

# ADITIVOS ALIMENTICIOS EN CORRALES DE ENGORDA

J.A. Martínez G., P.A. Hernández G., G.D. Mendoza M., F.X. Plata P. 2017. Engormix.com.

Del libro: "Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano" ISBN: 978-607-28-1031-0.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Aditivos y promotores del crecimiento](#)

## INTRODUCCIÓN

Los aditivos para dietas de corrales de engorda son considerados una de las herramientas más importantes para reducir los costos de alimentación o para obtener mayor eficiencia de utilización del alimento, promoviendo mayores ganancias de peso o mejorando la rentabilidad dependiendo de su mecanismo de acción. Algunos de ellos tienen efectos secundarios como la reducción de acidosis, coccidiosis y timpanismo de grano, mientras que otros suprimen la actividad del ciclo estral, reducen la incidencia de abscesos hepáticos y los problemas de garrro.

Stock y Mader (1985) señalaron que los aditivos alimenticios se pueden dividir en cinco grupos: 1) Ionóforos, 2) Antibióticos, 3) Supresores de Estros, 4) Amortiguadores, y 5) otros. Es importante conocer el modo de acción y los efectos y mecanismos de acción de estos aditivos, dosis y a su vez de las contra indicaciones por especie. En México existe una gran gama en la disponibilidad de aditivos, principalmente de manufactura extranjera, sin embargo, debido a este intercambio mundial no todos los aditivos son producidos por casa comerciales serias, por lo que es necesario estar realizando continuamente evaluaciones de calidad de estos productos, ya sea por empresas privadas o parte de Universidades, centros de investigación y en unidades producción.

## IONÓFOROS

Los ionóforos son un tipo de antibióticos que inhiben el crecimiento de algunos microorganismos del rumen en forma selectiva principalmente las bacterias "Gram positivas", alterando el transporte de iones a las células (Pinos y González, 2000), lo cual brinda cierto efectos benéficos. Sin embargo estos efectos en Gram + deben de reevaluarse con base a los estudios de biología molecular y a un análisis crítico de los trabajos que se realizaron anteriormente, pues la reducción de Firmicutes de acuerdo a estudios de pirosecuenciación es solo del 4.5% (Kim et al., 2014). Independientemente de que las técnicas de biología molecular darán respuesta al mecanismo de acción, su uso mejora la eficiencia de la fermentación ruminal al incrementar la proporción molar de ácido propiónico (Cuadro 14.1); lo que reduce las pérdidas de energéticas que repercuten en mayor energía disponible para el animal. Es importante indicar que el ácido propiónico es el único glucogénico, lo que representa ventajas para el ganado (Ørskov, 1986). Se ha mencionado que el principal modo de acción de los ionóforos es afectar a algunas bacterias, mediante la suspensión del intercambio iónico, además de modificar el gradiente protónico y catiónico de la membrana celular, como resultando de esta inactivación las bacterias realizan un constante bombeo de protones al exterior, lo cual les permite conservar las concentraciones iónicas y por tanto el equilibrio ácido-base en su interior, dicho evento genera un gasto energético metabólico adicional, ocasionando un decremento del pH, aunado a la disminución de la energía disponible, hace que el crecimiento de las bacterias sea menor (Russell y Strobell, 1989). Sin embargo, los estudios con técnicas moleculares indican que la presencia o ausencia de la membrana no es un factor determinante para la susceptibilidad a ionóforos como la monensina (Kim et al., 2014).

De los primeros estudios representativos del uso de la monensina sódica o la lasalocida, indicaron que pueden reducir los niveles de lactato in vitro (Dennis et al., 1981). A su vez los ionóforos también pueden elevar el pH ruminal y reducir la concentración de lactato y la población bacteriana de *Streptococcus bovis*, esto bajo condiciones de acidosis aguda (Nagaraja et al., 1982; Burrin et al., 1988). La posibilidad de que los efectos de los ionóforos sean una consecuencia indirecta sobre los protozoarios (Mendoza et al., 1993) debe de evaluarse con las técnicas moleculares (Karnati et al., 2009; Kim et al., 2014).

Burrin et al. (1984) y Burrin y Britton (1984) indican que la monensina ayuda a elevar el pH ruminal en animales con acidosis subaguda, reducía la variación de consumo (Cuadro 14.2) pero no evitaba el síntoma de no consumo (Stock et al., 1995). Es importante enfatizar que los ionóforos ayudan a controlar la acidosis subaguda, pero no la pueden prevenir (Britton y Stock, 1986; Russell y Strobell, 1989; Pinos y González, 2000). Sin embargo, es reconocido por nutriólogos asesores de corrales de engorda que debe de incluirse un ionóforo en dietas altas en grano. En el Cuadro 14.2 se puede observar que el nivel de 33 ppm de monensina tuvo una menor variación del consumo. Datos obtenidos de corrales de engorda (Larson et al., 1992) indican que la monensina ayuda a reducir la variación de consumo en corrales de engorda, bajo condiciones comerciales (Goodrich et al., 1984).

**Cuadro 14.1** Efecto del nivel de monensina en el comportamiento y metabolismo ruminal.

	Nivel de monensina, mg/ cabeza/d		
	0	150	300
Comportamiento inicial 21 días			
CMS, kg/d	7.95	7.81	7.66
GDP, kg	1.151	1.310	1.269
Conversión	7.11	6.03	6.09
Comportamiento en la engorda global			
CMS, kg/d	9.34	9.36	9.14
GDP, kg	1.256	1.229	1.188
Conversión	7.47	7.65	7.71
Ensayo metabolismo			
CMS, kg/d	10.63	10.68	11.13
pH ruminal	5.75	5.83	5.94
L (+) lactato, mM	0.232	0.275	0.522
Concentración de ácidos grasos volátiles, mM	104.9	103.6	89.5
Acético, %	55.4	55.6	54.5
Propiónico, %	23.5	25.6	28.7
Butírico, %	15.2	13.2	11.4

CMS=Consumo de materia seca; GDP=ganancia diaria de peso.  
Fuente: Farlin (1976).

Se ha reportado que los ionóforos reducen la degradación de la proteína dietaria y que también reducen la síntesis de proteína microbiana (Bergen y Bates, 1984). Estos efectos tienen poca importancia en animales alimentados con raciones altas en grano, pero podrían tener una implicación importante en rumiantes en crecimiento en raciones a base de forrajes (Stock, 1991).

**Cuadro 14.2** Efecto del nivel de monensina sobre la media de la variación del consumo diario medio a varios intervalos.

Intervalo, Días	Monensina, ppm			Media
	0	11	33	
1-7	0.85	0.74	0.88	0.82
7-10	18.65	13.19 <sup>ab</sup>	10.05 <sup>b</sup>	14.04
10-16	5.20 <sup>a</sup>	4.07 <sup>a</sup>	2.49 <sup>b</sup>	3.94
16-28	1.15 <sup>a</sup>	1.17 <sup>a</sup>	0.79 <sup>b</sup>	1.04
1-28	6.26 <sup>a</sup>	5.68 <sup>b</sup>	5.23 <sup>b</sup>	5.73

<sup>ab</sup> Medias entre hileras con distinta literal son diferentes (P > 0.05).  
Fuente: Britton y Stock (1986).

Si se considera que los ionóforos están reduciendo parcialmente el estrés causado por acidosis, timpanismo de grano y coccidiosis, su uso es altamente recomendable en raciones donde se desee incrementar el nivel de grano. Dentro de los ionóforos que se han estudiado están: monensina sódica, lasolacida, salinomina y narasina. Actualmente se encuentran en el mercado monensina (Rumensin) la cual es obtenida de *Streptomyces cinnamomensis* y lasalocida (Bovatec) del proceso biotecnológico de *Streptomyces lasaliensis*. El efecto de los ionóforos más consistente es la reducción del consumo tal como lo muestran resultados de las Universidades de Oklahoma y Nebraska (Cuadro 14.3). No presentan efectos en las características de la canal y el principal beneficio está en mejorar la eficiencia de utilización del alimento.

**Cuadro 14.3** Resumen de cambios observados con ionóforos en el consumo en corrales de engorda.

Ionóforo	Numero de experimentos	Porcentaje de mejora sobre el testigo negativo		
		Ganancia		Consumo
Monensina	53	+2.5	-5.1	+7.2
Lasalocida	17	+6.4	-4.6	+9.9
Salinomicina	15	+4.6	-1.7	+6.1
Narasina	6	-1.0	-12.5	+8.8

Fuente: Adaptado de Stock y Mader (1985).

Una diferencia importante entre lasalocida y monensina es que lasalocida no requieren periodo de adaptación, mientras que se monensina debe de adaptarse a la dosis en forma gradual. Lasalocida no deprime el consumo tan notablemente como la monensina lo que se considera desventaja (Goodrich et al., 1984). Esta depresión de consumo es determinante para la prevención de acidosis subaguda durante el mayor consumo de grano (Stock y Mader, 1985). La monensina sódica ya está autorizada para usarse en vacas lactantes (Hook et al., 2009); por otra parte es muy tóxica para equinos y porcinos. La lasalocida también es tóxica aunque en menor grado para esas especies de no rumiantes. La monensina se puede combinar con tilosina y con acetato de melengestrol y se ha utilizado en suplementos sólidos y líquidos (Stock y Mader, 1985) así como en bloques de melaza- urea (Jiménez y Nuñez, 1992). No existe un tiempo límite para remover la monensina o la lasalocida de la ración en función del sacrificio del animal en corrales de engorda. Los resultados de Farlin (1976) muestran las ventajas de combinar tilosina con monensina (Cuadro 14.4). No está permitido combinar la lasalocida con antibióticos y con acetato de melengestrol, lo cual es otra desventaja para ese ionóforo.

**Cuadro 14.4** Efecto de la monensina y tilosina en raciones de finalización.

g/Ton	Monensina				Tilosina	Monensina-Tilosina		
	0	5	20	30	10	5-10	20-10	30-10
Peso inicial, kg	297	302	302	300	297	302	307	303
CMS, kg/d	8.9	9.3	8.6	7.7	8.8	8.7	8.4	7.8
GDP, kg	1.37	1.44	1.36	1.28	1.40	1.45	1.35	1.38
CMS/GDP	6.56	6.44	6.30	5.95	6.28	6.02	6.19	5.61

CMS=Consumo de materia seca; GDP= ganancia diaria de peso.

Fuente: Farlin (1976).

Duffield et al. (2012) realizaron un meta-análisis con la determinación con la respuesta a la adición de monensina, observaron que se redujo el consumo de materia seca y mejoró la ganancia diaria de peso, variables que mejoran la eficiencia alimenticia. Además indican que a pesar de que la monensina presenta un efecto positivo sobre la ganancia, este efecto se reduce al aumentar la dosis; esto incrementaría los costos. Los resultado en resumen que se obtuvieron del meta-análisis (Cuadro 14.5), indicaron que con el uso de la monensina, mostró una disminución del consumo de la materia seca, en un poco más del 3%, así como una reducción del 6.4% en la conversión (mejora en la eficiencia de utilización del alimento), a su vez en la evaluación de la monensina repercute en un incremento en la ganancia diaria de peso y la eficiencia por kg ganados (Duffield et al., 2012).

**Cuadro 14.5** Resumen de meta-análisis por el efecto de monensina sobre el rendimiento en el crecimiento y finalización.

Variables evaluadas	Cambio, %	No, Animales	Ensayos
Consumo de materia seca	- 3.1	854	151
Conversión alimenticia	-6.4	186	32
Ganancia diaria de peso	2.5	799	156

Fuente: Modificado de Duffield et al. (2012)

Duffield et al. (2012) reportan un efecto lineal por la aplicación de monensina en la eficiencia alimenticia, ya que cuando se incrementan las dosis la eficiencia alimenticia también es mayor. Estos datos respaldan la decisión

en la legislación de los Estados Unidos de Norteamérica, donde se aprobó el incremento en el rango de dosis de Rumensin, de 6 a 49 mg/kg de alimento (Cuadro 14.6). Debe tenerse presente que la eficiencia alimenticia es el inverso de la conversión (kg de ganancia por kg de alimento consumido).

**Cuadro 14.6 Efecto de niveles de monensina en el crecimiento y finalización de ganado de un meta-análisis.**

	Rango de dosis Monensina <sup>a</sup>			
	< 16	16-30	31-44	> 44
No. Ensayos	30	36	56	8
Conversión alimenticia <sup>b</sup>	-0.532	-0.628	-0.455	-1.153

<sup>a</sup>mg/kg de alimento 100% ms.

<sup>b</sup>kg de alimento/kg ganancia de peso.

Fuente: Modificado de Duffield *et al.* (2012).

A pesar de que los ionóforos son de gran utilidad y seguridad. Muchos países europeos los prohíben y eso puede repercutir en algunos corrales que consideren la exportación de productos. Por lo tanto es necesario buscar alternativas de otro tipo que a futuro permitan sustituir los ionóforos. Lo importante es realizar evaluaciones científicas y con animales pues existen muchos trabajos *in vitro* que no necesariamente tendrán resultados *in vivo*.

## ANTIBIÓTICOS

Los antibióticos se consideran sustancias químicas o metabolitos, los cuales actúan a favor de eliminar los microorganismos causantes de enfermedades, principalmente infecciones bacterianas microbianas también pueden mejorar la conversión alimenticia y en algunos casos como promotores del crecimiento. Los antibióticos como clortetraciclina, oxitetraciclina, bacitracina y tilosina, se utilizan en ganado de engorda principalmente para el control de abscesos hepáticos, los cuales pueden afectar el comportamiento de los animales (Brink y Lowry, 1985). Los antibióticos también pueden reducir la incidencia de timpanismo, gabarro, diarrea bacteriana y otras infecciones, además del uso de algunos antibióticos pueden mejorar la salud de la mucosa del tracto digestivo, así incrementando la absorción de nutrientes y evitar el paso de bacterias patógenas.

Es importante mencionar que se pueden administrar en forma intermitente. Cuando se administra 1 g/animal/día por tres días o 400 mg/animal/día ambos en un periodo de 28 días, se obtienen resultados similares en el comportamiento de los animales (Stock y Mader, 1985). Existen numerosas presentaciones comerciales de los antibióticos y en el caso de clortetraciclina y oxitetraciclina, su uso resulta en un beneficio de 3 a 5% de mejora en ganancia de peso y eficiencia alimenticia en ganado en finalización.

Se recomienda remover el antibiótico al menos 48 horas antes del sacrificio del ganado si las dosis son de 70 a 100 mg/animal/día. Se pueden utilizar dosis de 350 mg/animal/día de clortetraciclina con 350 mg/animal/día de sulfametazaina en situaciones que los animales manifiesten problemas mórbidos; en este caso se recomienda remover el antibiótico de la ración al menos siete días antes del sacrificio. Las mismas indicaciones son válidas para combinaciones de 2 g/animal/día de oxitetraciclina con 1.4 g de neomicina (Stock y Mader, 1985). La bacitracina (bacitracina-zinc) puede ser usada en bovinos de engorda en dosis de 35 a 70 mg/animal/día, observando mejoras en ganancia y eficiencia de 1 a 5%. En el caso de la tilosina, esta se recomienda para reducir la incidencia de abscesos hepáticos y se puede combinar con monensina; y las dosis a usar se encuentran entre 8 y 10 g/ton de alimento (base seca) o de 60 a 90 mg/animal/día. Para este producto no hay tiempo establecido para el retiro específico antes de sacrificio.

Por otra parte, al emplear de virginiamicina, ha mostrado presente efectividad en el control de acidosis ruminal, la recomendación de inclusión a la dieta va de 20 a 40 g por tonelada de alimento, han observado que mejora la conversión alimenticia de un 10 a 12%, además de incrementar un 4% la ganancia diaria de peso y reduce aproximadamente el 7% el consumo de alimento, por otra parte el rendimiento en canal, aumento en 1 a 1.5%. (Zorri-lla-Ríos *et al.*, 1994). La incorporación de antibióticos en el animal, lo debe de prescribir un profesional ya que, la elección y uso, aplicación del antibiótico adecuado para auxiliar en problema de infección. Para el uso adecuado de los antibióticos se debe de tomar en cuenta las recomendaciones emitidas por la Sagarpa, México. Por otra parte el uso de antibióticos es una práctica que conlleva el riesgo de poner en peligro la salud del consumidor si no se usan en forma adecuada.

## SUPRESORES DE ESTROS

La engorda de hembras es una práctica que se realiza en México, dependiendo de las condiciones de oferta y demanda de novillos. Sin embargo, uno de los problemas al alimentar vaquillas son la manifestaciones de estos, ya que reducen el consumo y se presentan montas y gasto de energía; esto puede ser controlado con el acetato de melengestrol. El acetato de melengestrol o mga es una hormona sintética de actividad y estructura similar a la progesterona que suprime el ciclo estral. En general se obtienen mejoras de 3 a 7% en ganancia de peso y eficiencia; sin embargo, la repuesta puede ser variable de acuerdo a la edad de las vaquillas el número de vaquillas por corral y otros (Stock y Mader, 1985). Se recomienda usar de 0.25 a 0.50 mg/animal/día y se debe retirar del alimento 48 horas antes del sacrificio. Imwalle et al. (2002) emplearon 0.5 mg/vaquilla/día de acetato de melengestrol; concluyeron que el uso de mga impide la ovulación en el ganado mediante la inhibición del pico preovulatoria de lh.

En otro experimento Sides et al. (2009) emplearon 0.4 y 0.5 mg/vaquilla/día de mga en el alimento y no encontraron cambios en el consumo de alimento, ganancia diaria de peso, eficiencia alimenticia, de igual manera las variables de la canal, únicamente encontraron disminución en la actividad estral de la vaquillas (Cuadro 14.7).

## AMORTIGUADORES

Los amortiguadores ruminales son principalmente empleados en dietas en finalización, las cuales contiene elevados cantidades de carbohidratos de rápida fermentación y baja en fibra, y estas ocasiona un disminución del pH, lo cual contrarresta la actividad de los microorganismos ruminales, principalmente las bacterias celulíticas son las de mayor afectación (Owens et al., 1998).

**Cuadro 14.7 Efecto de niveles de acetato de melengestrol en el comportamiento productivo y efecto estral de vaquillas en finalización.**

Item	Acetato de melengestrol, (mg/vaquilla/día)		EE	P
	0.4	0.5		
Peso Inicial, kg	290	290	1.88	0.97
Consumo de materia seca, kg/d	7.3	7.32	0.06	0.68
Peso Final, kg	524	524	1.88	0.92
Ganacia total de peso, kg	234	233	2.53	0.97
Ganacia diaria de peso, kg	1.33	1.33	0.0	0.97
Eficiencia alimenticia	0.18	0.18	0.01	0.64
Actividad estral de vaquillas, %	3.2	2.1	-	0.03
Características de la canal				
Rendimiento de la canal, %	65.1	65.0	0.09	0.21
Peso de la cal caliente, kg	341	340	1.44	0.59
Grado de marmoleo $\pm$	299	298	3.13	0.92
Espesor de grasa de la 12a costilla, cm	1.29	1.32	0.03	0.29

$\pm$  300=Leve; 400=Poca; 500=Modesto.

EE: Error estándar de la media; P: valor de probabilidad.

Fuente: Modificado de Sides *et al.* (2009).

Se han utilizado una gran variedad de amortiguadores para reducir la acidosis en raciones altas en grano, sin embargo, las respuestas han sido extremadamente variables (Britton, 1991). Se utilizan de 0.75 a 1.5% de la ración (base seca) de bicarbonato de sodio, óxido de magnesio y óxido de calcio y de 1 a 2% de bentonita de sodio (base seca). Es importante considerar que la saliva del animal es el principal amortiguador en los rumiantes y que la adición de forraje y el tipo de estos pueden ser mejor recurso nutricional que la adición de amortiguadores, cuya respuesta es poco consistente e incrementa los costos de alimentación; algunos de ellos se pueden usar para formular el calcio.

Para determinar el mejor efecto del bicarbonato de sodio como amortiguador, el cual fue incorporado en las dietas o se permitió el consumo ad libitum en corrales de engorda, los resultado que no hay correlación entre la forma de suministrarlo, para respuestas en el pH ruminal, esto debido a que el ganado no es capaz de seleccionarlo para prevenir una acidosis, sin embargo, al mezclarlo dentro de la dieta en la ración redujo el número de largos episodios de acidosis ruminal, lo cual podría reducir las consecuencias negativas de la acidosis ruminal en la digestión de alimento y regulan el consumo de amortiguadores cuando se sienten afectados por una acidosis suba-

guda (Keunen et al., 2003; Paton et al., 2006). Lo que refuta la hipótesis que los animales son capaces de seleccionar una dieta óptima (Cooper et al., 1996). En relación de estimar los efectos del óxido de calcio (CaO) en la dieta en novillos de engorda, se suministraron diferentes dosis de este (0.8, 1.6, y 2.4 %) a novillos alimentados con 60 % de granos secos de destilería se evaluaron el pH ruminal, producción de ácidos grasos volátiles, digestibilidad aparente, balance de nitrógeno, rendimiento y características de la canal. Reportando que estabiliza el pH ruminal, aumenta la digestibilidad de la fibra, mostrando que la inclusión de CaO de 0.8, 1.6, y 2.4 % incrementó ganancia diaria de peso por 5.0, 3.9, y 0 %, respectivamente, concluyen que un 1.6 % de CaO es eficaz para mejorar el rendimiento del ganado de engorda (Nuñez et al., 2014).

En otro estudio con granos de destilería secos o modificados, además de la adición de CaO (0 y 12%), se reportó que independientemente del tipo de granos de destilería, se incrementaba el pH ruminal en las primeras 1.5 h. alcanzado el mayor valor a las 3 h post alimentación. Sin embargo, después de las 3 h no se observan incrementos en el pH durante el resto del día. En este mismo estudio para el caso de la actividad de la celulasa ruminal, esta mostro un incremento (28%) en dietas con 1.2% CaO, a su vez también se observó un cambio en la relación acetato:propionato, por efecto de la adición de CaO independientemente del tipo de dgs. El incremento inicial a la adición de CaO sobre la actividad pH ruminal y celulasa, no aumentó la desaparición in situ de fdn, tampoco mostró diferencias en la producción de metano (Schroeder et al., 2014).

En la Universidad Federal de Viçosa (Brazil), se realizó un estudio con 35 novillos de cruza Holstein x Nelore, a los cuales se les proporcionó una dieta a base de ensilaje de caña de azúcar y adición de CaO (0, 5, 10, y 15 g/kg; en base fresca), reportan que la adición de más de 5 g/kg CaO no mejora el consumo de ensilaje o rendimiento de los animales, a su vez, el uso de altos niveles de CaO (15 g/kg) disminuye la ingesta de la dieta y el rendimiento de crecimiento de ganado vacuno. Por lo tanto, no se recomienda el uso de CaO por encima de 5 g/kg en la caña de azúcar en el ensilaje de caña de azúcar (Chizzotti et al., 2015).

## PROBIÓTICOS

Los probióticos o cultivos microbianos son productos formados por una mezcla de microorganismos vivos (hongos y levaduras), como enzimas, vitaminas, medios de cultivos y factores no identificados que tienen efectos benéfico en la fermentación ruminal, incrementando las bacterias intestinales. Los probióticos de la primera generación no mostraron resultados convincentes en raciones altas en grano (Cuadro 14.9), por otra parte han sido señalados como una alternativa al uso de antibióticos en la alimentación de rumiantes, sin embargo, hay pocas evaluaciones que respalden su uso.

Existen probióticos que han mostrado efectos benéficos en raciones para ganado lechero, y que deben ser evaluados en corrales de engorda; éstos son elaborados con *Saccharomyces cerevisiae* o *Aspergillus oryzae*. Los mecanismos de acción de los probióticos aún no han sido entendidos (Williams y Newbold, 1990). Existen evidencias que al emplear prebióticos en becerros promueve el crecimiento y reduce la muerte, ocasionada por el estrés posdestete; por otras pate su efecto se va a ver influenciado a la edad y estado fisiológico del animal (Rodríguez-Palacios et al., 2004).

**Cuadro 14.9 Efecto del nivel de prebiótico (*Lactobacillus torulopsis* y *Aspergillus oryzae*) en raciones de finalización (85% maíz rolado).**

	g/día			
	0	2.5	5.0	10.0
Peso inicial, kg	305	306	303	303
GDP, kg	1.22	1.09	1.28	1.11
CMS, kg	8.22	8.22	9.58	8.24
Conversión	6.72	7.57	7.51	7.44
Abscesos hepáticos %	16.7	12.5	12.5	20.8

CMS=Consumo de materia seca; GDP=ganancia diaria de peso.

Fuente: Farlin (1977).

Por otra parte, los principales efectos de los probióticos que han sido resumidos por Plata (1992), mejoran la ganancia de peso, la producción de leche, el consumo de alimento, el incremento en el pH, el cambio en la proporción de ácidos grasos volátiles, el incremento de los protozoarios y las bacterias celulolíticas, así como la digestibilidad de la materia orgánica y de la fibra. La mayoría de los estudios se han realizado en raciones con alto contenido de forraje; sin embargo, en un experimento; Plata (1992) utilizó varios niveles de concentrado basados en desechos de panadería y no encontró interacción entre niveles de fibra y probióticos, por lo que los efectos benéficos de los probióticos podrían esperarse en raciones altas en grano (Cuadro 14.10).

**Cuadro 14.10** Efectos principales del nivel de fibra y de un probiótico con *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos.

Variable	Nivel de concentrado			Probiótico	
	60	40	20	0	10
CMS, kg/d	8.7	9.15	7.51	8.41	8.49
GDP, kg	1.080	1.372	0.404	0.817	1.088
pH horas debajo de seis	5.27	3.44	1.66	3.31	3.60
Ácidos grasos volátiles mM	57.76	50.81	47.19	49.80	54.04
Proporción molar					
Acetato	54.6	59.6	63.3	60.3	58.0
Propionato	22.9	21.1	20.3	20.7	22.2
Butirato	22.3	19.2	16.2	18.9	19.6
Población de protozoarios x 10 <sup>3</sup> /ml	205	4.13	274	254	341

CMS=Consumo de materia seca; GDP=ganancia diaria de peso.

Fuente: Elaborado con datos de Plata (1992).

Aun al usar el probiótico con *Saccharomyces cerevisiae*, no se encontró diferencias en el consumo de alimento pero sí en la ganancia diaria de peso ( $P < 0.05$ ) lo que mejoró la eficiencia de utilización del alimento (Cuadro 14.10), lo cual podría relacionarse con el incremento en propionato ( $P < 0.05$ ). Es interesante observar que la adición del probiótico incrementó en forma significativa ( $P < 0.01$ ) la población de ciliados al igual que en el experimento de Ayala et al. (1992). Si los protozoarios son estimulados por la adición de ese tipo de probióticos, se esperaría un efecto benéfico del probiótico en raciones con alto contenido de almidón. En algunos corrales de engorda de México se han observado efectos benéficos al adicionar probióticos en la etapa de recepción. Sin embargo, es necesario realizar más investigación ya que es posible que no todos los probióticos tengan la misma respuesta. Un efecto adicional reportado con los probióticos es una menor temperatura corporal (Huber, 1991). Esto podría ayudar a reducir el estrés calórico. Se requiere de mayor información al respecto, puede este efecto podría ser benéfico en condiciones donde las altas temperaturas son un limitante en la engorda.

En condiciones prácticas deben de evaluarse las unidades formadoras de colonia de los probióticos y asegurarse de que se tengan presentes las levaduras o los microorganismos deseados, pues dado que estos van perdiendo viabilidad con el tiempo, es posible que la inconsistencia y la falta de efecto sea el resultado de que no se tengan los microorganismos presentes. Por otro lado, existen productos que en su formulación además de microorganismos incluyen enzimas, minerales u otros elementos que pueden ser los responsables de los efectos benéficos y no de los probióticos.

## B-ADRENÉRGICOS

Los  $\beta$ -adrenérgicos son considerados anabólicos orgánicos no hormonales, que presentan un efecto biológico en la reducción del tejido adiposo, mediante la disminución de la síntesis de lípidos, por lo cual existen más nutrientes energéticos para la síntesis de músculo, en presencia de abundante fuente proteica disponible, en general realizan modificaciones al metabolismo celular, mejoran la eficiencia productiva y la calidad de la carne de bovinos (Avendaño et al., 2006) En México para el caso de bovinos de engorda están autorizados para su uso como promotores de crecimiento el clorhidrato de Zilpaterol y la Ractopamina. Estos se incorporan al final de la engorda de 20 a 40 días y se mejora la ganancia de peso, la eficiencia de utilización del alimento, peso y rendimiento de la canal (Salinas-Chavira et al., 2004, 2006). Las respuestas son similares en hembras y machos. Los factores importantes son la dosis, días de retiro, y días de consumo. Las dosis usadas son de 6 a 8 mg/kg en la ración para zilpaterol y de 30 mg/kg de la ración de ractopamina. El zilpaterol debe ser retirado 3 días previos al sacrificio (Plasencia et al., 1999).

En un experimento conducido por Castellanos-Ruelas et al. (2006) emplearon 0.14 mg de zilpaterol/kg de peso vivo/día, durante 33 días a novillos cebuinos, alimentados con dieta de finalización (13.2% pc, 1.93 Mcal ENg, 1.26 Mcal de ENm); con el objetivo de conocer la ganancia de peso y el rendimiento de la canal, para lo cual la dosis de  $\beta$ - adrenérgico fue retirado en el día 31 del experimento; el último día del experimento los novillos fueron sacrificados; encontraron que el efecto del zilpaterol, incremento la ganancia de peso y rendimiento en canal, además de que las canales resultaron más magras (Cuadro 14.11).

**Cuadro 14.11** Efecto del  $\beta$ -agonista adrenérgico (zilpaterol) en la ganancia de peso y variables de la canal de novillos cebuinos en finalización.

Items	Zilpaterol, mg/kg pv/día		EE
	0	0.14	
Peso inicial, kg	358.4	354.8	3.28
Peso final, kg	407 <sup>a</sup>	405 <sup>a</sup>	3.76
Consumo de ms, kg/d	8.97	9.26	-
Conversión alimenticia	6.14	6.15	
Rendimiento canal caliente, %	58.1 <sup>a</sup>	59.1 <sup>b</sup>	0.21
Grasa interna, kg	14.5 <sup>a</sup>	13.5 <sup>b</sup>	0.35
Marmoleo	4.00 <sup>a</sup>	3.64 <sup>b</sup>	0.18
Espesor de grasa dorsal, cm	6.8 <sup>a</sup>	5.8 <sup>b</sup>	0.23
Área del <i>Longissimus</i> , cm <sup>2</sup>	61.3 <sup>a</sup>	71.6 <sup>b</sup>	2.52

**PV**=Peso vivo; **EE**=error estándar de la media; **MS**= materia seca.

Fuente: Modificado de Castellanos-Ruelas *et al.* (2006).

Al emplear la combinación de monensina y tilosina se pueden retirar de la dieta durante el período de alimentación con zilpaterol (pasando 30 días de alimentación) con un mínimo o ningún impacto en la calidad y cortes de la carne. El clorhidrato de zilpaterol es un agente de repartición que funciona a través de aumento de la proteína y una disminución en la deposición de grasa. Por lo que alimentar con clorhidrato zilpaterol durante 30 días antes del sacrificio a novillos, aumenta el rendimiento en canal pero disminuye la ternura. Sin embargo, disminuye el envejecimiento postmortem de la canal, lo que a su vez no afecta de manera negativa a la aceptación general de los consumidores del musculo longissimus hasta 14 d postmortem (Hilton *et al.*, 2009). Existen otros beta agonistas que están prohibidos (clenbuterol, salbutamol y otros análogos de catecolaminas) dado que el consumo de productos de bovinos alimentados con esos productos representa un riesgo para la salud pública (nom-061-zoo-1999; Sumano *et al.*, 2002).

## OTROS PRODUCTOS

Existen aditivos los cuales son principalmente los extraídos de plantas (extractos o aceites esenciales) que se consideran metabolitos secundarios, que se pueden emplear como antibióticos, los cuales presentan la ventaja de modificar la actividad microbiana, aunque su estudio aún se encuentra en la fase experimental debido al alto grado de complejidad que presentan en la fermentaciones ruminales, por lo cual la adición de estos extractos han generado resultados variable (Cardozo *et al.*, 2005; Busquet *et al.*, 2006; Castillejos *et al.*, 2006). Tal es el caso de la sarsaponina esteroideal de origen vegetal, los cuales pueden secuestrar el N amoniacal cuando su concentración ruminal es elevada y liberándolo cuando su concentración se reduce (Wu *et al.*, 1994), aunque sus principio activo se desconoce. Los resultados indican que pueden obtenerse respuestas de 0 a 4% de mejoría en ganancia y eficiencia (Stock y Mader, 1985). Los aceites esenciales, presentan una actividad antimicrobiana principalmente de bacterias Gram positivas y negativas, mediante la interacción de estos aceites con las membrana citoplasmática de las bacterias (Dorman y Deans, 2000).

Por otro lado, es importante mencionar los productos que se venden como aditivos alimenticios y sin ningún valor como tales. Es necesario que se consulten las referencias y la información experimental de cualquier producto que se ofrezca antes de decidir su uso, ya que se podría incrementar los costos de alimentación sin beneficio alguno.

Volver a: [Aditivos y promotores del crecimiento](#)