

El cebo intensivo de terneros se lleva a cabo bajo condiciones que tienden a aumentar su nivel de estrés. En este contexto, el empleo de la monensina como aditivo en los piensos ha permitido incrementar el rendimiento. Sin embargo a partir del día 1 de enero de 2006, no podrá incorporarse en las formulaciones destinadas a la alimentación animal.

VACUNO

Alternativas al uso de la monensina

En el cebo intensivo de terneros

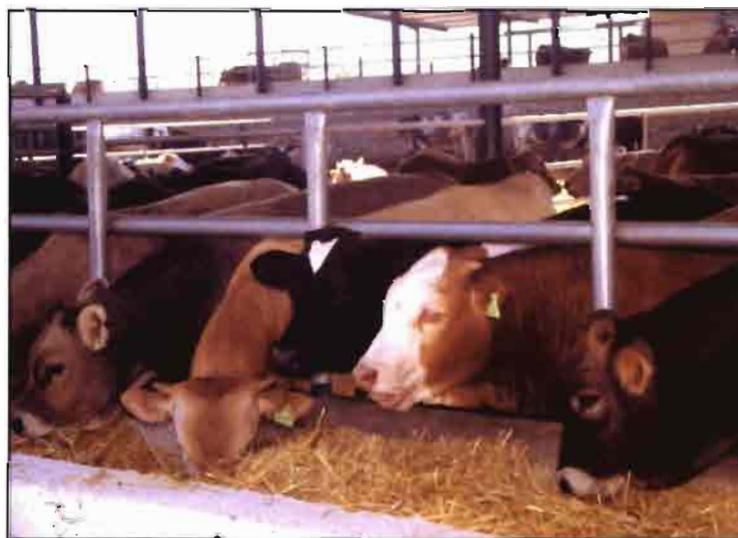
Vicente Jimeno¹, Paloma García¹ y Joaquín Fuentes-Pila².

¹Dpto. de Producción Animal, UPM.

²Dpto. Estadística y Métodos de Gestión en Agricultura, UPM.

El cebo intensivo de terneros que en la actualidad se practica en España para obtener los tipos comerciales ternera y añojo, se lleva a cabo bajo condiciones que tienden a aumentar el nivel de estrés de los terneros. La elevada densidad de animales en el alojamiento (m^2/animal), la deficiente ventilación de muchas construcciones, y una alimentación a base de concentrados consumidos *ad libitum*, con elevados niveles de incorporación de cereales (altas concentraciones de almidón), incrementan el riesgo de aparición de ciertas patologías como pueden ser: la acidosis ruminal, el timpanismo o meteorismo y otras enfermedades de tipo respiratorias.

La acidosis ruminal es la segunda patología en importancia tras las de origen respiratorio, y provoca enormes pérdidas económicas como consecuencia de los menores rendimientos productivos obtenidos (Castillo *et al.*, 2004). La fermentación ruminal de grandes cantidades de hidratos de carbono no fibrosos (CNF), tales como almidón y azúcares, conduce a la producción de elevadas cantidades de ácidos grasos volátiles (AGV) y lactato, que pueden acumularse en el rumen y originar una disminución del pH (Rumsey *et al.*, 1970), provocando la



aparición de acidosis ruminal y una serie de patologías asociadas como: laminitis, poliencfalomalacia y abscesos hepáticos (Owens *et al.*, 1998).

En Estados Unidos, del total de bajas observadas en cebaderos por problemas digestivos, el 24% fue atribuido a casos de timpanismo o meteorismo (Cheng *et al.*, 1998), aunque la etiología de este último, puede estar relacionada con las zonas de cebo, el manejo de la alimentación, composición de la dieta y tipo de animal.

Además de las bajas ocasionadas por estas patologías, existen otras pérdidas económicas relacionadas con el coste de los tratamientos, el sacrificio anticipado de animales que

se estancan en su crecimiento, y los menores rendimientos técnicos (GMD e IC) obtenidos. En este contexto, el empleo de la monensina como aditivo en los piensos de cebo, ha permitido incrementar el rendimiento del metabolismo energético en el rumen y en el animal, mejorar el metabolismo nitrogenado en rumen y en el animal, y controlar la aparición de problemas digestivos, como consecuencia del elevado contenido de hidratos de carbono fermentables en la dieta (McGuffey *et al.*, 2001).

La posible utilización de determinadas categorías de medicamentos en medicina humana y veterinaria, y el riesgo de selección de una resistencia cruzada a los medicamentos

utilizados para tratar las infecciones bacterianas, ha dado lugar entre otras cuestiones, a la publicación en el D.O. de la Unión Europea del 18 de octubre de 2003, del Reglamento CE N° 1831/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los aditivos en alimentación animal. En dicho Reglamento, en su artículo 11, apartado 2, se dice: "La comercialización y la utilización como aditivos para alimentación animal de antibióticos distintos de los coccidiostáticos y los histomonostatos sólo podrá efectuarse hasta el 31 de diciembre de 2005; a partir del 1 de enero de 2006, estas sustancias se eliminarán del registro".

Por lo tanto, queda claro que a partir del día 1 de enero de 2006, no podrá incorporarse monensina en los piensos destinados a la alimentación animal de forma general, y en particular en los piensos empleados para el cebo intensivo de terneros.

Modo de acción de la monensina en rumiantes

Los ionóforos son poliésteres carboxílicos, que comenzaron a emplearse como tales desde el siglo pasado, a mediados de la década de los 70, para manipular las fermentaciones ruminales y mejorar la eficacia de utilización del alimento (IC), la ganancia media diaria (GMD) y el crecimiento de los animales (Russell y Strobel, 1989). La monensina es un ionóforo que presenta ciertos efectos beneficiosos para los rumiantes, y ejerce su acción principalmente mediante una alteración selectiva del equilibrio de los microorganismos ruminales (Mutsvangwa *et al.*, 2002).

El retículo-rumen es un ecosistema anaeróbico, en el que los microorganismos ruminales fermentan los hidratos de carbono y las proteínas procedentes de la dieta, para obtener energía y nutrientes que son utilizados para su propio crecimiento y desarrollo. Algunos de los productos finales de la fermentación ruminal, tales como los ácidos grasos volátiles (AGV) y la proteína microbiana, son las principales

fuentes de nutrientes para los terneros. Sin embargo, otros productos finales de la fermentación, tales como el calor, el metano y amoníaco, representan pérdidas energéticas y proteicas de la dieta que son liberados al medio ambiente.

La monensina es un componente que resulta tóxico para algunas bacterias, hongos y protozoos. Dicha toxicidad se debe a la capacidad de los ionóforos, y en concreto de la monensina, para penetrar dentro de las membranas biológicas y alterar el flujo de iones desde fuera hacia el interior de la célula. En la interfase de la membrana celular, actúa interfiriendo el flujo de los iones, formando complejos monensina-ión que funcionan como un transportador ión móvil selectivo, e intercambian cationes H⁺ por otros cationes monovalentes (Figura 1).

Como consecuencia de la alteración del flujo iónico transmembrana, se produce un desequilibrio iónico intracelular, que es el responsable del efecto inhibitorio sobre el crecimiento y desarrollo de las bacterias afectadas. Las bacterias gram-positivas presentan una membrana menos compleja que las gram-negativas, de manera que resultan más susceptibles al efecto antibiótico de los ionóforos (Ipharraguerre y Clark, 2003).

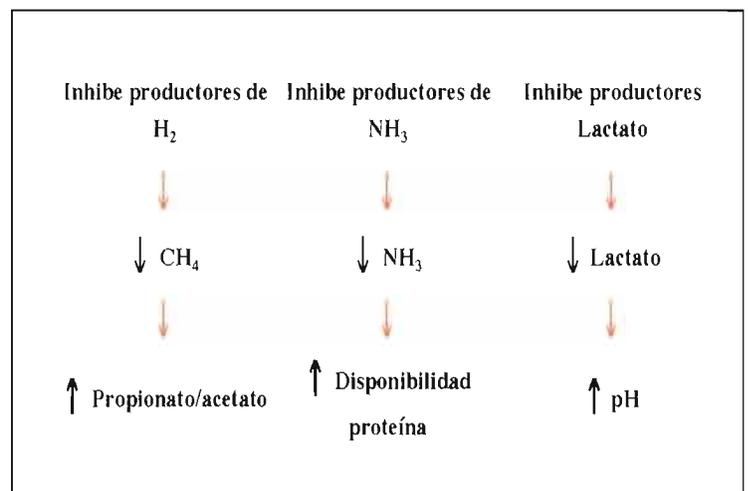
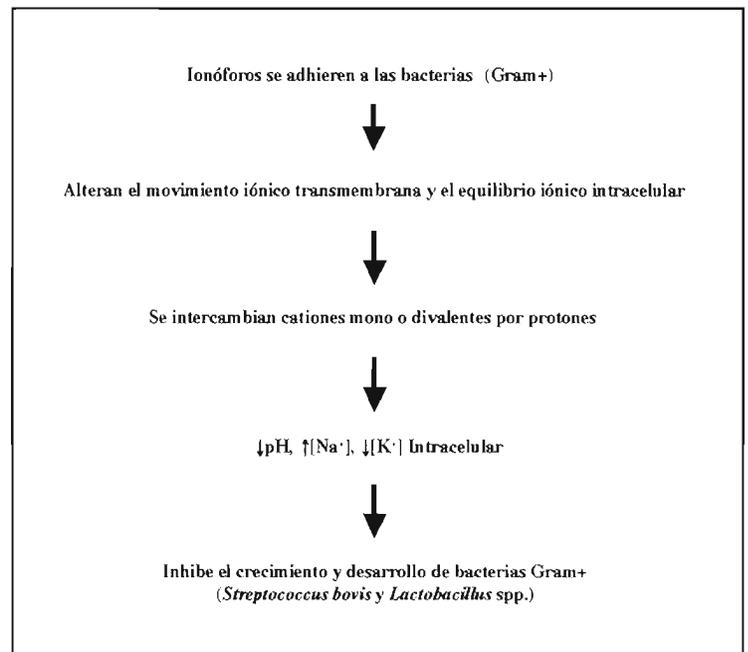
Las bacterias gram-positivas, como por ejemplo *Streptococcus bovis* y *Lactobacillus spp.*, se encuentran relacionadas con los procesos de fermentación que producen entre otros productos, acetato, butirato, formiato, lactato, hidrógeno y amoníaco. Por otro lado, las bacterias ruminales gram-negativas (*Selenomonas ruminantium*, *Megasphaera elsdenii*) se encuentran relacionadas con rutas de fermentación asociadas con la producción de propionato y succinato (Russell y Strobel, 1989). Cuando este último grupo de bacterias predomina en el rumen, la producción de gas metano y lactato disminuye, como consecuencia de una menor disponibilidad de hidrógeno y formiato, y una mayor absorción y utilización del ácido láctico, respectivamente.

En resumen, los principales efectos de la monensina sobre la fermentación ruminal son una mayor relación propionato/acetato, mayor disponibilidad de la proteína alimentaria y un aumento en el pH ruminal (Figura 2).

Alternativas al empleo de monensina en el cebo de terneros

Como ya hemos indicado anteriormente, la inclusión de

Figura 1. Modo de acción de la monensina (McGuffey *et al.*, 2001; Ipharraguerre y Clark, 2003).



la monensina como aditivo en los piensos de terneros de cebo que contienen altas cantidades de cereales, actúa previniendo la aparición de la acidosis ruminal y el timpanismo, y más concretamente la acidosis ruminal subaguda, que es la que mayores pérdidas económicas provoca en los cebaderos. Su prohibición a partir de enero de 2006 en la alimenta-

Figura 2. Efectos de la monensina sobre la fermentación ruminal.



ción animal, nos obliga a pensar en otras alternativas, sin que los rendimientos productivos y los económicos sufran importantes variaciones. Se estima que en España los costes de producción podrían incrementarse entre un 3-5% (Carro y Ranilla, 2002; Castillo *et al.*, 2004).

Las posibles soluciones a este problema pueden llegar bien a través del empleo de otros aditivos alimentarios de uso legal, o bien mediante la implantación de determinadas estrategias alimentarias. En cuanto al empleo de aditivos alimentarios, dos grupos son los que en este momento parecen tener mayor interés, los ácidos orgánicos y los probióticos.

Las estrategias alimentarias deberán centrarse por un lado, en aspectos relacionados con el manejo de la alimentación, y por otro, en los ligados a los requerimientos nutritivos de los piensos utilizados en el cebo intensivo. En cuanto a

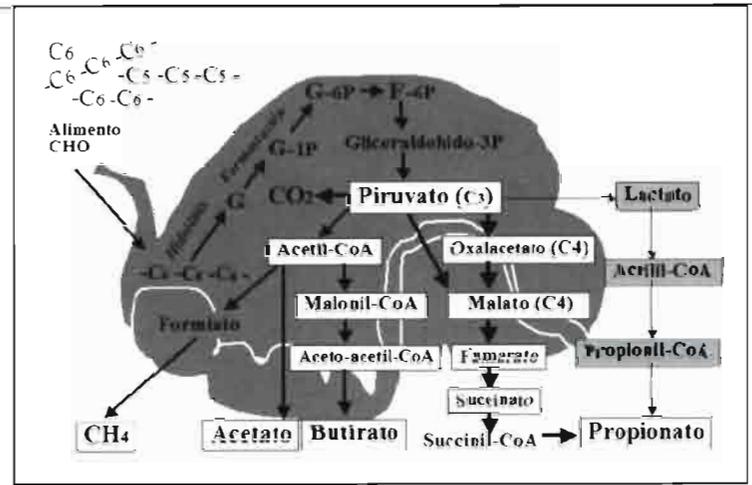


Figura 3. Formación y metabolismo de los AGV en el rumen. (Caja *et al.*, 2003).

estos últimos, deberemos prestar especial atención a los niveles de FND y almidón en la dieta. Manteniendo los requerimientos actuales de densidad energética de los piensos (DER), puede ser muy interesante ir a niveles más altos de FND y algo más bajos de almidón, siendo de gran ayuda la incorporación de materias primas (subproductos) con elevado contenido en fibra soluble y en energía.

Otras estrategias alimentarias como puede ser el diseño de dietas con una mayor relación forraje/concentrado (F/C), resultan en la actualidad poco atractivas para el sector productor, ya que el consumidor (¿o tal vez los mataderos industriales?) demanda carnes de color claro o rosado y con grasa de color blanco, características de difícil consecución con dietas basadas en forrajes.

En consecuencia, la utilización de aditivos alimentarios del tipo de los probióticos, ácidos orgánicos y sustancias taponeras o buffers, que pueden ayudar a controlar el ecosistema microbiológico del rumen, se presentan como las principales alternativas al uso de la monensina en el cebo intensivo de terneros.

Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos son considerados sustancias seguras, ya que no producen residuos en la carne de los animales que han consumido este aditivo (Castillo *et al.*, 2004). El fumarato y el malato, son los

ácidos orgánicos cuyo uso se encuentra más extendido, son sales de los ácidos dicarboxílicos (C4) correspondientes, y se encuentran habitualmente en los tejidos biológicos como intermediarios del ciclo del ácido cítrico (Crespo *et al.*, 2002).

Estos ácidos orgánicos actúan a nivel ruminal estimulando la absorción de lactato por las bacterias *Selenomonas ruminantium*, previniendo o corrigiendo la disminución del pH ruminal asociado a la acidosis ruminal, reduciendo la metanogénesis, y la pérdida de energía asociada con la producción de gas metano en el rumen. Otro efecto complementario en el medio ambiente ruminal, es que pueden tamponar el pH del rumen (Castillo *et al.*, 2004).

En el rumen los hidratos de carbono se degradan hasta convertirse en piruvato, y éste es metabolizado por los microorganismos ruminales para formar AGV, CO₂ y gas metano (CH₄). El fumarato y el malato son productos intermedios de la ruta metabólica denominada ruta succínica, por la cual el piruvato se transforma en propionato, evitando así la formación de lactato (Caja *et al.*, 2003) (Figura 3).

El malato presenta una mayor respuesta en la estimulación de la utilización de lactato por parte de *Selenomonas ruminantium* (Martin y Park, 1996) y el fumarato en la reducción de la metanogénesis (López *et al.*, 1999). La absorción y utilización de lactato por las bacterias ruminales *Selenomonas ruminantium* se ve incrementado por el ácido dicarboxílico malato (Martin, 1995).

CUADRO I. Efecto de la suplementación con DL-Malato sobre los rendimientos productivos de terneros (Martin *et al.*, 1999).

	DL-Malato g/d			ESM
	0	40	80	
84 d de alimentación				
MSI kg	10,8	10,4	10,3	0,42
GMD kg ^a	1,86	1,94	2,11	0,08
Ganancia/pienso ^b	0,172	0,187	0,186	0,01
98 d de alimentación				
MSI kg	11,0	10,1	11,8	0,54
GMD kg ^b	1,76	1,76	1,96	0,08
Ganancia/pienso ^c	0,163	0,169	0,173	0,01

a Efecto lineal del tratamiento con DL-Malato (P<0,05)
 b Efecto lineal del tratamiento con DL-Malato (P<0,10),
 c Efecto cuadrático del tratamiento con DL-Malato (P<0,05)

LA EVOLUCIÓN DE UN CLÁSICO



**TECNICAS
IBERICAS**®

DE ALIMENTACIÓN ANIMAL

Soluciones de hoy, ventajas de mañana

Evoluciona un clásico en alimentación animal. Una sólida experiencia es nuestro secreto para buscar hoy soluciones de calidad que garanticen su tranquilidad de mañana. Le ofrecemos los mejores productos, un asesoramiento técnico eficaz y personalizado, porque estamos a su lado y conocemos sus necesidades.

CUADRO II. Efecto de la suplementación con fumarato sódico (6,25 mMol/d) sobre la fermentación ruminal *in vitro* (López *et al.*, 1999).

	Control	Fumarato	P
Producción de gas (mMol/d)	58,0	54,2	NS
H ₂ (mMol/d)	0,31	0,22	NS
CH ₄ (mMol/d)	7,0	5,7	**
Propiónico (mMol/d)	10,4	15,3	**
d MS (g/kg)	476	508	*
Total bacterias (x 10 ⁹ /ml)	5,4	4,7	NS
Metanogénicas (x 10 ⁹ /ml)	14,2	14,9	NS
Celulolíticas (x 10 ⁹ /ml)	8,8	23,9	***
Protozoos (x 10 ⁷ /ml)	4,4	3,8	NS

El efecto de la suplementación de DL-Malato sobre la fermentación ruminal de una mezcla de microorganismos ruminales con almidón soluble y maíz grano aplastado provocó cambios en el pH final, CH₄ y AGV, similares a los obtenidos con sustancias ionóforas (Martin, y Streeter, 1995).

En un trabajo realizado por Martin *et al.* (1999), con 33 novillos de un peso medio ini-

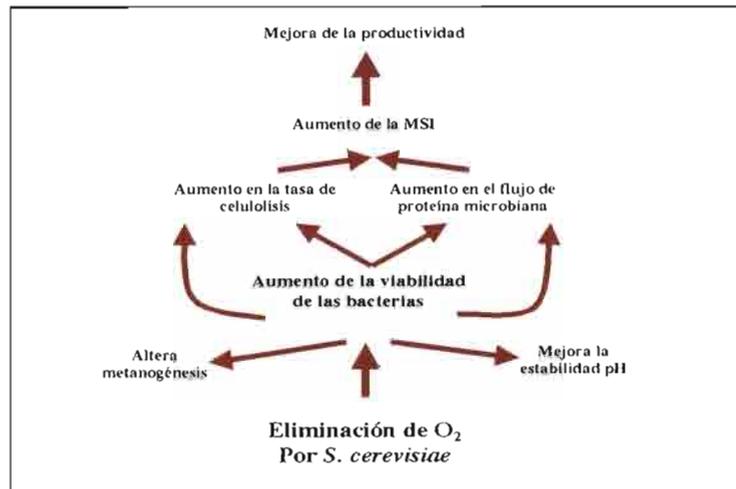


Figura 4. Modo de acción de los cultivos de levadura. (Wallace, R.J., 1994).

cial de 367 kg, durante un periodo de 98 días, y con tres niveles de inclusión de DL-Malato (0, 40 y 80 g/d), observaron que tras 84 días de experimento el ratio ganancia/pienso tendió a mejorar con la dosis más alta de malato (P<0,10), y fue un 8,1% mayor (P<0,05) para el tratamiento con DL-Malato que para el control. La ganancia media diaria (GMD) aumento linealmente (P<0,05) con el DL-Malato y fue un 8,6% mayor para el malato que para el control. Al final del experimento (98 días), la GMD experimentó un aumento lineal con el DL-Malato, y el mayor incremento correspondió a la dosis de 80 g/d de malato (**Cuadro I**).

Estos autores concluyen, que la suplementación de piensos de acabado con DL-Malato puede resultar efectiva para reducir la acidosis subclínica, y que el coste de suplementación se estima entre 0,09 y 0,18 dólares por animal y día.

López *et al.*, (1999) llevaron a cabo un trabajo *in vitro* para medir la influencia del fumarato sódico sobre la fermentación ruminal durante un periodo de 19 días. Comprobaron que con la suplementación de fumarato disminuyó la producción de gas metano y aumentó la producción de propiónico. No hubo efecto significativo sobre el número total de bacterias o sobre el número de bacterias metanogénicas, pero si observaron un incremento en el número de bacterias celulolíticas (**Cuadro II**).

Concluyen que el fumarato puede ser un aditivo alimentario útil para rumiantes, por desviar H₂ de la utilización de las bacterias metanogénicas para la producción de gas metano y porque es capaz de estimular la proliferación de bac-

CUADRO III. Efecto de un cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* sobre una mezcla *in vitro* de la fermentación de microorganismos ruminales de maíz molido (Sullivan y Martin, 1999).

Productos de la fermentación	Etanol		
	Cultivo de levadura g/l		
	0	0,35	0,73
pH	5.95 ^a	5.95 ^{ab}	5.87 ^b
Acetato (A), mM	35.5 ^a	40.3 ^{ab}	37.1 ^a
Propionato (P), mM	13.3 ^a	15.5 ^{ac}	15.5 ^{ac}
Butirato, mM	14.6 ^a	16.1 ^a	14.4 ^a
Isobutirato, mM	0.20 ^a	0.29 ^{ab}	0.21 ^a
Isovalerato, mM	0.30	0.32	0.25
Valerato, mM	0.90 ^a	1.8 ^b	1.4 ^{bc}
Total AGV, mM	64.7	74.3	68.8
A:P	2.7 ^a	2.6 ^{bc}	2.4 ^{bc}
CH ₄ , mM	13.1 ^a	13.8 ^a	12.6 ^a
H ₂ , mM	0.26 ^a	0.38 ^a	0.31 ^a
Lactato, mM	14.1 ^a	11.2 ^a	16.1 ^a

a,b,c Medias dentro de una misma fila con distintos superíndices difieren significativamente (P<0,05)

CUADRO IV. Efecto de un cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* sobre una mezcla *in vitro* de la fermentación de microorganismos ruminales de heno de alfalfa (Sullivan y Martin, 1999).

Productos de la fermentación	Cultivo de levadura g/l		
	0	0,35	0,73
pH	6.97	6.46	6.45
Acetato (A), mM	42.2	43.8	43.7
Propionato (P), mM	13.2 ^a	14.4 ^{bc}	14.9 ^b
Butirato, mM	4.4	4.8	4.8
Isobutirato, mM	0.60	0.66	0.64
Isovalerato, mM	1.1	1.2	1.2
Valerato, mM	0.81	0.94	0.94
Total AGV, mM	62.2	65.7	66.1
A:P	3.2 ^a	3.0 ^b	2.95 ^c
CH ₄ , mM	12.6 ^a	14.4 ^a	14.4 ^b
H ₂ , mM	0	0	0
NH ₃ , mg/l	259.90	265.4	264.5

a,b,c Medias dentro de una misma fila con distintos superíndices difieren significativamente (P<0,05).

CUADRO V. Efecto de un cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* sobre una mezcla *in vitro* de la fermentación de microorganismos ruminales de heno de hierba (Sullivan y Martin, 1999).

Productos de la fermentación	Cultivo de levadura g/l		
	0	0,35	0,73
pH	6.37a	6.36ab	6.35b
Acetato (A), mM	55.7a	58.5ab	59.9v
Propionato (P), mM	15.9a	17.0ab	18.0v
Butirato, mM	4.9a	6.9ab	7.4v
Isobutirato, mM	0.74	0.77	0.82
Isovalerato, mM	0.85a	0.95ab	1.00b
Valerato, mM	0.70a	0.76ab	0.81b
Total AGV, mM	78.7a	84.9b	87.4b
A:P	3.71a	3.65ab	3.60b
CH ₄ , mM	13.2a	13.1a	17.7b
H ₂ , mM	0	0	0
NH ₃ , mg/l	212.3	213.6	204.8

a,b,c Medias dentro de una misma fila con distintos superíndices difieren significativamente (P<0,05).

terias celulolíticas y la digestión de la fibra.

Sin embargo, es necesario realizar más trabajos *in vivo* para poder examinar los efectos de estos ácidos orgánicos sobre los rendimientos productivos de los terneros.

Probióticos: levaduras

Los cultivos microbianos vivos y sus extractos, en particular *Aspergillus oryzae* y *Saccharomyces cerevisiae*, han sido usados como aditivos durante muchos años. Su uso se ha extendido como agentes modificadores de la fermentación ruminal, y los datos publicados indican que pueden tener efectos beneficiosos en la alimentación de ruminantes (en términos de GMD y producción de leche) con una magnitud similar a los ionóforos (Wallace, 1994). Los efectos son altamente variables, y queda mucho por comprobar a cerca de la dosis y la dependencia de la dieta de los efectos.

La **Figura 4** muestra el esquema del modo de acción de los cultivos de levadura. La mejora en el consumo de materia seca parece estar impulsada parcialmente, por una mejora en la degradación de la fibra y por una mejora en el flujo duodenal de nitrógeno absorbible.

Trabajos recientes con diferentes levaduras y diferente capacidad respiratoria, demuestran que la capacidad de las levaduras para estimular la totalidad de bacterias viables en el rumen depende de su actividad respiratoria (Newbold *et al.*, 1993). Los resultados obtenidos en diversos trabajos muestran que los cultivos de levaduras de *Saccharomyces cerevisiae* incrementan la utilización de lactato y la digestión de la celulosa, en cultivos puros de bacterias ruminales.

Sullivan y Martin, (1999) llevaron a cabo un trabajo *in vitro* para determinar los efectos de la suplementación de 0,35 y 0,73 g/l de un cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* sobre la fermentación de maíz molido, maltosa, heno de alfalfa, heno de hierba y lactato. En presencia de maíz molido, ambas concentraciones de *Saccha-*

romyces cerevisiae tuvieron muy pequeño efecto sobre el pH final o los productos finales de la fermentación, excepto la dosis de 0,35 g/l que incrementó la concentración de valerato (**Cuadro III**).

El cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* tuvo poco efecto sobre el pH final sobre la fermentación de maltosa o lactato. Sin embargo, cuando el sustrato fue el heno de alfalfa, la dosis de 0,73 g/l de *Saccharomyces cerevisiae* incrementó la concentración de propionato y ambos tratamientos disminuyeron el ratio acetato/propionato (**Cuadro IV**).

En el caso del heno de hierba, la dosis de 0,73 g/l del cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* incrementó las concentraciones de acetato, propionato, CH₄, butirato, isovalerato, valerato y disminuyó el ratio acetato/propionato, mientras que ambos tratamientos incrementaron la concentración total de AGV (**Cuadro V**).

Concluyen estos autores, que la suplementación con un cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* sobre una mezcla de fermentación de microorganismos ruminales con maíz, maltosa, o lactato tuvo poco efecto sobre el pH final y los productos finales de la fermentación. Sin embargo, en presencia de heno de alfalfa o de hierba el cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* incrementó las concentraciones de varios productos finales de la fermentación.

Conclusión

En resumen, los aditivos alimentarios tipo ácidos orgánicos y cultivo de levaduras pueden ser una alternativa válida en el cebo intensivo de terneros. Sin embargo, sería muy interesante disponer de más trabajos *in vivo*, para contrastar con los resultados obtenidos *in vitro* y poder despejar preguntas tales como ¿Cuál es la dosis adecuada de ácidos y/o levaduras? ¿Qué da mejor resultado el ácido o la sal del ácido o ambas? ¿Con qué obtengo mejores resultados con una levadura viva o muerta, y a qué dosis?, en fin y muchas más cuestiones que en este momento no conocemos bien. ●

Rumalato®

El almidón en la dieta ya no es un problema

Los beneficios son evidentes:

- ✓ Evita la aparición de acidosis.
- ✓ Reduce timpanismos.
- ✓ Mejora la digestibilidad de las raciones.
- ✓ Permite formulaciones más agresivas.
- ✓ Mejora los resultados en la conversión del pienso.
- ✓ Mayor peso al sacrificio o reducción del tiempo de cebo.

¿Acidosis, timpanismos, bajo rendimiento?

Rumalato es la solución inteligente



NOREL & NATURE
NUTRICION

NOREL, S.A. Jesus Aprendiz, 19, 1º A y B • 28007 Madrid (SPAIN)
Tel. +34 91 501 40 41 • Fax +34 91 501 46 44 • www.norelnature.com