



FUNCIÓN DE LOS ADITIVOS ZOOTÉCNICOS EN LA PRODUCTIVIDAD Y SALUD DE LOS CONEJOS

ROLE OF ZOOTECHNICAL ADDITIVES ON PRODUCTIVITY AND HEALTH OF RABBITS

Y. MARTÍNEZ*

Faculty of Veterinary Medicine, University of Fondwa, Leogane, Haiti.

*Email: ceoyordan@hotmail.com

En Latinoamérica, los antibióticos subterapéuticos se utilizan comúnmente en la producción de animales monogástricos, aunque su uso en conejos tiene menor relevancia que en aves y cerdos. Es conocido que su utilización genera resistencia bacteriana y tienen efectos nocivos comprobados en la salud humana. Esta revisión aborda la caracterización y uso de nuevos aditivos nutracéuticos, con énfasis en los fitobióticos, probióticos y prebióticos y su efecto en los indicadores biológicos de conejos en diferentes categorías productivas. Estas alternativas naturales tienen efectos antimicrobianos, antiinflamatorios, antioxidantes, inmunomoduladores e hipocolesterolémicos, lo que puede estimular la microbiota nativa, la producción de ácidos grasos de cadena corta y puede provocar eubiosis microbiana y, por ende, mejorar la salud intestinal, digestibilidad, eficiencia productiva y calidad de la carne de conejos. Además, pueden paliar los efectos perjudiciales de algunas enfermedades bacterianas e intoxicaciones comunes. No obstante, la eficacia de estas alternativas naturales dependerá de la cepa probiótica utilizada, de los metabolitos secundarios mayoritarios en los fitobióticos y de la estructura química de los prebióticos, así como del estado de salud, dieta, edad y categoría productiva de los conejos.

Palabras clave: *herbívoro monogástrico, indicador biológico, producto nutracéutico, suplemento*

In Latin America, subtherapeutic antibiotics are commonly used in the production of monogastric animals, although their use in rabbits is less relevant than in poultry and pigs. It is known that their use generates bacterial resistance, and they have proven harmful effects on human health. This review addresses the characterization and use of new nutraceutical additives, emphasizing phytochemicals, probiotics, and prebiotics and their effect on the biological indicators of rabbits in different productive categories. These natural alternatives have antimicrobial, anti-inflammatory, antioxidant, immunomodulatory and hypocholesterolemic effects, which can stimulate the native microbiota, the production of short-chain fatty acids and can provoke microbial eubiosis and, therefore, improve intestinal health, digestibility, productive efficiency and meat quality of rabbits. Also, they can alleviate the harmful effects of some common bacterial diseases and intoxications. However, the effectiveness of these natural alternatives will depend on the probiotic strain used, the main secondary metabolites in phytochemicals and the chemical structure of the prebiotics, as well as the health status, diet, age, and productive category of the rabbits.

Keywords: *biological indicator, monogastric herbivore, nutraceutical product, supplement*

Introducción

Actualmente, existe una demanda creciente de la carne de conejos, debido a la alta concentración de proteínas de alto valor biológico, aminoácidos esenciales y baja concentración de grasa saturada, colesterol, purinas y ácido úrico (Fang *et al.* 2020). Sin embargo, estas producciones se caracterizan por la alta intensidad productiva, lo que provoca cambios en

la microbiota intestinal, disbiosis microbiana, enfermedades digestivas, inmunosupresión y disminución de la eficiencia productiva en los conejos. Debido a estos problemas recurrentes, muchos productores y empresas utilizan los antibióticos promotores de crecimiento en la dieta o en el agua de bebida, ya sea en la etapas críticas o durante la vida productiva de los animales (Dumont *et al.* 2020).

Recibido: 20 de febrero de 2024

Aceptado: 18 de junio de 2024

Conflicto de intereses: El autor declara que no existe conflicto de intereses

Declaración de contribución de autoría CRediT: **Conceptualización, Curación de datos, Investigación, Análisis formal, Redacción - borrador original.**



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Se sabe que la Unión Europea y otros países prohibieron el uso de los antibióticos promotores de crecimiento (Vidovic y Vidovic 2020). No obstante, en Latinoamérica, estos productos sintéticos se utilizan constantemente en la producción animal, a pesar de que su uso indiscriminado promueve la resistencia antimicrobiana de cepas patógenas y provoca cambios en el equilibrio ecológico de la biota intestinal, lo que incide en la aparición de trastornos gastrointestinales (Glajzner *et al.* 2023). Además, pueden dejar trazas de residuos químicos en productos de origen animal, lo que afecta directamente la salud humana (Treiber y Beranek-Knauer 2021). Aunque los antibióticos subterapéuticos han sido investigados y utilizados más en las aves y en los cerdos que en la producción cunícola, algunos estudios han recomendado el uso oral de la bacitracina Zn para controlar la población de *Enterobacteriaceae* y paliar sus implicaciones en la salud animal (Haj-Ayed y Ben Saïd 2008).

Los aditivos nutraceuticos son componentes bioactivos presentes en los productos naturales, con efectos benéficos para la salud de los humanos y los animales (Chandra *et al.* 2022). En este sentido, los nutraceuticos pueden prevenir o tratar una o más enfermedades y mejorar el rendimiento fisiológico del hospedero (Mali *et al.* 2022). Múltiples estudios demuestran que las plantas medicinales, probióticos y prebióticos, como los nutraceuticos más estudiados, son alternativas fiables para reemplazar el uso indiscriminado de los antibióticos promotores de crecimiento en los animales (Haj-Ayed y Ben Saïd 2008). Los trabajos científicos con alternativas a los antibióticos preventivos se centran en evaluar diferentes indicadores biológicos, con énfasis en el crecimiento, reproducción, salud intestinal y posibles efectos antimicrobianos, antiinflamatorios y antioxidantes (Colitti *et al.* 2019). También, los componentes de la dieta tienen influencia directa en el pH cecal y en la integridad y microbiología intestinal, lo que repercute en la expresión genética del hospedero (Sun *et al.* 2016). Actualmente, surgen nuevos aditivos naturales con diversas propiedades biológicas, que comprueban *in vivo* sus efectos benéficos en los conejos. El objetivo de esta revisión fue generar información actualizada de la función de los aditivos zootécnicos (principalmente fitobióticos, probióticos y prebióticos) en los principales indicadores productivos y de salud en diferentes categorías cunícolas.

Nuevos fitobióticos en la producción cunícola

Los fitobióticos están caracterizados por metabolitos secundarios, sintetizados por plantas que cumplen funciones no esenciales. Estos compuestos intervienen en las interacciones ecológicas entre las plantas y su ambiente. También se diferencian de los metabolitos primarios en que cada uno de ellos tiene una distribución restringida en el reino vegetal, a veces a una sola especie o a un grupo de

ellas (El-Sabrou *et al.* 2023). Los metabolitos secundarios más comunes son alcaloides, aminoácidos no proteicos, esteroides, fenoles, flavonoides, glucósidos, cumarinas, quinonas, taninos y terpenoides, que poseen funciones defensivas contra insectos, bacterias, hongos y otros.

Las concentraciones más altas de estos compuestos químicos se encuentran en flores, hojas y semillas (Akinpelu 2021). Algunos fitoquímicos utilizados en pequeñas concentraciones tienen acción bacteriostática o bactericida, o inhiben la adhesión de bacterias patógenas a la mucosa intestinal y urinaria. También tienen efecto antioxidante al reducir las especies de oxígeno reactivas a los radicales libres (ROS) que se producen en el organismo, como parte del metabolismo normal de las células, así como efectos antiinflamatorios e inmunes ante la presencia de microorganismos patógenos o procesos inflamatorios (Chouegouong *et al.* 2021).

Muchos fitobióticos se han empleado para promover los indicadores biológicos en los conejos y reducir el uso de los antibióticos subterapéuticos. Estudios recientes encontraron que la inclusión de 0.6, 0.12 y 0.18 % de aceite esencial de tomillo (*Thymus* spp.) mejoró la productividad, calidad del semen y concentración sérica de testosterona y disminuyó el aspartato transaminasa, alanina transaminasa, urea y creatinina en comparación con una dieta sin aditivos y otra con oxitetraciclina. Los autores justificaron estos resultados a la actividad antiinflamatoria, antioxidante y antimicrobiana de este producto natural (Abdel-Wareth y Metwally 2020).

Ayala *et al.* (2011) informaron que el carvacrol es el metabolito secundario mayoritario en el orégano (*Origanum vulgare*) y que la inclusión de 1 % de este producto medicinal seco a 60 °C mejoró la viabilidad, consumo de alimento, ganancia de peso vivo y la conversión alimentaria. En otro estudio de Ayala *et al.* (2012) se hace referencia a que la inclusión dietética de 1 % de dos especies de salvia (*S. lavandulifolia* y *S. officinalis*), secadas a 60 °C promovieron el peso vivo, ganancia de peso y la viabilidad (con mayor énfasis con *S. lavandulifolia*), debido a la alta concentración de alcanfor y α -tujeno en estas plantas medicinales.

Johnson *et al.* (2022) confirmaron que la inclusión de 1 % de ajo (*Allium sativum*) y jengibre (*Zingiber officinale*) en la dieta mejora la eficiencia productiva y el rendimiento de la canal de los conejos de ceba. También, Liu *et al.* (2019) refirieron que 3 % de artemisa china (*Artemisia argyi*) en la dieta disminuyó el síndrome diarreico en conejos destetados y atribuyeron este hallazgo al incremento del contenido de inmunoglobulina A y a la expresión genética de las proteínas de unión, como zonula ocludina-1 y claudina-1. Sin embargo, Olorunsogbon *et al.* (2022) señalaron que la utilización del extracto acuoso de jengibre (*Zingiber officinale*) y del fruto de almendra (*Terminalia catappa*) en el agua de bebida no cambió los indicadores hematológicos y la bioquímica sanguínea de los conejos destetados.

Otros autores informaron que el extracto acuoso de comino negro (*Nigella sativa*) disminuyó el crecimiento de *Staphylococcus aureus* en las pruebas *in vitro* e *in vivo*. La utilización de 0.125, 0.25 y 0.50 % de este producto natural incrementó las enzimas digestivas y la expresión genética de las proteínas de unión, como la ocludina, claudina-1 (CLDN-1), molécula de adhesión de unión-2 (JAM-2) y la glicoproteína secretora mucina-2 (MUC2), lo que provocó acción promotora del crecimiento natural y disminuyó los efectos adversos de la infección con *Staphylococcus aureus* (Elmowalid *et al.* 2022). También, la inclusión de 0.15 y 0.25 % de canela (*Cinnamomum verum*) y clavo (*Syzygium aromaticum*) incrementó el peso vivo, la ganancia media diaria y la calidad de la carne y la concentración sérica de proteína total, albúmina y globulina en el plasma sanguíneo y redujo concentración de glucosa, colesterol, triglicéridos, aspartato aminotransferasa y alanina aminotransferasa (Abdel-Azeem y El-Kader 2022). Ingweye *et al.* (2020), al utilizar hasta 1 % de polvo de vaina de aïdan (*Tetrapleura tetraptera*) en dietas sin antibióticos promotores de crecimiento informaron mejoras en el crecimiento de los conejos destetados. Sin embargo, una mayor inclusión de este producto natural incrementó el rendimiento de grasa abdominal en estos animales.

Dalle-Zotte *et al.* (2016) mencionaron que plantas medicinales como hinojo (*Foeniculum vulgare*), lupino (*Lupinus albus* L.), fenogreco (*Trigonella foenum-graecum* L.) y Jartum (*Cassia senna* L.), ricas en metabolitos secundarios solubles en lípidos (aceites esenciales) y en el extracto hidroalcohólico, tienen efectos antimicrobianos *in vivo* sobre *Clostridium coccoides* y *Clostridium leptum* en conejos y efectos antiinflamatorios, inmunomoduladores y antioxidantes, lo que beneficia la capacidad antioxidante de la carne y los productos cárnicos. Asimismo, el uso de daidzeína (isoflavonas), extraído del frijol de soya en las dietas (0.17 y 0.34 %) de las reproductoras, mejoró la fertilidad e incrementó el peso de los gazapos al nacimiento y al destete. Los autores citados encontraron una relación directa entre el compuesto bioactivo (isoflavonas) y la respuesta antiinflamatoria, antioxidante e inmunidad en reproductoras y sus descendientes (Xie *et al.* 2022 y Xie *et al.* 2023). Los efectos benéficos de las plantas medicinales, consideradas fitobióticas, dependerán del tipo, concentración e inclusión de los metabolitos secundarios en las dietas, además de la edad, materias primas, fin productivo y estado de salud de los conejos.

Nuevos probióticos en la producción cunícola

Los probióticos son aditivos zootécnicos compuestos por microorganismos vivos, que pueden colonizar y modificar la microflora intestinal o provocar eubiosis microbiana y producir enzimas que ayudan al funcionamiento orgánico de

los animales (Mancini y Paci 2021). Confieren beneficios para la salud y fisiología del huésped (FAO/WHO 2006), aunque dependerá del tipo de cepa microbiana, concentración y nivel de inclusión del probiótico, la edad y el estado de salud del hospedero. Según Florido *et al.* (2017), estos productos naturales protegen del estrés fisiológico, modulan la microbiota intestinal y la barrera epitelial en el intestino y estimulan la capacidad antioxidante y el sistema inmunológico. Sin embargo, existen diversas contradicciones científicas acerca del efecto benéfico de algunas cepas bacterianas, demostradas por estudios con hipótesis inconclusas, efectos diferentes entre especies animales y categorías productivas, baja tolerancia a la peletización del alimento y al cloro en el agua de bebida. Los probióticos más utilizados son *Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus casei*, *Enterococcus faecalis*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus salivarius*, *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* y *Lactobacillus acidophilus* (Krysiak *et al.* 2021).

Otras bacterias benéficas del género *Bacillus*, que son Gram positivas esporuladas de la división *Firmicutes*, que no colonizan el tracto gastrointestinal, se usan con frecuencia como probiótico en la producción animal (Lee *et al.* 2019). Las cepas más utilizadas son, *B. cereus*, *B. subtilis*, *B. coagulans*, *B. polyfermenticus*, *B. licheniformis*, *B. pumilus* y *B. clausii*. Estos probióticos producen enzimas y vitaminas y tienen propiedades antioxidantes y microbianas (Florido *et al.* 2017). Algunas levaduras vivas, como *Saccharomyces boulardii* y *Saccharomyces cerevisiae*, pueden provocar eubiosis microbiana y mejorar la salud intestinal, además de producir vitaminas y enzimas (García-Mazcorro *et al.* 2020).

Suárez-Machín *et al.* (2022) refirieron que una mezcla probiótica (*Bacillus subtilis* B/23-45-10 Nato, *Lactobacillus bulgaricum* B/103-4-1 y *Saccharomyces cerevisiae* L-25-7-12) mejoró la salud intestinal de los conejos, al incrementar el conteo de bacterias benéficas en el tracto gastrointestinal y la producción de ácidos grasos volátiles, lo que provocó disminución significativa del pH en el intestino delgado y ciego y, por ende, mayor eficiencia alimentaria en estos animales. También, Abd El-Hamid *et al.* (2022) señalan que una mezcla de varias cepas bacterianas mejoró la productividad, digestibilidad, expresión genética de las proteínas de unión y la viabilidad de los conejos infectados con *Listeria monocytogenes*. Concluyeron que estas bacterias probióticas tienen efectos coadyuvantes e inmunitarios. El uso oral de *Aspergillus awamori* aminoró el estado de salud de conejos destetados, intoxicados con ocratoxina, además, aumentó la altura y ancho de las vellosidades intestinales y disminuyó el daño hepático, lo que benefició la eficiencia productiva de estos animales (El-Deep *et al.* 2020). La utilización de las bacterias ácido-lácticas y las levaduras vivas también puede disminuir la concentración sérica de lípidos perjudiciales,

así como modificar positivamente el sistema inmune y mejorar la capacidad antioxidante de la carne de conejos (Adli *et al.* 2023).

Abdel-Wareth *et al.* (2021), al utilizar una mezcla de probióticos y fitobióticos hasta 0.3 % en la dieta, encontraron mejoras en la digestibilidad de la proteína bruta, extracto etéreo y fibra bruta. Este tratamiento experimental exacerbó la concentración de testosterona y estrógenos en conejos machos y hembras, respectivamente, lo que provocó mejor eficiencia productiva y mayor rendimiento de la canal en estos animales. Diaz-Fuente *et al.* (2022) informaron que el uso de un bioproducto probiótico basado en microorganismos eficientes, en dosis de 10 y 15 mL por litro de agua de bebida durante 70 d, incrementó el peso vivo y la ganancia de peso en 6.98 y 4.34 % con relación al tratamiento control, respectivamente.

Nwachukwu *et al.* (2021) encontraron mejor productividad de los conejos de ceba cuando usaron una mezcla con probióticos (*Lactobacillus acidophilus*) y prebióticos (mezcla de fructooligosacáridos). Justificaron sus hallazgos en que estos productos naturales incrementaron la digestibilidad de los nutrientes, debido a la mayor altura de las vellosidades, lo que promovió la absorción de nutrientes y la producción de inmunoglobulinas.

En otro estudio se recomendó el uso oral de una mezcla de *Lactobacillus rhamnosus* GG, *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis* BB-12 y *Saccharomyces boulardii* CNCM I-745 para mejorar la productividad y disminuir la concentración de los lípidos perjudiciales. Se refirió, también a mayor concentración de electrolitos e inmunoglobulinas (Kadja *et al.* 2021). Asimismo, la administración oral de *Pediococcus acidilactici* CNCM I-4622 mejoró la ganancia de peso y la eficiencia alimentaria y controló la triada fisiológica (frecuencia respiratoria, temperatura rectal y frecuencia cardíaca) en conejos con estrés térmico, sin afectar el peso relativo de las vísceras digestivas y porciones comestibles (Ayyat *et al.* 2018). A pesar de la disponibilidad de varios estudios en conejos, siguen siendo limitados con respecto a aves y cerdos. Son necesarias más investigaciones para dilucidar los beneficios de los probióticos en estos monogástricos herbívoros en diferentes etapas productivas, edad y estado de salud.

Nuevos prebióticos en la producción cunícola

Los prebióticos son compuestos químicos que estimulan selectivamente el crecimiento de algunas bacterias benéficas en el intestino grueso, principalmente *Bifidobacterias* y *Lactobacilos*. Estas bacterias utilizan los prebióticos que llegan principalmente al colon para producir ácidos grasos volátiles y liberar minerales, absorbidos y

aprovechados por el hospedero (Wlazlo *et al.* 2021). Los prebióticos más comercializados son ricos en fructo-oligosacárido, α galacto-oligosacárido, transgalacto-oligosacárido, β -glucanos, manano-oligosacárido y xilo-oligosacárido. Así, los cambios en el ambiente intestinal, producidos por la inclusión de prebióticos en la dieta, pueden prevenir o reducir la incidencia de colibacilosis y otras enfermedades (Zhu *et al.* 2021). Otras investigaciones han demostrado que los prebióticos tienen marcada incidencia en la actividad metabólica de la microbiota intestinal (Pogány-Simonová *et al.* 2020). Estos productos naturales estimulan el sistema inmune, regulan los niveles de glucosa y el metabolismo lipídico e incrementan la biodisponibilidad de minerales y disminuyen las respuestas inflamatorias intestinales (El-Ashram *et al.* 2019). Asimismo, los prebióticos modifican la capacidad antioxidante y la exclusión competitiva intestinal, lo que reduce el pH intestinal y la población de las bacterias patógenas y benefician directamente a los animales (Bosscher *et al.* 2006).

Ayyat *et al.* (2018) informaron que el empleo de un prebiótico comercial en la dieta promovió la eficiencia productiva e incrementó la concentración sérica de hemoglobina, proteína total y globulina. Este producto natural redujo la frecuencia respiratoria y cardíaca y la temperatura corporal de conejos bajo estrés térmico. Asimismo, la inclusión dietética de 0.1 % de manano-oligosacáridos y oligosacáridos de arabinosilanos mejoró la ganancia diaria de peso, la concentración de ácidos grasos volátiles cecales y la altura de las vellosidades ileales y disminuyó la población de los coliformes cecales en conejos machos (Bosscher *et al.* 2006). También, la inclusión dietética de 0.5 % de la harina semilla de *Trigonella foenum-graecum* rica en fibra dietética y galactomanano disminuyó el pH intestinal y la concentración de $N-NH_3$, e incrementó la producción total de ácidos grasos volátiles cecales (Zemzmi *et al.* 2020). El uso oral de fructooligosacáridos mejoró la ganancia de peso y el índice de conversión alimentaria, sin afectar la digestibilidad de nutrientes y los lípidos perjudiciales séricos en conejos de engorde (Abo El-Maaty *et al.* 2019).

Los agaves son plantas con alto contenido de fructanos sintetizados y almacenados en los tallos y constituidos por polímeros de fructosa, derivados de la molécula de sacarosa y con glucosa como monómero terminal (Peralta-García *et al.* 2020). Varias investigaciones (Iser *et al.* 2016 y Iser *et al.* 2019) demostraron que la inclusión dietética hasta 1.5 % del polvo de tallo de *Agave tequilana* mejoró la productividad, las características de la calidad de la carne, con efecto hipolipidémico, aunque sin cambios en el hemograma de los conejos. También la inclusión de este

producto natural (*Agave tequilana*) incrementó el grosor de las capas muscular y mucosa, y la altura, ancho y número de vellosidades en el duodeno, lo que provocó un efecto promotor del crecimiento natural no antibiótico (Martínez *et al.* 2021). El empleo de 1.5 % del polvo de tallo de *Agave fourcroydes* promovió el peso vivo, disminuyó la conversión alimentaria y redujo la concentración sérica de glucosa, colesterol, triglicéridos e índice aterogénico, aunque sin cambios para el nitrógeno ureico, creatinina y lipoproteína de muy baja densidad y para el peso relativo de los órganos digestivos y vísceras de conejos de ceba (Martínez *et al.* 2022).

Las levaduras muertas y sus compuestos químicos, principalmente β -glucanos, manoproteínas y quitina, también se han utilizado como prebióticos en las dietas de los animales (Klassen *et al.* 2023). La inclusión 0.12 g levadura/kg de ración mejoró la ganancia de peso, eficiencia productiva, viabilidad, rendimiento del lomo y la histomorfometría intestinal. Este producto natural redujo los lípidos perjudiciales (triglicéridos y colesterol) e incrementó las proteínas producidas por el hígado en conejos destetados (Abd El-Aziz *et al.* 2021). Los β -glucanos, derivados de levaduras con función prebiótica, demostraron efectos coadyuvantes, debido a la actividad antioxidante, inmunomoduladora y antiinflamatoria en conejos intoxicados con *Pythium insidiosum* (Santurio *et al.* 2020).

Un estudio, donde se formularon dietas para conejos con pared celular de levaduras, enzimas y mezcla de ambos, dejó ver que todos los tratamientos mejoraron el comportamiento productivo, la salud intestinal y la digestibilidad de los nutrientes, sin provocar cambios en la calidad de la carne (Khan *et al.* 2021). Las nuevas tecnologías han recomendado la encapsulación de prebióticos para lograr mayor resistencia ante la digestión gástrica e intestinal. Un experimento confirmó que prebióticos y fitobióticos, encapsulados en las dietas de los conejos, estimularon la población de bacterias ácidos-lácticas y levaduras y disminuyeron las bacterias patógenas cecales y los patrones

proinflamatorios y de estrés oxidativo y provocaron mayor actividad fagocítica y lisosomal (Hashem *et al.* 2020).

Actualmente, los bioproductos fúngicos se han recomendado para sustituir a los antibióticos preventivos en la dieta de los animales (Morris *et al.* 2018). Lebeque-Pérez *et al.* (2022) identificaron alta concentración de β -glucanos, manano-oligosacárido, proteína bruta, ácidos nucleicos y carbohidratos totales en dos biopreparados, basados en *Kluyveromyces marxianus* y *Pleurotus ostreatus*. Estudios *in vivo* confirmaron que la inclusión de 0.5 % de ambos productos naturales promovieron la eficiencia alimentaria y la viabilidad de los conejos, sin provocar pirogenicidad, debido a la ausencia de endotoxinas en el biopreparado.

Al considerar que las dietas de los conejos, por sus particularidades fisiológicas, requieren altos contenidos de fibra, y que muchos alimentos fibrosos poseen altas concentraciones de compuestos químicos con efecto prebiótico, la utilización de estos aditivos, al parecer, podría ser una alternativa viable para eliminar los antibióticos promotores de crecimiento. Sin embargo, dependerá de la estructura química y la distribución de los prebióticos, así como de la edad, estado de salud, dieta y manejo zootécnico.

La tabla 1 resume los principales efectos de los fitobióticos, probióticos y prebióticos en la producción cunícola.

Conclusiones

Los nuevos fitobióticos, prebióticos y probióticos representan alternativas eficaces al uso común de los antibióticos subterapéuticos en la producción cunícola. Estos aditivos nutracéuticos pueden modular la microflora, permeabilidad y la histomorfometría intestinal, así como la capacidad antioxidante, actividad inmune y la concentración de lípidos perjudiciales, lo que tiene un efecto positivo en la ganancia de peso, conversión alimentaria, digestibilidad de los nutrientes, salud intestinal y calidad de la carne. También pueden paliar problemas asociados al síndrome diarreico, infecciones bacterianas e intoxicaciones con micotoxinas en los conejos.

Tabla 1. Efecto de los aditivos zootécnicos en la producción cunícola

Aditivos	Categoría productiva	Efectos	Referencias
Fitobióticos (alcaloides, fenoles, taninos, flavonoides, cumarinas y terpenoides)	Gazapos, crecimiento-engorde y sementales	Antimicrobianos, antioxidantes, antiinflamatorios, hipolipemiente, hepatoprotector e inmunomodulador	Elmowalid <i>et al.</i> (2022) Johnson <i>et al.</i> (2022) Xie <i>et al.</i> (2023)
Probióticos (<i>Lactobacillus spp.</i> , <i>Aspergillus awamori</i> , <i>Bifidobacterium animalis y Saccharomyces boulardi</i>)	Destete, crecimiento-engorde	Antimicrobianos, antioxidantes, antiinflamatorios Inmunomodulador, antidiarreicos,	Abdel-Wareth <i>et al.</i> (2021) Nwachukwu <i>et al.</i> (2021) Kadja <i>et al.</i> (2021)
Prebióticos (Manano-oligosacáridos, arabinosilanos, galactomanano, fructooligosacáridos, β -glucanos)	Destete, crecimiento-engorde	Producción de ácidos grasos volátiles, antiinflamatorios, inmunomodulador e hipolipemiente	Abd El-Aziz <i>et al.</i> (2021) Khan <i>et al.</i> (2021) Martínez <i>et al.</i> (2022)

Referencias

- Abd El-Aziz, A.H., Mahrose, K.M., El-Kasrawy, N.I. & Alsenosy, A.E.W.A. 2021. Yeast as growth promoter in two breeds of growing rabbits with special reference to its economic implications. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 93: e20190274, ISSN: 1678-2690. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120190274>.
- Abd El-Hamid, M.I., Ibrahim, D., Hamed, R.I., Nossieur, H.H., Elbanna, M.H., Baz, H. & Awad, N.F. 2022. Modulatory impacts of multi-strain probiotics on rabbits' growth, nutrient transporters, tight junctions and immune system to fight against *Listeria monocytogenes* infection. *Animals*, 12(16): 2082, ISSN: 2076-2615. <https://doi.org/10.3390/ani12162082>.
- Abdel-Azeem, A.A.S. & El-Kader, I.A.A. 2022. Growth performance, carcass attributes, blood hematology and biochemical constituents of growing rabbits supplemented with cinnamon and clove powder. *Animal Science Papers & Reports*, 40(3), ISSN: 2300-8342. <https://www.igbzpan.pl/uploaded/FSiBundleContentBlockBundleModelTranslatableFilesElement/filePath/2207/str351-370.pdf>.
- Abdel-Wareth, A.A., Elkhateeb, F.S., Ismail, Z.S., Ghazalah, A.A. & Lohakare, J. 2021. Combined effects of fenugreek seeds and probiotics on growth performance, nutrient digestibility, carcass criteria, and serum hormones in growing rabbits. *Livestock Science*, 251: 104616, ISSN: 1878-0490. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104616>.
- Abdel-Wareth, A.A. & Metwally, A.E. 2020. Productive and physiological response of male rabbits to dietary supplementation with thyme essential oil. *Animals*, 10(10): 1844, ISSN: 2076-2615. <https://doi.org/10.3390/ani10101844>.
- Abo El-Maaty, H., Aziz, H.A., Dorra, T.M., El Moghazy, G.M. & Eid, R.H. 2019. Replacement of dietary yellow corn by wheat bran with or without multi-enzymes or prebiotic supplementation on nutrient digestibility and blood parameters in growing rabbits. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 22(2): 359-373, ISSN: 1110-6360. <https://doi.org/10.21608/ejnf.2019.79430>.
- Adli, D.N., Sjoftan, O., Sholikin, M.M., Hidayat, C., Utama, D.T., Jayanegara, A. & Puspita, P.S. 2023. The effects of lactic acid bacteria and yeast as probiotics on the performance, blood parameters, nutrient digestibility, and carcass quality of rabbits: a meta-analysis. *Italian Journal of Animal Science*, 22(1): 157-168, ISSN: 1828-051X. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2023.2172467>.
- Akinpelu, D.A. 2021. Antimicrobial activity of *Anacardium occidentale* bark. *Fitoterapia*, 72: 286-287, ISSN: 1873-6971. [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(00\)00310-5](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(00)00310-5).
- Ayala, L., Nicola, S., Zoccarato, I., Caro, Y. & Gómez, S. 2012. *Salvia* spp. como aditivo promotor de crecimiento en dietas de conejos destetados. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, 30: 61-63, ISSN: 1012-7054. <http://app.vpa.unellez.edu.ve/revistas/index.php/rucyt/article/view/270/294>.
- Ayala, L., Silvana, N., Zocarrato, I. & Gómez, S. 2011. Utilización del orégano vulgar (*Origanum vulgare*) como fitobiótico en conejos de ceba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(2): 159-161, ISSN: 2079-3480. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193022245011.pdf>.
- Ayyat, M.S., Al-Sagheer, A.A., Abd El-Latif, K.M. & Khalil, B.A. 2018. Organic selenium, probiotics, and prebiotics effects on growth, blood biochemistry, and carcass traits of growing rabbits during summer and winter seasons. *Biological Trace Element Research*, 186: 162-173, ISSN: 1559-0720. <https://doi.org/10.1007/s12011-018-1293-2>.
- Bosscher, D., Van Loo, J. & Franck, A. 2006. Inulin and oligofructose as prebiotics in the prevention of intestinal infections and diseases. *Nutrition Research Reviews*, 19(2): 216-226, ISSN: 1475-2700. <https://doi.org/10.1017/S0954422407249686>.
- Chandra, S., Saklani, S., Kumar, P., Kim, B. & Coutinho, H.D. 2022. Nutraceuticals: Pharmacologically active potent dietary supplements. *BioMed Research International*, 2022(1): 2051017, ISSN: 2314-6141. <https://doi.org/10.1155/2022/2051017>.
- Chouegouong, M.T., Majoumouo, M.S., Menkem, E.Z.O., Yimgang, L.V., Toghueo, R.M.K., Etchu, K.A. & Boyom, F.F. 2021. Ethnopharmacological survey and antibacterial activity of medicinal plant extracts used against bacterial enteritis in rabbits. *Advances in Traditional Medicine*, 1-11, ISSN: 2662-4060. <https://doi.org/10.1007/s13596-021-00615-1>.
- Colitti, M., Stefanon, B., Gabai, G., Gelain, M.E. & Bonsembiante, F. 2019. Oxidative stress and nutraceuticals in the modulation of the immune function: current knowledge in animals of veterinary interest. *Antioxidants*, 8(1): 28, ISSN: 2076-3921. <https://doi.org/10.3390/antiox8010028>.
- Dalle-Zotte, A., Celia, C. & Szendrő, Z. 2016. Herbs and spices inclusion as feedstuff or additive in growing rabbit diets and as additive in rabbit meat: A review. *Livestock Science*, 189: 82-90, ISSN: 1878-0490. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.04.024>.
- Díaz-Fuentes, K., Jerez-Collazo, L.R., López-Valoy, B. & Benítez-González, H.R. 2022. Efectos de un bioproducto con microorganismos eficientes como aditivo alimentario en conejos en ceba. *Revista CIGET*, 1(2): 28-38, ISSN: 1027-2127. <https://www.redalyc.org/journal/1813/181373019011/html/>.

- Dumont, B., Puillet, L., Martin, G., Saviotto, D., Aubin, J., Ingrand, S. & Thomas, M. 2020. Incorporating diversity into animal production systems can increase their performance and strengthen their resilience. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4: 109, ISSN: 2571-581X. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00109>.
- El-Ashram, S.A., Aboelhadid, S.M., Abdel-Kafy, E.S.M., Hashem, S.A., Mahrous, L.N., Farghly, E.M. & Kamel, A.A. 2019. Prophylactic and therapeutic efficacy of prebiotic supplementation against intestinal coccidiosis in rabbits. *Animals*, 9(11): 965, ISSN: 2076-2615. <https://doi.org/10.3390/ani9110965>.
- El-Deep, M.H., Amber, K.A., Elgendy, S., Dawood, M.A., Elwakeel, E.M. & Paray, B.A. 2020. Oxidative stress, hemato-immunological, and intestinal morphometry changes induced by ochratoxin A in APRI rabbits and the protective role of probiotics. *Environmental Science and Pollution Research*, 27: 35439-35448, ISSN: 0944-1344. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09837-3>.
- Elmowalid, G.A.E., Ahmad, A.A.M., El-Hamid, M.I.A., Ibrahim, D., Wahdan, A., El Oksh, A.S. & Elnahriry, S.S. 2022. *Nigella sativa* extract potentially inhibited methicillin resistant *Staphylococcus aureus* induced infection in rabbits: potential immunomodulatory and growth promoting properties. *Animals*, 12(19): 2635, ISSN: 2076-2615. <https://doi.org/10.3390/ani12192635>.
- El-Sabrou, K., Khalifah, A. & Ciani, F. 2023. Current applications and trends in rabbit nutraceuticals. *Agriculture*, 13(7): 1424, ISSN: 2077-0472. <https://doi.org/10.3390/agriculture13071424>.
- Fang, S., Chen, X., Ye, X., Zhou, L., Xue, S. & Gan, Q. 2020. Effects of gut microbiome and short-chain fatty acids (SCFAs) on finishing weight of meat rabbits. *Frontiers in Microbiology*, 11: 1835, ISSN: 1664-302X. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01835>.
- FAO/WHO. 2006. Probiotics in food: Health and nutritional properties and guidelines for evaluation. Roma, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization, Rome, Italy.
- Florido, G.M., Laurencio, M., Rondón, A.J., Pérez, M., Arteaga, F., Bocourt, R. & Beruvides, A. 2017. Methodology for the isolation, identification and selection of *Bacillus* spp. strains for the preparation of animal additives. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 51(2): 197-207, ISSN: 2079-3480. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193057228005.pdf>.
- García-Mazcorro, J.F., Ishaq, S.L., Rodríguez-Herrera, M.V., García-Hernández, C.A., Kawas, J.R. & Nagaraja, T.G. 2020. Are there indigenous *Saccharomyces* in the digestive tract of livestock animal species? Implications for health, nutrition and productivity traits. *Animal*, 14(1): 22-30, ISSN: 1751-732X. <https://doi.org/10.1017/S1751731119001599>.
- Glajzner, P., Szewczyk, E.M., & Szemraj, M. 2023. Pathogenic potential and antimicrobial resistance of *Staphylococcus pseudintermedius* isolated from human and animals. *Folia microbiologica*, 68(2): 231-243, ISSN: 1874-9356. <https://doi.org/10.1007/s12223-022-01007-x>.
- Haj-Ayed, M. & Ben-Saïd, B. 2008. Effect of Tiamulin or Rescue-kit (R) on diet utilisation, growth and carcass yield of growing rabbits. *World Rabbit Science*, 16(3): 183-188, ISSN: 1989-8886. <https://doi.org/10.4995/wrs.2008.627>.
- Hashem, N.M., El-Desoky, N., Hosny, N.S. & Shehata, M.G. 2020. Gastrointestinal microflora homeostasis, immunity and growth performance of rabbits supplemented with innovative non-encapsulated or encapsulated synbiotic. *Proceedings*, 73: 5, ISSN: 2504-3900. <https://doi.org/10.3390/IECA2020-08894>.
- Ingweye, J.N., Anaele, O. & Ologbose, F.I. 2020. Response of rabbit bucks to diets containing Aidan (*Tetrapleura tetraptera*) as feed additive. *Animal Research International*, 17(2): 3691-3705, ISSN: 1597-3115. <https://www.ajol.info/index.php/ari/article/view/199329>.
- Iser, M., Martínez, Y., Valdivié, M., Chipres, D.S. & Cortés, M.R. 2016. Comportamiento productivo y características de la canal de conejos alimentados con harina de *Agave tequilana*. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(10): 1-12, ISSN: 1695-7504. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63647454008.pdf>.
- Iser, M., Valdivié, M., Sánchez, D., Rosales, M., Más, D. & Martínez, Y. 2019. Effect of diet supplementation with meal of *Agave tequilana* stems on hematological indicators and blood biochemistry of fattening rabbits. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53(4): 403-412, ISSN: 2079-3480. <https://ejscience.com/index.php/CJAS/article/view/920>.
- Johnson, N.C., Ogbamgba, V.M. & Mbachiantim, J.T. 2022. Growth Responses of Weaner Rabbits to Dietary Ginger (*Zinger officinale*) and Garlic (*Allium sativum*). *European Journal of Science, Innovation and Technology*, 2(1): 13-16, ISSN: 2786-4936. <https://ejst-journal.com/index.php/ejst/article/view/59>.
- Kadja, L., Dib, A.L., Lakhara, N., Bouaziz, A., Espigares, E. & Gagaoua, M. 2021. Influence of three probiotics strains, *Lactobacillus rhamnosus* GG, *Bifidobacterium animalis* subsp. lactis BB-12 and *Saccharomyces boulardii* CNCM I-745 on the biochemical and Haematological profiles and body weight of healthy rabbits. *Biology*, 10(11): 1194, ISSN: 2079-7737. <https://doi.org/10.3390/biology10111194>.
- Khan, K., Aziz, K., Khan, N.A., Khan, S. & Ayasan, T. 2021. Effect of enzyme and yeast-based feed additives on growth, nutrient digestibility, meat quality and intestinal morphology of fattening rabbits. *Journal of the Hellenic*

- Veterinary Medical Society*, 72(4): 3511-3518, ISSN: 2585-3724. <https://doi.org/10.12681/jhvms.29404>.
- Klassen, L., Reintjes, G., Li, M., Jin, L., Amundsen, C., Xing, X. & Abbott, D.W. 2023. Fluorescence activated cell sorting and fermentation analysis to study rumen microbiome responses to administered live microbials and yeast cell wall derived prebiotics. *Frontiers in Microbiology*, 13: 1020250, ISSN: 1664-302X. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1020250>.
- Krysiak, K., Konkol, D. & Korczyński, M. 2021. Overview of the use of probiotics in poultry production. *Animals*, 11(6), ISSN: 2076-2615. <https://doi.org/10.3390/ani11061620>.
- Lebeque-Pérez, Y., Fong-Lores, O., Rodríguez-Leblanch, E., Llauradó-Maury, G. & Serrat-Díaz, M.J. 2022. Evaluación *in vivo* de la pirogenicidad de bioproductos fúngicos con potencial prebiótico. *Revista Información Científica*, 101(3), ISSN: 1028-9933. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-99332022000300008&script=sci_art-text.
- Lee, N.K., Kim, W.S. & Paik, H.D. 2019. Bacillus strains as human probiotics: characterization, safety, microbiome, and probiotic carrier. *Food Science and Biotechnology*, 28: 1297-1305, ISSN: 2092-6456. <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00691-9>.
- Liu, L., Zuo, W. & Li, F. 2019. Dietary addition of *Artemisia argyi* reduces diarrhea and modulates the gut immune function without affecting growth performances of rabbits after weaning. *Journal of Animal Science*, 97(4): 1693-1700, ISSN: 1525-3163. <https://doi.org/10.1093/jas/skz047>.
- Mali, S., Rathod, S., Kale, N. & Shinde, N. 2022. Overview of nutraceuticals. *Asian Journal of Pharmaceutical Research*, 12(1): 61-70, ISSN: 2231-5691. <https://doi.org/10.52711/2231-5691.2022.00010>.
- Mancini, S. & Paci, G. 2021. Probiotics in rabbit farming: Growth performance, health status, and meat quality. *Animals*, 11(12): 3388, ISSN: 2076-2615. <https://doi.org/10.3390/ani11123388>.
- Martínez, Y., Iser, M., Valdivié, M., Galindo, J. & Sánchez, D. 2021. Supplementation with *Agave fourcroydes* powder on growth performance, carcass traits, organ weights, gut morphometry, and blood biochemistry in broiler rabbits. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(3): 756-772, ISSN: 2448-6698. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i3.5892>.
- Martínez, Y., Iser, M., Valdivié, M., Rosales, M., Albarrán, E., & Sánchez, D. 2022. Dietary supplementation with *Agave tequilana* (weber var. Blue) stem powder improves the performance and intestinal integrity of broiler rabbits. *Animals*, 12(9): 1117, ISSN: 2076-2615. <https://doi.org/10.3390/ani12091117>.
- Morris-Quevedo, H. J., Llauradó-Maury, G., Bermúdez-Savón, R. C., Cos, P., Lebeque-Pérez, Y., Beltrán-Delgado, Y. & Gaime-Perraud, I. 2018. Evaluation of the immunomodulatory activity of bioproducts obtained from the edible-medicinal mushroom *Pleurotus ostreatus*. *Biotechnología Aplicada*, 35(3): 3511-3514, ISSN: 1027-2852. <https://www.medigraphic.com/pdfs/biotecapl/ba-2018/ba183e.pdf>.
- Nwachukwu, C.U., Aliyu, K.I. & Ewuola, E.O. 2021. Growth indices, intestinal histomorphology, and blood profile of rabbits fed probiotics-and prebiotics-supplemented diets. *Translational Animal Science*, 5(3): txab096, ISSN: 2573-2102. <https://doi.org/10.1093/tas/txab096>.
- Olorunsogbon, B.F., Sangosina, M.I. & Olorunsogbon, A.M. 2022. Effect of orally administered aqueous extract of ginger and almond fruit extract on haematological and biochemical indices of weaned rabbits. *Nigerian Journal of Animal Production*, 49(2): 123-129, ISSN: 1596-5570. <https://doi.org/10.51791/njap.v49i2.3469>.
- Oso, A.O., Idowu, O.M.O., Haastrup, A.S., Ajibade, A.J., Olowonefa, K.O., Aluko, A.O. & Bamgbose, A.M. 2013. Growth performance, apparent nutrient digestibility, caecal fermentation, ileal morphology and caecal microflora of growing rabbits fed diets containing probiotics and prebiotics. *Livestock Science*, 157(1): 184-190, ISSN: 1878-0490. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.06.017>.
- Peralta-García, I., González-Muñoz, F., Elena, R.A.M., Sánchez-Flores, A. & López Munguía, A. 2020. Evolution of fructans in aguamiel (*Agave sap*) during the plant production lifetime. *Frontiers in Nutrition*, 7: 566950, ISSN: 2296-861X. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.566950>.
- Pogány-Simonová, M., Chrastinová, E. & Lauková, A. 2020. Autochthonous strain *Enterococcus faecium* EF2019 (CCM7420), its bacteriocin and their beneficial effects in broiler rabbits—A review. *Animals*, 10(7): 1188, ISSN: 2076-2615. <https://doi.org/10.3390/ani10071188>.
- Santurio, J.M., Alves, S.H., Pereira, D.I.B., Vetvicka, V. & Oliveira, C. 2020. Effect of yeast purified β -glucan in experimental treatment of pythiosis in rabbits. *International Clinical Pathology Journal*, 8: 14-20, ISSN: 2471-0016. <https://doi.org/10.15406/icpjl.2020.08.00199>.
- Suárez-Machín, C., Mora-Castellanos, L.M., Savón-Valdés, L.L., Carrera-Bocourt, E. & Díaz-de Villegas, M.E. 2022. Caracterización físico-química y microbiológica del Lebame para su uso como probiótico en la alimentación de conejos, en crecimiento-ceba. *Revista ICIDCA*, 56:1, ISSN: 2410-8529. <https://www.revista.icidca.azcuba.cu/wp-content/uploads/2024/02/articulo-3-1.pdf>.

- Sun, H., Ni, X., Song, X., Wen, B., Zhou, Y., Zou, F. & Wang, P. 2016. Fermented Yupingfeng polysaccharides enhance immunity by improving the foregut microflora and intestinal barrier in weaning rex rabbits. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100: 8105-8120, ISSN: 1432-0614. <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7619-0>.
- Treiber, F.M. & Beranek-Knauer, H. 2021. Antimicrobial residues in food from animal origin—A review of the literature focusing on products collected in stores and markets worldwide. *Antibiotics*, 10(5): 534, ISSN: 2079-6382. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10050534>.
- Vidovic, N. & Vidovic, S. 2020. Antimicrobial resistance and food animals: Influence of livestock environment on the emergence and dissemination of antimicrobial resistance. *Antibiotics*, 9(2): 52, ISSN: 2079-6382. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9020052>.
- Wlazło, Ł., Kowalska, D., Bielański, P., Chmielowiec-Korzeniowska, A., Ossowski, M., Łukaszewicz, M. & Nowakowicz-Dębek, B. 2021. Effect of fermented rapeseed meal on the gastrointestinal microbiota and immune status of rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Animals*, 11(3): 716, ISSN: 2076-2615. <https://doi.org/10.3390/ani11030716>.
- Xie, H., Yu, E., Wen, H., Jiang, B., Fu, G., Sun, H. & He, J. 2022. Effects of dietary daidzein supplementation on reproductive performance, immunity, and antioxidative capacity of New Zealand White does. *Animal Feed Science and Technology*, 292: 115431, ISSN: 1873-2216. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2022.115431>.
- Xie, H., Yu, E., Wen, H., Jiang, B., Fu, G., Sun, H. & He, J. 2023. Maternal Daidzein Supplementation during Lactation Promotes Growth Performance, Immunity, and Intestinal Health in Neonatal Rabbits. *Agriculture*, 13(9): 1654, ISSN: 2077-0472. <https://doi.org/10.3390/agriculture13091654>.
- Zemzmi, J., Ródenas, L., Blas, E., Abdouli, H., Najjar, T., & Pascual, J.J. 2020. Preliminary evaluation of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) seed gum as a potential prebiotic for growing rabbits in Tunisia: effects on *in vivo* faecal digestibility and *in vitro* fermentation. *World Rabbit Science*, 28(3): 113-122, ISSN: 1989-8886. <https://doi.org/10.4995/wrs.2020.12994>.
- Zhu, Y.T., Yue, S.M., Li, R.T., Qiu, S.X., Xu, Z.Y., Wu, Y. & Li, Y. 2021. Prebiotics inulin metabolism by lactic acid bacteria from young rabbits. *Frontiers in Veterinary Science*, 8: 719927, ISSN: 2297-1769. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.719927>.