

Efecto de la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* sobre la producción de leche al inicio de la lactancia en vacas lecheras

Jose Rivas^{1*}, Thais Díaz², Martin Hahn¹ y Pedro Bastidas²

¹ Departamento de Producción Animal, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Aragua. Venezuela. *Correo electrónico: rivasjoseh@hotmail.com

² Instituto de Reproducción Animal "Dr. Abraham Hernández Prado" Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Aragua. Venezuela.

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el suministro estratégico de *Saccharomyces cerevisiae* (SC) en la dieta, al inicio de la lactancia sobre la producción de leche y grasa en vacas Holstein (H, n=41) y Carora (C; n=15) ubicadas en la zona alta de Mérida, Venezuela. Las vacas se distribuyeron al azar en dos tratamientos: un grupo experimental (GE; H=22 y C=8) que recibió 10 g/d de SC durante los primeros 105 d postparto (DPP) y un grupo control (GC; H=19 y C=7). La alimentación basal era el pastoreo de *Pennisetum clandestinum* y *Panicum maximum*, para las vacas H y C, respectivamente, y alimento concentrado (20% PC y 77% NDT) a razón de 1 kg/3 kg de leche. La producción de leche se registró semanalmente y la acumulada a los 35, 70 y 105 DPP. La proporción de grasa en la leche se obtuvo durante las primeras seis semanas. Los datos fueron analizados a través del análisis de la varianza de mínimos cuadrados, utilizando la prueba de Tukey para la comparación de medias. La producción de leche incrementó ($P<0,05$) 165 kg más en las vacas H del GE que en el GC a los 105 DPP. La producción de grasa a las 6 semanas fue mayor (3,4 kg) en las vacas H del GE que en el GC (35,5 vs. 32,0 kg, respectivamente). No se obtuvieron diferencias significativas en la producción de leche y grasa en las vacas C. Los resultados indican que el uso estratégico del SC durante los primeros 105 DPP mejora la producción de leche y grasa, quizás por la acción estimulante del SC en el rumen y la mayor disponibilidad de nutrientes por la glándula mamaria.

Palabras clave: vacas lecheras, producción de leche, grasa, levaduras.

Effect of supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* on milk production from onset of lactation in dairy cows

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the strategic use of *Saccharomyces cerevisiae* (SC) from onset of lactation and its effect on milk and fat production in Holstein (H) and Carora (C) cows located in the mountain area of Merida state, Venezuela. Forty-one H and fifteen C cows were assigned to two treatments: Experimental group (EG; H=22 and C=8) fed with 10 g/d of SC and Control group (CG; H=19 and C=7), which did not received any supplement for a period of 105 d postpartum (DPP). Carora cows grazed pastures of *Panicum maximum*, whereas H cows had access to pastures of *Pennisetum clandestinum*. All cows were fed at milking with a concentrate mixture (20% CP and 77% TND) at a ratio of 1 kg:3 kg of milk. Milk production was measured weekly during 15 weeks and fat milk during the first six weeks post calving. Data were analyzed by least squares means and comparison of subclass means were tested for significance using Tukey's procedures. Milk yield was increased ($P < 0.05$) in H fed with SC, having 165 kg more of accumulated milk yield at 105 DPP than the CG. Also H cows with three or more calvings had higher ($P<0.01$) accumulated milk yield at 105 DPP (2544.6 ± 84.9 kg) than cows with 1 or 2 calvings (1916 ± 122.4 and 2227.7 ± 67.9 kg, respectively). There was not a treatment effect in milk yield in C cows. In Holstein cows treated with SC, the accumulated milk fat at six weeks postcalving was 3.4

kg greater compared to CG (35.5 ± 1.4 vs 32.0 ± 1.6 kg, respectively). Results from this study indicate that the strategic use of SC during the first 105 DPP, improved milk and fat yield in dairy cows perhaps by stimulating the action of yeast culture in the rumen and the availability of nutrients for the mammary gland.

Keywords: dairy cows, milk production, fat, yeast.

INTRODUCCIÓN

La adición de agentes microbianos en la alimentación de vacas lecheras en forma directa se ha incrementado de una manera considerable en los últimos años. Jordan y Fourdraine (1993) reportaron el uso del cultivo de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* (SC) en 50,8% de los rebaños lecheros, como un agente microbiano que se suplementa en forma directa en la dieta para ganado lechero, a fin de mejorar el desempeño de las vacas lecheras en cuanto a producción y composición de la leche.

Diversas investigaciones señalan los efectos del SC sobre la actividad ruminal, en cuanto a la tasa de digestibilidad de los componentes de la dieta, el porcentaje de degradabilidad del forraje, cambios en el patrón de fermentación ruminal, modificación del pH ruminal, cambios en el número de microorganismos del rumen e interacción bacterias – dieta (Arambel y Kent, 1990; Wohlt *et al.*, 1991; Dawson, 1993; Wohlt *et al.*, 1998).

Dawson y Girard (1997) y Wholt *et al.* (1998) han demostrado resultados positivos con la adición de 10 g/vaca/d de SC en la dieta de vacas lecheras. No obstante, muchos de los datos relacionados con la adición de levaduras a dietas de vacas lecheras que mencionan efectos sobre la producción y composición de la leche han sido variables e inconsistentes (Swartz *et al.*, 1994; Kung *et al.*, 1997; Putnam *et al.*, 1997; Shaver *et al.*, 1997; Dann *et al.*, 2000).

El objetivo general de la presente investigación fue determinar el efecto del suministro estratégico del SC en la dieta, al inicio de la lactancia, sobre la producción y composición de la leche en vacas lecheras.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se efectuó en dos rebaños pertenecientes al sistema especializado en producción de leche, denominado Ganadería de Altura, ubicados en dos fundos en el Municipio Campo Elías, del

estado Mérida, Venezuela. El fundo 1 con el rebaño de la raza Carora se encuentra ubicado en la zona de vida de bosque seco premontano, a una altitud de 1.050 msnm y temperatura promedio anual de 24°C. El fundo 2 con la raza Carora se ubica en la zona de vida bodque muy humedo montano, a una altitud de 2.800 msnm y temperatura promedio anual de 15°C.

Se utilizaron 56 vacas lecheras de las razas Holstein (n=41) y Carora (n=15), con diferente número de partos. Los animales se distribuyeron al azar en dos grupos, para cada rebaño: un grupo experimental (GE) que recibió 10 g/d de SC en la dieta y un grupo control (GC) que no recibió SC (Cuadro 1). La dieta basal era el pastoreo de *Pennisetum clandestinum* y *Panicum maximum* para las vacas Holstein y Carora, respectivamente. Al momento del ordeño se suministró alimento concentrado en una relación de 1 kg de concentrado por cada 3 kg de leche producida, así como una mezcla mineral completa, a razón de 100 g/d.

Se realizó análisis proximal de Weende al pasto y al alimento concentrado. Se aplicó el método de Van Soest en la obtención de fibra detergente neutra y ácida en el pasto (Maynard *et al.*, 1979). En el cálculo de nutrientes digestibles totales (NDT) del pasto, se utilizaron valores de digestibilidad reportados por Arriojas y Chacón (1989), aplicando las ecuaciones de la NRC (1989), para la energía digestible (ED) y NDT. El Cuadro 2 resume la composición química y valor nutricional del pasto y alimento concentrado consumido por las vacas Holstein y Carora.

Las vacas se ordeñaron dos veces al día, registrándose la producción de leche una vez a la semana, durante un lapso de 15 semanas. La producción de leche acumulada a los 35, 70 y 105 días de lactancia (DL) también se registró.

Semanalmente se tomó una muestra de la leche de todas las vacas del ensayo, durante las primeras 6 semanas, con la finalidad de determinar el contenido

Cuadro 1. Distribución de las vacas por tratamiento (GC: grupo control y GE: grupo experimental) y número de partos en cada rebaño.

Raza	Grupo		Número de partos		
	GC	GE	1	2	3 o más
Holstein	19	22	2	1	12
Carora	7	8	7	9	25

Cuadro 2. Composición química y valoración nutricional de la dieta ofrecida a las vacas Holstein y Carora.

Variable†	Holstein		Carora	
	Pasto	Concentrado	Pasto	Concentrado
MS, %	21,00	88,37	25,00	87,80
PC, %	14,07	21,44	6,80	19,98
EE, %	1,57	0,67	1,15	1,01
FC, %	27,69	6,65	37,08	5,87
Cenizas, %	10,71	8,92	6,07	8,14
Ca, %	0,38	1,26	0,54	1,21
FDN, %	64,69		66,16	
FDA, %	34,16		41,95	
ELN, %	32,29	65,0	29,29	62,32
TND, %	53,06	77,89	47,62	77,42
ED, Mcal	2,34	3,43	2,10	3,41

† MS: materia seca, PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, CEN: cenizas, Ca: calcio, FDN: fibra detergente neutra, FDA: fibra detergente ácida, ELN: extracto libre de nitrógeno, TND: total de nutrientes digestibles, ED: energía digestible.

de grasa por el método de Gerber (AOAC, 1975). Una vez obtenido el porcentaje de grasa se calculó el contenido de grasa (kg) presente en la leche, tomando en cuenta la producción diaria registrada el mismo día en que se realizó la toma de la muestra.

En cada rebaño se aplicó un diseño de experimento completamente aleatorizado y los datos analizados a través del análisis de la variancia por mínimos cuadrados, considerando como efectos principales los tratamientos y el número de partos. Se utilizó la prueba de Tukey para la comparación de las medias. El efecto fundo no se incluyó en el modelo por tener un efecto confundido de raza dentro de fundo, igualmente la interacción tratamiento por número de parto no se

incluyó en el análisis por no resultar significativa en análisis previos. El modelo lineal utilizado en el análisis de los datos fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + NP_j + E_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = la n -ésima vaca en el i -ésimo tratamiento con el j -ésimo número de partos,

μ : media general,

T_i : i -ésimo tratamiento,

NP_j : j -ésimo número de partos y

E_{ij} : error experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de leche

La suplementación con SC tuvo efecto significativo ($P < 0,05$) sobre la producción de leche acumulada en las vacas Holstein a los 35, 70 y 105 DL, teniéndose que las vacas del GE tuvieron una mayor producción de leche (855, 1.703 y 2.444 kg, respectivamente) que las vacas del GC (813, 1.587 y 2.279 kg, respectivamente), lo que demuestra que las vacas del GE acumularon 165 kg de leche más, durante los primeros 105 DL (Cuadro 3). Por otra parte, el número de partos afectó la producción acumulada de leche en las vacas Holstein a los 35, 70 y 105 DL (Cuadro 4), momento en el cual las vacas de 3 ó más partos produjeron en promedio 472 kg más de leche a los 105 DL, que las vacas de 1 y 2 partos.

En las vacas Carora, la adición de la levadura no afectó la producción de leche acumulada a los 35, 70 y 105 DPP (Cuadro 3). Respuesta similar se observó en la variable número de partos, la cual no afectó la producción de leche acumulada durante el periodo de evaluación (Cuadro 4). Sin embargo, las vacas con 3 ó más partos produjeron 207,2 kg más de leche en promedio a los 105 DPP que las vacas de 1 y 2 partos.

El uso de SC como estrategia alimenticia al inicio de la lactancia mostró un efecto positivo sobre la producción de leche en las vacas Holstein, incrementando la producción de leche, aun cuando las vacas estaban consumiendo una dieta desbalanceada, con una relación de 30:70 de forraje – concentrado. Es conocido que el alto consumo de concentrado genera

cambios en la actividad ruminal, incremento del pH, acidosis, etc., por lo que la respuesta obtenida en las vacas del GE pudiese ser explicada a través de los beneficios positivos del SC sobre la fisiología ruminal. Estos beneficios se obtendrían, principalmente, porque reduce las fluctuaciones de pH (Dolezal *et al.*, 2005; Desmond, 2006), mejora la producción de ácidos grasos volátiles, incrementa la utilización del amonio, modifica la proporción de protozoarios en el rumen (Dolezal *et al.*, 2005) y reduce el contenido de oxígeno presente en el rumen (Andrieu, 2006), acciones que en conjunto mejoran el ambiente ruminal, con la consecuente respuesta animal de un mayor consumo de materia seca, mayor disponibilidad de energía e incremento en la producción de leche, menor pérdida de peso corporal y mantenimiento de la condición corporal (Wallace y Newbold, 1993; Erasmus *et al.*, 2005). Los resultados obtenidos en el presente experimento son similares a los señalados por Alonzo *et al.* (1993), Pitamic (1994), Shaver *et al.* (1997) y Kim *et al.* (2006) en vacas Holstein en clima templado y utilizando dietas balanceadas.

La adición de SC promovió un incremento de 165 kg de leche total acumulada a los 105 DPP en las vacas Holstein del GE, lo cual equivale a 1,57 kg de leche por día. El impacto económico del uso del SC, como estrategia nutricional, es interesante. El costo de la dosis por día fue BsF. 0,25 y con el precio de leche a 1,8 BsF./L permitió un ingreso por venta de leche de BsF. 2,82 diarios, siendo el beneficio de BsF. 2,57 por vaca al día, solo en producción de leche, que aunado a los beneficios en reproducción y salud

Cuadro 3. Efecto de *Saccharomyces cerevisiae* sobre la producción de leche acumulada (promedio + EE) a los 35, 70 y 105 días de lactancia en vacas Carora y Holstein.

Lactancia días	Carora		Holstein	
	GC	GE	GC	GE
	----- kg -----			
35	699 ± 35,8	664 ± 33,2	813 ± 51,7	855 ± 31,4†
70	1.406 ± 63,2	1.349 ± 72,1	1.587 ± 79,7	1.703 ± 60,6†
105	2.092 ± 88,8	2.021 ± 108,7	2.279 ± 109	2.444 ± 84,3†

† Símbolo indica diferencia significativa entre promedios para la misma raza ($P < 0,05$).

Cuadro 4. Efecto del número de partos sobre la producción de leche acumulada (promedio \pm EE) a diferentes días de lactancia en vacas Holstein y Carora.

Días lactancia	Número de parto		
	1	2	3 o más
	----- kg -----		
Holstein			
35	675 \pm 44,2a†	753 \pm 32,6a	919 \pm 37,5b
70	1.317 \pm 87,1a	1.529 \pm 43,4a	1.785 \pm 61,0b
105	1.916 \pm 122,4a	2.228 \pm 67,9a	2.545 \pm 84,9b
Carora			
35	609 \pm 67,3	616 \pm 12,3	698 \pm 26,6
70	1.296 \pm 165,4	1.215 \pm 22,2	1.402 \pm 53,0
105	1.946 \pm 314,0	1.822 \pm 15,3	2.091 \pm 73,9

† Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas entre promedios ($P < 0,01$).

animal, constituyen una ganancia importante en los sistemas de producción lechera en nuestro país.

La respuesta obtenida en las vacas Carora pudiese ser explicada por el uso de una dieta desbalanceada, con déficit en el aporte de energía y proteína, que aunado al manejo propio de los animales en la unidad de producción, no favoreció la respuesta esperada con el uso del SC. Respuestas similares han sido reportadas por Arambel y Kent (1990) y Swartz *et al.* (1994). No obstante, las vacas Carora del GE tuvieron una mayor producción de leche que la reportada por Alonso (1999), en vacas de esta raza suplementadas con harina de pescado. Por otra parte, la diferencia de edad en las vacas Carora del GC (la mayoría de las vacas tenían 5 años) y del GE (edad promedio 4 años), pudiese constituir una razón más que explicase la respuesta obtenida. Según Schmidt y Van Vleck (1974), vacas de 1 y 2 partos producen aproximadamente 75 y 85%, respectivamente, de la leche que una vaca adulta.

Producción de grasa

La suplementación con SC afectó la producción de grasa acumulada a las 3 semanas de lactancia en las vacas Holstein, observándose que las vacas del GE produjeron más grasa (18,2 kg; $P < 0,01$) que las vacas del GC (16,7 kg). Esta respuesta se mantuvo hasta las 6 semanas de lactancia (Figura 1), cuando las vacas del GE produjeron 35,8 kg ($P < 0,01$), mientras que las vacas del GC produjeron 31 kg, lo que significan

3,5 kg más de grasa en las 6 primeras semanas de lactancia.

Por otra parte, el número de partos afectó la producción acumulada de grasa en las vacas Holstein a las 3 semanas de lactancia (Cuadro 5), momento en el cual las vacas de 3 ó más partos produjeron 18,2 kg ($P < 0,01$) más grasa que las vacas de 1 y 2 partos (15,3 y 16,7 kg, respectivamente). Igual respuesta se observó a las 6 semanas de lactancia, cuando las vacas de 3 ó más partos produjeron más grasa (35,5 kg; $P < 0,01$) que las vacas de 1 y 2 partos (28,8 y 32 kg, respectivamente).

En las vacas Carora, la adición del SC no afectó la producción de grasa acumulada a las 3 semanas de lactancia; sin embargo, se observó una tendencia en el GE a producir más kilogramos de grasa (15,7 kg; $P < 0,10$) que el GC (14,9 kg). Igual respuesta se observó a las 6 semanas de lactancia, cuando las vacas del GE produjeron más grasa (32,2 kg; $P < 0,10$) que las vacas del GC (30,1 kg). El número de partos no afectó la producción de grasa acumulada a las 3 y 6 semanas de lactancia en las vacas Carora. Estos resultados difieren de los obtenidos por Arambel *et al.* (1990), Wholt *et al.* (1991), Chiquette (1995) y Dann *et al.* (2000), pero coinciden con los de Swartz *et al.* (1994) y Kung *et al.* (1997), reportando estos últimos que a pesar de no obtener diferencias entre los tratamientos, las vacas que consumieron levaduras produjeron más grasa que el grupo control.

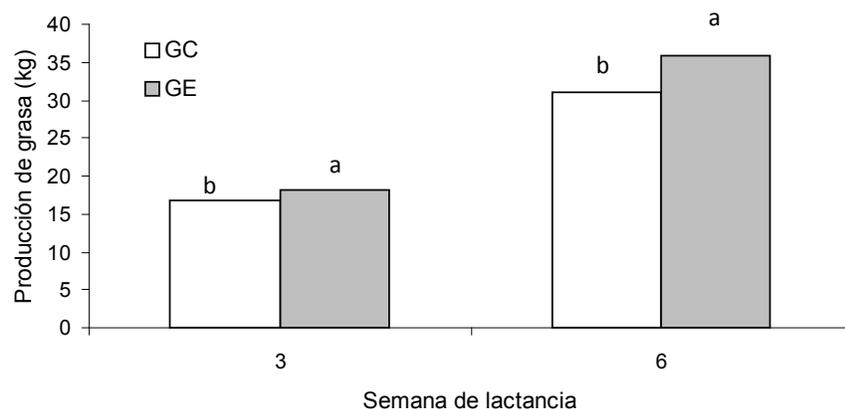


Figura 1. Efecto del *Saccharomyces cerevisiae* sobre la producción de grasa acumulada a la tercera y sexta semana de lactancia en vacas Holstein.

Cuadro 5. Efecto del número de partos sobre la producción de grasa acumulada a la 3^{ra} y 6^{ta} semana de lactancia en vacas Holstein.

Lactancia semana	Número de parto		
	1	2	3 o más
3	15,3 ± 1,4b†	16,7 ± 1,2b	18,2 ± 0,7a
6	28,8 ± 2,4b	32,0 ± 1,6b	35,5 ± 1,4a

†Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas entre promedios ($P < 0,01$).

En el presente trabajo, la adición de SC favoreció un incremento de 4,8 y 2,1 kg de grasa acumulados a las 6 semanas de lactancia en las vacas Holstein y Carora, respectivamente. Igualmente las vacas con 3 ó más partos produjeron 6,7 y 3,5 kg más de grasa acumulada a las 6 semanas de lactancia que las vacas de 1 y 2 partos, respectivamente, en el grupo racial H. Similar tendencia se observó en las vacas Carora de 3 o más partos que produjeron 2,7 y 5,2 kg, respectivamente, más de grasa acumulada a las 6 semanas de lactancia, en relación con las vacas de 1 y 2 partos. Tal respuesta pudiese ser debida al modo de acción del SC que optimiza el metabolismo ruminal y permite una mejor digestión de la fibra presente en la dieta (Wallace y Newbold, 1993).

El uso del *Saccharomyces cerevisiae* cepa 1026 ejerció un efecto positivo en la producción de grasa, incorporando valor agregado a la leche producida.

CONCLUSIONES

El presente estudio ofrece una evaluación inicial del efecto de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, como aditivo de la alimentación al inicio de la lactancia de vacas lecheras en el sistema de producción de leche de la zona alta del estado Mérida, Venezuela.

La calidad de la dieta ofrecida a las vacas es determinante en la respuesta a obtener con el uso de la levadura SC. En dietas con alto uso de alimento concentrado, la levadura SC mostró tener un efecto positivo en la producción de leche y grasa, lo que evidencia que la levadura mejora las condiciones del rumen.

Los resultados obtenidos en las vacas Holstein permiten sugerir el uso de la levadura SC como estrategia de alimentación durante el período de transición.

LITERATURA CITADA

- Alonso R.J. 1999. Efecto de la suplementación proteica durante el postparto sobre las características productivas en vacas Carora. Tesis de Grado. Postgrado en Producción Animal. Universidad Central de Venezuela, Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela.
- Alonzo R., E. Mirales y J. Killon. 1993. Effect of viable yeast culture (Yea-Sacc 1026) on milk yield of Holstein cows and weight gain in calves at 90 days. *J. Anim. Sci.*, 71(Suppl. 1): 289.
- Andrieu S. 2006. Feed efficiency the key success factor. *Inter. Dairy Topics*, 5: 9-10.
- AOAC. 1975. Official Methods of Analysis. 12^{ma} ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington. EUA.
- Arambel M.J. y B.A. Kent. 1990. Effect of yeast culture on nutrient digestibility and milk yield response in early to mid-lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 73: 1560-1563.
- Arriojas L. y E. Chacón. 1989. Producción de materia seca, valor nutritivo y valor alimenticio de las pasturas introducidas en las sabanas venezolanas. *En* Plasse D. y N. Peña de Borsotti (Eds). V Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 215-231.
- Chiquette J. 1995. *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae*, used alone or in combination, as a feed supplement for beef and dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 75: 405-411.
- Dann H.M., J.K. Drackley, G.C. McCoy, M.F. Hutjens y J.E. Garrett. 2000. Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on prepartum intake and postpartum intake and milk production of Jersey cows. *J. Dairy Sci.*, 83: 123-131.
- Dawson K.A. 1993. The use of yeast culture in animals feeds: a scientific application of direct fed microbials and challenges of the future. *En* Lyons T.P. (Ed). Biotechnology in the Feed Industry. Proc. Alltech's Annual Symposium. EUA. p. 169.
- Dawson K. e I.D. Girard. 1997. Biochemical and physiological basis for the stimulatory effects of yeast preparations on ruminal bacteria. *En* Lyons T.P. (Ed). Biotechnology in the Feed Industry. Proc. Alltech's Annual Symposium. EUA. p. 293.
- Desmond C. 2006. The effect of Yea-sacc supplementation on the rumen physiology of lactating dairy cows. Lyons Research Farm. Alltech Pub. Paris, Francia.
- Dolezal P., J. Dolezal y J. Trinacty. 2005. The effect of *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal fermentation in dairy cows. *Czech. J. Anim. Sci.*, 50: 503-510.
- Erasmus L.J., P.H. Robinson, A. Ahmadi, R. Hinders y J.E. Garrett. 2005. Influence of prepartum and postpartum supplementation of yeast culture and monensin, or both, on ruminal fermentation and performance of multiparous dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 122: 219-239.
- Jordan E.R. y R.H. Fourdraine. 1993. Characterization of the management practices of the top milk producing herds in the country. *J. Dairy Sci.*, 76: 3247-3256.
- Kim H.S., B.S. Ahn, S.G. Chung, Y.H. Moon, J.K. Ha, I.J. Seo, B.H. Ahn y S.S. Lee. 2006. Effect of yeast culture, fungal fermentation extract and non-ionic surfactant on performance of Holstein cows during transition period. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 126: 23-29.
- Kung L.J.R., E.M. Kreck, R.S. Tung, A.O. Hession. A.C. Sheperd, M.A. Cohen, H.E. Swain y J.A.Z. Leedle. 1997. Effects of live yeast culture and enzymes on in vitro ruminal fermentation and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80: 2045-2051.
- Maynard L.A., J.K. Loosli, H.F. Hintz y R.G. Warner. 1979. *Nutrición Animal*. 4^{ta} ed. McGraw-Hill. México.
- NRC. 1989. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 6^{ta} ed. National Academy Press, Washington. EUA.
- Pitamic S. 1994. Effect of yeast culture in diets fed dairy cows on energy balance, rumen fermentation and milk production in early

- lactation. Supplement Proc. Alltech's 10th Annual Symposium. Alltech Technical Publications. Nicholasville, KY. EUA.
- Putnam D.E., C.G. Schwab, M.T. Socha, N.L. Whitehouse, N.A. Kierstead y B.D. Garthwaite. 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: 374-380.
- Shaver R.D., J.E. Pas y G. Pas. 1997. Effect of dietary yeast culture on milk yield, composition, and component yields at commercial dairies. *Proff. Anim. Sci.*, 13: 204-207.
- Schmidt G.H. y L.D. Van Vleck. 1974. Bases Científicas de la Producción Lechera. Edit. Zaragoza. España.
- Swartz D.L., L.D. Muller, G.W. Rogers y G.A. Varga. 1994. Effect of yeast cultures on performance of lactating dairy cows: A field study. *J. Dairy Sci.*, 77: 3073-3080.
- Wallace R.J. y C.J. Newbold. 1993. Rumen fermentation and its manipulation: the development of yeast cultures as feed additives. *En Lyons T.P. (Ed). Biotechnology in the Feed Industry. Proc. Alltech's 9^{no} Annual Symposium. USA. p. 173.*
- Wohlt J.E., A.D. Finkelstein y C.H. Chung. 1991. Yeast culture to improve intake, nutrient digestibility, and performance by dairy cattle early lactation. *J. Dairy. Sci.*, 74: 1395-1400.
- Wohlt J.E., T.T. Corcione y P.K. Zajac. 1998. Effect of yeast on feed intake and performance of cows fed diets based on corn silage during early lactation. *J. Dairy Sci.*, 81: 1345-1352.