

Efecto de la adición de levadura *Saccharomyces cerevisiae* a dietas de vacas lecheras suplementadas con tres niveles de concentrado¹

J. Valarezo, M. Vélez, G. de Flores, I. Matamoros y R. Santillán²

Resumen. Entre julio y noviembre de 1998 se estudió en Zamorano, el efecto de la adición de levadura YEA-SACC^R a vacas suplementadas con tres niveles de concentrado. Se usaron 24 vacas en pastoreo, agrupadas de acuerdo al número de partos, raza y producción. Los tratamientos fueron: suplementación a partir de una producción de 8 kg/día, a razón de 1 kg por cada 2 kg de leche (control); similar más 10 g/día de levadura; suplementación a partir de 6 kg/día más 10 g/día de levadura, y suplementación a partir de 10 kg/día más 10 g/día de levadura. Todos los tratamientos tuvieron una duración de 21 días. Se usó un diseño de sobrecambio en cuadrado latino. Los datos fueron analizados en su conjunto y luego divididos en dos bloques por razas. El consumo de concentrado siguió los patrones esperados. El contenido y producción total de grasa fue de 3.5, 3.9, 3.8 y 4.0%; y 9.8, 11.0, 11.3 y 10.5 kg, y el contenido y producción total de proteína de 3.4, 3.3, 3.2 y 3.2%; y 9.5, 9.3, 9.5 y 8.4 kg, respectivamente, en los cuatro tratamientos. La producción de leche aumentó ($P<0.01$) en las vacas Jersey, lo que influyó en el resultado global del experimento. Algo similar ocurrió cuando se hizo la corrección de leche al 4% de grasa. El peso y la condición corporal de los animales no fueron afectados por los tratamientos. Para la evaluación económica se usó leche con y sin corrección al 4% de grasa; la levadura produjo un aumento en el ingreso cuando se suplementó a las dietas que recibieron concentrado a partir de una producción de 8 y 10 kg/día de leche, de 1.1 y 1.4 Lp/vaca/día en la leche sin corrección, y de 4.5 y 6.0 en la leche corregida al 4% de grasa, respectivamente.

Palabras claves: Producción de leche, YEA-SACC^R.

Abstract. Between July and November 1998 the effect of supplementing yeast (YEA-SACC^R) to 24 grazing dairy cows receiving three different levels of grain supplement was studied. Cows were grouped by parturition, breed (large: Holstein and Brown Swiss, small: Jersey) and milk production. Supplement was provided at the ratio of 1 kg for every 2 kg of milk after a predetermined level of production. Treatments lasted for 21 days and were: supplement after 8 kg/day of milk plus 10 g/day of yeast; supplement after 6 kg/day plus 10 g/day of yeast; and supplement after 10 kg/day plus 10 g/day of yeast. A Latin square changeover design was used. Concentrate consumption followed the pattern expected. Fat content and production were 3.5, 3.9, 3.8 and 4.0%; and 9.8, 11.0, 11.3 and 10.5 kg, and protein content and production were 3.4, 3.3, 3.2 and 3.2%; and 9.5, 9.3, 9.5 and 8.4 kg for the four treatments, respectively. Milk production increased ($P<0.01$) in the Jerseys, and remained constant in Holstein and Brown Swiss. Four percent corrected milk increased also. Body weight and corporal condition were not affected by any treatment. Use of yeast increased income with diets supplemented after production of 8 and 10 kg/day by Lp 1.1 and 1.4 cow/day when milk was not corrected and by Lp 4.5 and 6.0 cow/day when milk was corrected to 4% fat..

Key words: Milk production, YEA-SACC^R.

INTRODUCCION

Para obtener una alta producción de leche es necesario suplementar el forraje con concentrado. Esto es especialmente cierto en el trópico, donde los forrajes son de baja digestibilidad y limitan la producción a un 50-60% de lo que se obtiene en climas templados (Kaehler, 1993). Para mitigar el efecto negativo sobre el rumen de altas dosis de concentrado se recurre a varios aditivos, entre los que están las levaduras.

Las levaduras pueden vivir en medios con alto contenido de azúcar (Wallace, 1996), su pared celular posee una gran capacidad de absorción y puede actuar como reservorio de nutrientes y amortiguador de pH. Están compuestas de aproximadamente 50% de proteína, 40% de carbohidratos, 2% de grasa y 8% de minerales (Lyons, 1987). Las levaduras y mohos son habitantes normales del rumen, aunque la mayoría son pasajeras y no funcionales, que entran al rumen junto con el alimento

¹ Proyecto especial del alumno José Valarezo para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras.

² Depto. de Zootecnia, Zamorano, apartado 93, Tegucigalpa, Honduras.

(Williams, 1989). La levadura *Saccharomyces cerevisiae*, que es la de mayor uso, pertenece a la subdivisión de Ascomycotina (Martin, 1998) y se vende como cultivo seco, que preserva su capacidad fermentativa (Lyons, 1993).

Las levaduras estabilizan el pH ruminal a 6.6-6.9, con lo que aumenta el número de bacterias celulolíticas y la digestibilidad de los carbohidratos estructurales (Wiedmeier *et al.*, 1987; Gómez-Alarcón *et al.*, 1988). Como consecuencia hay un mayor consumo de pastos y de concentrado y mayor producción (Dildey, 1988; Günther, 1989; Lyons, 1994). Sin embargo, altas cantidades de levadura en las dietas causan intoxicaciones por etanol (Dawson, 1990).

Según Dawson (1988) la levadura en el rumen aumenta la concentración de organismos anaeróbicos en 58% la de bacterias celulolíticas en 100% y la de bacterias que usan lactato en 42%, y disminuye la concentración de amonio en 8%. Según Dildey (1988) la levadura aumenta la producción de leche en 10%, el contenido de proteína y de grasa en 0.1-0.2 y 0.1-0.3 unidades porcentuales respectivamente; y de la ganancia de peso en 5-10%.

En Zamorano, Miranda (1992) encontró en ganado de leche un aumento de la producción de 12% y Betancourt (1995) y Menacho (1995) encontraron mejores ganancias de peso en toretes, novillos y búfalos. El presente estudio evaluó el efecto de la suplementación con levadura *Saccharomyces cerevisiae* (YEA-SACCR^R) sobre la producción de vacas lecheras con tres niveles de concentrado.

MATERIALES Y METODOS

Se usaron 24 vacas (4 Pardo Suizo, 8 Jersey y 12 Holstein) con un peso promedio de 450 kg, que fueron agrupadas de acuerdo al número de partos, raza y producción de leche. Todas las vacas ya habían pasado el máximo de producción y se encontraban en una etapa de lactación similar (150 días al inicio del experimento).

El estudio se realizó durante la temporada de lluvias. Las vacas se mantuvieron en pastoreo rotacional en potreros con pasto guinea var. tobiatá (*Panicum maximum*), con periodos de ocupación de 12 horas y 20 días de descanso, con una carga promedio de 4 vacas/ha. El concentrado se dio de acuerdo al tratamiento, a razón de 1 kg por cada 2 kg de leche. La levadura se adicionó al concentrado en la mañana a razón de 10 g/día. El concentrado, cuya composición se observa en el Cuadro 1, se ofreció dos veces al día durante el ordeño.

Cuadro 1. Composición del concentrado.

Ingrediente	%
Sorgo	41.50
Semolina de arroz	30.00
Harina de camarón	5.00
Harina de soya	10.00
Carbonato de calcio (CaCO ₃)	1.50
Melaza	10.00
Sal común	0.50
Urea	1.00
Vitaminas	0.50
TOTAL	100.00
Materia seca	90.00
Proteína cruda	18.58
Energía digerible	3 Mcal/kg

Se utilizó un diseño de sobrecambio en cuadrado latino (Lucas, 1974) con cuatro tratamientos y seis réplicas para un total de 24 vacas agrupadas en cuatro grupos (n=6) uniformes. Los tratamientos consistieron en la adición de levadura y modificación del nivel de producción a partir del cual se dio concentrado, así: Suplementación a partir de una producción de 8 kg/día (control). Suplementación a partir de 8 kg/día más 10 g/día de levadura (8 más levadura). Suplementación a partir de 6 kg/día más 10 g/día de levadura. (6 más levadura). Suplementación a partir de 10 kg/día más 10 g/día de levadura (10 más levadura). Cada período experimental duró tres semanas con una semana entre cada uno, en la que se dio la ración control, totalizando 15 semanas entre el 31 de julio y el 12 de noviembre de 1998.

La producción de leche se midió semanalmente y fue corregida al 4% de grasa mediante la fórmula: Leche al 4% = 0.4 x kg leche + 15 x kg de grasa. Los contenidos de grasa y de proteína se determinaron por los métodos de Babcock y de Walker o de titulación con formaldehído respectivamente, al final de cada tratamiento (Revilla, 1996). La condición corporal, evaluada en una escala de 1 a 5, y el peso de los animales se determinaron al inicio del experimento y al final de cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante las últimas seis semanas del ensayo las vacas pasaron por condiciones adversas causadas por intensas lluvias caídas durante octubre, y adicionalmente por el huracán "Mitch". Esto causó inundaciones en los potreros y un deterioro en la calidad del pasto, por lo que en este período todas las vacas bajaron su producción. Al analizar los datos se encontraron efectos residuales de un tratamiento sobre el siguiente, por lo que se discutieron de acuerdo a estos resultados. Los datos de consumo de concentrado, producción, peso y condición corporal se analizaron en conjunto y luego divididos en dos bloques, en uno se agruparon las dos razas grandes (Holstein y Pardo Suizo) y en el otro la raza pequeña (Jersey).

Consumo de concentrado. Con variaciones, éste siguió los patrones esperados. La suplementación se reajustó al inicio de cada tratamiento de acuerdo con la producción en la semana entre tratamientos, en la que no recibieron levadura. El nivel de suplementación fue una variable en el experimento por lo que, como era de esperar, en 6 más levadura aumentó ($P<0.01$), mientras que en 8 más levadura y 10 más levadura bajó ($P<0.01$). En seis más levadura el consumo fue de 0.1 kg/vaca/día más de lo esperado, mientras que en 10 más levadura bajó 0.4 kg/vaca/día más de lo esperado (Cuadro 2).

Cuadro 2. Consumo diario de concentrado por tratamiento, por raza y en total.

Raza	Tratamientos	Concentrado diario (kg)
Holstein y Pardo Suizo	Control, suplemento > 8 kg/día	4.1 ns
	Suplemento > 8 kg/día + levadura	3.4 **
	Suplemento > 6 kg/día + levadura	5.3 **
	Suplemento > 10 kg/día + levadura	2.6 **
Jersey	Control, suplemento > 8 kg/día	2.3 ns
	Suplemento > 8 kg/día + levadura	1.9 **
	Suplemento > 6 kg/día + levadura	3.1 **
	Suplemento > 10 kg/día + levadura	1.3 **
Todas las vacas	Control, suplemento > 8 kg/día	3.5 ns
	Suplemento > 8 kg/día + levadura	3.1 **
	Suplemento > 6 kg/día + levadura	4.6 **
	Suplemento > 10 kg/día + levadura	2.1 **

DE del promedio: 0.24

ns no significativo

** significativo ($P<0.01$)

Producción y contenido de grasa. La inclusión de levadura aumentó ($P<0.01$) la producción y el contenido de grasa en las Jersey. En las razas grandes la tendencia fue similar, pero sólo en seis más levadura aumentó la producción de grasa ($P<0.05$) debido a la mayor producción de leche (Cuadro 3). El efecto del aumento en el contenido de grasa en las Jersey hizo que en el análisis conjunto todos los tratamientos incrementaran la producción y el contenido de grasa ($P<0.01$), con un promedio similar en todos los tratamientos. Este aumento concuerda con lo reportado por otros autores y es de asumir que está relacionado con el efecto estabilizador sobre el pH que tiene la levadura (Dilley, 1988; Günther, 1989; Williams, 1989; Miranda, 1992; Wallace y Newbold, 1993; y Lyons, 1994).

Producción y contenido de proteína. El contenido de proteína descendió ligeramente en los tratamientos con levadura pero sin alcanzar niveles de significancia (Cuadro 3). La producción de proteína aumentó en 8 más levadura y 6 más levadura ($P<0.01$) y disminuyó en 10 más levadura ($P<0.05$) en las Jersey. En el análisis global la producción tuvo un promedio similar en los tratamientos, excepto en 10 más levadura en que disminuyó en todos los casos debido a su menor producción de leche. Estos resultados concuerdan con los de Miranda (1992) quien tampoco encontró un cambio en el contenido de la proteína de la leche, pero sí en producción de proteína, lo que a su vez contradice los de Dilley (1988).

Producción de leche. En las razas grandes no se encontraron diferencias ($P>0.05$) en la producción de leche (Cuadro 4). En las Jersey la levadura aumentó ($P<0.01$) la producción de leche en aproximadamente 1.5 kg de leche/vaca/día en 8 más levadura y 6 más levadura. El aumento en las Jersey, influyó en el resultado total de las vacas, causando un incremento en la producción ($P<0.05$) en 6 más levadura de 0.9 kg de leche/vaca/día. Esto puede atribuirse al consumo adicional de concentrado, lo que concuerda con los resultados obtenidos en otros estudios (Dilley, 1988; Günther, 1989; Williams, 1989; Miranda, 1992; Wallace y Newbold, 1993 y Lyons, 1994). En 8 más levadura hubo un aumento de la producción de 0.2 kg de leche/vaca/día, que no alcanzó niveles de significancia; mientras que en 10 más levadura se redujo la producción de leche igualmente sin alcanzar niveles de significancia, atribuible en este caso al menor consumo de concentrado.

Cuadro 3. Producción y contenido de grasa y proteína por tratamiento, por raza y en total.

Razas	Tratamientos	Grasa		Proteína	
		kg	%	kg	%
Raza Holstein y Pardo Suizo	Control, suplemento > 8 kg/día	10.4	3.4	9.8	3.3
	Suplemento > 8 kg/día + levadura	10.5 ns	3.6 ns	9.6 ns	3.2 ns
	Suplemento > 6 kg/día + levadura	11.4 *	3.6 ns	9.8 ns	3.1 ns
	Suplemento > 10 kg/día + levadura	10.4 ns	3.6 ns	9.3 *	3.2 ns
Jersey	Control, suplemento > 8 kg/día	9.1	4.0	7.9	3.5
	Suplemento > 8 kg/día + levadura	10.9 **	4.2 ns	9.4 **	3.6 ns
	Suplemento > 6 kg/día + levadura	10.6 **	4.1 ns	8.8 **	3.4 ns
	Suplemento > 10 kg/día + levadura	10.1 **	4.8 **	7.2 *	3.4 ns
Todas las vacas	Control, suplemento > 8 kg/día	9.8	3.5	9.5	3.4
	Suplemento > 8 kg/día + levadura	11.0 **	3.9 **	9.3 ns	3.3 ns
	Suplemento > 6 kg/día + levadura	11.3 **	3.8 **	9.5 ns	3.2 ns
	Suplemento > 10 kg/día + levadura	10.5 **	4.0 **	8.4 *	3.2 ns

DE del promedio: 0.32

ns no significativo

* significativo P<0.05

** significativo P<0.01

Producción de leche corregida al 4% de grasa. La producción de leche corregida al 4% aumentó (P<0.05) en 8 más levadura y 6 más levadura (Cuadro 4). En 10 más levadura la producción fue ligeramente superior al control, pero sin alcanzar niveles significativos. El incremento fue similar en 8 más levadura y 6 más levadura.

En el primer caso se puede asumir que fue debido a la levadura; mientras que en el segundo se atribuye al mayor

consumo de concentrado, que fue compensado con una reducción en la ingesta de forraje, ya que las vacas por estar bastante avanzadas en su lactancia no respondieron a la mayor suplementación. Estos resultados concuerdan con algunos estudios anteriores (Dildey, 1988; Günther, 1989; Williams, 1989; Miranda, 1992; Wallace y Newbold, 1993; Lyons, 1994). En 10 más levadura hubo un aumento no significativo en producción de 0.5 kg de leche/vaca/

Cuadro 4. Producción de leche por tratamiento, con y sin corrección al 4% de grasa, por raza y en total.

Razas	Tratamientos	Producción total de leche (kg)	
		Sin corregir	Corregida
Holstein y Pardo Suizo	Control, suplemento > 8 kg/día	304.8	270.5
	Suplemento > 8 kg/día + levadura	292.8 ns	280.1 ns
	Suplemento > 6 kg/día + levadura	315.3 ns	281.7 ns
	Suplemento > 10 kg/día + levadura	289.6 ns	282.3 ns
Jersey	Control, suplemento > 8 kg/día	227.5	221.7
	Suplemento > 8 kg/día + levadura	260.5 **	266.1 *
	Suplemento > 6 kg/día + levadura	257.5 **	262.6 *
	Suplemento > 10 kg/día + levadura	209.6 ns	235.9 ns
Todas las vacas	Control, suplemento > 8 kg/día	278.9	254.2
	Suplemento > 8 kg/día + levadura	282.0 ns	275.4 *
	Suplemento > 6 kg/día + levadura	296.1 *	275.3 *
	Suplemento > 10 kg/día + levadura	265.8 ns	266.9 ns

DE del promedio: 30

ns no significativo

* significativo (P<0.05)

** significativo (P<0.01)

día a pesar de haber recibido menos concentrado, esto indica un efecto de la levadura en mejorar la utilización del forraje.

Condición corporal y peso. La levadura no influyó en la condición corporal ni en el peso al final de cada tratamiento (Cuadro 5).

Evaluación económica. La evaluación económica se realizó usando leche con y sin corrección al 4% de grasa, ya que en algunos lugares se paga la leche por su contenido de grasa y en otros no (Cuadros 6 y 7). Se asumió que los costos de producción fueron iguales en todos los tratamientos, excepto los causados por el concentrado con un costo de Lp. 3.33/kg, y por la adición de levadura con un costo de Lp. 1.23/día (1 U\$ = 13.83 Lp.).

Cuadro 5. Condición corporal y peso de los animales por tratamiento, por raza y en total.

Razas	Tratamientos	Condición corporal	Peso (kg)
Holstein y Pardo Suizo	Control, suplemento > 8 kg/día	2.4	499.9
	Suplemento > 8 kg/día + levadura	2.5 ns	482.1 ns
	Suplemento > 6 kg/día + levadura	2.5 ns	502.4 ns
	Suplemento > 10 kg/día + levadura	2.4 ns	502.6 ns
Jersey	Control, suplemento > 8 kg/día	2.6	323.9
	Suplemento > 8 kg/día + levadura.	2.5 ns	342.0 ns
	Suplemento > 6 kg/día + levadura	2.6 ns	346.6 ns
	Suplemento > 10 kg/día + levadura	2.4 ns	331.5 ns
Todas las vacas	Control, suplemento > 8 kg/día	2.4	443.3
	Suplemento > 8 kg/día + levadura	2.5 ns	435.4 ns
	Suplemento > 6 kg/día + levadura	2.5 ns	450.5 ns
	Suplemento > 10 kg/día + levadura	2.4 ns	445.5 ns

Condición corporal: uno extremadamente flaca, cinco extremadamente gorda

DE del promedio de condición corporal: 0.18

DE del promedio de peso: 37.8

ns: no significativo

Cuadro 6. Variación del ingreso por efecto de la levadura y de los niveles de concentrado, usando leche sin corrección.

(1 U\$ = 13.83 Lp.)

Concentrado a partir de:	Producción kg/vaca/día	Precio Lp/kg	Ingreso bruto Lp/día	Costo		Ingreso neto Lp/día	Diferencia Lp/día	Diferencia %
				concentrado Lp/día	levadura Lp/día			
8 kg leche/día	13.2	4.2	55.4	11.7		43.7		
8 kg leche/día y 10 g levadura	13.4	4.2	56.3	10.3	1.23	44.8	1.1	2.5
6 kg leche/día y 10 g levadura	14.1	4.2	59.2	15.3	1.23	42.7	(1.0)	(2.3)
10 kg leche/día y 10 g levadura	12.7	4.2	53.3	7.0	1.23	45.1	1.4	3.2

Cuadro 7. Variación del ingreso por efecto de la levadura y de los diferentes niveles de concentrado, usando leche corregida al 4% de grasa. (1 U\$ = 13.83 Lp.)

Concentrado a partir de:	Producción kg/vaca/día	Precio Lp/kg	Ingreso Bruto Lp/día	Costo		Ingreso neto Lp/día	Diferencia Lp/día	Diferencia %
				concentrado Lp/día	levadura Lp/día			
8 kg leche/día	12.1	4.2	50.8	11.7		39.1		
8 kg leche/día y 10 g levadura	13.1	4.2	56.1	10.3	1.23	43.6	4.5	11.5
6 kg leche/día y 10 g levadura	13.2	4.2	55.4	15.3	1.23	38.9	(0.2)	(0.5)
10 kg leche/día y 10 g levadura	12.7	4.2	53.3	7.0	1.23	45.1	6.0	15.3

La levadura aumentó el ingreso en los 8 más levadura y 10 más levadura, especialmente cuando se corrige la leche por cantidad de grasa. Cuando no se corrige, el ingreso en 8 más levadura y 10 más levadura es muy similar; mientras que si se lo hace, 10 más levadura tiene una gran ventaja en términos absolutos (6.0 Lp/vaca/día vs. 4.5) y en términos relativos (15.3% vs. 11.5%). En 6 más levadura el aumento en el consumo de concentrado más la adición de levadura no fue compensado, ya que el ingreso fue menor que el del control.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del experimento la adición de levadura: a) causó un incremento en el contenido y la producción de grasa, especialmente en la raza Jersey; b) no afectó el contenido de proteína, pero sí aumentó su producción; c) por el aumento en el contenido de grasa y en la producción hubo un incremento en la producción corregida al 4% en todos los casos; por lo que se puede recomendar su uso en explotaciones en las que dan cantidades considerables de concentrado.

LITERATURA CITADA

- Betancourt, G. 1995. Efecto de aditivos alimenticios en el levante de sementales. Tesis de Ingeniería Agronómica. Zamorano, Honduras. 53p.
- Dawson, K.A. 1988. Manipulating ruminal fermentation. Are there natural alternatives for beef production?. *In: Biotechnology in the Feed Industry*. T.P. Lyons (Ed). Alltech Technical Publications. Nicholasville, Kentucky. 101-112.
- Dawson, K.A. 1990. Designing the yeast culture of tomorrow: Mode of action of yeast culture for ruminants and non-ruminants. *In: Biotechnology in the Feed Industry*. T.P. Lyons (Ed). Alltech Technical Publications. Nicholasville, Kentucky. 59-78.
- Dilley, D.D. 1988. Getting paid for milk quality: Improving milk composition. *In: Biotechnology in the Feed Industry*. T.P. Lyons (Ed). Alltech Technical Publications. Nicholasville, Kentucky. 46-66.
- Gomez-Alarcon, R., Dudas, C., Huber, J., 1987. Effect of *Aspergillus oryzae* and yeast on feed utilization by Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 70: 218 (Suppl.1).
- Gravert, H.O., 1987. Dairy cattle production. Elsevier, Amsterdam. 280 p.
- Günther, K.D. 1989. Yeast culture's success under German dairy conditions. *In: Biotechnology in the Feed Industry*. T.P. Lyons (Ed). Alltech Technical Publications. Nicholasville, Kentucky. 39-46.
- Kaehler, R. 1993. Efecto de la alimentación de vacas lecheras con ensilaje de pasto guinea (*Panicum maximum*). Tesis de Ingeniería Agronómica. Zamorano, Honduras. 33p.
- Lucas, H. 1974. Design and Analysis of feeding experiments with milking dairy cattle. Institute of Statistics. Mimeo Series #18. North Carolina State University. Raleigh, NC. 484p.
- Lyons, T.P. 1987. The role of biological tools in the feed industry. *In: Biotechnology in the Feed Industry*. T.P. Lyons (Ed). Alltech Technical Publications. Nicholasville, Kentucky. 1-49.
- Lyons, T.P. 1993. Bioscience centers: Forging links between industry and Academy. *In: Biotechnology in the Feed Industry*. T.P. Lyons (Ed). Alltech Technical Publications. Nicholasville, Kentucky. 1-26.
- Lyons, T.P. 1994. Biotechnology in the Feed Industry: 1994 and beyond. *In: Biotechnology in the Feed Industry*. T.P. Lyons (Ed). Alltech Technical Publications. Nicholasville, Kentucky. 1-48.
- Martin, S.A. 1998. Use of fungi in production animal diets. *In: 1998-99 Direct-fed Microbial, Enzyme & Forage Additive Compendium*. The Miller Publishing. Minnetonka, Minnesota. 27-31.
- Menacho, C. 1995. Alternativas para el engorde de novillos y búfalos en Zamorano. Tesis de Ingeniería Agronómica. Zamorano, Honduras. 51p.
- Miranda, J. 1992. Suplementación de la dieta de vacas lecheras con cultivo seco de levadura *Saccharomyces cerevisiae* (YEA-SACC^R) y su efecto en la producción de leche. Tesis de Ingeniería Agronómica. Zamorano, Honduras. 68p.
- Revilla, A. 1996. Tecnología de la leche. 3a edición revisada, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, Centroamérica. 396p.
- Wallace, R. and C. Newbold. 1993. Rumen fermentation and its manipulation: The development of yeast cultures as feed additives. *In: Biotechnology in the Feed Industry*. T.P. Lyons (Ed). Alltech Technical Publications. Nicholasville, Kentucky. 173-192.
- Wallace, R.J. 1996. The mode of action of yeast culture in modifying rumen fermentation. *In: Biotechnology in the Feed Industry*. T.P. Lyons (Ed). Alltech Technical Publications. Nicholasville, Kentucky. 217-232.
- Wiedmeier, P., Arambel, M., Walters, J. 1987. Effect of yeast culture and *Aspergillus oryzae* fermentation extracts on ruminal characteristics and nutrient digestibility. *Journal of Dairy Science*. 70:2063-2068.
- Williams, P. 1989. Understanding the Biochemical Mode of action of Yeast Culture. *In: Animal Feed Biological Additives*. University of Sydney, Australia. 79-100.