

Aditivos y nutraceuticos en nutrición y sanidad de rumiantes

Additives and nutraceuticals in nutrition and sanitation of ruminants

María Esther Ortega-Cerrilla*, Ricardo Martínez-Martínez**✉, Ricardo Vicente-Pérez**, Enrique Octavio García-Flores**, Armando Gómez-Vázquez***, Perpetuo Álvarez-Vázquez****

Ortega-Cerrilla, M. E., Martínez-Martínez, R., Vicente-Pérez, R., García-Flores, E. O., Gómez-Vázquez, A., & Álvarez-Vázquez, P. (2021). Aditivos y nutraceuticos en nutrición y sanidad de rumiantes. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 29(82), 86 -95.

RESUMEN

El objetivo de esta revisión es conocer qué son y cómo se han usado los denominados nutraceuticos y aditivos en las dietas de los rumiantes (bovinos, ovinos y caprinos) para mejorar la alimentación, prevenir o reducir y tratar algunas enfermedades de estos animales. En este documento se describen diferentes compuestos considerados como nutraceuticos

(taninos condensados, saponinas, alcaloides, etc.), antioxidantes, probióticos, prebióticos, algunos minerales y aceites esenciales. También se describen resultados importantes de investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional sobre beneficios que se tiene al hacer uso de nutraceuticos y aditivos alimenticios en las dietas de los rumiantes y como estos ayudan a prevenir o reducir la incidencia de algunas enfermedades, como las causadas por endoparásitos y ectoparásitos; además de cómo se pueden incluir en las dietas para sustituir otros productos utilizados como aditivos en la producción animal.

Palabras clave: salud animal; nutraceuticos; nutrición; reproducción; aditivo alimenticio.

Keywords: animal health; nutraceuticals; nutrition; reproduction; food additive.

ABSTRACT

The objective of this review is to know what are the so-called nutraceuticals and additives in the diets of ruminants (cattle, sheep, and goats) to improve feeding, prevent or reduce and treat some diseases of these animals. In this document different compounds considered as nutraceuticals are described (such as condensed tannins, saponins, alkaloids), antioxidants, probiotics, prebiotics, some essential minerals, and oils. National and international research on some benefits of the use of nutraceuticals and food additives in ruminant diets are reviewed, and how they help to prevent or reduce the incidence of some diseases, like those caused by endoparasites and ectoparasites; in addition to how they can be included in diets to replace other products used as additives in animal production.

Recibido: 19 de junio de 2019, aceptado: 21 de diciembre de 2020

* Colegio de Postgraduados. Carretera México-Tezcoco km. 36.5, Montecillo, C. P. 56230, Estado de México, México. Correo electrónico: meoc@colpos.mx ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9971-5169>

** Departamento de Producción Agrícola, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Ave. Independencia Nacional No. 151, C. P. 48900, Autlán, Jalisco, México. Correo electrónico: marmaric@hotmail.com; vicente_ver@hotmail.com; enriqueg@cucsudg.mx ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6648-0607>; <http://orcid.org/0000-0002-4559-3116>; <http://orcid.org/0000-0002-3273-7678>

*** División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Km 25, Carretera Villahermosa-Teapa, Teapa, C. P. 86280, Tabasco, México. Correo electrónico: dragv2@hotmail.com ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2459-585X>

**** Departamento de Recursos Naturales Renovables, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, C. P. 25315, Saltillo, Coahuila, México. Correo electrónico: alvarez.perpetuo@colpos.mx ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2666-3999>

✉ Autor para correspondencia

INTRODUCCIÓN

Durante años el uso irracional de productos químicos, aditivos y productos veterinarios (antibióticos, anestésicos, antiinflamatorios, antiparasitarios, etc.) en los diferentes sistemas de producción animal ha causado problemas ambientales y de salud para los seres humanos; ya que no todos estos compuestos químicos se degradan fácilmente e incluso pueden acumularse en la carne, huevo y otros productos de origen animal. Actualmente la demanda del consumidor es adquirir productos de origen animal inocuos y sanos que estén libres de nitratos, grasas, sal y, en general, de productos químicos (Brambilla & De Filippis, 2005); por ello es necesario buscar productos naturales que sustituyan a los antes mencionados para producción animal, como pueden ser los nutraceuticos; que tienen el mismo principio activo de los productos químicos sin efectos secundarios.

Para algunos autores *nutracéuticos* son productos que tienen su origen en ingredientes de la naturaleza propia (animales, plantas o minerales); los cuales contienen algunos compuestos secundarios y nutrientes (taninos condensados, alcaloides, saponinas, flavonoides, vitaminas, etc.). Los nutraceuticos, por ser naturales, se encuentran en formas biodisponibles y se pueden administrar por largos periodos de tiempo, sin riesgo de efectos colaterales (Shui & Leong, 2006). Andlauer y Fürst (2002) consideran que la prevención y el tratamiento con nutraceuticos es una oportunidad para mantener la salud de los animales, promoviendo una mejor salud y calidad de vida de los mismos.

El objetivo de este trabajo de revisión fue presentar los productos nutraceuticos que hasta ahora se han utilizado en la producción animal y los resultados obtenidos al emplearlos en bovinos, ovinos y caprinos.

DESARROLLO DEL TEMA

Definición de nutraceutico

Un nutraceutico es cualquier elemento o ingrediente de los alimentos, principalmente de origen vegetal, no tóxico, que tiene un efecto benéfico y preventivo. Sirven para tratar y prevenir enfermedades en seres humanos y animales. Para DeFelice (2002) nutraceutico es la combinación de nutrición y farmacéutica; es decir, es un alimento o parte de este

que tiene propiedades medicinales o preventivas para la salud. Una definición más de nutraceutico es que son productos alimenticios compuestos en parte por fitoquímicos, extractos vegetales, vitaminas y minerales, que mejoran o conservan la salud (Pszczola, 1999; Zeisel, 1999). Shahidi (2009) también los define como productos alimenticios de la industria que se elaboran con nutrimentos naturales de origen natural y/o de sustancias diversas que no son alimenticias, que son benéficos para la salud y se distribuyen y adquieren en forma de píldoras, cápsulas, goma de mascar, bebidas, entre otros. Un nutraceutico es una sustancia fisiológicamente activa que es extraída de fuentes naturales (plantas, animales, microorganismos) mediante procesos biotecnológicos que conservan las propiedades originales de la sustancia (Biruetta Guzmán, Juárez Hernández, Sieiro Ortega, Romero Viruegas, & Silencio Barrita, 2009).

Beneficios de los nutraceuticos

Tienen varios beneficios para la salud o prevención de algunas enfermedades de animales; sin embargo, se debe tener cuidado al usarlos (probióticos, prebióticos, fitoquímicos o metabolitos secundarios; polifenoles, carotenoides, flavonoides, inhibidores de tripsina, taninos, antocianinas, lectinas, etc.), los cuales deben ser consumidos o suministrados en pequeñas cantidades a los animales, ya que en dosis altas pueden causar intoxicación e, incluso, la muerte (Dillar & German, 2000).

A continuación se describen algunos productos nutraceuticos usados en la producción animal.

Antioxidantes

Por su estructura química los antioxidantes son compuestos que reducen la formación de radicales libres; previenen y tratan enfermedades que son causadas por el estrés oxidativo. Los carotenos pertenecen a un grupo de antioxidantes precursores de las vitaminas A, E y C (Royer, Diouf, & Stevanovic, 2011; William, 1997). Con el envejecimiento y el estrés se incrementa la producción de radicales libres y los niveles de producción de superóxido dismutasa se reducen; por ello es necesario el consumo de antioxidantes para reducir la oxidación. Enseguida se mencionan algunos antioxidantes de importancia en producción animal. Dabrowska y Mir (2009) clasificaron los antioxidantes en exógenos y endógenos. Entre los primeros están las vitaminas E y C, flavonoides y carotenoides como β caroteno, licopeno y zeoxantina, siendo también estos dos

últimos carotenoides; en los endógenos tenemos al glutatión, coenzima Q (ubiquinona), ácido lipoico y enzimas (superóxidodismutasa, catalasas y glutatión peroxidasa).

Compuestos fitoquímicos: isoflavonas, fitoesteroles, flavonoides, antocianinas, carotenos, taninos, saponinas

Isoflavonas. A las isoflavonas se les considera también estrógenos vegetales y se clasifican como moduladores selectivos de receptores de estrógenos (SERM), estos son selectivos de algunos tejidos; de esta forma se tienen efectos similares al estrógeno en algunos y ningún efecto en otros, también actúan como antiestrogénicos. Se encuentran en soya y algunas legumbres como habas, lentejas y afines (Lee, Y. B., Lee, H. J., & Sohn, 2005).

Las isoflavonas tienen estructura química similar a los estrógenos, con un anillo fenolito clave de la estructura, que le permite unirse a los receptores estrogénicos. Además son compuestos que contienen uno o varios grupos hidroxilos unidos a un anillo aromático.

Fitoesteroles. Esteroles de origen vegetal localizados principalmente en plantas oleaginosas como maíz, soya, girasol y canola, nueces y algunos cereales; que tienen una estructura química similar al colesterol. Estos compuestos tienen propiedades benéficas que sirven como antiinflamatorios, antitumorales, bactericidas fungicidas, efecto hipocolesterolémico (Muñoz Jáuregui, Alvarado-Ortiz Ureta, & Encina Zelada, 2011).

Flavonoides. Los componen dos anillos fenilos (A y B) que se unen mediante un anillo pirano (C). La síntesis de estos tiene lugar en las plantas a partir de unidades de acetato y aminoácidos aromáticos como la fenilalanina y la tirosina (Escamilla Jiménez, Cuevas Martínez, & Guevara Fonseca, 2009). Se puede decir que son pigmentos heterocíclicos que contienen oxígeno, se encuentran en las plantas y algunos frutos; los principales colores que se observan en las plantas o frutos son amarillo, rojo y azul (Garg, A., Garg, S., Zaneveld, & Singla, 2001).

Antocianinas. Las antocianinas son glucósidos de antocianidinas, que pertenecen a la familia de los flavonoides; están compuestos por dos anillos

aromáticos A y B unidos por una cadena de tres carbonos. Cuando las antocianinas carecen de azúcar se denominan antocianidinas (Kong, Chia, L., Goh, Chia, T., & Brouillard, 2003). Se dice que los flavonoides son pigmentados y responsables de la mayoría de los colores de las flores y los frutos; su importancia radica en la polinización y dispersión de semillas (Wang, Cao, & Prior, 1997).

Carotenos. Los carotenos están compuestos solo por carbono e hidrógeno, el que más abunda es el β -caroteno, y constituye de 25 a 30% del contenido total de carotenoides en las plantas. La luteína es la xantofila más abundante (40 a 45%), pero se encuentra en menor proporción que el β -caroteno (Lee, Koo, & Min, 2004). Los carotenos pertenecen al grupo de isoprenoides o terpenoides, que se originan de una molécula de cinco carbonos llamada isopreno (Delgado-Vargas, Jiménez, & Paredes López, 2000).

Taninos. Los taninos son compuestos fenólicos con un peso molecular alto y un grupo hidroxilo con la capacidad de formar enlaces con proteínas y otras macromoléculas como celulosa, almidón, y otros (Van Soest, 1994). Los taninos se dividen en dos grupos: a) taninos hidrolizables, los cuales se hidrolizan químicamente o por enzimas y están formados por un núcleo compuesto por un glúcido, cuyos grupos hidroxilo se encuentran esterificados con ácido fenólico (ácido gálico y hexahidroxidifénico) y b) taninos condensados que son polímeros no ramificados de hidroxiflavonoles como la catequina, ligados mediante enlaces de carbonos y carecen de núcleo glucídico. Los taninos condensados tienen un peso molecular mayor (1000 a 2000) que los taninos hidrolizables (500 a 3000) (Mueller-Harvey, 2006).

Saponinas. Las saponinas son glucósidos formados por una aglicona de origen terpénico, esteroideal o esteroideal alcaloide; se une por el hidroxilo del carbono-3 a una cadena ramificada de azúcares, la cual puede ser de hasta cinco moléculas; puede ser glucosa, arabinosa, ácido glucurónico, xilosa y ramnosa; las saponinas pueden encontrarse en la mayoría de las plantas (Hostettmann & Marston, 2005; Waller & Yamasaki, 1996).

Probióticos. Son compuestos que contienen microorganismos vivos que benefician la salud de los animales, ya que les proveen un equilibrio en la flora intestinal de estos. Tienen efectos positivos como

ya se mencionó, algunos son en la prevención de cáncer del tubo digestivo, nivelación del colesterol elevado, mejora de la circulación sanguínea; lo que reduce los infartos al corazón y embolias cerebrales. Estos microorganismos son antagonistas de la mayoría de las bacterias patógenas que causan problemas intestinales, como diarrea y vómito (Collins, Thornton, & Sullivan, 1998; Fuller, 1989; Morelli, 2000).

Prebióticos. Son sustancias alimenticias que consisten en polisacáridos que no son almidón y oligosacáridos que nutren a un grupo específico de microorganismos que colonizan el intestino; además, estas sustancias ayudan a la multiplicación de las bacterias benéficas (Gaggia, Mattarelli, & Biavati, 2010). También se les consideran sustancias no digeribles que tienen un efecto fisiológico benéfico para el huésped, estimulando selectivamente el crecimiento favorable de bacterias. Los prebióticos se pueden proporcionar a los animales en forma de alimentos (granos de soya, maíz, etc.), bebidas fortificadas y suplementos dietarios (oligofructosa, inulina, galactooligosacáridos, lactulosa) (Gaggia et al., 2010).

Simbióticos. Estas sustancias son combinaciones de prebióticos y probióticos, que ejerce un efecto tanto prebiótico como probiótico. La adición de un prebiótico adecuado puede mejorar la supervivencia y el establecimiento de un organismo probiótico, al proporcionar una fuente nutricional que no puede ser utilizada por organismos competidores (Gaggia et al., 2010).

Nutrientes (hierro, calcio, cobre). Algunas propiedades de estos nutrientes como el hierro y el cobre actúan como antioxidantes, fuente de producción de radicales libres; ya que en su forma reducida (Fe_2+ y $Cu+$) son muy reactivos (a diferencia de la forma oxidada Fe_3+ y Cu_2+), descomponiendo el peróxido de hidrógeno en radical hidroxilo (Latham, 2002; Mišurcová, Machu, & Orsavova, 2011; NRC, 1989).

Grasas y aceites. Los ácidos grasos que componen los aceites en general se dividen en saturados e insaturados. Algunas grasas o aceites pueden encontrarse en el aceite de pescado o de algunas algas; entre las grasas denominadas benéficas se encuentran los ácidos grasos Omega-3. Han demostrado ser más efectivos en mejorar la salud; incluso en reducir los triglicéridos, por lo que se han incluido en diferentes alimentos. El consumo de aceites ricos en ácidos grasos Omega-3 y poliinsaturados de

cadena larga previenen la hipercolesterolemia y las enfermedades cardiovasculares (Shahidi, 2009).

Algunos ácidos grasos de cadena larga, como el ácido docasahexaenoico y el ácido eicosapentaenoico forman parte de las membranas celulares y, por tanto, afectan el desarrollo cerebral en bebés y niños y la función cerebral en adultos; en tanto que el consumo de fosfolípidos como la lecitina ayuda a mantener la integridad de las membranas celulares y previene el hipercolesterolemia (Shahidi, 2009).

Nutraceuticos en producción animal

El conocimiento sobre los nutraceuticos puede contribuir a prevenir y controlar algunas enfermedades de los animales y a evitar el uso de productos químicos (vacunas, desparasitantes, antibióticos, etc.), cada vez más restringidos para los sistemas de producción.

Bovinos. Para incrementar el número de bacterias ruminales en los prerrumiantes se han usado probióticos como las levaduras, para ello se requieren células de levadura metabólicamente activas para la estimulación del rumen y el aprovechamiento eficaz de los nutrientes de los alimentos; también se ha hecho uso de los probióticos para reducir la incidencia o gravedad de diarreas en estos animales (Newbold, 2003). La administración de bacterias viables de la cepa Nissle 1917 de *Escherichia coli* tiene un efecto benéfico sobre la profilaxis y el tratamiento de diarrea en prerrumiantes (Von-Buenau et al., 2005).

Actualmente, la tendencia es disminuir el uso de antibióticos profilácticos, sustituyéndolos por nutraceuticos que den los mismos resultados para el control microbiano. En la producción de becerros neonatos y en crecimiento, el uso de probióticos derivados del *Saccharomyces cerevisiae* (SC) en lugar de antibióticos profilácticos tiene un efecto similar, por lo cual es una alternativa viable en la producción de prerrumiantes (Vázquez Flores, 2008). El calostro de bovinos ha sido utilizado como un producto nutraceutico debido a que es la secreción láctea producida después del parto, desempeña un papel importante en la salud posnatal como estimulante inmunológico. Además de los nutrientes como proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales; el calostro bovino contiene varias moléculas biológicamente activas que son esenciales para funciones específicas. El calostro contiene componentes bioactivos como factores de

crecimiento que estimulan el desarrollo del recién nacido; mientras que los factores antimicrobianos proporcionan inmunidad pasiva y protección contra infecciones en las primeras semanas de vida (Pandey, Dar, Mondal, & Nagaraja, 2011).

De acuerdo con Agrawal, Conner, Johnson y Wallsgrave (2002), la reducción en la incidencia de diarreas en terneros se obtuvo cuando se alimentaron con leche fermentada y bacterias en una mezcla de ácido láctico, o *Lactobacillus acidophilus* 15 o *S. cerevisiae* NCDC49. En terneros jóvenes la incorporación de levaduras vivas en el grano reduce el número de días con diarrea (Galvao et al., 2005). Dos preparaciones probióticas diferentes, que contenían seis *Lactobacillus* spp. de origen bovino y humano disminuyeron la tasa de mortalidad, redujeron la incidencia de diarrea y resultó en un menor recuento de coliformes fecales en terneros (Timmerman et al., 2005). Mildrey Soca, Ojeda, Canchila y Maylin Soca (2011) confirman que hay efectos benéficos al usar una combinación de probióticos (*L. rhamnosus* y *L. acidophilus*) en el comportamiento productivo y salud de terneros en pastoreo; con esto se incrementa el peso vivo y la ganancia diaria de los animales.

Galvao et al. (2005) encontraron que al usar probióticos se estimula el crecimiento de microorganismos benéficos en el rumen (bacterias anaeróbicas, celulolíticas, utilizadoras de ácido láctico) de los novillos. Los probióticos tienen influencia sobre el metabolismo del ácido láctico; de esta manera las bacterias que digieren la fibra producen ácido acético, las bacterias que consumen el lactato remueven el ácido láctico como consecuencia de esto, el pH se estabiliza y mejora la digestión en los novillos (Adams et al., 2008).

Las que se han usado como probióticos en la alimentación de las vacas lecheras son las levaduras de *Saccharomyces* spp. Algunos de los resultados obtenidos son reducción de la celulolisis ruminal y aumento en el flujo de proteína microbiana al intestino (Van Vuuren & Rochet, 2003). También se ha observado que al adicionar levadura *S. cerevisiae* como aditivo de la alimentación al inicio de la lactancia de vacas lecheras de la zona alta en Mérida, Venezuela, la calidad de la dieta ofrecida a las vacas es buena en la respuesta, ya que se mantiene en niveles apropiados de leche. En dietas con alto contenido de alimento concentrado la levadura tiene un efecto positivo en la producción

de leche y grasa, lo que quiere decir que el uso de la levadura en las dietas de las vacas lecheras mejora las condiciones del rumen. Por tanto, el uso de la levadura como estrategia de alimentación durante el periodo de transición en vacas lecheras mejora las variables productivas de las mismas (Rivas, Díaz, Hahn, & Bastidas, 2008).

Al hacer uso de un subproducto de la manzana, la denominada *manzarina* como nutraceutico, se demostró que el alto contenido de antioxidantes que contiene disminuyó el alto número de células somáticas de la leche durante el estrés que se produce por la mastitis en vacas en producción (Gallegos, 2007; Rodríguez Muela et al., 2010).

Davies y Méndez (2006) encontraron que algunos antioxidantes como los taninos condensados mejoraron las propiedades en carne de bovino en cuanto a la grasa y minerales; de esta manera se alargó la vida de anaquel de la carne. Según Galina, Ortiz-Rubio, Mondragón, Delgado-Pertiñez y Elías (2009) ofrecer ensilaje de maíz enriquecido con probióticos (*L. plantarum*, *L. helveticus*, *L. delbrueckii*, *Lactococcus lactis*, *L. cremoris*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Bifidus essensis* y *S. cerevisiae*) con o sin suplemento nitrogenado de lento consumo propició un aumento en la ganancia de peso en bovinos de engorda; mejoró el proceso de fermentación ruminal y la producción de proteína microbiana. El tratamiento contra nemátodos se realiza utilizando diferentes antihelmínticos comerciales, pero el uso de plantas o bacterias como *Bacillus thuringiensis* han demostrado que reducen o controlan los nemátodos gastrointestinales que afectan a los rumiantes (bovinos, ovinos), ya que *B. thuringiensis* produce cristales proteicos con actividad citotóxica que ataca a insectos y nemátodos, lo que reduce su número (Vázquez Pineda et al., 2012).

Ovinos. Estudios epidemiológicos han demostrado un beneficio para la salud de los ovinos cuando estos consumen en proporciones pequeñas derivados de plantas ricas en compuestos secundarios o los denominados antinutricionales. Estos beneficios se han asociado, al menos parcialmente, a algunos de los constituyentes fitoquímicos; en particular a los polifenoles. García, Noda, Medina, Martín y Soca (2006) en un estudio en ovinos usando hojas de malva encontraron propiedades antioxidantes, incluyendo actividad en radicales libres. Se demostró que las

hojas de malva son ricas en productos nutraceuticos como potentes antioxidantes (fenoles, flavonoides, carotenoides y tocoferoles), ácidos grasos insaturados (ácido alfa-linolénico) y minerales. Una forma de dar estabilidad al color y la grasa en la canal de los animales es incluir antioxidantes en la dieta; ya que son incorporados en las membranas celulares, lo que incrementa la estabilidad de la carne.

Ripoll, Joy y Muñoz (2011) demostraron que se mantienen el color y la oxidación de lípidos de la carne de cordero fresca en un nivel adecuado al hacer uso de dos antioxidantes como la vitamina E y el selenio, lo que incrementa la vida útil de envasado en atmósfera modificada. La vitamina E mantuvo la carne de cordero constante en vida de anaquel, mientras que el selenio incrementó sus valores de hasta 11 días. Vasta, Nudda, Cannas, Lanza y Priolo (2008) utilizaron semillas, hojas y vainas de leguminosas (*Atriplex spp.*, *Galium verum*, *Cichorium intybus* y *Chrysanthemum coronarium*) como fuente alimenticia alternativa a dietas basadas en concentrados en ovejas y cabras, esto mejoró la calidad de la carne (color claro y brillante) y aumentó la producción y proteína de la leche, debido a que los taninos condensados protegen a las proteínas de la degradación ruminal. La estabilidad del color de la carne en corderos se conserva por el alto nivel de vitamina E que presentan estos arbustos, ya que protege a la mioglobina de la oxidación.

Un estudio realizado por López, Arece, Ojeda y Molina (2015), en la que utilizaron probióticos Sorbifauna en las dietas de ovinos, observaron que la ganancia media diaria se incrementó en los animales que consumieron probiótico de 130 a 135.4 g/animal/día. Entre los tratamientos alternativos para la prevención o reducción de nemátodos gastrointestinales en ovinos en condiciones de pastoreo están los nutraceuticos; es decir, productos de forrajes o plantas que contienen compuestos bioactivos. Entre las plantas que contienen metabolitos secundarios (taninos condensados, flavonoides, lactonas sesquiterpénicas), que se considera tienen efectos benéficos sobre la salud del animal específicamente antihelmínticos más que nutritivos, se encuentran *Lotus uliginosus*, *Hedysarum coronarium*, *Onobrychis viciifolia*, *Schinopsis spp.*, etc.

La suplementación con plantas forrajeras con compuestos secundarios a ovinos en pastoreo

reduce el número de huevos de nemátodos; además la disminución en el recuento de huevos fecales de nemátodos podría estar asociado con una disminución de la fertilidad causada por estos compuestos fitoquímicos (Hoste et al., 2012; Mederos et al., 2012; Moreno-Gonzalo et al., 2012). Cenci et al. (2007) evaluaron el efecto de los taninos condensados de *Acacia mearnsii* en ovejas naturalmente infestadas por nemátodos gastrointestinales. Encontraron que los taninos condensados de esta planta tienen un efecto positivo, ya que disminuyen la producción de nemátodos como *Trichostrongylus colubriformis*, *Haemonchus contortus*, *Oesophagostomum columbianum*, *Cooperia sp.*, *Strongyloides papillosus*, *Trichuris globulosa* y *Moniezia expansa*, lo que representa una alternativa para el control de estos parásitos en ovino.

Oliveira et al. (2009) evaluaron in vitro e in vivo la eficacia del fruto *Cocos nucifera* L. sobre los parásitos gastrointestinales de ovejas y encontraron que la eficiencia de los extractos (etílico y acético) de este fruto sobre nemátodos (*H. contortus*) fue de 100% sobre la eclosión de los huevos y 99.77% en cuanto al desarrollo de larvas, como se puede observar en la figura 1. Según Martínez-Ortiz-de-Montellano et al. (2010), algunas plantas distribuidas en México representan una solución alternativa en contra del uso de antihelmínticos químicos, estos autores demostraron que *Lysiloma latisiliquum* afecta a la población adulta de nemátodos de *H. contortus* en ovinos. Así, un consumo a corto plazo de *L. latisiliquum* modula directamente la biología de *H. contortus* en su fase adulta, afecta el tamaño y la fecundidad de las hembras, reduciendo las cargas de huevecillos en los animales afectados.

El rápido desarrollo de resistencia de los nemátodos a los antihelmínticos químicos ha limitado el éxito de la producción de pequeños rumiantes. Por ello Nery, Nogueira, Martins y Duarte (2010) evaluaron in vitro la actividad antihelmíntica de extractos de hojas de *Anacardium humile* en nemátodos gastrointestinales de ovinos. Encontraron que se inhibe el desarrollo de las larvas de *A. humile* a concentraciones de: 187.5, 150, 100, 50, y 30 mgml⁻¹. Al hacer el análisis fitoquímico se encontró la presencia de taninos, flavonoides y alcaloides en las hojas de esta planta,

lo cual indica que tiene potencial para el control de endoparásitos.



Figura 1. Adición de taninos condensados a la dieta de ovinos para reducir cargas parasitarias de nemátodos gastrointestinales. Fotografías del equipo de investigación.

Caprinos. Algunos estudios indican que las dietas altas en concentrados tienen que ser utilizadas con mucho cuidado en esta especie, ya que favorecen la aparición de acidosis; para evitar estos efectos se han realizado estudios donde la suplementación de levadura (*S. cerevisiae*) en la dieta reduce considerablemente la acidosis en los animales. La forma en la que actúan las levaduras para reducir esta problemática es que estimulan selectivamente el crecimiento de las poblaciones de bacterias consumidoras de lactato (*Megaspharera elsdenii* y *Selenomonas ruminantium*), lo que disminuye la presencia de ácido láctico y de esta manera evita la caída drástica de la concentración del pH ruminal, y como consecuencia se disminuye la presencia de acidosis (Desnoyers, Giger-Reverdin, Sauvart, Bertin, & Duvaux-Ponter, 2009).

Un estudio preliminar realizado por Maragkoudakis et al. (2010), en el que proporcionaron una cepa de *L. plantarum* (PCA 236), encontraron que *L. plantarum* (236 PCA) mostró un potencial probiótico, ya que modula la microbiota benéfica del sistema gastrointestinal de la cabra y de la composición de los ácidos grasos poliinsaturados de la leche. Botura et al. (2011) estudiaron in vivo la actividad antihelmíntica de un extracto acuoso de *Agave sisalana* Perr. en nemátodos gastrointestinales (*Oesophagostomum columbianum* y *Trichostrongylus colubriformis*) en ganado caprino. Los resultados mostraron que los extractos tenían baja eficiencia en los

nemátodos en los diferentes estadios parasitarios y moderadamente eficaz contra los huevos de los mismos.

Por su parte, Macedo et al. (2010) evaluaron in vitro la eficacia antihelmíntica de aceite esencial de *Eucalipto staigeriana* para contabilizar la eclosión de los huevos de nemátodos gastrointestinales de *H. contortus* en las heces de cabras. Observaron que la eficacia de *E. staigeriana* no alcanzó el nivel terapéutico como los antihelmínticos sintéticos; sin embargo, se disminuye la eclosión y el desarrollo de las larvas de estos endoparásitos en las cabras hasta en 76.57%.

Hernández-Villegas et al. (2012) investigaron la actividad antihelmíntica de hojas de *Phytolacca icosandra* sobre *H. contortus* en cabras y encontraron que al proporcionar una dosis del extracto etanólico de estas hojas en dosis de 250 mg kg⁻¹ de peso corporal, administrados por dos días consecutivos a los animales, disminuyó el número de nemátodos en 72%, sin causar efectos negativos sobre su salud. Al evaluar el efecto antioxidante del brócoli en carne de cabra, Banerjee et al. (2012) encontraron que disminuye los radicales libres al espolvorear con harina de brócoli la carne, un antioxidante natural. El brócoli reduce significativamente la peroxidación de lípidos, al mejorar la calidad y estabilidad de la carne de cabra.

CONCLUSIONES

Las sustancias denominadas nutracéuticos y aditivos, como los probióticos usados en la alimentación de los rumiantes, llegan a mejorar sustancialmente la producción, reproducción y salud de los animales; con lo que se obtienen productos de mayor calidad e inocuos para la población.

REFERENCIAS

- Adams, M. C., Luo, J., Rayward, D., King, S., Gibson, R., & Moghaddam, G. H. (2008). Selection of a novel direct fed microbial to enhance weight gain in intensively reared calves. *Animal Feed Science and Technology*, 145, 41-52. doi: 10.1016/j.anifeeds.2007.05.035
- Agrawal, A. A., Conner, Y. K., Johnson, M. T. J., & Wallsgrove, R. (2002). Ecological genetics of an induced plant defense against herbivores: Additive genetic variance and costs of phenotypic plasticity. *The Society for the Study of Evolution*, 56, 2206-2213. doi: 10.1111/j.0014-3820.2002.tb00145.x
- Andlauer, A., & Fürst, P. (2002). Nutraceuticals: A piece of history, present status and outlook. *Food Research International*, 35(2-3), 171-176. doi: 10.1016/S0963-9969(01)00179-X
- Banerjee, R., Verma, A. K., Das, A. K., Rajkumar, V., Shewalkar, A. A., & Narkhede, H. P. (2012). Antioxidant effects of broccoli powder extract in goat meat nuggets. *Meat Science*, 91(2), 179-184. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.01.016
- Birueta Guzmán, A., Juárez Hernández, E., Sieiro Ortega, E., Romero Viruegas, R., & Silencio Barrita, J. L. (2009). Los nutraceuticos. Lo que es conveniente saber. *Revista Mexicana de Pediatría*, 76, 136-145.
- Botura, M. B., Silva, G. D., Lima, H. G., Oliveira, J. V. A., Souza, T. S., Santos, J. D. G., ... Batatinha, M. J. M. (2011). In vivo anthelmintic activity of an aqueous extract from sisal waste (*Agave sisalana* Perr.) against gastrointestinal nematodes in goats. *Veterinary Parasitology*, 177(1-2), 104-110. doi: 10.1016/j.vetpar.2010.11.039
- Brambilla, G., & De Filippis, S. (2005). Trends in animal feed composition and the possible consequences on residue tests. *Analytica Chimica Acta*, 529(1-2), 7-13. doi: 10.1016/j.aca.2004.07.067
- Cenci, F. B., Louvandini, H., McManus, C. M., Dell'Porto, A., Costa, D. M., Araújo, C. S., ... Abdalla, A. L. (2007). Effects of condensed tannin from *Acacia mearnsii* on sheep infected naturally with gastrointestinal helminthes. *Veterinary Parasitology*, 144(1-2), 132-137. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.09.021
- Collins, J. K., Thornton, G., & Sullivan, G. O. (1998). Selection of probiotic strains for human applications. *International Dairy Journal*, 8(5-6), 487-490. doi: 10.1016/S0958-6946(98)00073-9
- Dabrowska, C. C., & Mir, S. M. (2009). *Vitaminas y antioxidantes* (p. 11). Madrid, España: Editorial Grupo Saned.
- Davies, P., & Méndez, D. (2006). Carne bovina. Estrategias de alimentación y calidad de producto [Artículo en portal electrónico]. Recuperado de www.produccion-animal.com.ar
- DeFelice, S. L. (2002). FIM Rationale and proposed guidelines for the nutraceutical research and education act - NREA, November 10-11, presented at FIM's 10th Nutraceutical Conference, The Waldorf-Astoria, New York City. Recuperado de <http://www.fimdefelice.org/archives/arc.researchact.html>.
- Delgado-Vargas, F., Jiménez, A. R., & Paredes López, O. (2000). Natural pigments: Carotenoids, anthocyanins, and betalains, characteristics, biosynthesis, processing, and stability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(3), 173-289. doi: 10.1080/10408690091189257
- Desnoyers, M., Giger-Reverdin, S., Sauvant, D., Bertin, G., & Duvaux-Ponter, C. (2009). The influence of acidosis and live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on time-budget and feeding behaviour of dairy goats receiving two diets of differing concentrate proportion. *Applied Animal Behaviour Science*, 121(2), 108-119. doi: 10.1016/j.applanim.2009.09.001
- Dillar, C. J., & German, J. B. (2000). Phytochemicals: Nutraceuticals and human health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(12), 1744-1756. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/227915003_Phytochemicals_Nutraceuticals_and_human_health
- Escamilla Jiménez, C. I., Cuevas Martínez, E. Y., & Guevara Fonseca, J. (2009). Flavonoides y sus acciones antioxidantes. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 52(2), 73-75.
- Fuller, R. (1989). Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*, 66(5), 365-378.
- Gaggia, F., Mattarelli, P., & Biavati, B. (2010). Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *International Journal of Food Microbiology*, 141(Suppl.), S15-S28. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.02.031
- Galina, M. A., Ortiz-Rubio, M. A., Mondragón, F., Delgado-Pertíñez, M., & Elías, A. (2009). Rendimiento de terneros alimentados con silo de maíz o láctico con un promotor de la fermentación ruminal. *Archivos de Zootecnia*, 58(223), 383-393.
- Gallegos, A. M. A. (2007). *Conteo de células somáticas en leche, actividad antioxidante del plasma y componentes sanguíneos de vacas Holstein en producción alimentadas con manzanilla en la dieta* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México.
- Galvao, K. N., Santos, J. E. P., Coscioni, A., Villasenor, M., Sicho, W. M., Berge, A. C. (2005). Effect of feeding live yeast products to calves with failure of passive transfer on performance and patterns of antibiotic resistance in fecal *Escherichia coli*. *Reproduction, Nutrition, Development*, 45(4), 427-440. doi: 10.1051/rnd:2005040
- García, D., Noda, Y., Medina, M., Martín, G., & Soca, M. (2006). La morera: Una alternativa viable para los sistemas de

alimentación animal en el trópico. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 10(1), 55-72.

- Garg, A., Garg, S., Zaneveld, L. J. D., & Singla, A. K. (2001). Chemistry and pharmacology of the citrus bioflavonoid hesperidin. *Phytotherapy Research*, 15(8), 655-669. doi: 10.1002/ptr.1074
- Hernández-Villegas, M. M., Borges-Argáez, R., Rodríguez-Vivas, R. I., Torres-Acosta, J. F. J., Méndez-González, M., & Cáceres-Farfán, M. (2012). In vivo anthelmintic activity of *Phytolacca icosandra* against *Haemonchus contortus* in goats. *Veterinary Parasitology*, 189(2-4), 284-290. doi: 10.1016/j.vetpar.2012.04.017
- Hoste, H., Martínez-Ortiz-De-Montellano, C., Manolarakia, F., Brunet, S., Ojeda-Robertos, N., Fourquaux, I., ... Sandoval-Castro, C. A. (2012). Direct and indirect effects of bioactive tannin-rich tropical and temperate legumes against nematode infections. *Veterinary Parasitology*, 186(1-2), 18-27. doi: 10.1016/j.vetpar.2011.11.042
- Hostettmann, K., & Marston, A. (2005). *Saponins. Chemistry and pharmacology of natural products*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Kong, J., Chia, L., Goh, N., Chia, T., & Brouillard, R. (2003). Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, 64(5), 923-933. doi: 10.1016/S0031-9422(03)00438-2
- Latham, M. (2002). *Minerales. Nutrición humana en el mundo en desarrollo* (vol. 29, pp. 109-118). Roma: FAO.
- Lee, J., Koo, N., & Min, D. B. (2004). Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 3(1), 21-33. doi: 10.1111/j.1541-4337.2004.tb00058.x
- Lee, Y. B., Lee, H. J., & Sohn, H. S. (2005). Soy isoflavones and cognitive function. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 16(11), 641-649. doi: 10.1016/j.jnutbio.2005.06.010
- López, Y., Arece, J., Ojeda, F., & Molina, M. (2015). Efecto de la inclusión en la dieta del probiótico Sorbifauna sobre el crecimiento posdestete de ovinos estabulados. *Pastos y Forrajes*, 38(2), 202-206.
- Macedo, F. T. L., Bevilaqua, L. M. C., Oliveira, B. M. L., Camurca-Vasconcelos, F. L. A., Vieira, L. S., Oliveira, R. F., ... Nascimento, F. R. N. (2010). Anthelmintic effect of *Eucalyptus staigeriana* essential oil against goat gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*, 173(1-2), 93-98. doi: 10.1016/j.vetpar.2010.06.004
- Maragkoudakis, A. P., Mountzouris, C. K., Rosu, C., Zoumpopoulou, G., Papadimitriou, K., Dalaka, E., ... Tsakalidou, E. (2010). Feed supplementation of *Lactobacillus plantarum* PCA 236 modulates gut microbiota and milk fatty acid composition in dairy goats. *International Journal of Food Microbiology*, 141(Supl.), S109-S116. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.03.007
- Martínez-Ortiz-de-Montellano, C., Vargas Magaña, J. J., Canul-Ku, H. L., Miranda Soberanis, R., Capetillo Leal, C., Sandoval Castro, C. A., ... Torres Acosta, J. F. J. (2010). Effect of a tropical tannin-rich plant *Lysiloma latisiliquum* on adult populations of *Haemonchus contortus* in sheep. *Veterinary Parasitology*, 172(3-4), 283-290. doi: 10.1016/j.vetpar.2010.04.040
- Mederos, A., Waddell, L., Sanchez, J., Kelton, D., Peregrine, A. S., Menzies, P., ... Rajic, A. (2012). A systematic review-meta-analysis of primary research investigating the effect of selected alternative treatments on gastrointestinal nematodes in sheep under field conditions. *Preventive Veterinary Medicine*, 104(1-2), 1-14. doi: 10.1016/j.prevetmed.2011.10.012
- Mišurcová, L., Machu, L., & Orsavova, J. (2011). Chapter 29-Seaweed minerals as nutraceuticals. *Advances in Food and Nutrition Research*, 64, 371-390. doi: 10.1016/B978-0-12-387669-0.00029-6
- Morelli, L. (2000). In vitro selection of probiotic lactobacilli: A critical appraisal. *Current Issues in Intestinal Microbiology*, 1(2), 59-67.
- Moreno-Gonzalo, J., Ferrea, I., Celaya, R., Frutos, P., Ferreira, L. M. M., Hervás, G., ... Osoro, K. (2012). Potential use of heather to control gastrointestinal nematodes in goats. *Small Ruminant Research*, 103(1), 60-68. doi: 10.1016/j.smallrumres.2011.10.019
- Mueller-Harvey, I. (2006). Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *Journal of the Science and Food Agriculture*, 86(13), 2010-2037. doi: 10.1002/jsfa.2577
- Muñoz Jáuregui, A. M., Alvarado-Ortiz Ureta, C., & Encina Zelada, C. (2011). Fitoesteroles y fitoestanoles: Propiedades saludables/Phytosterols and phytostanols: Health claims. *Horizonte Médico (Impresa)*, 11(2), 93-100.
- National Research Council. (1989). *Goldenberry (Cape Gooseberry). Lost Crops of the Incas: Little-known plants of The Andes with promise for worldwide cultivation* (pp. 240-251). Washington, DC: National Academy Press.
- Nery, P. S., Nogueira, F. A., Martins, E. R., & Duarte, E. R. (2010). Effects of *Anacardium humile* leaf extracts on the development of gastrointestinal nematode larvae of sheep. *Veterinary Parasitology*, 171(3-4), 361-364. doi: 10.1016/j.vetpar.2010.03.043
- Newbold, C. J. (2003). International One-Day Seminar: Role of probiotics in animal nutrition and their link to the demands of european consumers. Lelystad.
- Oliveira, L. M. B., Bevilaqua, C. M. L., Costa, C. T. C., Macedo, I. T. F., Barros, R. S., Rodrigues, A. C. M., ... Navarro, A. M. C.

- (2009). Anthelmintic activity of *Cocos nucifera* L. against sheep gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*, 159(1), 55-59. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.10.018
- Pandey, N. N., Dar, A. A., Mondal, D. B., & Nagaraja, L. (2011). Bovine colostrum: A veterinary nutraceutical. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 3(3), 31-35.
 - Pszczola, D. E. (1999). It's never too late: Ingredients for the aging. *Food Technology*, 53, 60-68.
 - Ripoll, G., Joy, M., & Muñoz, F. (2011). Use of dietary vitamin E and selenium (Se) to increase the shelf life of modified atmosphere packaged light lamb meat. *Meat Science*, 87(1), 88-93. doi: 10.1016/j.meatsci.2010.09.008
 - Rivas, J., Díaz, T., Hahn, M., & Bastidas, P. (2008). Efecto de la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* sobre la producción de leche al inicio de la lactancia en vacas lecheras. *Zootecnia Tropical*, 26(4), 421-428.
 - Rodríguez Muela, C., Becerra Bernal, A., Rodríguez Ramírez, H. E., Díaz Plascencia, D., Hernández Gómez, C., Gutiérrez Piña, F., ... Lucero Acosta, F. (2010). Valor nutricional de la manzanarina, obtenida de subproductos de manzana para la alimentación animal. *Tecnociencia Chihuahua*, 4(3), 164-169.
 - Royer, M., Diouf, P. N., & Stevanovic, T. (2011). Polyphenol contents and radical scavenging capacities of red maple (*Acer rubrum* L.) extracts. *Food and Chemical Toxicology*, 49(9), 2180-2188. doi: 10.1016/j.fct.2011.06.003
 - Shahidi, F. (2009). Nutraceuticals and functional foods: Whole versus processed foods. *Trends in Food Science and Technology*, 20(9), 376-387. doi: 10.1016/j.tifs.2008.08.004
 - Shui, G., & Leong, P. L. (2006). Residue from star fruit as valuable source for functional food ingredients and antioxidant nutraceuticals. *Food Chemistry*, 97(2), 277-284.
 - Soca, M. [Mildrey], Ojeda, F., Canchila, E. R., & Soca, M. [Maylin]. (2011). Efecto del probiótico Sorbial® en el comportamiento productivo y la salud animal de terneros en pastoreo. *Pastos y Forrajes*, 34(4), 463-472.
 - Timmerman, H. M., Mulder, L., Everts, H., Van-Espen, D., Van der Wal, E., Klaassen, G., ... Beynen, A. C. (2005). Health and growth of veal calves fed milk replacers with or without probiotics. *Journal of Dairy Science*, 88(6), 2154-2165.
 - Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminants*. NY, US: Comstock Publishing Associates, Cornell University Press.
 - Van Vuuren, A. M., & Rochet, B. (2003). *International One-Day Seminar. Role of probiotics in animal nutrition and their link to the demands of european consumers* (Scientific Report). Lelystad, Netherlands. Recuperado de <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/322447>
 - Vasta, V., Nudda, A., Cannas, A., Lanza, M., & Priolo, A. (2008). Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 147, 223-246. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2007.09.020
 - Vázquez Flores, S. (2008). Control de enteropatógenos sin antibióticos. *Bayvet. La Realidad en Veterinaria*, 34-38. Recuperado de <https://docplayer.es/23423754-Estamos-por-concluir-un-ano.html>
 - Vázquez Pineda, A., Bravo De la Parra, A., Mendoza Gives, P., Liébano Hernández, E., Hernández Linares, I., Yáñez Pérez, N., & López Arellano, M. E. (2012). Uso de productos derivados de *Bacillus thuringiensis* como alternativa de control en nematodos de importancia veterinaria. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 3(1), 77-88.
 - Von-Buenau, R., Jaekel, L., Schubotz, E., Schwarz, S., Stroff, T., & Krueger, M. (2005). *Escherichia coli* strain Nissle 1917: significant reduction of neonatal calf diarrhea. *Journal of Dairy Science*, 88(1), 317-323. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72690-4
 - Waller, G. R., & Yamasaki, K. (1996). Saponins used in food and agriculture. *Advances in Experimental Medicine and Biology* (Vol. 405). NY, US: Plenum Press.
 - Wang, H., Cao, G. H., & Prior, R. L. (1997). Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(2), 304-309. doi: 10.1021/jf960421t
 - William, E. J. (1997). Nutraceuticals for equine practice. *Journal of Equine Veterinary Science*, 17(11), 562-572. doi: 10.1016/S0737-0806(97)80164-5
 - Zeisel, S. H. (1999). Regulation of "Nutraceuticals". *Science*, 285(5435), 1853-1855. doi: 10.1126/science.285.5435.1853