



**HAL**  
open science

**Alternativas a los antibióticos de uso alimentario en rumiantes: probióticos, enzimas y ácidos orgánicos (I)**  
Gerardo Caja, Eliel González García, Cristobal Flores, María Dolores Carro, Elena Albanell

► **To cite this version:**

Gerardo Caja, Eliel González García, Cristobal Flores, María Dolores Carro, Elena Albanell. Alternativas a los antibióticos de uso alimentario en rumiantes: probióticos, enzimas y ácidos orgánicos (I). ITEA Produccion Animal, 2003, 193, pp.2-8. hal-01600250

**HAL Id: hal-01600250**

**<https://hal.science/hal-01600250>**

Submitted on 31 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

## ALTERNATIVAS A LOS ANTIBIÓTICOS DE USO ALIMENTARIO EN RUMIANTES: PROBIÓTICOS, ENZIMAS Y ÁCIDOS ORGÁNICOS (I)

G. Caja<sup>1</sup>, E. González<sup>1</sup>, C. Flores<sup>1</sup>, M. D. Carro<sup>2</sup> y E. Albanell<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Rumiantes, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra

<sup>2</sup>Departamento de Producción Animal I, Universidad de León, León

La nueva regulación de la utilización de antibióticos en la alimentación animal, determinará la adaptación de nuevas estrategias. En esta primera parte, se aborda un repaso del ecosistema ruminal, así como el empleo de probióticos.

### 1.- INTRODUCCIÓN

Entre las acciones recientemente emprendidas por la Unión Europea (UE), en el marco de la nueva política de seguridad alimentaria y de creación de la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), destaca la aprobación por el Consejo de Ministros de Agricultura de la UE-15 en su reunión de 22/7/2003, sin debate y con pleno consenso, de la nueva propuesta de directiva realizada por la Comisión Europea (CE) en 2002 para la regulación del empleo de aditivos en la alimentación animal y la prohibición del uso de antibióticos como aditivo en alimentos. Esta propuesta COM(99)388-final, está todavía siendo debatida en la actualidad y sustituirá a la antigua directiva del Consejo 70/524/CEE sobre aditivos autorizados en alimentación animal, que se ha visto sometida a múltiples revisiones.

Para los antibióticos la nueva propuesta establece su prohibición generalizada, con un periodo de uso restringido para 4 de ellos (hasta 1/1/2006), por tener un principio activo no utilizado en humanos (avilamicina, flavofosfolipol, monensina sódica y salinomicina sódica).

Estas medidas, aunque esperadas, no por ello dejan de producir una problemática de urgente y difícil solución en la práctica. Esto es debido a que, el empleo de muchos aditivos y entre ellos los antibióticos, además de justificarse por razones económicas inmediatas, tiene en muchos casos una justificación razonable debido a la mejora de la eficacia de los procesos metabólicos y de la salud de los animales.

El reto actual, para el sector ganadero y la industria de piensos compuestos, es conseguir hacer rentables sistemas de producción mas extensivos, que no hagan necesario el uso de los antiguos aditivos que podían suponer un riesgo para la salud del consumidor o para el medio ambiente, o conseguir unos efectos semejantes con el uso de productos naturales, nuevos y sin riesgo. En cualquier caso, la nueva directiva de la CE deberá ser tenida en cuenta y escrupulosamente respetada.

En la nueva directiva, de una manera general, las antiguas categorías de aditivos para alimentación animal se han reagrupado en 5 nuevas según su función, y que corresponden a:

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

- Coccidiostáticos

Desaparecen así la antigua categoría de 'microorganismos' y el término 'probióticos' por demasiado generales, y se sustituye por la de 'aditivos zootécnicos' en la que se incluyen los microorganismos y enzimas.

La nueva directiva obligará a evaluar detalladamente los nuevos aditivos y a re-evaluar los antiguos (en un plazo de 7 años) para que demuestren su eficacia en animales ( $P < 0.05$  a  $P < 0.1$ ) y su seguridad (ausencia de riesgos) respecto a la salud humana, animal y el medio ambiente. Las evaluaciones serán responsabilidad de la EFSA, que otorgará las autorizaciones de uso para una determinada especie, una dosis máxima de empleo y por un periodo máximo de 10 años.

## 2.- EL ECOSISTEMA RUMINAL Y SUS POSIBILIDADES DE MEJORA

El ecosistema ruminal comprende una población compleja de bacterias anaeróbicas estrictas, hongos y protozoos (Forsberg y Cheng, 1992) definidos por la intensa presión selectiva del ambiente ruminal. Estos microorganismos en simbiosis se adaptan a sobrevivir en condiciones de anaerobiosis no estricta, altos ritmos de dilución, altas densidades de células y a la predación protozoaria, y han desarrollado distintas capacidades para la utilización eficiente de los complejos polímeros vegetales (i.e. celulosa y hemicelulosa). A pesar de su complejidad, baja porosidad y variada capacidad de cristalización, los compuestos fibrosos de las plantas son digeridos por la actividad simultánea de todo el conjunto de enzimas microbianas presentes en el rumen (Chesson y Forsberg, 1997).

Los alimentos que llegan al rumen son fermentados hasta convertirse en productos metabólicos comunes como son los ácidos grasos volátiles. Los ácidos grasos volátiles son absorbidos directamente desde el rumen y pueden ser usados tanto en procesos catabólicos (i.e. mantenimiento) como anabólicos (i.e. gluconeogénesis). Sin embargo, el proceso de fermentación, aunque tiene muchas ventajas, también resulta en significativas pérdidas de energía en forma de metano, hidrógeno y calor. Así por ejemplo, si la glucosa alimenticia se hiciese sobrepasar el rumen ('bypass') y se absorbiese en el intestino delgado, la eficacia de utilización de su energía aumentaría un 30%.

El rumen degrada y fermenta eficientemente los polisacáridos estructurales por medio de un número muy elevado de enzimas (polisacaridasas) producidas por su propia microbiota. Por ejemplo, la degradación de los arabinoxylanos, polisacárido estructural que se encuentra en las paredes celulares de los forrajes y en el endospermo de los cereales, requiere una serie de enzimas trabajando secuencialmente. Esencialmente, las enzimas que hidrolizan las cadenas de arabinosa, el grupo acetil, el ácido ferúlico y el ácido glucurónico, actúan primero seguidas por las xilanasas que se encargan de fraccionar las principales cadenas de xilano. La descomposición de la celulosa necesita también de una serie de enzimas que incluyen endo-1,4b-D-glucanasas, 1,4b-D-glucano celobiohidrolasas y b-glucosidasas.

La hidrólisis de los polisacáridos estructurales hasta azúcares fermentables es por tanto un sistema complejo de cooperación entre los microorganismos y sus enzimas. Estos aspectos característicos de los procesos fermentativos ruminales en su orden bioquímico y microbiológico, son de una importancia primordial al momento de comprender y hacer más efectivas las tecnologías que incluyen las enzimas exógenas como aditivos a los alimentos.

## 3.- PROBIÓTICOS

Aunque la CE ha decidido no utilizar esta denominación, a efectos legales, por demasiado general, su empleo está muy extendido y es favorablemente acogido por su significado positivo en alimentación animal.

El concepto de probióticos tiene ya más de un siglo de antigüedad y la introducción del término se atribuye a Fuller (1989), aunque se ha visto sometido a múltiples definiciones, más o menos completas. Tal vez la definición más adecuada sea la propuesta por Havenaar y Huis in 't Veld (1992), según la cual 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'. Van Eys y Den Hartog (2003) añaden que deben estar en una dosis suficiente para modificar (por implantación o colonización) la microflora de algún compartimiento del digestivo del hospedador. En la práctica suelen presentarse bajo formas destinadas a ser administradas en el agua o en el pienso.

Los microorganismos que constituyen los probióticos son principalmente bacterias capaces de producir ácido láctico, que son las más conocidas, pero también se incluyen bacterias no lácticas, levaduras y hongos (Cuadro 1).

## CUADRO 1: Microorganismos utilizados como probióticos en los animales y el hombre (R = especial interés en rumiantes).

Microorganismos	Género	Especies
Bacterias lácticas no esporuladas (Gram +)	Lactobacilos ( <i>Lactobacillus</i> )	<i>L. acidophilus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. rhamnosum</i> , <i>L. GG</i> , <i>L. delbrueckii bulgaricus</i> , <i>L. reuteri</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. lactis</i> , <i>L. cellobiosus</i>
	Bifidobacterias ( <i>Bifidobacterium</i> )	<i>B. bifidum</i> , <i>B. longum</i> , <i>B. thermophilus</i> , <i>B. infantis</i> , <i>B. adolescents</i> , <i>B. animalis</i>
	Estreptococos ( <i>Streptococcus</i> )	<i>S. thermophilus</i> , <i>S. lactis</i> , <i>S. cremoris</i> , <i>S. salivarius</i> , <i>S. intermedius</i> , <i>S. leuconostoc</i>
	Enterococos ( <i>Enterococcus</i> )	<i>E. faecali</i> , <i>E. faecium</i>
	Lactococos ( <i>Lactococcus</i> )	<i>L. lactis</i>
	Pediococos ( <i>Pediococcus</i> )	<i>P. acidilactici</i>
	Leuconostoc ( <i>Leuconostoc</i> )	<i>L. mesenteroides</i>
	Bacterias lácticas esporuladas (Gram+)	Sporolactobacilos ( <i>Sporolactobacillus</i> )
Bacterias no lácticas esporuladas	Bacilos ( <i>Bacillus</i> )	<i>B. subtilis</i> , <i>B. coagulans</i> , <i>B. clausii</i> , <i>B. cereus</i> (var. <i>toyoi</i> ), <i>B. licheniformis</i> ,
	Bacterias propiónicas ( <i>Propionibacterium</i> )	<i>P. freudenreichii</i>
Levaduras	Sacaromicetos ( <i>Saccharomyces</i> )	<i>S. cerevisiae</i> (R), <i>S. Boulardii</i> (R)
Hongos	Aspergilos ( <i>Aspergillus</i> )	<i>A. niger</i> , <i>A. oryzae</i> (R)

Es importante destacar que ésta es una primera e importante diferencia entre monogástricos y rumiantes, en lo que se refiere a las posibilidades de utilización de los probióticos. Esto es debido a que los rumiantes son capaces de producir importantes cantidades de lactato y lactobacilos en el retículo-rumen en condiciones naturales de acidez (i.e. raciones con elevado concentrado). Resulta así que uno de los puntos de mayor interés del empleo de probióticos en rumiantes es controlar la acumulación de lactato en el rumen, lo que se intenta conseguir por medio de la estimulación de los microorganismos utilizadores de lactato y estimuladores de la síntesis de propionato. En este papel, pocos probióticos han sido todavía estudiados en el caso específico de los rumiantes. A efectos prácticos los pre-rumiantes deberían considerarse como monogástricos, aunque este concepto debe entenderse como temporal o funcional ocasional.

La clasificación taxonómica de muchos de los microorganismos que constituyen los probióticos comerciales es confusa, llena de errores y en continua evolución por lo que su terminología de etiquetado debe ser cuidadosamente revisada (Sanders et al., 2003). En general se trata de bacterias Gram +, mientras que las patógenas suelen corresponder a géneros Gram- (*Salmonella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli*,...). Por otro lado, a efectos prácticos, las bacterias esporuladas resultarán más fáciles de manejar y resistentes a las condiciones industriales de fabricación de pienso.

El objetivo de administrar probióticos es establecer una microbiota intestinal favorable antes de que los microorganismos productores de enfermedades puedan colonizar los intestinos, aunque, en el caso de las bacterias productoras de ácido láctico, éste también inhibe la proliferación de muchas bacterias potencialmente patógenas o no deseables en el intestino.

Aunque existe controversia sobre los mecanismos de actuación de muchos de los probióticos, éstos trabajan fundamentalmente por 'competencia de exclusión' e incluyen la:

- Competición por los receptores que permiten la adhesión y colonización de la mucosa intestinal.
- Competición por determinados nutrientes.
- Producción de sustancias antimicrobianas.
- Estimulación de la inmunidad de la mucosa y sistémica del hospedador.

Actualmente se ha introducido el término de 'Prebióticos' (Gibson y Roberfroid, 1995; Snel et al., 2002) que corresponden a 'ingredientes no digeribles de los alimentos que benefician al hospedador, estimulando selectivamente el crecimiento y/o la actividad de uno o más especies de bacterias indígenas del intestino grueso'. Los prebióticos tienen la ventaja que estimulan a bacterias de efectos favorables ya presentes en el intestino de un determinado individuo y adaptadas a su ambiente. Todo parece indicar que se corresponden con los oligosacáridos (manosa), polisacáridos no amiláceos (galactana) y almidones (Snel et al., 2002).

### 3.1.- Las levaduras como probiótico en rumiantes

Las levaduras (*Saccharomyces* spp.) son sin duda uno de los probióticos más utilizados en alimentación animal, tanto en monogástricos como en rumiantes. Existe un relativo consenso de que las mejores respuestas en rumiantes se han observado en el caso de vacas lecheras, y los efectos reconocidos en rumiantes se atribuyen al aumento de la celulólisis ruminal y del flujo de proteína microbiana al intestino (Newbold, 2003; van Vuuren, 2003).

#### Efectos en vacas lecheras

Los valores medios esperados de la inclusión de levaduras vivas en la ración, normalmente por alimentación individualizada ('top feeding') o en raciones completas, corresponden a ligeros aumentos de la ingestión, la producción de leche y la grasa en la leche, disminuyendo por lo contrario la proteína (Cuadro 2). La respuesta positiva a las levaduras observada por van Vuuren (2003) ocurrió en 10 de los 12 experimentos revisados, sin que se pueda demostrar relación entre el aumento de ingestión y el de producción, o una clara influencia del estado de lactación.

**CUADRO 2: Efectos relativos de la suplementación con levaduras en vacas lecheras (van Vuuren, 2003).**

Item	Control (Rango de variación)	Tratamiento (Respecto a control, %)
Ingestión, kgMS/d	15.7 – 24.1	103 (94-113) <sup>1</sup>
Producción de leche, kg/d	22.5 – 40.5	103 (96-118)
Composición:		
Proteína, %	2.87 – 3.57	99 (94-105)
“ kg/d	0.70 – 1.27	102 (92-123)
Grasa, %	3.14– 4.05	102 (94-115)
“ kg/d	0.74 – 1.46	105 (91-116)

<sup>1</sup>Media (mínimo-máximo).

Estos resultados son coherentes con la variación de los productos finales de digestión ruminal esperados al aumentar la celulólisis y el flujo de proteína microbiana, con un aumento del acetato y disminución del propionato. En consecuencia, los precursores de la lactosa deben disminuir y de ahí el efecto negativo sobre la proteína.

A las levaduras se les atribuyen además ciertas propiedades de control del pH del rumen, que ayuda a estabilizar, por lo que se recomiendan en raciones con mucho concentrado y riesgo de acidez. Este es el caso al inicio de la lactación, como consecuencia de cambio de ración, cuando es pequeña la proporción de forraje y cuando la ración base la constituye el ensilado de maíz. Por otro lado, las levaduras pueden también considerarse como una fuente natural de vitaminas y ácidos orgánicos (en especial málico) para la población microbiana del rumen, lo que será posteriormente discutido.

Van Vuuren (2003) ha analizado las principales razones que justifican las diferencias entre experimentos, destacando que, además de las debidas a las distintas cepas comerciales y dosis y de levadura utilizada (media = 52 x 10<sup>9</sup> cfu/d, variación = 7 a 260 x 10<sup>9</sup>

cfu/d), los propios diseños experimentales condicionan las diferencias entre tratamientos.

Debe además tenerse especial cuidado en relación a los tratamientos de fabricación de piensos a los que se les ha añadido levadura, ya que éstas difícilmente soportan las temperaturas superiores a 65°C y en ocasiones resultan contaminaciones con cepas naturales o entre tratamientos. En consecuencia, resulta imprescindible la verificación de la viabilidad de la dosis de levadura utilizada en el pienso fabricado ya que los efectos como probiótico solo se atribuyen a las levaduras vivas.

**Efectos en ovejas lecheras**

Aunque muchos de los experimentos que justifican los efectos positivos del empleo de las levaduras en rumiantes se han realizado en ovino, en condiciones controladas de laboratorio o en jaulas metabólicas, existe muy poca información sobre sus efectos en condiciones prácticas en ovejas de ordeño. Los primeros resultados publicados corresponden a Hadjipanayiotou et al. (1997), que no observaron efectos significativos del empleo de levaduras en ovejas de ordeño alimentadas con elevadas cantidades de concentrado.

Un reciente experimento realizado por Caja et al. (resultados no publicados), en ovejas lecheras de dos niveles de producción al inicio de la lactación y en condiciones controladas de viabilidad de las levaduras después de la granulación, no observan diferencias en la ingestión, producción y composición de leche de las ovejas por efecto de la suplementación con levaduras (Cuadro 3). Posiblemente la elevada ingestión y rápido ritmo de paso observados en las ovejas lecheras hayan limitado los efectos de las levaduras debido a un bajo tiempo de actuación en el rumen.

**CUADRO 3: Efectos de la suplementación con levaduras en ovejas lecheras (Caja et al., resultados no publicados)**

Item	Manchega		Lacaune		±ES	Efecto (P <)
	Control	Levadura	Control	Levadura		
Ingestión, kg MS/d	2.84	2.95	3.59	3.30	0.09	0.344
Producción de leche, l/d						
Real	1.47	1.54	2.63	2.59	0.13	0.944
Corregida por energía	1.51	1.52	2.55	2.49	0.12	0.887
Composición, %						
Grasa	7.71	7.19	7.10	6.92	0.27	0.009
Proteína total	6.05	6.06	5.70	5.78	0.09	0.527
Proteína verdadera	5.36	5.44	4.92	4.91	0.04	0.774
Caseína	4.58	4.59	4.32	4.39	0.10	0.465
Eficacia, l leche/kgMS	0.53	0.51	0.71	0.75	0.63	-

**Efectos en cabras lecheras**

Respecto a los efectos del empleo de levaduras en la alimentación de cabras lecheras, aunque también existe escasa información publicada (Giger-Reverdin et al., 1996; Hadjipanayiotou et al., 1997; Salama et al., 2002), todo parece indicar la ausencia de diferencias entre tratamientos.

Estos resultados podrían ser consecuencia de las menores condiciones de acidez ruminal y mayores ingestiones de materia seca, en relación al vacuno lechero, observadas en cabras lecheras. Otro factor a tener en cuenta es la temperatura de fabricación de los piensos, tal como indican Salama et al. (2002a) que utilizaron además levaduras en combinación con ácido málico, sin mostrar efectos en la producción y composición de leche.