas condiciones y deben ser protegidos mediante tratamientos que aseguren su eficacia. Es de vital importancia que los microorganismos se mantengan viables hasta su administración al animal y, en el caso de los hongos, que estén acompañados de su medio de cultivo (Carro *et al.*, 2006).

Mecanismos de acción de los probióticos. Los probióticos utilizados en la alimentación animal son variados, algunos emplean una sola especie microbiana, otros son multiespecie (Molina, 2019). En esta última clasificación, se encuentran los probióticos autóctonos, que utilizan microorganismos de la biota nativa del tracto gastrointestinal de los animales, como las bacterias pertenecientes a los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, y los probióticos alóctonos que normalmente no están presentes en el tubo digestivo, como es el caso de las levaduras (Huang *et al.*, 2022).

Las bacterias usadas como probióticos en la nutrición animal deben reunir ciertas características. No pueden ser patógenos al hospedero, deben

ser resistentes a los factores físicos y ambientales propios de los procesos de elaboración de alimentos: calor, desecación, radiación UV. Además, es necesario que mantengan su viabilidad durante el procesamiento, almacenamiento y manejo (Shaffi y Hameed, 2023). Para ejercer su acción, los probióticos deben poseer atributos específicos: resistir a los ácidos gástricos y a las sales biliares, tener capacidad de adherirse a las células epiteliales del intestino delgado y ejercer efectos antimicrobianos mediante la inhibición de la adherencia de los microorganismos patógenos al sistema gastrointestinal (Guimaraes *et al.*, 2019).

Los probióticos tienen, fundamentalmente, tres maneras de actuar: interactúan directamente con la microbiota natural, establecen reacciones enzimáticas e interactúan con la mucosa y las células epidérmicas del intestino (Iñiguez-Heredia *et al.*, 2021).

Algunos autores refieren que el beneficio de los probióticos en los animales se debe a que fomentan y mejoran el balance microbiano en el tracto digestivo. Entre los mecanismos de acción se destacan el aumento en la absorción de nutrientes por exclusión competitiva de las bacterias patógenas gastrointestinales, incremento de la tolerancia a diferentes alimentos, producción de sustancias antimicrobianas, hidrólisis de péptidos antigénicos en el lumen intestinal, modulación de la permeabilidad intestinal, reducción de la penetración sistemática de antígenos y reducción del riesgo de enfermedades intestinales (Saro, 2017).

Uno de los mecanismos de los probióticos consiste en cambiar la dinámica de la población microbiana. La producción de bacteriocinas reduce el crecimiento de los microorganismos patógenos en el tubo digestivo y promueve el crecimiento de la microbiota beneficiosa, acción que induce a una digestión más eficiente y, en consecuencia, beneficia el rendimiento del animal (Covarrubias-Esquer, 2020; Tierra-Carrasco, 2022).

También funcionan como protectores de la mucosa intestinal. Cuando los animales están sometidos a determinados niveles de estrés, las poblaciones celulares de la línea de defensa se afectan, lo que puede influir en el desarrollo de una infección, parasitaria o bacteriana (Hirakawa *et al.*, 2020).

Los probióticos son capaces de producir metabolitos aptos para actuar como agentes protectores de la barrera epitelial: ácidos orgánicos, indoles, bacteriocinas y peróxido de hidrógeno (Cabello-Córdova, 2022).

Daşkiran *et al.* (2012) han señalado que cuando los ácidos láctico y acético se absorben por las bacterias en el sistema digestivo, disminuye el pH a nivel intracelular que puede resultar letal para aquellas que pudieran ser perjudiciales para la salud. Esta absorción, al generar condiciones favorables para la microbiota existente, reduce el riesgo de que el tracto digestivo sea colonizado por microorganismos patógenos.

Un estudio realizado por Dowarah *et al.* (2016) señala que algunas bacterias utilizadas como probióticos reducen la translocación de los patógenos intestinales hacia otros órganos, como el hígado, el bazo y los nódulos linfáticos, porque tienen la capacidad de disminuir la permeabilidad del epitelio intestinal.

Es importante recalcar que para mantener la efectividad de los probióticos en sus funciones de barrera protectora ante la entrada de patógenos a la pared intestinal, es fundamental que sean administrados antes que los patógenos se multipliquen en el tracto digestivo. En consecuencia, los probióticos son una herramienta útil para prevenir el desarrollo de enfermedades asociadas al intestino, siempre que se tomen medidas preventivas adecuadas.

Según Corrales-Benedetti y Arias-Palacios (2020), otro efecto importante de los probióticos en la salud es la estimulación de las defensas del huésped. Huang (2022) señala que activan la respuesta inmune en el sistema respiratorio. Ma y Suzuki (2018) plantean que brindan seguridad contra las enfermedades que afectan el tracto gastrointestinal. Cuando la microbiota se encuentra en estado óptimo, ayuda al huésped mediante un correcto funcionamiento de la inmunidad por medio de los patrones moleculares derivados de los catalizadores y antígenos. Se conoce que la acción inmunomoduladora de los probióticos favorece la fagocitosis y la reproducción de células inmunes (macrófagos, monocitos y células especializadas, tales como los linfocitos T CD3 +, CD4 + y CD8 +), al igual que la producción de inmunoglobulinas IgM y IgG (Ajuwon, 2016). También se reporta que los probióticos promueven la liberación de una respuesta inmunitaria innata, que responde a varias estructuras comunes, como la lectina tipo C, que genera interacción con los denominados patrones moleculares asociados a los patógenos y una respuesta inmune adaptativa que depende de los linfocitos B y T, específicos para los antígenos particulares (Statovci *et al.*, 2017).

Los probióticos aumentan la digestión y absorción de nutrientes en el intestino porque in-

crementan la actividad enzimática en el mismo (Murga-Valderrama *et al.*, 2020). Elbaz *et al.* (2023) demostraron que la actividad de la amilasa aumenta al agregar *Lactobacillus* en las dietas de pollos de engorde. Bajagai *et al.* (2016) hallaron aumentos en la actividad de la sacarasa y la lactasa, cuando agregaron estos mismos microorganismos en dietas para cerdos.

Thi-Lan-Anh *et al.* (2022) señalaron que los *Bacillus* promueven la producción de una amplia variedad de enzimas extracelulares, como amilasa, celulasa y proteasa, así como compuestos antimicrobianos, vitaminas y carotenoides. Estudios desarrollados por Chen *et al.* (2022) demostraron que los *Bacillus* pueden degradar la aflatoxina B1, una micotoxina tóxica que cuando se encuentra en los alimentos, o en los concentrados, causa grandes pérdidas económicas, además de representar una amenaza para la salud humana y animal.

Maya-Ortega *et al.* (2022) encontraron que el uso de *B. subtilis* incrementa, de manera significativa, la conversión alimentaria (CA) y las ganancias acumuladas de peso (GAP) en pollos de engorde. Además, detectaron, con respecto al uso de antibióticos, aumentos en la alometría del intestino, mejoras en la altura de las vellosidades y disminuciones en la profundidad de las criptas. Estas modificaciones favorecen el desempeño productivo y mejoran el desarrollo de los órganos digestivos y la histomorfología del intestino delgado.

En resumen, las modificaciones que inducen los probióticos y otros microorganismos vivos en la composición o la función de la microbiota intestinal, y en ambas, mejoran su funcionalidad y resiliencia. Además, disponer de una comunidad intestinal estable permite proteger al huésped contra los microorganismos invasores y ayuda a mantener la homeostasis y la regulación inmunológica (Deehan *et al.*, 2017).

Antibióticos vs. Probióticos. Diferentes estudios han comprobado la eficacia de los probióticos como promotores del crecimiento y mejoradores de la salud de varias especies de animales. El uso de probióticos, en lugar de antibióticos, es una alternativa prometidora. Los efectos beneficiosos observados dependen de varios factores: especies microbianas utilizadas, especie animal, edad y condición de la flora del tracto digestivo antes de la administración de los probióticos (Molina, 2019).

Una de las principales diferencias entre los probióticos y los antibióticos es el tiempo que tardan en ejercer su acción. Los antibióticos actúan de manera inmediata en los microorganismos, mientras

que la acción de los probióticos no es tan rápida. Puede demorar varios días e incluso semanas (Pérez-de-Algaba-Cuenca, 2022).

En el caso de los antibióticos, son sustancias (naturales o sintéticas) que retrasan el crecimiento de una bacteria o la matan, y se utilizan en el tratamiento de enfermedades infecciosas en humanos y animales (AMCRA, 2020).

Los antibióticos promotores del crecimiento se utilizaron durante varios años, por su eficacia comprobada en el control de patógenos, ya que evitan la enteritis, las fermentaciones indeseables y las excreciones enterotóxicas de los microorganismos dañinos presentes en el tracto gastrointestinal. Además, ellos preservan las condiciones óptimas del epitelio intestinal y protegen su capacidad de absorción de vitaminas, oligoelementos, aminoácidos y otros nutrientes (Karaliute *et al.*, 2022).

Sin embargo, su uso excesivo ha conllevado a la aparición de bacterias resistentes y a que estos no sean efectivos en las dosis habituales (Martiani *et al.*, 2022).

Mendel *et al.* (2022) alertan de las graves consecuencias que estas respuestas tienen para la salud humana y animal, sin desconocer que es imposible evitar los efectos residuales de los antibióticos en los productos animales destinados al consumo humano.

El abuso de los fármacos en los humanos y los animales acelera el proceso de resistencia de las bacterias patógenas. Cada vez son más frecuentes las infecciones que resultan difíciles de tratar, debido a la pérdida de eficacia de los antibióticos (Avilez-Velásquez y Briones-García, 2019).

Los humanos y los animales comparten el mismo ecosistema, lo que implica que las bacterias resistentes pueden circular en los mismos nichos del ambiente. Las bacterias pueden pasar de los animales a los humanos y viceversa, a través del contacto directo e indirecto (alimentos, agua, medio ambiente). Esto se aplica a las bacterias comensales, que a menudo se consideran reservorios de resistencia por su presencia generalizada, como a las patógenas y zoonóticas (AMCRA, 2020).

Estudios recientes han demostrado que los productos de consumo cotidiano derivados de la cría de animales pueden contener bacterias multirresistentes y contribuir a la transferencia de bacterias y genes resistentes (Arsène *et al.*, 2021). De hecho, la cadena alimentaria es considerada la vía principal de transmisión. Varias investigaciones han demostrado que existe aumento del riesgo de enfermedades graves y de mortalidad, debido al incremento

del número de patógenos resistentes a los antibióticos ingeridos mediante los alimentos. Esto plantea un problema para la salud humana y animal (González-Román *et al.*, 2019).

En cuanto a los riesgos ambientales, se ha demostrado que después de un tratamiento con antibióticos, los animales excretan una fracción de la dosis administrada. De ahí surge la preocupación de que sean responsables del aumento de las bacterias resistentes (AMCRA, 2020; Rodríguez-Fernández *et al.*, 2020).

A pesar de la importante función de los antibióticos en la reducción de las enfermedades por parte de los microorganismos, la tasa de mortalidad en los animales ha aumentado por la resistencia bacteriana y cruzada de microorganismos, como resultado de su excesivo uso como preventivo. Para superar estas dificultades, se han investigado alternativas que disminuyan la utilización de antibióticos promotores del crecimiento. Entre ellas se encuentran los probióticos, que se han identificado, hasta el momento, como la mejor opción, por ser una alternativa natural y segura para obtener alimentos funcionales que brinden salud, calidad y seguridad alimentaria inocua para los consumidores, porque no dejan residuos en los huevos o la carne (Hernández-González *et al.*, 2021; Ruiz-Sella *et al.*, 2021; Yousaf *et al.*, 2022).

Los probióticos tienen la capacidad de controlar algunas bacterias, como *Salmonella* sp. y *Escherichia coli*, hongos y protozoos. Además, fortalecen el sistema inmunológico, reducen la mortalidad y acortan los ciclos fisiológicos y productivos, acciones que permiten mejorar la conversión alimentaria y disminuir los costos de producción (Gutiérrez-Castro y Güechá-Castillo, 2016).

La incorporación de los probióticos en las dietas está en correspondencia con las restricciones establecidas en muchos países, principalmente en la Unión Europea, con la utilización de los antibióticos en los alimentos para el ganado (Betancourt-López, 2020).

Un aspecto importante que diferencia a los probióticos de los antibióticos, y que suscita interés actualmente en su empleo, es que los primeros son inmunoestimulantes, mientras que los segundos son inmunodepresores (García-Trallero *et al.*, 2019). Este contraste proviene de los mecanismos de acción de los probióticos, los que se establecen mediante la creación de diferentes barreras defensivas, como la saturación de los receptores epiteliales, la producción de ácidos orgánicos, el estímulo

de fagocitosis, la diferenciación de células inmuno-competentes y la producción de anticuerpos.

Impacto en la mejora de los indicadores productivos en diferentes especies de animales

Monogástricos. Muchos estudios han demostrado que los probióticos mejoran los indicadores productivos de estas especies, sobre todo en las menores, de las que se espera alta productividad en el menor plazo posible. En las aves, los probióticos tienen efectos beneficiosos en el desarrollo de las microvellosidades intestinales, lo que les permite aprovechar mejor los alimentos y con ello, mejorar los indicadores productivos (Iñiguez Heredia *et al.*, 2021).

Piadi (2001), al evaluar en el tracto gastrointestinal de pollitas de reemplazo la actividad probiótica de un hidrolizado enzimático de crema de destilería demostró mediante indicadores fermentativos y microbiológicos, que este compuesto optimizaba la respuesta inmune y hemática, así como los valores de hemoglobina y hematocrito. En la semana 18, las aves suplementadas alcanzaron mayores incrementos de peso, más uniformidad, mejores condiciones corporales, desarrollo del aparato reproductor y sus indicadores, con una estrecha relación fisiológica entre el peso de la grasa corporal y la infiltración de la misma en el hígado.

Fonseca-Hernández y Roa-Vega (2022) encontraron que la inclusión del probiótico *S. cerevisiae* en dos tipos de harinas para pollos de engorde, incrementaba las ganancias de peso, el peso final total y el consumo de alimento. Fuentes-Alvarado (2021) comprobó que la incorporación de *Bacillus subtilis* como probiótico, promovía superiores índices de producción y salud intestinal. Zhang y Kim (2014) hallaron aumentos significativos en la proteína y la grasa, con ganancias significativas de peso y aumentos en la disponibilidad del calcio en aves de esa misma categoría animal, que recibieron *L. bulgaricus*.

En cerdos, Bajagai *et al.* (2016) comprobaron aumentos en la actividad de la sucrosa y la lactasa, al agregar *Lactobacillus* en la dieta. Kim *et al.*, (2021) evaluaron los efectos dietéticos de diferentes probióticos con una dieta basal y tratamientos multiprobióticos con *Lactobacillus* y observaron que la suplementación mejoraba la función hepática y reducía los niveles de colesterol. Resultados similares obtuvieron Magnoli *et al.* (2022) con la levadura probiótica autóctona de cerdos *S. boulardii* RC009 y observaron que este producto influía positivamente

en los indicadores bioquímicos, especialmente en los niveles del colesterol sérico.

Liu *et al.* (2014) cuando incorporaron un probiótico basado en diferentes especies de *Lactobacillus*, observaron aumentos significativos en la ganancia de peso diaria y en la incidencia de diarreas, en comparación con el grupo control. Mientras, Ahmed *et al.* (2014) obtuvieron con la misma especie de microorganismos aumentos en la digestibilidad de los nutrientes.

Solis-Véliz y Rivera-Cedeño (2022), cuando incluyeron el probiótico hidrolizado de *S. cerevisiae*, en la dieta de cerdas lactantes, observaron efecto probiótico significativo con respecto al tratamiento testigo, a favor de las variables nacidos totales, nacidos vivos, disminución de la mortalidad y mayor peso al destete.

Liu *et al.* (2017) y Liu *et al.* (2018) recomiendan el uso de los probióticos en las producciones porcinas, ante situaciones como las siguientes:

- Lechones en los primeros días de vida sin una microbiota adecuada en el tracto gastrointestinal (TGI).
- Animales sometidos a situaciones que propician disbiosis, como destetes, traslados, vacunación y cambios de alimentación, entre otros.
- Cerdos con la microbiota afectada por tratamientos farmacológicos.
- Ante procesos infecciosos en curso, respiratorios como digestivos.
- Cerdas reproductoras en las etapas de gestación y lactación.
- Animales clínicamente sanos para mejorar sus indicadores bioproductivos.

Las fases en que se produce estrés son las más delicadas en las explotaciones porcinas, y es en ellas, donde se aprecian mejor los efectos beneficiosos de los probióticos, porque son los períodos en los cuales hay mayor compromiso inmunitario y menor secreción de enzimas digestivas por las glándulas del aparato digestivo (Lee *et al.*, 2020).

Rumiantes. En esta especie, los aditivos microbianos inducen, en el rumen, aumentos en el número de bacterias anaerobias y celulolíticas y, el suministro de forma continua, incrementos en sus actividades (Pimentel *et al.*, 2022). A consecuencia de ello, hay acrecentamientos en la degradación de la fibra que repercute en mayores niveles de ingestión y producciones de ácidos grasos volátiles, acciones que contribuyen a mejorar la eficiencia de utilización de los alimentos (Carro *et al.*, 1992). Además, al estimular el crecimiento de las bacterias

ruminales, incrementan el flujo duodenal de proteína microbiana. Una de las ventajas que más interés ha promovido es que estos cultivos pueden utilizar hidrógeno y reducir la producción de metano, con el consiguiente ahorro energético que ello significa y el efecto positivo al medio ambiente, por disminuir la emisión de gases con efecto invernadero (Reuben *et al.*, 2022).

Ojeda *et al.* (2008) demostraron que la inclusión del probiótico Sorbifauna® ejerce efectos positivos en el crecimiento de las crías ovinas, pues los animales que recibieron el probiótico tuvieron mejores ganancias ($p < 0,05$) que el grupo control (151 vs 99 g/animal/día).

López *et al.* (2012) también hallaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en esa categoría, en la ganancia media diaria (123,7 vs 101,1 g/animal/día) y en la mortalidad (2,6 vs 8,6 %) entre los tratamientos con la inclusión del probiótico y sin ella. Los autores concluyeron que independientemente del sexo, a partir de los 60 días de nacidos, la inclusión del probiótico Sorbifauna® promovió efecto positivo en el crecimiento de las crías ovinas.

No obstante a lo anterior, Sánchez *et al.* (2015) al evaluar la inclusión del probiótico Sorbifauna® en la producción y calidad de la leche de vacas Holstein × Cebú, que pastoreaban en una asociación de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt cv. Cunningham y *Megathyrsus maximus* (Jacqs.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs cv. Likoni, no encontraron diferencia significativa en la producción de leche (11,9; 12,1 y 12,2 kg/vaca/día), al utilizar dosis de 60, 90 y 120 g del aditivo/vaca/día.

Esto se pudo deber a la alta calidad de la dieta recibida, que combinaba una leñosa forrajera de alto valor nutritivo y un pasto de excelente desempeño bajo sombrero, además de que los animales recibieron suplementación con concentrados. En este tipo de dieta, el pasto representa entre 85,0 y 90,0 % de la oferta, y el follaje de la arborea, del 10,0 al 15,0 % (López *et al.*, 2015). En estas circunstancias la ración de los animales tiene un contenido de PB de 11,0-14,0 %, mientras que la degradabilidad *in vitro* de la MS es superior a 60,0 %, por lo que hay una mayor cantidad de nutrientes accesibles para los microorganismos del rumen y mejor estabilidad en el pH en el rumen, lo que favorece la eficiencia del proceso digestivo y la respuesta inmune no específica de los animales. Todo esto influye en que se minimice el posible efecto de los probióticos en la degradación de la fibra y no existan cambios sustanciales en la producción lechera.

Abd El-Ghani (2004), al evaluar las respuestas en la producción de leche por la inclusión de un culti-

vo de *S. cerevisiae* en la ración de cabras Zaraibi (6 g/día) demostró que los animales que recibieron este aditivo producían mayor ($p < 0,05$) cantidad de leche (0,98 vs. 1,15 kg/día). Sin embargo, Salama *et al.* (2002) no observaron efectos en la producción y composición de la leche de cabras Murciano-Granadina, cuando suministraron 6 g/cabra/día de un aditivo comercial, compuesto por una mezcla de *S. cerevisiae* y malato, pero las cabras que recibieron el aditivo presentaron un mayor ($p = 0,03$) incremento de peso vivo durante el período experimental.

En una revisión sobre el efecto de los probióticos y prebióticos en la salud, función y prevención de enfermedades intestinales en terneros lecheros durante las primeras etapas de vida y al destete, Cangiano *et al.* (2020) informaron que la suplementación con probióticos en esta categoría animal, principalmente durante períodos de enfermedad, tiene efectos positivos en la salud y el crecimiento. Los autores concluyeron que los probióticos son una alternativa de bajo riesgo biológico con beneficios potencialmente positivos.

El uso del probiótico *S. cerevisiae* y del prebiótico manano oligosacárido en la alimentación de terneros lactantes favorecieron la ganancia de peso, el peso al destete y la conversión alimenticia. Además, como elevaron los valores hematológicos, ello repercutió en menos casos de diarreas y neumonía. Los mejores resultados se obtuvieron con el uso combinado de ambos compuestos (Fernández-Chauca, 2018).

Las levaduras incrementan la expresión productiva de las vacas, porque modulan algunos procesos metabólicos, como la estabilidad en el pH en el rumen, acción que favorece la eficiencia del proceso digestivo y la respuesta inmune no específica de los animales. Ellas también incrementan la ganancia media diaria de peso, la condición corporal y mejoran la producción láctea y su calidad, porque reducen el conteo de células somáticas en la leche (Suarez y Guevara, 2018).

Aunque los probióticos presentan beneficios significativos en la alimentación animal y, su uso responsable y adecuado puede contribuir a mejorar la productividad, garantizar la seguridad alimentaria y reducir los impactos ambientales negativos, su uso no se ha generalizado en Cuba. Factores como la falta de conocimiento, la disponibilidad limitada, los costos de producción y la falta de regulación, pueden estar obstaculizando su adopción masiva. Sin embargo, con mayor difusión, mejor acceso a

los productos y un marco regulatorio claro, es posible que los probióticos se conviertan en una opción más ampliamente aceptada y utilizada en la industria ganadera cubana, por lo que es fundamental seguir investigando y promoviendo su aplicación en la ganadería para enfrentar los desafíos actuales y futuros en este campo.

Conclusiones

Los probióticos incrementan la productividad animal, al mejorar el sistema inmunológico, la digestión y absorción de nutrientes, así como la microbiota intestinal. Además, disminuyen los problemas de salud, lo que los convierte en una alternativa viable para mejorar la eficiencia de los sistemas pecuarios en diferentes especies animales, incluyendo monogástricos y rumiantes. Sin embargo, para que se conviertan en una opción aceptada y utilizada en la ganadería, es necesario seguir investigando y promoviendo su aplicación.

Agradecimientos

A la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey y el Centro de Estudios Biotecnológicos de la Universidad de Matanzas, por su invaluable apoyo en la redacción de este artículo.

Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses entre los autores.

Contribución de los autores

- Aramís Soto-Díaz. Concepción y diseño del estudio, búsqueda y selección de la literatura, redacción del manuscrito y revisión crítica del contenido intelectual.
- Ana Julia Rondón-Castillo. Búsqueda y selección de la literatura, redacción del manuscrito y revisión crítica del contenido intelectual.
- Jesús Manuel Iglesias-Gómez. Concepción y diseño del estudio, redacción del manuscrito y revisión crítica del contenido intelectual.

Referencias bibliográficas

- Abd El-Ghani, A. A. Influence of diet supplementation with yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance of Zaraibi goats. *Small Rumin. Res.* 52 (3):223-229, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.06.002>.
- Ahmed, Sonia T.; Hoon, J.; Mun, H.-S. & Yang, C.-J. Evaluation of *Lactobacillus* and *Bacillus*-based probiotics as alternatives to antibiotics in enteric microbial challenged weaned piglets. *Afr. J. Microbiol. Res.* 8 (1):96-104, 2014. DOI: <http://doi.org/10.5897/AJMR2013.6355>.
- Ahumada-Beltrán, Jinneth P. *Estado actual de la producción y comercialización de suplementos y*

- aditivos a base de probióticos para la alimentación animal en Colombia. Tesis presentada como requisito para opción de grado de profesional de Zootecnia. Colombia: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca. Sede Fusafasugá. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/3472>, 2021.
- Ajuwon, K. M. Toward a better understanding of mechanisms of probiotics and prebiotics action in poultry species. *J. Appl. Poul. Res.* 25 (2):277-283, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3382/japr/pfv074>.
- AMCRA. *Utilisation des antibiotiques et l'antibiorésistance*. Brusel: Antimicrobial Consumption and Resistance in Animals Vzw. <https://www.amcra.be/fr/antibiotiques-et-antibioresistance/>, 2020.
- Anosike, Selina. *Complete genome sequence and characterization of Lactobacillus and Lactococcus isolates inhibiting multi-drug resistant bacteria and foodborne pathogens*. In partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. Washington: Department of Biology, Howard University. <https://www.proquest.com/openview/d57447ad985cb0f8ecefdbfc438f828c/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>, 2022.
- Arsène, M. M. J.; Davares, A. K. L.; Andreevna, Smolyakova L.; Vladimirovich, E. A.; Carime, Bassa Z.; Marouf, Razan & Khelifi, I. The use of probiotics in animal feeding for safe production and as potential alternatives to antibiotics. *Vet. World.* 14 (2):319-328, 2021. DOI: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.319-328>.
- Avilez-Velásquez, K. M. & Briones-García, N. F. *Conocimientos, actitudes y prácticas que tienen los estudiantes de II a VI año de la carrera de medicina, de la UNAN-León, sobre resistencia antibacteriana y uso de antibióticos*. Tesis doctoral para optar al título de Medicina y Cirugía. León, Nicaragua: Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. <http://hdl.handle.net/123456789/7191>, 2019.
- Bajagai, Y. S.; Klieve, A. V.; Dart, P. J. & Bryden, W. L. *Probiotics in animal nutrition: production, impact and regulation*. Rome: FAO. FAO Animal Production and Health. <https://www.researchgate.net/publication/305703031>, 2016.
- Betancourt-López, Liliana. *Alternativas naturales como para aves*. Bogotá: Universidad de La Salle, Ediciones Unisalle, 2020. DOI: <https://doi.org/10.19052/9789585136489>.
- Bhogoju, Sarayu & Nahashon, S. Recent advances in probiotic application in animal health and nutrition. A review. *Agriculture.* 12 (2):304, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12020304>.
- Cabello-Córdova, L. C. . Los productos bióticos, definición y modo de acción. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 30 (supl. 1):55-70, 2022. DOI: <https://doi.org/10.53588/alpa.300506>.
- Caja, G.; González, E.; Florez, C.; Carro, María D. & Albanell, E. Alternativas a los antibióticos de uso alimentario en rumiantes: probióticos, enzimas y ácidos orgánicos *XIX Curso de Especialización FEDNA*. Madrid. p. 183-212. <https://hal.science/hal-01600239/document>, 2003.
- Cangiano, L. R.; Yohe, T. T.; Steele, M. A. & Renaud, D. L. Strategic use of microbial-based probiotics and prebiotics in dairy calf rearing. *Appl. Anim. Sci.* 36 (5):630-651, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15232/aas.2020-02049>.
- Carro, María D.; Lebzien, P. & Rohr, K. Effects of yeast culture on rumen fermentation, digestibility and duodenal flow in dairy cows fed a silage based diet. *Livest. Prod. Sci.* 32 (3):219-229, 1992. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(12\)80003-0](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(12)80003-0).
- Carro, María D.; Ranilla, M. J. & Tejido, M. L. Utilización de aditivos en la alimentación del ganado ovino y caprino. *Pequeños Rumiantes.* 7 (3):26-37. <https://seoc.eu/wp-content/uploads/2016/06/pRv7n3sep06.pdf#page=26>, 2006.
- Carro-Travieso, María D.; Saro, Cristina; Mateos, I.; Díaz, A. & Ranilla, María J. Presente y perspectivas de futuro en la UE del empleo de probióticos en la alimentación de rumiantes. *Ganadería.* 15 (93):40-46. <https://oa.upm.es/35230/>, 2014.
- Castillo-Barón, Lidy V. Probióticos y prebióticos como alimentos funcionales en nutrición animal. *Zoociencia.* 3 (2):15-21. <https://revistas.udca.edu.co/index.php/zoociencia/article/view/514>, 2016.
- CDC. *Antibiotic resistance threats in the United States*. 2019 AR Threats Report. Atlanta, USA: US Department of Health and Human Services. <https://www.cdc.gov/drugresistance/pdf/threats-report/2019-ar-threats-report-508.pdf>, 2019.
- Chen, G.; Fang, Q.; Liao, Z.; Xu, C.; Liang, Z.; Liu, T. *et al.* Detoxification of aflatoxin B1 by a potential probiotic *Bacillus amyloliquefaciens* WF2020. *Front. Microbiol.* 13:891091, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.891091>.
- Corrales-Benedetti, Daniela & Arias-Palacios, Jane-th. Los probióticos y su uso en el tratamiento de enfermedades. *Revista Ciencias Biomédicas.* 9 (1):54-66, 2020. DOI: <https://doi.org/10.32997/rcb-2020-3043>.
- Covarrubias-Esquer, J. *Manual de probióticos*. Madrid: Ergon. https://ergon.es/wp-content/uploads/2020/11/Manual_pronioticos.pdf, 2020.
- Daşkiran, M.; Önel, A. G.; Cengiz, Ö.; Ünsal, H.; Türkyılmaz, S.; Tatlı, O. & Sevim, Ö. Influence of dietary probiotic inclusion on growth performance, blood parameters, and intestinal microflora of male broiler chickens exposed to posthatch holding time. *J. Appl. Poul. Res.*

- 21 (3):612-622, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3382/japr.2011-00512>.
- Deehan, E. C.; Duar, Rebecca M.; Armet, Anissa M.; Perez-Muñoz, Maria E.; Jin, M. & Walter, J. Modulation of the gastrointestinal microbiome with nondigestible fermentable carbohydrates to improve human health. *Microbiol. Spectr.* 5 (5):453-483, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.bad-0019-2017>.
- Dowarah, R.; Verma, A. K. & Agarwal, N. The use of *Lactobacillus* as an alternative of antibiotic growth promoters in pigs: a review. *Anim. Nutr.* 3 (1):1-6, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.11.002>.
- Elbaz, A. M; El-Sheikh, S. E & Abdel-Maksoud, A. Growth performance, nutrient digestibility, antioxidant state, ileal histomorphometry, and cecal ecology of broilers fed on fermented canola meal with and without exogenous enzymes. *Trop. Anim. Health Prod.* 55 (1):46, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03476-9>.
- FAO; OPS; WFP & UNICEF. *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2019*. Santiago de Chile. <https://www.fao.org/3/ca6979es/ca6979es.pdf>, 2019.
- FAO & WHO. *Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live acid bacteria. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation*. Córdoba, Argentina. http://www.who.int/foodsafety/publications/fs_management/en/probiotics.pdf?ua=1, 2001.
- Fernández-Chauca, Tania. *Uso de probiótico y prebiótico en terneros lactantes raza Holstein sobre los parámetros productivos del establo Santa Fe, Lurín-Lima*. Tesis para obtener el título profesional de: Médico Veterinaria. Perú: Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3546>, 2018.
- Fonseca-Hernández, F. S. & Roa-Vega, Maria L. Inclusión de harina de cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*), cajeto (*Trichanthera gigantea*) y probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*), sobre los parámetros productivos y digestibilidad en pollos de engorde. *Sistemas de Producción Agroecológicos*. 13 (1):15-46, 2022. DOI: <https://doi.org/10.22579/22484817.883>.
- Fuentes-Alvarado, Coral. *Análisis de la aplicación de Bacillus subtilis como probiótico en la producción de pollos de engorde*. Trabajo como requisito previo para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Babahoyo, Ecuador: Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/9360>, 2021.
- Fuller, R. *Probiotics. The scientific basis*. London: Springer Dordrecht, Chapman and Hall, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-94-011-2364-8>.
- García-Trallero, Olivia; Herrera-Serrano, L.; Bibián-Ingles, Montse; Roche-Vallés, D. & Sandoval-Rodríguez, Ana M. Efecto de la administración de un probiótico con lactobacilos y bifidobacterias en la diarrea asociada a antibióticos. *Rev. Esp. Quimioter.* 32 (3):268-272. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7127573>, 2019.
- González-Román, Ana C.; Espigares-Rodríguez, Elena & Moreno-Román, Elena. Resistencia a antibióticos y su transmisión a través de alimentos de origen animal. *Hig. sanid. ambient.* 19 (2):1729-1734. https://saludpublica.ugr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc5ceb8b10b7db3_Hig.Sanid_Ambient.19.%282%29.1729-1734.%282019%29.pdf, 2019.
- Guimaraes, J. T.; Silva, E. K.; Ranadheera, C. S.; Moraes, J.; Raices, Renata S. L.; Silva, Marcia C. *et al.* Effect of high-intensity ultrasound on the nutritional profile and volatile compounds of a prebiotic soursop whey beverage. *Ultrason. Sonochem.* 55:157-164, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.02.025>.
- Gutiérrez-Castro, Litzy & Güechá-Castillo, Andrea Y. Uso de probióticos en alimentación animal. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*. 7 (2):43-55, 2016. DOI: <https://doi.org/10.22579/22484817.687>.
- Havenaar, R. & Huis In't Veld, J. H. J. Probiotics: a general view. In: B. J. B. Wood, ed. *The lactic acid bacteria*. Vol. 1. Boston, USA: Springer. p. 151-170, 1992.
- Hernández-González, J. C.; Martínez-Tapia, A.; Lazcano-Hernández, G.; García-Pérez, B. E. & Castrejón-Jiménez, N. S. Bacteriocins from lactic acid bacteria. A powerful alternative as antimicrobials, probiotics, and immunomodulators in veterinary medicine. *Animals (Basel)*. 11 (4):979, 2021. DOI: <http://doi.org/10.3390/ani11040979>.
- Hill, C.; Guarner, F.; Reid, G.; Gibson, Glenn R.; Mearns, D. J.; Pot, B. *et al.* Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 11 (8):506-514, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2014.66>.
- Hirakawa, R.; Nurjanah, Siti; Furukawa, K.; Murai, A.; Kikusato, M.; Nochi, T. & Toyomizu, Masaaki. Heat stress causes immune abnormalities via massive damage to effect proliferation and differentiation of lymphocytes in broiler chickens. *Front. Vet. Sci.* 7:46, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00046>.

- Huang, Jinli; Zhang, J.; Wang, X.; Jin, Z.; Zhang, P.; Su, Hui & Sun, Xin. Efecto de los probióticos en las enfermedades alérgicas del tracto respiratorio y la microbiota intestinal. *Kompass Neumol.* 4 (2):81-91, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1159/000525449>.
- Iñiguez-Heredia, F. A.; Espinoza-Bustamante, X. E. & Galarza-Molina, E. L. Uso de probióticos y ácidos orgánicos como estimulantes del desarrollo de aves de engorde. *Rev. Inv. Cs. Agro. y Vet.* 5 (14):166-172, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.107>.
- Karaliute, Indre; Ramonaitė, Rima; Kupcinskas, J.; Misiūnas, A.; Denkovskienė, Erna; Gleba, Y. *et al.* P105 Treatment of the lower gastrointestinal tract *Klebsiella* infections by recombinant bacteriocin Kvarla. *J. Crohn's Colitis.* 16 (suppl. 1):i200, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1093/ecco-jcc/jjab232.233>.
- Kim, D.; Min, Y.; Yang, J.; Heo, Y.; K., M.; Hur, C.-G. *et al.* Multi-probiotic *Lactobacillus* supplementation improves liver function and reduces cholesterol levels in Jeju native pigs. *Animals (Basel).* 11 (8):2309, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11082309>.
- Lee, W. J.; Yun, B.; Lee, H. K.; Heo, J.; Kim, Y. & Oh, S. Application of multi-strain probiotics using self-cultivation system for livestock health and farming. *Current Top. Lactic Acid Bacteria Probiotics.* 6 (2):39-48, 2020. DOI: <https://doi.org/10.35732/ctlabp.2020.6.2.39>.
- Liu, G.; Yu, L.; Martínez, Y.; Ren, W.; Ni, Hengjia; Abdullah Al-Dhabi, N. *et al.* Dietary *Saccharomyces cerevisiae* cell wall extract supplementation alleviates oxidative stress and modulates serum amino acids profiles in weaned piglets. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2017:3967439, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/3967439>.
- Liu, H.; Zhang, J.; Zhang, S.; Yang, F.; Thacker, P. A.; Zhang, G. *et al.* Oral administration of *Lactobacillus fermentum* I5007 favors intestinal development and alters the intestinal microbiota in formula-fed piglets. *J. Agric. Food Chem.* 62 (4):860-866, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf403288r>.
- Liu, W. C.; Ye, M.; Liao, J. H.; Zhao, Zhi H.; Kim, I. H. & An, L. L. Application of complex probiotics in swine nutrition—a review. *Ann. Anim. Sci.* 18 (2):335-350, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2478/aoas-2018-0005>.
- López, O.; Lamela, L.; Montejo, I. L. & Sánchez, Tania. Influencia de la suplementación con concentrado en la producción de leche de vacas Holstein x Cebú en silvopastoreo. *Pastos y Forrajes.* 38 (1):46-54. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942015000100005&script=sci_arttext&tlng=pt, 2015.
- López, Y.; Arece, J.; Ojeda, F. & Aróstica, N. Efecto de la inclusión del probiótico Sorbifauna en el crecimiento de crías ovinas. *Pastos y Forrajes.* 35 (1):109-118. <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269123857009.pdf>, 2012.
- Ma, T. & Suzuki, Y. Dissect the mode of action of probiotics in affecting host-microbial interactions and immunity in food producing animals. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 205:35-48, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2018.10.004>.
- Magnoli, Alejandra; Ortiz, María E.; Coniglio, María V.; Watson, S.; Poloni, Valeria & Cavaglieri, Lilia. Efecto del probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* variedad boulardii RC009) sobre los parámetros bioquímicos en monogástricos. *Ab Intus.* 5 (9):1-6. http://www.ayv.unrc.edu.ar/ojs/index.php/Ab_Intus/article/view/1, 2022.
- Martiani, Isye; Noviyanti, Noviyanti; Pamungkas, A. G.; Muhammad, F.; Aliyap, I. & Firmansyah, S. Socialization of antibiotic resistance and the correct use of antibiotics in The Village of Sindangpalay. *ICE Journal.* 3 (02):57-61, 2022. DOI: <https://doi.org/10.35899/ijce.v3i02.457>.
- Maya-Ortega, C. A.; Madrid-Garcés, T. A. & Parra-Suescún, J. E. *Bacillus subtilis* mejora el desarrollo de órganos digestivos, la morfología del intestino y el rendimiento productivo en pollos de engorde. *Rev. U.D.C.A. Actual. Divulg. Cient.* 25 (2):e1848, 2022. DOI: <https://doi.org/10.31910/rudca.v25.n2.2022.1848>.
- Mendel, Marta; Karlik, W.; Latek, Urszula; Chłopicka, Magdalena; Nowacka-Kozak, Ewelina; Pietruszka, Katarzyna & Jedziniak, P. Does deoxynivalenol affect amoxicillin and doxycycline absorption in the gastrointestinal tract? *ex vivo* study on swine Jejunum mucosa explants. *Toxins (Basel).* 14 (11), 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins14110743>.
- Molina, Andrea. Probióticos y su mecanismo de acción en alimentación animal. *Agron. Mesoam.* 30 (2):601-611, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/am.v30i2.34432>.
- Murga-Valderrama, N. L.; Frías-Torres, H. & López-Lapa, R. M. Microorganismos asociados a la mejora de digestión y absorción de nutrientes con impacto en el peso y salud de cuyes. En: N. L. Murga-Valderrama, P. A. Rituay-Trujillo, J. A. Campos-Trigoso, R. Meleán-Romero y Y. Montes-de-Oca-Rojas, coords. *Agronegocios y ganadería sostenible*. Chachapoyas, Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, 2020. DOI: <http://doi.org/10.38202/agronegocios8>.
- Ojeda, F.; Cáceres, O.; Montejo, I. L. & Martín, G. J. Estudio de la acción del probiótico Sorbifauna en los indicadores nutricionales de hiellos de naranja conservados con diferentes

- materiales absorbentes. *Pastos y Forrajes*. 31 (3):283-292. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942008000300008&script=sci_art-text, 2008.
- Pérez-de-Algaba-Cuenca, M.; Chauca, J.; González-García, Carolina & Sigüencia, H. *Saccharomyces cerevisiae* como alternativa de reemplazo a los antibióticos promotores de crecimiento en alimentación animal. *Arch. Zootec.* 71 (273):62-69, 2022. DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v71i273.5612>.
- Piad, R. *Evaluación de la actividad probiótica de un hidrolizado enzimático de crema de destilería en pollitas de reemplazo de ponedoras*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Mayabeque, Cuba: Universidad Agraria de La Habana, 2001.
- Pimentel, P. R. S.; Brant, Lara M. dos S.; Lima, Anny G. V. de O.; Cotrim, Daniela C.; Nascimento, T. V. C. & Oliveira, R. L. How can nutritional additives modify ruminant nutrition? *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* 54 (1):175-189, 2022. DOI: <https://doi.org/10.48162/rev.39.076>.
- Reuben, Rine C.; Elghandour, Mona M. M. Y.; Alqaisi, O.; Cone, J. W.; Márquez, Ofelia & Salem, A. Z. M. Influence of microbial probiotics on ruminant health and nutrition: sources, mode of action and implications. *J. Sci. Food Agric.* 102 (4):1319-1340, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.11643>.
- Rodríguez-Fernández, E. R.; Bolívar-Anillo, H.; Hoyos-Turcios, C.; Carrillo-García, Laura; Serrano-Hernández, María & Abdellah, Ezzanad. Resistencia antibiótica: el papel del hombre, los animales y el medio ambiente. *Salud Uninorte*. 36 (1):298-324, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14482/sun.36.1.615>.
- Rondón, Ana J.; Milián, Grethel; Arteaga, Fátima G.; Bocourt, R.; Ranilla, María J.; Riaño, J. *et al.* Identificación y actividad antimicrobiana de cepas de *Lactobacillus* de origen avícola. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 46 (4):403-409. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193027579011.pdf>, 2012.
- Ruiz-Sella, Sandra R. B.; Bueno, Tarcila; Oliveira, A. A. B. de; Karp, Susan G. & Soccol, C. R. *Bacillus subtilis* natto as a potential probiotic in animal nutrition. *Crit. Rev. Biotechnol.* 41 (3):355-369, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/07388551.2020.1858019>.
- Salama, A. A. K.; Caja, G.; Garín, D.; Albanell, Elena; Such, X. & Casals, R. Effects of adding a mixture of malate and yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on milk production of Murciano-Granadina dairy goats. *Anim. Res.* 51 (4):295-303, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1051/animres:2002025>.
- Sánchez, Tania; Lamela, L.; López, O. & Benítez, M. Influencia del probiótico Sorbifauna en la producción y calidad de la leche de vacas mestizas en pastoreo. *Pastos y Forrajes*. 38 (3):183-188. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942015000300005&script=sci_art-text, 2015.
- Saro, Cristina; Mateos, I.; Ranilla, María J. & Carro, María D. *Uso de probióticos para mejorar la salud digestiva de los rumiantes*. Argentina. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/106-Usodeprobioticos.pdf, 2017.
- Shaffi, M. S. & Hameed, M. K. The role of probiotics in animal nutrition and health. *N.a. J. Adv. Res. Rev.* 17 (3):276-280, 2023. DOI: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.17.3.0396>.
- Soares, Gabriela M. A importância dos probióticos para a saúde. *BJCR*. 2 (3, Resumos do III Congresso Nacional de Inovações em Saúde), 2022. DOI: <https://doi.org/10.52600/2763-583X.bjcr.2022.2.Suppl.3.1-5>.
- Solís-Véliz, V. B. & Rivera-Cedeño, M. O. *Inclusión del probiótico hidrolizado Saccharomyces cerevisiae y su efecto sobre los parámetros productivos en cerdas gestantes y lechones en pre-destete*. Informe de investigación previa la obtención del título de Magister en Zootecnia. Mención Producción Animal. Calceta, Ecuador: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. <http://repositorio.espa.edu.ec/handle/42000/1808>, 2022.
- Statovci, D.; Aguilera, M.; MacSharry, J. & Melgar, S. The impact of western diet and nutrients on the microbiota and immune response at mucosal interfaces. *Front. Immunol.* 8:838, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.00838>.
- Suárez, C. & Guevara, C. A. Probiotic use of yeast *Saccharomyces cerevisiae* in animal feed. *Res. J. Zool.* 1 (1):1-6, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4172/RJZ.1000103>.
- Thi-Lan-Anh, H.; Thi-Thanh-Hue, L.; Hai-Linh, B. N.; Tuan-Dung, N. H.; Duong-Minh, D.; Thi-Le-Quyen, T. & Trung, T. T. *In vitro* safety evaluation of *Bacillus subtilis* species complex isolated from Vietnam and their additional beneficial properties. *Vietnam J. Biotechnol.* 20 (4):727-740, 2022. DOI: <https://doi.org/10.15625/1811-4989/16917>.
- Tierra-Carrasco, Vanessa L. *Empleo de probióticos en la nutrición y alimentación de cabras lecheras*. Tesis Ingeniero/a Zootecnista. Riobamba, Ecuador: Facultad de Ciencias Pecuarias y Zootecnia, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/17973>, 2022.

- Toumi, R.; Samer, A.; Soufli, I.; Rafa, H. & Touil-Boukoffa, C. Role of probiotics and their metabolites in inflammatory bowel diseases (IBDs). *Gastroenterol. Insights*. 12 (1):56-66, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/gastroent12010006>.
- Vuuren, A. M. van & Rochet, B. *Role of probiotics in animal nutrition and their link to the demands of European consumers*. Lelystad, Netherlands: ID-Lelystad. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/322447>, 2003.
- Yeoman, C. J. & White, B. A. Gastrointestinal tract microbiota and probiotics in production animals. *Annu. Rev. Anim. Biosci.* 2 (1):469-486, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022513-114149>.
- Yousaf, Shumaila; Nouman, H. M.; Ahmed, I.; Husain, S.; Waseem, M.; Nadeem, S. *et al.* A review of probiotic applications in poultry. Improving immunity and having beneficial effects on production and health. *Postępy Mikrobiologii*. 61 (3):115-123, 2022. DOI: <https://doi.org/10.2478/am-2022.010>.
- Zhang, Z. F. & Kim, I. H. Effects of multistrain probiotics on growth performance, apparent ileal nutrient digestibility, blood characteristics, cecal microbial shedding, and excreta odor contents in broilers. *Poult. Sci.* 93 (2):364-370, 2014. DOI: <http://doi.org/10.3382/ps.2013-03314>.