

UTILIZACIÓN DE ADITIVOS EN PIENSOS PARA RUMIANTES: MINERALES FORMA ORGÁNICA, LEVADURAS, ENZIMAS, IONÓFOROS Y OTROS

Juan Acedo y Rico González. 1998. Grupo Leche Pascual. XIV Curso de Especialización, Avances en Nutrición y Alimentación Animal. FEDNA, 47-66.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Promotores del crecimiento](#)

1.- INTRODUCCIÓN

La fabricación de piensos compuestos en los países de la Comunidad Europea y otros países del entorno viene desde hace años aclimatándose a la tendencia social de producir productos de calidad.

El empleo de aditivos tradicional se ha asociado de forma errónea al uso de sustancias que variando la dosis de empleo podrían usarse como simples mejoradores de los rendimientos productivos (promotores de crecimiento) ó bien como agentes con fines terapéuticos.

Existe una reglamentación clara y definida a nivel comunitario de las sustancias autorizadas según especies y niveles de inclusión que abarcan muchos más campos que él de los anteriormente descritos. Estos van desde los antioxidantes y antifúngicos hasta los pigmentantes, edulcorantes e incluso las sustancias tampón.

En el presente trabajo se pretende hacer énfasis en aditivos de uso más reciente como es el caso de levaduras, enzimas y minerales bajo forma orgánica. Estos aditivos no sólo son de más reciente utilización en el caso de los rumiantes sino también de más futuro. La respuesta a este hecho podemos encontrarla en que son productos naturales en algunos casos (levaduras) ó en que no tienen efectividad terapéutica sea cual sea su dosis de utilización (enzimas).

Dentro de los rumiantes este trabajo se enfocará en el área de las vacas de leche. El campo del crecimiento-cebo de terneros es fuerte consumidor de estos productos pero existe a su vez un menor desarrollo investigador.

Los aditivos a discutir coinciden con los de más penetración de empleo en los mercados europeos y americano de la Nutrición Animal. El objetivo de empleo de este conjunto de aditivos no es otro que el de mejorar los rendimientos productivos, no sólo

incrementando los niveles de producción sino también mejorando los parámetros reproductivos y el estado sanitario de los animales.

En el cuadro 1 se recoge la frecuencia de empleo en vacas de alta producción según un estudio realizado en 1993 por investigadores de la Texas A&M University. La muestra de población escogida fue la de los 128 principales productores de leche de todo el país a los que se dirigió una encuesta que, entre otros muchos factores relacionados con genética, manejo, reproducción, sanidad y alimentación, recogía el empleo de aditivos. Aparte de la ya conocida alta incidencia de uso de los tampones (bicarbonato y magnesita), quizá sorprende el alto nivel de uso de levaduras y minerales bajo forma orgánica.

Cuadro 1.- Frecuencia de empleo de aditivos en vacas de alta producción (Jordan, 1993).

Aditivo	%
Bicarbonato sódico	75,4
Oxido Magnesio	65,6
Levaduras	50,8
Minerales forma orgánica	47,5
Niacina	37,7
â -Caroteno	11,5
Colina	6,6
Muestra = 60 Principales productores USA	

El cuadro 2 es ilustrativo ya que representa la evolución de frecuencia de uso desde 1983 a 1993 para algunos de estos aditivos. No es difícil adivinar que en un futuro próximo estas cifras se verán aumentadas.

Cuadro 2.- Evolución del empleo de aditivos 1993/1983 (Jordan, 1993)

Aditivo	93 (%)	83 (%)
Levaduras	50,8	16,9
Niacina	37,7	15,6
Metionina	9,8	3,4

2.- MINERALES FORMA ORGÁNICA

2.1.- Necesidad de suplementación

La suplementación tradicional de minerales ha venido siendo bajo formas inorgánicas, siendo los sulfatos, carbonatos y óxidos las formas de incorporación más empleadas.

En función del contenido mineral en el organismo animal los minerales se clasifican en macro y micro minerales. El cuadro 3 muestra la presencia mineral en el organismo.

Cuadro 3.- Presencia mineral en el organismo animal

Mineral	%
Calcio	1,90
Fósforo	0,90
Potasio	0,25
Azufre	0,20
Sodio	0,15
Cloro	0,10
Magnesio	0,05
Microminerales	0,04

Microminerales: Hierro (Fe), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn), Cobalto (Co), Iodo (I), Molibdeno (Mo)

Están definidos más de 300 sistemas enzimáticos en los que se reconoce función específica a diferentes microminerales, pueden citarse como ejemplos los mostrados en los cuadros 4 y 5.

Cuadro 4.- Papel enzimático del zinc (Zn)

Enzima	Órgano/Función
DNA/RNA Polimerasa	Síntesis de proteína
Fosfatasa alcalina	Formación ósea
Carboxipeptidasa	Digestión péptidos (jugo pancreático)

Cuadro 5.- Enzimas implicados en una deficiencia de cobre (Cu)

Enzima	Órgano/Función	Síntomas
Polifenol-oxidasa	Síntesis de melanina	Decoloración del pelo
Citocromo-oxidasa	Metabolismo de glucosa	Retraso en el crecimiento
Amino-oxidasa	Oxidación aminoácidos	Alteración síntesis de colágeno y proteínas óseas

Los principales microminerales son Fe, Cu, Zn, Mn. Las funciones más importantes en las que intervienen son:

Fe

- Representa el 0,33% de la molécula de hemoglobina.
- Necesario para el transporte de oxígeno por la sangre a los tejidos.
- Interviene en la síntesis de:
 - o Mioglobina (constituyente muscular)
 - o Transferrina (plasma sanguíneo)
 - o Ferritina (en hígado)
- Deficiencia:
 - Anemia
 - Pérdida de apetito
 - Reducción de producción

. Cu

- Influencia en la fertilidad
- Activación enzimática
- Factor de crecimiento en animales jóvenes
- Deficiencia:
 - Alteración del sistema inmunitario
 - Problemas de fertilidad
 - Anemia
 - Problemas en pelo y piel
 - Alteraciones óseas

. Zn

- Constituyente de la pezuña
- Reducción de estrés
- Reducción de células somáticas
- Restaurador de los epitelios
- Factor de fertilidad en animales adultos
- Deficiencia:
 - Alteración del crecimiento
 - Problemas reproductivos
 - Lesiones de piel y pezuñas

. Mn

- Incrementa el contenido muscular
- Factor de fertilidad en animales adultos
- Activación enzimática
- Deficiencia:
 - Problemas de fertilidad
 - Disfunción ósea
 - Reducción de producciones

En el cuadro 6 se muestran los principales síntomas asociados a deficiencias de microminerales. La suplementación de los microminerales se hace necesaria ya que las distintas materias primas empleadas en alimentación animal no suelen aportar niveles suficientes para satisfacer las necesidades de los niveles de producción actuales. El cuadro 7 muestra los principales síntomas asociados a deficiencias de microminerales aportados por diferentes materias primas.

Cuadro 6.- Deficiencias de microminerales en rumiantes (INRA)

	Fe	Cu	Co	I	Mn	Zn	Se
Reducción del crecimiento	X	X	X		X	X	
Descenso de producción de leche		X	X	X		X	
Pérdida de apetito		X	X	X		X	
Anemia		X	X				
Cojeras		X			X	X	
Deformación casco						X	
Problemas de equilibrio					X		
Alopecia						X	
Decoloración del pelo		X					
Bocio				X			
Degeneración muscular							X
Infertilidad		X	X	X	X	X	

Cuadro 7.- Microminerales aportados por materias primas

Micromineral	Aporte		
	Bajo	Medio	Alto
Fe	Leche y derivados	Cereales	Tortas Oleaginosas, Harinas Animales, Alfalfa, Pulpas
Cu	Cereales, Pulpa, Hierba	Alfalfa, Leguminosas	Tortas Oleaginosas
Zn	Cereales, Tapioca, Pulpa, Alfalfa	Tortas Oleaginosas	Harinas Animales
Mn	Cereales, Tapioca, Harinas Animales, Alfalfa, Leguminosas	Tortas Oleaginosas, Pulpa remolacha	

2.2.- Mecanismos de absorción, metabolismo y biodisponibilidad

La absorción de los minerales depende de:

a) Factores ligados al animal:

- Edad
- Estado fisiológico
- Estado sanitario
- Estado nutricional

b) Factores ligados al alimento :

- Tipo de mineral
- Nivel en la dieta
- Interacciones

Los microminerales que de forma natural están presentes en las materias primas se liberan durante la digestión por acción de enzimas y del pH quedando en forma de cationes. La absorción tiene lugar por tres mecanismos distintos desde el lumen intestinal a los enterocitos:

- i) Absorción pasiva: Los cationes pasan al enterocito sin gasto energético sólo por equilibrar la concentración cuando ésta es superior en el lumen. Este mecanismo es marginal ya que casi siempre la concentración de cationes es superior en el enterocito.
- ii) Absorción activa: Se produce a través de gasto energético
- iii) Formación de complejos entre el catión con otros ingredientes del alimento. Este complejo puede ser de pesos moleculares variables. Los de alto peso molecular son más susceptibles a ser excretados en heces por ser de más difícil absorción. Los de bajo peso molecular son fácilmente absorbidos. En ocasiones este complejo se forma entre catión y aminoácidos. En este caso la absorción que se produce es la misma que cuando se trata de un aminoácido sólo. Una vez que el complejo está absorbido en el enterocito, es favorable que la unión catión-aminoácido no sea muy estable para que el catión sea liberado y pase al plasma para su transporte a los diferentes tejidos corporales. El total de microminerales aportado por la dieta que alcanza los tejidos, es lo que se define como cantidad biodisponible.

2.3.- Problemática de la suplementación de microminerales en forma inorgánica

2.3.1.- Estabilidad de las vitaminas

Los microminerales suelen suplementarse a través de sales (sulfatos, carbonatos) u óxidos. Esta forma es la más comúnmente empleada. Nunca se suplementan de forma individualizada sobre la ración sino que se suelen premezclar entre sí y casi siempre junto a las vitaminas e incluso otros aditivos. Esto es lo que se conoce como correctores vitamínico-minerales que de forma extendida se emplean al fabricar los concentrados o en ocasiones se añaden para su mezcla a nivel del carro-distribuidor (UNIFEED). En el cuadro 8 se recogen datos sobre los factores ambientales que alteran la estabilidad de las vitaminas.

Cuadro 8.- Factores que influyen en la estabilidad de las vitaminas

Vitaminas	Humedad	Oxidación	Reducción	Micro-mineral	Calor	Luz	pH Ác.	pH Neutro	pH Bás.
A	++	++	0	++	+	+	++	0	0
D3	++	++	0	++	+	+	++	0	0
E	0	0	0	+	0	0	+	0	++
K	+++	0	+	+++	+	++	+	0	++
B12	0	+	++	+	+	++	+	0	++
Niacina	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	0	0	+	0	0	+	0	+	++
B1	0	+	+	+	+	0	0	+	++
Ác.Fólico	0	+	+	++	+	+	++	0	0
B6	0	0	0	+	0	++	0	+	++
Cl-Colina	+++	0	0	0	0	0	0	0	+
Pant-Calc	++	0	0	0	+	0	++	+	+
Biotina	0	0	0	0	++	0	+	0	+
C	0	+	0	+++	0	+	0	0	++

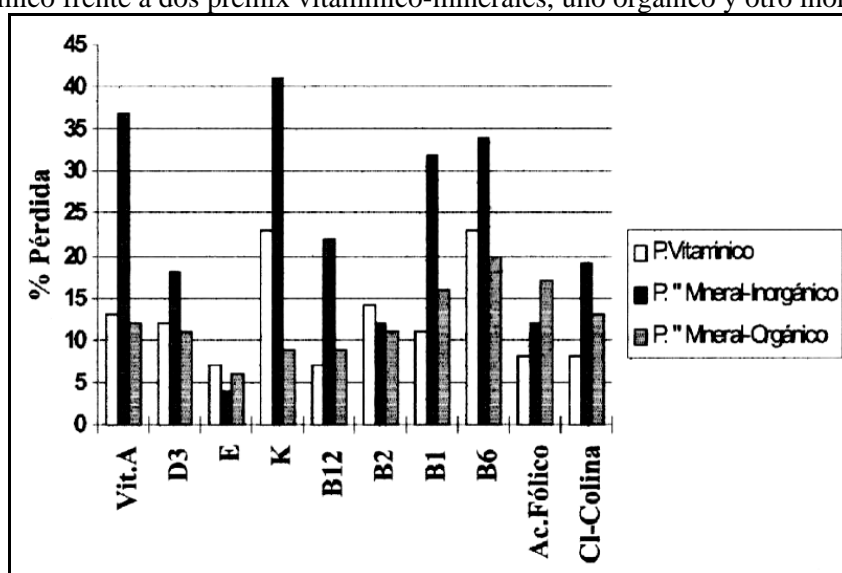
0 = Resistentes, + = Poco sensible, ++ = Sensible, +++ = Muy Sensible

Como puede observarse, la acción de los microminerales (forma inorgánica) afecta significativamente a parte de ellas: A, D3, K, C y ácido fólico.

Existen diferentes ensayos de estabilidad de vitaminas en los que se compara la estabilidad de un premix vitamínico frente a un premix vitamínico-mineral inorgánico y a un premix vitamínico-mineral orgánico. En la figura 1 se recogen los resultados de un estudio publicado en Feedstuffs (1996) a este respecto.

Sería erróneo concluir que nunca deben mezclarse vitaminas y microminerales ya que esto representaría problemas de manejo y por tanto de encarecimiento del producto final. No obstante, si hay algo fácil de concluir y sin coste económico, es vigilar los tiempos de estocaje. El paso del tiempo siempre juega contra la estabilidad de las vitaminas por lo que debemos trabajar siempre con producto lo más reciente posible.

Figura 1.- Pérdida de actividad de las vitaminas durante un período de 4 meses de un premix vitamínico frente a dos premix vitamínico-minerales, uno orgánico y otro inorgánico.



Es de resaltar la menor agresión que sufre el premix vitamínico cuando los microminerales se aportan bajo forma orgánica.

2.3.2.- Reacción de los microminerales con otros ingredientes

La absorción de los microminerales suplementados como óxidos o sulfatos puede verse afectada por su reacción con otros elementos de la dieta como se muestra en el cuadro 10 .

Cuadro 10.- Nutrientes que influyen en la absorción de los microminerales

Nutrientes	Fe	Cu	Mn	Zn
Aminoácidos	↗	↗	↗	↗
Fibras	↘	↔	↘	↘
Ácido fítico	↘	↘	↘	↘
Taninos	↘	↘	↘	↘
Vitaminas	↘	↘	↘	↘

2.3.3.- Interacciones de absorción entre microminerales

Como tercer problema en la absorción de microminerales se puede apuntar los efectos que se producen entre ellos cuando hay exceso ó deficiencia de alguno. Esto se recoge en el cuadro 11.

Cuadro 11.- Efectos en la absorción de microminerales cuando hay exceso ó defecto de alguno de ellos

	Fe	Cu	Zn	Mn	Se	Cr	I	Co
Exceso								
Fe		↔	↔	↘				↘
Cu			↘		↘			
Zn	↘	↘				↘		
Mn	↘						↘	
Cr			↘					
Co	↘	↘					↘	
S			↘	↘				
Defecto								
Fe								↗
Cu	↘							↘
Zn						↗		
Cr			↗					
Co	↗						↘	
Se								↘
I								↘

2.4.- Microminerales bajo forma orgánica

Estos compuestos se producen con objeto de mejorar la biodisponibilidad del micromineral cuando se suministra al animal. Existen diferentes alternativas en el mercado pero la literatura científica no siempre diferencia bien el tipo de producto que se emplea en los ensayos. Los más frecuentemente encontrados son :

2.4.1.- Complejo: Metal-Aminoácido

Este producto resulta de acomplejar una sal soluble de metal con un aminoácido. Se trata de un complejo de bajo peso molecular ya que es la unión de un mol de metal con un mol del aminoácido. Se conocen también como complejos 1:1.

2.4.2.- Quelatos

Estos complejos resultan de la reacción de una sal soluble del metal con varios aminoácidos. La relación molecular en estos complejos (Metal:Aminoácidos) suele ser 1:2 ó 1:3. Estos productos no son de alto peso molecular pero superior siempre al del Metal:Aminoácidos (1:1).

2.4.3.- Proteínatos

Estos productos se forman por reacción de una sal soluble del metal con aminoácidos y/o proteína hidrolizada parcialmente. Son de alto peso molecular.

2.4.4.- Complejos Polisacáridos/Metal

Son de alto peso molecular y se forman por reacción de sal soluble del metal con una solución de polisacáridos.

2.4.5.- Análisis para la elección de la forma orgánica

En el cuadro 12 se recogen las principales características que diferencian a estas formas de aportar los microminerales bajo forma orgánica.

Cuadro 12.- Factores a considerar en la elección de una forma orgánica de microminerales

	Metal-Aminoácidos	Quelatos	Proteinatos	Complejos Polisacáridos
Peso molecular	Bajo	Bajo	Alto	Alto
Relación Metal:Aa	1:1	1:2 -1:3	1- n	1-n
Definición química	Fácil	Fácil	Difícil	Difícil
Solubilidad	Alta	Baja	Baja	Baja
Absorción	Directa	Directa si es soluble	Digestión previa	Digestión previa
Estabilidad	3<pH<7	7<pH<9	Inv. proporcional al Peso Molecul.	Inv. proporcional al Peso Molecul.
% Metal máximo	20-25	15-20	<	<

Debido a los mecanismos de absorción anteriormente citados sin duda parecen tener ventaja los productos más simples que son los complejos Metal-Aminoácidos. Se trata de los productos de menor peso molecular, alta solubilidad y, a la vez, son lo que pueden aportar una concentración de metal más alta.

La desventaja que todos ellos tienen frente a las formas inorgánicas es que el coste de suplementación es mucho más elevado. Esto hace que, comercialmente, se empleen con un objetivo específico más que como una alternativa de suplementación. En este punto sería bueno hacer mención al cuadro 1, en el que figura que el 47,5% de los principales productores de leche americanos emplean estos productos.

Posiblemente en rumiantes sea el Zn-Metionina, la forma orgánica de suplementación de un micromineral más extendida. A su empleo se le atribuyen mejoras en los epitelios, por lo que se favorece indirectamente los parámetros reproductivos y sanitarios de los animales.

En terneros se emplean también complejos de aminoácidos con Mn ó Fe como mejoradores de la eficacia de conversión y para mejorar la calidad de canal.

2.4.6. Conclusión

Los microminerales deben hacerse llegar al animal en función de las necesidades específicas que de cada uno de ellos existen. Las formas inorgánicas (sulfatos y óxidos) presentan problemas debido a su alta actividad reactiva y a la competencia de absorción entre ellos. Esto hace que no siempre tengan una alta biodisponibilidad. Existe una alternativa de suplementación que es hacerlo a través de formas orgánicas lo que representa ventajas de interés.

El inconveniente de uso que tiene este tipo de suplementación es el coste, ya que es muy superior en las formas orgánicas. Debido a este importante factor, es labor del nutricionista definir en qué situaciones es deseable emplear alguno ó algunos de los microminerales bajo forma orgánica y, sobre todo, estimar su potencial rentabilidad de uso.

3.- LEVADURAS

3.1.- Tipos de producto

Bajo este nombre genérico se recogen diferentes productos, todos de origen natural, que tienen un fin común de aplicación, que es, mejorar los resultados productivos y sanitarios del animal.

La cepa de levadura más comúnmente empleada es la “*Saccharomyces Cerevisae*” que es la misma que se emplea en la industria de la panificación.

Existen productos a base de levadura viva desecada donde se busca obtener una concentración de células vivas lo más alta posible. Concentraciones de 10^8 - 10^{10} unidades formadoras de colonia por gramo son las más habituales.

Los cultivos de levadura desecada son otra alternativa de productos que no proporcionan levadura viva sino los productos de fermentación de dicha levadura sobre un medio vegetal. Estos cultivos de levadura aportan enzimas, y otros metabolitos (aminoácidos y vitaminas) que parecen ser los que realmente producen los efectos positivos cuando, posteriormente, se administran al animal.

Existe otra línea de productos basada en el extracto de fermentación de un hongo "*Aspergillus Oryzae*" (AO) que se emplea en la producción de enzimas. Estos extractos de fermentación desecados son las sustancias solubles en agua que resultan de la fermentación de este hongo en la producción de enzimas.

3.2.- Mecanismo de funcionamiento

Los aditivos a base de levaduras ó cultivo de levaduras actúan a nivel ruminal influenciando la fermentación en los siguientes parámetros:

- . Producción de ácidos grasos volátiles: Su influencia no suele ser significativa.
- . Reducción de la producción de metano
- . Disminución de la concentración de amoníaco
- . Favorecen la estabilidad del pH.

A nivel de la microflora ruminal también ejercen influencia a nivel de :

- Aumento de la actividad de la flora celulolítica
- Aumento de la flora anaerobia total
- Favorecen la flora que deriva lactato a propiónico.

3.3.- Resultados publicados

En vacas de leche existen infinidad de trabajos publicados donde, como siempre, hay variabilidad en los resultados pero la generalidad arroja beneficios en el empleo de estos aditivos.

3.3.1. Huber (1998)

De una reciente revisión realizada en la Universidad de Arizona se pueden extraer los siguientes datos sobre los estudios anteriormente publicados de este tema.

a) Producción de Leche:

El 74% de las publicaciones recientes arrojan resultados positivos frente a un 22% negativos. Un 3,6% de mejora en la producción de leche (equivalente a 1 litro/día) puede ser el dato medio encontrado cuando se emplearon levaduras. Con el empleo de "AO" en el 65% de los trabajos publicados se encontró una mejora y en un 29% lo contrario. La ventaja de empleo se cuantificó en 0,68 litros/día.

b) Ingestión de sustancia seca:

En los trabajos donde se empleó suplementación con levaduras se encontró un incremento de ingestión del 2,5% lo que equivalía a 0,46 kg/día de ingestión extra. Este aumento de ingestión no justifica por sí solo el aumento de producción de leche.

c) Estado corporal:

Los animales suplementados con levaduras perdieron menos peso en lactación y recuperaron más peso al final de la misma.

d) Calidad de la leche:

No se reflejan datos consistentes que avalen mejoras o reducciones en el contenido de los principales componentes de la leche como proteína, grasa, lactosa ó sólidos no grasos.

e) Estrés por calor:

En situaciones de estrés por calor (temperatura y humedad alta) se observa que las vacas con suplementación de levaduras ó "AO" tenían menor temperatura rectal y un ritmo respiratorio más bajo. Esto implica animales menos estresados. La consistencia de estos datos siempre se ha visto más en inicio de lactación que a partir de mitad de lactación.

f) Tipo de alimentación:

La suplementación con levaduras ó "AO" ofrece una mejor respuesta en raciones ricas en concentrados. Esto es lógico debido a los mecanismos de actuación anteriormente expuestos.

Cuadro 13.- Influencia de la suplementación de levaduras, cultivo de levaduras, extracto de *Aspergillus Oryzae* en distintos parámetros productivos (Hubber, 1998)

Parámetro	Control	Aditivo	Mejora
Producción de leche (levadura)	+ 22%	+ 74%	3,6% = 1 litro/día
Producción de leche (A.O)	+ 29%	+ 65%	0,68 litros/día
Ingestión sustancia seca		+	2,6% = 0,46 kg/día
Estado corporal		+	
Calidad de leche	-	-	
Estrés por calor		++	
Raciones alta en concentrados		++	
*frecuencia de mejora			

3.3.2.- Mc Gilliard (1998)

Investigador de Virginia State University, en su publicación presenta los resultados encontrados en un trabajo realizado sobre 46 rebaños de dicho estado. El número de animales testados fue de 3417 y el periodo de ensayo fue entre 60 y 365 días en leche. El producto empleado fue un cóctel comercial que contenía: Cultivo de levaduras, Extracto de fermentación A.O., *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus subtilis*, enzimas (-Amilasa, α -Glucanasas, Hemicelulasas y Celulasas). El cuadro 14 muestra los resultados obtenidos.

Cuadro 14.- Efecto de la suplementación con un aditivo a base de extractos de fermentación y cultivo de levaduras, probióticos y enzimas sobre la producción y calidad de la leche (Mc Gilliard, 1998)

	Novillas	Vacas	Total
Producción leche (kg/día)	+0,73	+0,56	+0,64
Producción grasa (kg/día)	-	-	-
Producción proteína (kg/día)	-	-	-
Contenido en grasa (%)			-0,1
Contenido en proteína (%)	-	-	-

n = 3417 V.L	Aditivo Dosis = 21,2 g/día
Rebaños = 46	Periodo : 60-365 post parto

3.3.3.- Durand (1997)

El empleo de este tipo de aditivos también esta extendido al crecimiento-cebo de terneros. El mecanismo de actuación no difiere del anteriormente expuesto y, por ello es de esperar que en dietas muy concentradas (alto nivel de almidón) su empleo pueda ser de interés. En el cuadro 15 figuran los resultados con diferentes tipos de levaduras en cebo de terneros.

4.- ENZIMAS

El empleo de enzimas en monogástricos está muy extendido a nivel comercial mientras que en el caso de rumiantes no solo no está extendido, sino que podríamos afirmar que ha sido poco estudiado. Existen trabajos publicados pero son limitados y siempre recogen aspectos muy específicos, de los que luego es difícil hacer extensión y síntesis de los resultados. En el caso de los rumiantes el problema se multiplica ya que posteriormente las condiciones de manejo y alimentación varían enormemente no solo entre países sino incluso entre regiones dentro de un país.

Lo que sí parece estar claro es que este tipo de aditivos, debido a su origen, son de los que consideramos de futuro.

Cuadro 15.- Efecto de la suplementación de "SC" en cebo terneros con diferentes productos comerciales (Durand, 1997)

Aditivos	N° Animales	Ración	Consumo (kg SS)		GMD (kg)		Comentarios
			-Sc	+Sc	-Sc	+Sc	
Levadura-A	13	Cebada	5,32 a	5,55 b	1,55	1,58	
Levadura-B	30	Mixta	8,91	9,06	1,40	1,46	Mejora calidad canal
Levadura-A	32	Cebada/Soja	7	6,98	1,42	1,48	
		Cebada/Urea	6,56	6,57	1,29	1,31	
Levadura-C	24	Crec. } E.Maíz/Conc. 74%-15%	7,28	7,64	1,28	1,40	
		Cebo E.Maíz/Conc. 10%-85%	8,24	8,90	1,23	1,35	
Levadura-A	14	E.Alfalfa/Cebada 75%-25%	7,1	7,2	1,2	1,3	Mayor peso canal
		E.Maíz/Soja 94%-4%	6,3 a	6,6 b	1,1	1,0	
		Cebada/Alfalfa 74%-25%	8,9	9,3	1,4	1,4	Mejor calidad canal
Cultivo Levaduras	5	Mixta	10,1	11,3	1,34	1,39	

Distinto subíndice = (P< 0,05)

Existe una aplicación indirecta de empleo de enzimas que es cuando se suministran dentro de otros aditivos como los cultivos de levaduras ó extractos de fermentación del A.O., como ya se comentó en el capítulo anterior.

En el trabajo de Mc Gilliard es difícil estimar cual fue la incidencia del resultado que pudo deberse a los enzimas y cual al resto de los componentes de ese cóctel. Celulasas, hemicelulasas y xilanasas parecen ser los tipos de enzimas más enfocados a

su aplicación en rumiantes. Este tipo de enzimas actuarían favoreciendo la digestibilidad de la fracción FAD y celulosa de los forrajes.

Existen experiencias realizadas aplicando este tipo de enzimas sobre forraje de maíz picado previo al ensilado. La función esperada del enzima sería la de actuar sobre los carbohidratos estructurales de la pared celular para que los azúcares solubles se liberarán. Durante el ensilado, estos azúcares fermentan pasando a ácido láctico que descende el pH. De igual forma se han ensayado preparados enzimáticos que se aplicaban por spray directamente sobre el carro unifeed antes de la distribución de la ración completa.

4.1.- Resultados publicados

4.1.1.- Sánchez (1996)

Encontró una respuesta lineal a la suplementación de dosis crecientes de enzimas celulolíticos en vacas Holstein a inicio de lactación. El enzima se aplicó por spray directo a la ración basada en alfalfa. Tras un periodo de adaptación de 2 semanas, se

testó de las semanas 3 a 16 post parto y se encontraron:

- Diferencias significativas (P<0.05) a nivel de aumento de ingestión de sustancia seca con todos los niveles de enzima sobre el control.
- La producción de leche tuvo también respuesta a la adición de enzimas siendo significativamente superior al nivel medio de adición.

4.1.2.- Shepered (1996)

Publicó dos ensayos seguidos empleando el mismo tipo de enzima pero con distinta finalidad. Se trataba de un producto comercial con actividad celulasa y hemicelulasa. En el primer trabajo se planteó evaluar su efecto de adición a diferentes dosis previo al ensilaje de forraje de maíz. Se observó que la adición de enzima no tuvo efectos significativos sobre la fermentación de dicho forraje. Por el contrario, sí se observó que la adición del enzima de forma lineal decrecía linealmente el contenido en FAD, FND y hemicelulosa. En el cuadro 16 se recogen estos resultados.

Cuadro 16.- Contenido en proteína y carbohidratos estructurales (% SS) de un ensilado de maíz tratado con un preparado enzimático a 0, 1, 10 y 100 X dosis recomendadas.

Dosis	PB	FND	FAD	Hemicelulosa	LAD
0	8	50,0	30,0	20,1	4,88
1	8,3	46,3	28,6	17,7	4,32
10 X	8,3	47,4	29,7	17,7	3,32
100 X	8,1	42,9	27,7	15,3	3,67
Respuesta	NS	L	L	L	L
NS = No significativa (P>0,1); L = Lineal					

4.1.3.- Sheperd (1996)

En otro trabajo publicado en el mismo año, Sheperd empleó el mismo preparado enzimático y nuevamente, sobre forraje de maíz. Volvió a encontrar el efecto de reducción del contenido en FND y FAD cuando se aplicaba el enzima al ensilar.

El ensilaje producido con y su adición de enzimas fue suministrado a vacas de leche. Se empleó el forraje tras 105 días de ensilaje, y se hicieron dos grupos con igual tipo de alimentación. El único factor de variación fue la adición o no de enzima previo al ensilado de maíz. La prueba se realizó durante 10 semanas de lactación. En el cuadro 17 se recogen los resultados.

Cuadro 17.- Producción de leche, ingestión y peso vivo de vacas de leche alimentadas con ensilado de maíz con y sin adición de enzimas.

	Control	Enzima
Producción leche (kg/d)	43,1	42,8
Grasa (%)	3,4	3,3
Proteína (%)	2,9	2,9
Producción leche 35% (kg/d)	42,4	40,8
Peso vivo (kg)	680	675
Variación peso vivo (kg/d)	0,46	0,46
Ingestión SS (kg/d)	25,1	24,3
Distinto subíndice = (P< 0,05)		

5.- IONÓFOROS

5.1.- Introducción

Se trata de un grupo de antibióticos entre los que se encuentran la Monensina sódica, Lasalocid sódico y Virginiamicina. Estos antibióticos modifican de forma selectiva la flora ruminal mejorando la eficiencia digestiva. Entre los efectos encontrados a su suplementación se pueden encontrar:

- Aumento de producción de propionato
- Reducción in vivo e in vitro de la producción de metano
- Aumento de la digestibilidad de materia orgánica y almidón
- Reducción de producción de proteína microbiana
- Aumento de retención de nitrógeno
- Reducción de la movilización de grasa corporal

Como respuesta a estos efectos se puede encontrar diferentes trabajos de investigación en los que aparece respuesta a la suplementación con ionóforos:

- Aumento de producción de leche y del contenido en lactosa debido a la mejora de digestibilidad del alimento.
- Reducción del contenido graso de la leche debido a la modificación del ratio de ácidos grasos volátiles en la fermentación ruminal.
- Modificación del contenido en proteína de la leche.

5.2.- Administración

La suplementación puede realizarse principalmente bajo dos formas:

- a) Diaria a dosis de unos 300 mg/día mezclado debidamente en el premix y luego en la ración total. Esta es la forma mas habitual y extendida en nuestro mercado en el caso de crecimiento-cebo de terneros.
- b) Puntual bajo forma de cápsulas ruminales de liberación lenta.

En el caso de la Monensina existen cápsulas-ruminales de 32 g que liberan aproximadamente la dosis recomendada de 300 mg/día y se recomiendan para 100 días de utilización.

5.3.- Legislación

El empleo de ionóforos a nivel comunitario está autorizado en ruminantes en crecimiento-cebo pero no en el caso de la producción de leche. Esta situación es distinta en otros países como Estados Unidos donde sí esta autorizada su utilización para la producción de leche. A pesar de ello siguen realizándose estudios de investigación en Europa para conocer mejor su eficacia de uso en producción de leche. Los trabajos que posteriormente se recogen son prueba de ello.

5.4.- Resultados recientes de investigación

5.4.1.- Beckett (1998, Australia)

En un estudio realizado sobre 1109 vacas de leche procedentes de 12 rebaños distintos, se analizó el efecto de suplementación de Monensina sódica en la producción de leche, reproducción y estado sanitario. La suplementación se hizo con cápsulas-ruminales de lenta liberación (32 g) en dos veces, 40 días antes del parto y 50 días post-parto.

Hubo una respuesta significativa a la suplementación en la producción de leche de 0,75 litros/día por vaca. No se encontró modificación significativa en los porcentajes de grasa y proteína. No hubo diferencias en los parámetros reproductivos ni en la

incidencia del estado sanitario. En el cuadro 18 se recogen los datos principales de este estudio.

Cuadro 18.- Efecto de la suplementación de Monensina sódica en la producción de leche, reproducción y estado sanitario (Beckett, 1998)

	Control	Monensina	P
Producción leche (litros/d)		+ 0,75	0,05
Producción grasa (kg/d)		+	0,06
Contenido en Grasa (%)	-	-	0,42
Parámetros reproductivos	-	-	
Problemas metabólicos	-	-	
Mastitis	-	-	0,64
Nº animales = 1109 VL; Nº rebaños = 12			

5.4.2.- Van der Werf (1998, Holanda)

En un estudio realizado en el "Animal Science and Health Institute" de Lelystad se hicieron dos ensayos con vacas Holstein y Jerseys. En el primer ensayo, sólo sobre vacas Holstein, se administró Monensina Sódica vía concentrados a dosis de 0, 150, 300 ó 400 mg/día durante el periodo post parto (semanas 5 a 24). Se observó una respuesta a la suplementación:

- Positiva en producción de leche
- Negativa en contenido graso de la leche
- No significativa en contenido proteico de la leche
- Negativa en consumo voluntario
- Positiva en eficiencia de conversión

Cuadro 19.- Efecto de la suplementación con Monensina sódica a distintas dosis en las semanas 5-24 de lactación (Van der Werf, 1998)

	Monensina (mg/d)			
	0	150	300	450
Producción leche (kg/d)	35,3	+1,41	+1,18	+1,89
Contenido graso (g/kg)	45,6 b	-0,09 b	-1,89 ab	-4,09 a
Contenido proteico (g/kg)	32,5	-0,01	+0,13	-0,41
Producción grasa (g/día)	1597 ab	+45 b	-25 ab	-81 a
Producción proteína (g/día)	1137	+41	+40	+43
Ingestión SS. (kg)	25,6	+0,01	-0,24	-0,53
% Eficiencia Energía Neta	87 b	+5 a	+3 ab	+3 ab
Distinto subíndice = (P<0,05)				

El segundo ensayo realizado por Van der Werf, se hizo sobre 58 Holstein y 22 vacas Jersey con suplementación diaria de 300 mg/día.

1ª Lactación : Semanas 5 a 36 post parto.

2ª Lactación : 2 semanas antes del parto a 36 post parto.

En el cuadro 20 se recogen los resultados de este ensayo que son similares a los encontrados en el anterior tanto en la primera lactación como en la segunda. Hay que destacar que las Holstein tuvieron mejor respuesta que las Jersey.

Cuadro 20.- Efecto de la suplementación de Monensina Sódica (300 mg/día) en vacas Holstein y Jersey.

Rendimientos	Holstein		Jersey	
	Control	Monensina	Control	Monensina
Producción leche (kg/d)	30,93 ^a	+3,98 ^b	19,36 ^a	-0,41 ^b
Producción grasa (g/d)	1209	+68	1294	-78
Producción proteína (g/d)	1021	+126	819	-29
Ganancia peso (kg/semana)	4,38	+0,53	3,32	-0,17
Distinto subíndice = (P < 0,05)				

5.4.3.- Ramanzin (1998, Italia)

En un ensayo realizado por el Dept. Animal Science de la Universidad de Padua estudiaron la adición a 300 mg/ día de monensina sódica frente a 0 en el control en raciones que variaban en la relación forraje:concentrado (70:30, 50:50).

Los resultados volvieron a demostrar que la adición de monensina sódica producía una ligera depresión del consumo voluntario pero sin que esto afectara la producción de leche. La depresión del contenido graso se observó aunque no la producción total, a nivel de proteína no hubo diferencias. Se constató que el efecto glucogénico de la Monensina al variar el ratio de producción de ácidos volátiles puede ser muy positivo en raciones con alto nivel de forrajes así como en vacas en balance energético negativo.

5.5.- Conclusiones

La efectividad de empleo de ionóforos en vacas de leche es alta al igual que lo viene siendo en el crecimiento y cebo de terneros. Este aditivo sería de alto interés de empleo en ciertas condiciones, sobre todo, por su efectividad, bajo riesgo de incidir en problemas, facilidad de administración y bajo coste.

Por contra este grupo de aditivos no dejan de ser antibióticos y debido a la actual tendencia de reducir este tipo de sustancias en alimentación animal unido con la sensibilización a que aparezcan en los productos transformados, hace que el horizonte de utilización en la Comunidad Europea esté prácticamente descartado.

6.- ARCILLAS

El empleo de estos minerales en alimentación animal viene ya de mucho tiempo y los fines buscados en su empleo han sido diversos. Hoy y más en nuestro país se puede afirmar que la sepiolita es la de uso más extendido y las razones pueden encontrarse fácilmente:

- ❑ Disponibilidad
- ❑ Bajo coste
- ❑ Propiedades físicas (adsorción de agua)
- ❑ Efectos nutricionales

Estos últimos parecen estar más demostrados y difundidos en monogástricos donde la literatura científica recoge diversos trabajos que evalúan el efecto de la sepiolita como ralentizador del tránsito intestinal y mejorador de la absorción de nutrientes.

La dificultad de trabajar con rumiantes a nivel de investigación posiblemente ha hecho que no haya excesivos trabajos científicos que muestren su efectividad de uso en rumiantes.

En Estados Unidos la arcilla de más frecuente utilización en alimentación animal ha sido la Bentonita debido a su disponibilidad ya que tienen yacimientos muy extensos de dicho mineral. El único trabajo científico encontrado haciendo referencia al empleo

de arcillas en vacas de leche suponemos que hará referencia a Bentonita. Este trabajo fue presentado en el "Dairy Science Meeting" del 97 por Díaz de la Universidad de Carolina del Norte, todavía no ha sido publicado de forma completa por lo que la información a comentar es limitada.

El objeto del empleo de las arcillas en este estudio era el de analizar su poder secuestrante sobre las aflatoxinas existentes en la dieta y su reducción de paso a la leche. En este trabajo se comprobó que con los 4 productos comerciales testados, se conseguía una reducción del 60%.

Este campo de trabajo sería de gran interés, ya que en nuestras situaciones de producción no es tan infrecuente encontrar materia primas con riesgo de estar contaminadas por aflatoxinas (semilla de algodón, palmiste, cacahuete).

7.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

Los aditivos que pueden emplearse en rumiantes no son muchos pero al menos tienen un futuro despejado de utilización debido al origen natural de la mayoría de ellos. La presión social de la opinión pública, tan mediatizada por los medios de comunicación y en ocasiones por grupos minoritarios de opinión, hace que el futuro de los aditivos vaya a estar siempre bajo constante control y vigilancia de utilización al menos en nuestro entorno comunitario.

Los ionóforos pueden ser el grupo de aditivos de futuro más incierto de utilización, incluso en las especies en las que hoy está autorizado.

El uso de aditivos supone siempre si se manejan adecuadamente una mejora en la eficiencia de productividad. Su efectividad de empleo debe analizarse siempre ya que existen otros factores que influyen en la producción que pueden interferir o enmascarar su efectividad de uso. Estas circunstancias deben ser analizadas en cada caso por los nutricionistas y siguiendo un criterio de efectividad (coste/beneficio) decidir sobre su empleo.

No hay que olvidar que el empleo de aditivos nunca va servir para mejorar circunstancias de base que no estén optimizadas. Si no hay un buen programa de alimentación y un buen manejo de la misma de nada sirve el empleo de aditivos por eficientes y baratos que puedan ser.

El campo de los probióticos (enzimas y levaduras) presenta un futuro esperanzador en rumiantes y sería sin duda algo que podrá ayudar en la alimentación de la futura genética del siglo XXI.

8.- BIBLIOGRAFÍA

1. Acedo-Rico, J. 1997. Últimas tendencias de investigación en vacas de leche. FEDNA. 1997
2. Beckett, S. 1998. Effect of monensin on the reproduction, health, and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci* 81:1563-1573
3. Besong, S., J.A. Jackson, C.L. Hicks, and R.W. Hemken. 1996. Effects of a supplemental liquid yeast product on feed intake, ruminal profiles, and yield, composition, and organoleptic characteristics of milk from lactating holstein cows.
4. Blauwiel, R., K.A. Loney, and R.E. Riley. 1995. Baker's yeast effluent as a liquid feed for dairy cows and heifers. *J. Dairy Sci* 78:397-403
5. Callaway, E.S. 1997. Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on ruminal bacteria that utilize lactate and digest cellulose. *J. Dairy Sci* 80:2035-2044
6. Chirase, N.K.; Hutcheson, D.P.; Thompson, G.B.; Spears, J.W. 1994. Recovery rate and plasma zinc and copper concentrations of steer calves fed organic and inorganic zinc and manganese sources with or without injectable copper and challenged with infectious bovine rhinotracheitis virus. *Journal of Animal Science*. 72:212-219
7. Dawson, A. Karl., 1989. Modification of rumen function and animal production using live microbial cultures as feed supplements. Centre plaza Holiday inn Fresno, California in Conjunction with a Technical Symposium by Rhone-Poulenc, Inc. March 15 & 16 P25-43
8. DePeters, E.J. 1997. Effect of Fastrack TM on Lactation Performance in a Commercial Dairy Herd. *J. Dairy Sci* Vol 80, Suppl. 1, P458
9. Diaz, D.E. 1997. The potential of dietary clay products to reduce aflatoxin transmission to milk of dairy cows. *J. Dairy Sci* Vol 80, Suppl. 1, P456
10. Duffield, T.F. 1997. Effect of monensin on cow health and milk production in early lactation. *J. Dairy Sci* Vol 80, Suppl. 1, P106
11. Durand-Chaucheyras, F. 1997. L'Utilisation de levures vivantes, additifs microbiens chez de ruminant : effets sur la microflore et les fermentations/ruminales, effets zootecniques. *Bulletin des GTV*. Decembre 1997 n° 5
12. Erasmus, L.J. 1997. Effect of lasalocid on performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci* Vol 80, Suppl. 1, P255
13. Erasmus, L.J., P.M. Botha, and A. Kistner. 1992. Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation, and duodenal nitrogen flow in dairy cows. *J. Dairy Sci* 75:3056-3065
14. Heinrichs, A.J.; Conrad, H.R. 1985. Rumen solubility and breakdown of metal proteinate compounds. *Journal of Dairy Science*. 68:102
15. Huang Yude; Zhu Guosheng; Lu Guoquan; Qiu Kexing; Zhang Jiutao 1995. Evaluation of the apparent absorption rate of methionine-Zn (Met-Zn) by Holstein-Friesian dairy cattle. *Animal Husbandry and Veterinary Medicine, China* 27:10-11
16. Huber, T. 1998. Yeast products help cows handle heat. *Hoard's Dairyman*. May, 1998
17. Jenkins, T.C. 1996. Effect of yeast culture and somatotropin on heat stressed holstein cows. *J. Dairy Sci* Vol 79, Suppl 1, P208

18. Jordan, E.R. 1993. Characterization of the management practices of the top milk producing herds in the country. *J Dairy Sci* 76:3247-3256
19. Kellems, R.O. Kellems, and K.I. Powell. Brigham Young University, Provo, UT. 1996. Effect of feeding a probiotic during the early lactation period on performance of high producing lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science* Vol. 79, Suppl. 1. P205
20. Kellogg, D.W.; Rakes, J.M.; Gliedt, D.W. 1989. Effect of zinc methionine supplementation on performance and selected blood parameters of lactating dairy cows. *Nutrition Reports International*. 40 : 1049 -1057
21. Kincaid T.L. et al. 1997. Zinc oxide and amino acids as sources of dietary zinc for calves: effect on uptake and immunity. *J. Dairy Sci* 80:1381-1388
22. Kincaid, R.L.; Hodgson, A.S.; Riley, R.E., JR. 1984. Supplementation of diets for lactating cows with zinc as zinc oxide and zinc methionine. *Journal of Dairy Science*. 67 suppl. :103
23. Kung, L. et al. 1997. Effects of a live yeast culture and enzymes on in vitro ruminal fermentation and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci* 80: 2045-2051
24. Lean, I.J. 1997. Controlling acidosis in dairy cattle with virginiamycin. *J. Dairy Sci* Vol 80, Suppl. 1, P256
25. Leibetseder, J. 1988. Influence of zinc-methionine-complex (protected methionine) on performance parameters of high yielding dairy cows. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*. 75:426-432
26. Lewis, G.E., et al. 1996. Effect of direct-fed fibrolytic enzymes on the digestive characteristics of a forage-based diet fed to beef steers. *J Anim Sci* 74:3020-3028
27. Marlan Francis and Jack Garrett, USA. 1996. Yeast culture to maintain milk output. *Feed international*, June 1996
28. Martín Vaquero. B. 1996. Alimentación en la "Fase de parto" y sus repercusiones en la "Fase de recién parida".. *Frisona Española Enero/Febrero*
29. McCoy, G.C. Effect of yeast culture (*Sacharomyces cerevisiae*) on prepartum intake and postpartum intake and milk production of Jersey cows. *J. Dairy Sci* Vol 80, Suppl. 1, P 460.
30. McGilliard, M.L. 1997. Linear trend in lactation past 60 days to evaluate response to feed supplementation in a multi-herd field trial. *J. Dairy Sci* Vol 80, Suppl. 1, P260
31. Muirhead, B, Sarah. 1988. Brewers liquid yeast improves milk production in lactating cows. *Feedstuffs* 60, No. 6 /10
32. Nagy, S.H., J.A. Bertrand, T.C. Jenkins, and J.R. Rieck, , Clemson University, Clemson, SC. 1996. Effects of yeast culture and somatotropin on heat stressed Holstein cows. *Journal of Dairy Science* Vol. 79, Supple. 1, P208
33. Nockels, C.F.; Debonis, J.; Torrent, J. 1993. Stress induction affects copper and zinc balance in calves fed organic and inorganic copper and zinc sources. *Journal of Animal Science*. 71:2539-2545
34. Paruelle J.L.; Toullec, R.; Patureau-Mirand, P; Mathieu, C.M 1974. Utilisation of protein by fattening preruminant calves. 2. Utilisation of fish proteins and the effect of an iron-chelating agent. *Annales de Zootechnie*. 23: 519-535
35. Phipps, R.H. 1997. The influence of monensin on milk production of Friesian dairy cows in the United Kingdom. *J. Dairy Sci* Vol 80, Suppl. 1, P257
36. Putnam, D.E. 1997. Effect of Yeast Culture in the Diets of Early Lactation Dairy Cows on Ruminal Fermentation and Passage of Nitrogen Fractions and Amino Acids to the Small Intestine. *J. Dairy Sci* 80:374-384
37. Quigley J.D. 1997. Effects of lasolacid in milk replacer or calf starter on health and performance of calves challenged with eimeria species *J. Dairy Sci* 80: 2972-2976
38. Ramanzin M. et al. 1997. Effect of monensin on milk production and efficiency of dairy cows fed two diets differing in forage to concentrate ratios. *J. Dairy Sci* 80: 1136-1142
39. Robinson, P.H. 1995. Effect of yeast culture on adaptation of cows to diets postpartum. *J. Dairy Sci* 80:1119-1125
40. Rompala R.E. 1992. Prophylaxis of foot rot: dietary zinc for dairy and beef cattle. *Feed International*. September : 46-48
41. Roques, C. 1991. Biosaf: Result of the experience. *International Milling Flour & Feed*, July 1991
42. Sanchez, W.K. 1997. Influence of yeast on lactational performance and blood mineral concentrations of high producing dairy cows on a commercial dairy. *J. Dairy Sci* Vol 80, Suppl. 1, P263
43. Sheperd, A.C. and L.Kung, JR 1996. An enzyme additive for corn silage: effects on silage composition and animal performance. *J. Dairy Sci* 79:1760-1766
44. Sheperd, A.C. and L.Kung, JR. 1996. Effects of an enzyme additive on composition of corn silage ensiled at various stages of maturity. *J. Dairy Sci* 79-1767-1773
45. Soder, K.J. 1997. Effect of feeding yeast products pre-and postpartum on dry matter intake and milk yield and milk composition. *J. Dairy Sci* Vol 80, Suppl. 1, P264
46. Spears, J.W. 1989. Zinc methionine for ruminants: relative bioavailability of zinc in lambs and effects of growth and performance of growing heifers. *Journal of Animal Science*. 67:835-843
47. Spears, J.W. 1996. Organic trace minerals in ruminant nutrition. *Animal Feed Science and Technology*. 58:151-163
48. Stephenson, K.A. 1997. Effects of monensin on the metabolism of periparturient dairy cows. *J Dairy Sci* 80:830-837
49. Swartz, D.L., L.D. Muller, G.W. Rogers, and G.A. Varga. 1994. Effect of yeast cultures on performance of lactating dairy cows : a field study. *J. Dairy Sci* 77:3073-3080
50. Van Der Werf, J.H.J. 1998. Effect of monensin on milk production by holstein and jersey cows. *J. Dairy Sci* 81 : 427- 433
51. Wallace, J.R. 1998. Yeast's benefits examined. *Feed Mix* Volume 6 Number 1
52. Woht, J.E., C.H. Chung and A.D. 1990. Use of supplemental yeast to improve intake, nutrient digestibility and performance during early lactation by dairy cattle. *J. Dairy Science* 73, N° 1/236 P348.
53. Woodward, N.L. 1997. Effect of adding live yeast culture to barley grain and orchardgrass hay on in vitro gas production. *J. Dairy Sci* Vol 80, Suppl. 1, P265

54. Yang, W.Z. 1997. Effect of enzyme treatment or grain source on lactation and digestion in dairy cows. J. Dairy Sci Vol 80, Suppl. 1, P266
55. Yu P. et al. 1997. Effect of stemed-flaked or steam-rolled corn with or without aspergillus oryzae in the diet on performace of dairy cows fed during hot weather. J Dairy Sci 80: 3293-3297
56. Zhu, J.S. 1997. Effect of thaumatin (Talin) on the feed intake of lactating cows. J. Dairy Sci Vol 80, Suppl. 1, P461

Volver a: [Promotores del crecimiento](#)