

Efecto de la adición de levadura YEA-SACC^R a dietas de vacas lecheras suplementadas con tres niveles de concentrado

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

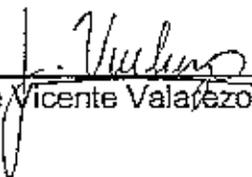
José Vicente Valarezo Alcívar

MICROISIS:	_____
FECHA:	_____
EMISS:	_____

Zamorano, Honduras
Abril, 1999

#473
C641c

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



José Vicente Valarezo Alcívar

Zamorano, Honduras
Abril, 1999

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios, el ser que me ha guiado en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi Padre Ezequiel y mi Madre Nancy por toda su sabiduría al momento de criarme y darme todo lo que necesito, sobre todo el apoyo, cariño y respaldo que nunca me ha faltado. GRACIAS...

A mis hermanos: Mario Lucio, Carmen Violeta y María Verónica, los que han sido parte fundamental en este trabajo, sin sus consejos en los momentos que los necesitaba, no hubiera podido.

A tí E.S.H.G. por haberme acompañado este último año desinteresadamente, preocupándote por cada detalle de mi vida. T.A.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Miguel Vélez por su paciencia y dedicación en el desarrollo tanto del experimento como del texto, y por haberme enseñado un poquito más.

A mis asesores: Dr. Isidro Matamoros, Lic. Gladys de Flores y Dr. Raúl Santillán.

A Doña Marta Calix por acogerme en su hogar.

A los Srs. Amado Benavides, Armando Trujillo, Fernando Maradiaga y Edgardo Pereira, trabajadores del establo que siempre se encontraron prestos a proporcionarme ayuda en mi experimento.

A todo el personal del Departamento de Zootecnia.

A mis viejos amigos de PIA: Federico Charris, Ricardo Zambrano, Eduardo Borjas, Samuel Reyes, Juan Toro, Paulina Naranjo, Sebastián Valdivieso, Antony Burgos, Marvin Rauda, Juan Durán y mi compañero de cuarto Angel Proaño entre otros, con los que pude compartir momentos inolvidables.

A mis amigos del nuevo PIA: Laura del Pino, Max Chavez y René León Gómez, por brindarme su amistad.

A todos los amigos que tuve y tengo en lo que fue el Programa Agrónomo, principalmente a Juan Carlos y René Antonio.

RESUMEN

Valarezo, J. 1999. Efecto de la adición de levadura YEA-SACC^R a dietas de vacas lecheras suplementadas con tres niveles de concentrado. Tesis de Ingeniería Agronómica. Tegucigalpa, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 23p.

Entre el 31 de julio y el 12 de noviembre de 1998 se estudió en Zamorano, el efecto de la adición de levadura YEA-SACC^R a vacas suplementadas con diferentes niveles de concentrado. Se usaron 24 vacas en pastoreo agrupadas de acuerdo al número de partos, raza y producción. Los tratamientos fueron: T1: suplementación a partir de una producción de 8kg/día a razón de 1kg por cada 2kg de leche (control); T2: similar a T1 más 10g/día de levadura; T3: suplementación a partir de 6kg/día más 10g/día de levadura; y T4: suplementación a partir 10kg/día más 10g/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 de grasa de la leche aumentó ($P<0.01$) en los tratamientos 2, 3 y 4. El contenido de proteína descendió ligeramente y la producción aumentó ($P<0.01$) sobre todo en la raza Jersey. 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 fue afectada por los tratamientos. Para la evaluación económica se usó leche con y sin corrección al 4% de grasa, produciendo un aumento en el ingreso en T2 y T4 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: Levaduras, concentrado, producción, costos, YEA-SACC^R.

NOTA DE PRENSA

¿CÓMO AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN SU HATO UTILIZANDO ADITIVOS?

Actualmente es de suma importancia optimizar la alimentación del ganado lechero, que representa un 70% de todos los egresos. Por esto es necesario tener buenas pasturas, las que deben ser suplementadas con concentrado y con otros aditivos para obtener una buena producción.

El uso de levaduras en dietas es relativamente nuevo, existiendo muchos estudios de los efectos que causan en el animal. El efecto principal es la estabilización del pH en el rumen, reduciendo la cantidad de ácido láctico. Con ello aumenta el número de bacterias ruminales y en consecuencia hay un mejor aprovechamiento de los alimentos y por ende un mayor consumo de pastos y concentrado.

Se ha demostrado que la inclusión de levadura aumenta la producción de leche en 10% y los contenidos de grasa y de proteína en 0,1 a 0,3 unidades porcentuales en ganado de leche; y la ganancia diaria de peso en 5 a 10% en ganado de carne.

En Zamorano, varios estudios sobre la adición de levaduras han demostrado que el aumento en la producción de leche cubre los costos de la dosis y el consumo extra que se produce en los animales.

Desde el 31 de julio hasta el 12 de noviembre de 1998 se analizó el efecto de la inclusión de levaduras en dietas de vacas lecheras con tres niveles de concentrado, obteniendo resultados aceptables en lo que respecta a producción de leche y algunos de sus parámetros como grasa y proteína, a pesar de no tener condiciones climáticas ideales, por lo que se recomienda la adición de este tipo de suplementos como factores que aumentarán la producción.

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría	ii
Página de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Resumen	vi
Nota de Prensa	vii
Contenido	viii
Índice de Cuadros	x
Índice de Figuras	xi
Índice de Anexos	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Suplementos biológicos en la producción animal	2
1.3 Modo de acción de levaduras	2
1.4 Efectos sobre los procesos del rumen	3
1.5 Efectos sobre el animal y la producción de leche	4
1.6 OBJETIVOS	5
1.6.1 Objetivos Generales	5
1.6.2 Objetivos Específicos	5
2. MATERIALES Y MÉTODOS	6
2.1 Localización del experimento	6
2.2 Unidades experimentales	6
2.3 Aditivo y alimentación utilizada	6
2.4 Diseño experimental	7
2.5 Variables medidas	8
2.6 Diseño estadístico	8
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
3.1 CONSUMO DE CONCENTRADO	10
3.2 COMPOSICIÓN DE LA LECHE	11
3.2.1 Producción y contenido de grasa	11
3.2.2 Producción y contenido de proteína	11

3.3	PRODUCCIÓN DE LECHE.....	12
3.4	PRODUCCIÓN DE LECHE CORREGIDA AL 4% DE GRASA..	13
3.5	CONDICIÓN CORPORAL Y PESO.....	14
3.6	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS TRATAMIENTOS.....	15
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	16
5.	BIBLIOGRAFÍA	17
6.	ANEXOS	19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Composición del aditivo YEA- SACC ^R	6
2.	Composición del concentrado	7
3.	Grados de libertad del experimento	9
4.	Consumo diario de concentrado por tratamiento, por raza y en total	10
5.	Producción y contenido de grasa por tratamiento, por raza y en total	11
6.	Producción y contenido de proteína por tratamiento, por raza y en total	12
7.	Producción de leche por tratamiento, por raza y en total	13
8.	Producción de leche corregida al 4% de grasa por tratamiento, por raza y en total	14
9.	Condición corporal y peso de los animales por tratamiento, por raza y en total	14
10.	Variación del ingreso por efecto de la levadura y de los diferentes niveles de concentrado, usando leche sin corrección.....	15
11.	Variación del ingreso por efecto de la levadura y de los diferentes niveles de concentrado, usando leche corregida al 4% de grasa	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Secuencia de los efectos en el rumen de la inclusión de levadura en la dieta de un rumiante 3

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	ANDEVA del consumo de concentrado durante todo el periodo experimental	20
2.	ANDEVA del contenido de grasa durante todo el periodo experimental	20
3.	ANDEVA del contenido de proteína durante todo el periodo experimental	21
4.	ANDEVA de la producción de leche durante todo el periodo experimental	21
5.	ANDEVA de la producción de leche corregida al 4% de grasa durante todo el periodo experimental	22
6.	ANDEVA de la condición corporal durante todo el periodo experimental	22
7.	ANDEVA del peso promedio durante todo el periodo experimental	23

1. INTRODUCCIÓN

La alimentación representa el mayor costo directo en toda explotación de ganado lechero y es el factor más decisivo para incrementar los índices productivos. Para tener una alta producción de leche es necesario suplementar el forraje con concentrados, y usar aditivos como: vitaminas, aminoácidos, proteínas, enzimas, levaduras, etc., que en pequeñas cantidades producen efectos significativos en el animal.

Algunos de los aditivos producen cambios a nivel del rumen. Reportes sobre aumentos en producción de hasta un kg/día, así como en los niveles de grasa y proteína por efecto de la adición de levadura se tienen desde la década de los 20's (Dawson, 1990).

Estudios en Zamorano demuestran la efectividad de su inclusión. Miranda (1992) encontró en ganado de leche un aumento de la producción de 12%; mientras que Betancourt (1995) y Menacho (1995), combinaron monensin y levadura con resultados favorables en la conversión alimenticia de toretes y novillos y de búfalos, respectivamente.

Las levaduras estabilizan el pH ruminal, en aproximadamente 6.6-6.9. Como consecuencia de esto, hay un mayor consumo de pastos y de concentrado, sin que se presente la acidosis causada por el consumo alto de concentrado.

El presente experimento estudió el efecto de la inclusión de 10 g/día de levadura YEA-SACC^R en dietas de vacas lecheras, del hato de Zamorano, que recibieron tres niveles diferentes de concentrado.

1.1 GENERALIDADES

Por lo general el concentrado es proporcionado a partir de una producción mínima que debe obtenerse del pasto y que varía según su calidad. Por lo que vacas con mayor producción reciben dosis más altas de concentrado.

El problema es que el consumo de altas cantidades de concentrado causa una reducción del pH que afecta negativamente los procesos ruminales. Para reducir este efecto se recurre a diferentes aditivos como bicarbonato de sodio, enzimas y levaduras. La levadura es un aditivo que se vende como cultivo seco, que preserva su capacidad fermentativa (Lyons, 1993).

1.2 SUPLEMENTOS BIOLÓGICOS EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL

Los suplementos de origen biológico incluyen bacterias y hongos de los géneros: *Aspergillus*, *Bacillus*, *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Propionibacterium*, *Saccharomyces* y *Streptococcus* (Reynolds, 1998). Ciertas levaduras y mohos son habitantes normales de la microflora ruminal, aunque la mayoría son pasajeras y no funcionales, que entran al rumen junto con el alimento (Williams, 1989a).

Hongos y levaduras son microorganismos eucarióticos agrupados en el reino Myceteae (hongos), que incluye dos divisiones: los Myxomycota (mohos) y los Eumycota (hongos verdaderos). Los Eumycota se separan a su vez en cinco subdivisiones: Ascomycotina, Basidiomycotina, Deuteromycotina, Mastigomycotina y Zygomycotina. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* que es la de mayor uso pertenece a la subdivisión de Ascomycotina (Martín, 1998).

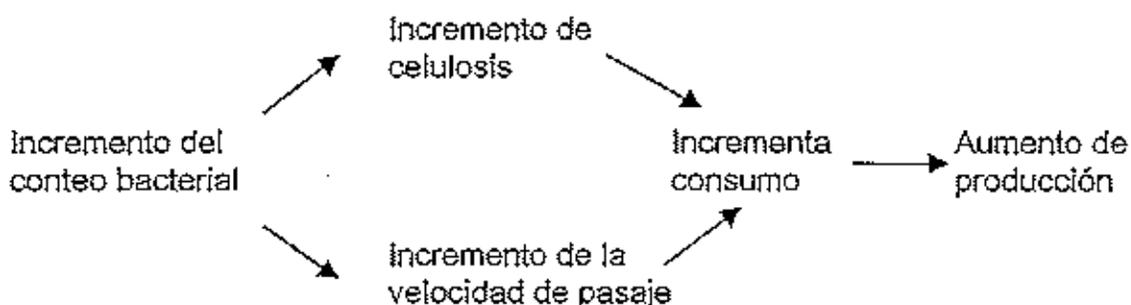
Las levaduras poseen la habilidad de formar micelios, tienen un hábito de vida unicelular y están adaptadas para vivir en medios con alto contenido de azúcar (Wallace, 1996). Su pared celular constituye un 30% del peso total, posee una gran capacidad de absorción y puede actuar como reservorio de nutrientes y amortiguador de pH. La levadura está compuesta de aproximadamente 50% de proteína, 40% de carbohidratos, 2% de grasa y 8% de minerales (Lyons, 1987; citado por Miranda, 1992).

En 1925, Eckles y Williams (citados por Dawson, 1990) publicaron el primer reporte sobre el uso de levaduras como suplemento alimenticio en vacas de leche. En 1954, Ronz (citado por Dawson, 1990) reportó que la inclusión de 50g/día de levadura en la dieta incrementaba la producción de leche en 1.1 kg/día (Wallace, 1996), resultado que fue confirmado entre otros por Miranda (1992). Este aumento se atribuye a una mejor digestibilidad de los carbohidratos estructurales (Wiedmeier y col, 1987; Gómez-Alarcón y col, 1988; citados por Miranda, 1992). Sin embargo, altas cantidades de levadura en las dietas causaron intoxicaciones por etanol (Dawson, 1990).

1.3 MODO DE ACCIÓN DE LAS LEVADURAS

Las levaduras estabilizan el pH del rumen reduciendo la cantidad de ácido láctico, con lo que aumenta el número de bacterias celulolíticas. Aunque Williams (1989b) sugiere que hay otros factores que inciden en el pH del rumen, además de la concentración de lactato. En consecuencia, hay un mejor aprovechamiento de los alimentos que se relaciona con un mayor consumo, y que a la postre significa un aumento en producción (Günther, 1989; Lyons, 1994) (Figura 1).

Figura 1. Secuencia de los efectos en el rumen de la inclusión de levadura en la dieta de un rumiante.



Fuente: Wallace (1996)

1.4 EFECTOS SOBRE LOS PROCESOS DEL RUMEN

La adición de levaduras aumenta la tasa de pasaje de las partículas de fibra, y con ello el total de la fibra degradada (Wiedmeir, 1987; citado por Miranda, 1992), y como efecto final mejora el apetito y el consumo de materia seca (Dildey, 1988). La actividad celulolítica es muy sensible a descensos de pH, lo que reduce el consumo de alimento (Hoover, 1986).

La suplementación con levadura tiene diversos efectos sobre la fermentación, principalmente (Dawson, 1988):

- Reduce la concentración de amonio.
- Altera la producción de Ácidos Grasos Volátiles (AGV's).
- Incrementa la concentración de etanol.
- Reduce la concentración de ácido láctico.
- Reduce la concentración de azúcares solubles.
- Reduce la producción de metano.
- Estabiliza la fermentación.

Así como sobre la población de bacterias ruminales:

- Incrementa la concentración de organismo anaeróbicos en 58%.
- Incrementa el número de bacterias celulolíticas en 100%.
- Incrementa el número de bacterias que usan lactato en 42%.
- Incrementa ligeramente el pH.
- Disminuye la concentración de amonio en 8%.

1.5 EFECTOS SOBRE EL ANIMAL Y LA PRODUCCIÓN DE LECHE

La vaca utiliza sus reservas de grasa como fuente de energía para producir leche. Es decir, por cada kilogramo de grasa metabolizado de su cuerpo, la vaca produce 7kg de leche (Lyons, 1994).

La inclusión de levadura estabiliza la lactancia. Williams (1989b) encontró en vacas que habían pasado el periodo máximo de producción que en el grupo que recibió la levadura Yea-Sacc^R su producción descendió en 2% después de tres semanas, mientras que el grupo control lo hizo en un 10%.

Dildey (1988) resume los efectos de la inclusión de levadura en la dieta de vacas lactantes así:

- Aumento de la producción de leche en 10%.
- Aumento del contenido de proteína en 0.1-0.2 unidades porcentuales.
- Aumento del contenido de grasa en 0.1-0.3 unidades porcentuales.
- Aumento de la ganancia de peso en 5-10%

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivos Generales

- Evaluar el efecto de suplementación con levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Yea-Sacc^R) en la producción de vacas lecheras.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto sobre la producción de leche en vacas suplementadas con tres niveles diferentes de concentrado y levadura.
- Evaluar el efecto sobre el contenido de proteína y grasa en la leche.
- Evaluar el efecto en la condición corporal y el peso de los animales.
- Evaluar los costos de la suplementación.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se llevó a cabo en el establo de ganado de leche de Zamorano, localizado en el valle del río Yeguaré, a 30 km al sureste de Tegucigalpa, departamento de Francisco Morazán, Honduras. El valle se encuentra a 800 msnm, con una temperatura media anual de 24°C y una precipitación anual de 1100 mm.

2.2 UNIDADES EXPERIMENTALES

Se usaron 24 vacas del hato lechero de Zamorano (4 Pardo Suízo, 8 Jersey y 12 Holstein) con un peso promedio de 450 kg. Estas fueron seleccionadas y agrupadas de acuerdo al número de partos, raza y producción de leche, de modo que existiera uniformidad en los grupos del experimento. Todas las vacas ya habían pasado el periodo máximo de producción y se encontraban en una etapa de lactación similar (150 días al inicio del experimento).

2.3 ADITIVO Y ALIMENTACIÓN UTILIZADA

El experimento se realizó durante la temporada de lluvias. Las vacas se mantuvieron en pastoreo rotacional en potreros con pasto guinea (*Panicum maximum*), con periodos de ocupación de 12 horas y 20 días de descanso, con una carga promedio de 4 vacas/ha. Las vacas fueron suplementadas con concentrado de acuerdo al tratamiento, a razón de un kg por cada 2kg de leche.

La levadura se adicionó en la mañana a razón de 10 g/día, mezclada con el concentrado, su composición se presenta en el Cuadro 1. El concentrado, cuya composición se observa en el Cuadro 2, se ofreció dos veces al día en el ordeño.

Cuadro 1. Composición del aditivo YEA-SACC[®].

Componente	Contenido (%)
Proteína cruda	Mínimo 28
Grasa	Mínimo 6
Fibra cruda	Máximo 14
Minerales	Máximo 8
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	10 ⁹ células/g

Fuente: Dado por el fabricante.

Cuadro 2. Composición del concentrado.

Ingrediente	%
Sorgo	41,75
Semolina de arroz	30,00
Harina de camarón	5,00
Harina de soya	10,00
Carbonato (CaCO ₃)	1,50
Melaza	10,00
Sal Común	0,50
Urea	1,00
Vitamina	0,50
TOTAL	100,00
Materia seca	90,00
Proteína cruda	18,58
Energía dígervle	3 Mcal/kg

Fuente: Sección de concentrados de E.A.P.

2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de sobrecambio en cuadrado latino (Lucas, 1974) con 4 tratamientos y 6 réplicas con un total de 24 vacas agrupadas en cuatro grupos uniformes. Las vacas recibieron concentrado a razón de 1kg por cada 2kg de leche y los tratamientos consistieron en la adición de levadura y modificación del nivel de producción a partir del cual se suplementa con concentrado, así:

- T1: Suplementación a partir de una producción de 8 kg/día (control).
- T2: Similar a T1 más 10g/día de levadura.
- T3: Suplementación a partir de una producción de 6 kg/día más 10g/día de levadura.
- T4: Suplementación a partir de una producción de 10 kg/día más 10g/día de levadura.

Cada período experimental tuvo una duración de tres semanas con una semana entre cada uno, en la que se dió la ración control, para un total de 15 semanas de experimentación entre el 31 de julio y el 12 de noviembre de 1998.

2.5 VARIABLES MEDIDAS

- ❖ La producción de leche se midió semanalmente los jueves por la tarde y los viernes por la mañana.
- ❖ La producción de leche 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 de la leche, 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 y peso de los animales se determinaron al inicio del experimento y al final de cada tratamiento.

2.6 DISEÑO ESTADÍSTICO

En el diseño de sobrecambio en cuadrado latino cada vaca pasa por cada uno de los tratamientos, lo que permite usar un menor número de animales y reducir el error experimental (Lucas, 1974).

El modelo que se usó para el análisis fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \gamma_i + \xi_{ij} + \pi_k + \theta_{ik} + \tau_h + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk}	Rendimiento de la vaca j en el cuadrado i durante el periodo k.
μ	Efecto común de todas las observaciones.
γ_i	Efecto verdadero del cuadrado i.
ξ_{ij}	Efecto verdadero de la vaca j en el cuadrado i.
π_k	Efecto verdadero del periodo k.
θ_{ik}	Efecto verdadero de la interacción del cuadrado i con el periodo k.
τ_h	Efecto verdadero del tratamiento h.
ε_{ijk}	Error aleatorio asumiendo una distribución normal e independiente para una media cero y una varianza común.

La distribución de los grados de libertad se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Grados de libertad del experimento.

<u>FUENTE DE VARIACION</u>	<u>G.L.</u>
TOTAL	95
Cuadrados	5
Vacas en cuadrados	18
Periodos	3
Periodos por cuadrados	15
Tratamientos	3
Tratamientos x Bloques	3
Error	48

Fuente: Lucas (1974)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las vacas usadas en el experimento pasaron, durante las últimas seis semanas del ensayo, por condiciones adversas causadas por intensas lluvias caídas en octubre y a finales del mismo mes adicionalmente por la tormenta tropical "Mitch". Esto causó inundaciones en los potreros y un deterioro en la calidad del pasto, por lo que en este periodo 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 su 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).

3.1 CONSUMO DE CONCENTRADO

Aunque con variaciones, el consumo de concentrado, 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 de concentrado fue una variable en el experimento por lo que, como era de esperar, en T3 aumentó ($P<0.01$), mientras que en T2 y T4 bajó ($P<0.01$). En T3 el consumo fue de 0.1kg/vaca/día más de lo esperado, mientras que en T4 bajó 0.4kg/vaca/día más de lo esperado (Cuadro 4 y Anexo 1).

Cuadro 4. Consumo diario de concentrado por tratamiento, por raza y en total.

	Trafamientos	Concentrado diario (kg)
Hostein y Pardo Suizo	1	4.1
	2	3.4 **
	3	5.3 **
	4	2.6 **
Jersey	1	2.3
	2	1.9 **
	3	3.1 **
	4	1.3 **
Total	1	3.5
	2	3.1 **
	3	4.6 **
	4	2.1 **

ns no significativo

** significativo ($P<0.01$)

3.2 COMPOSICIÓN DE LA LECHE

3.2.1 Producción y contenido de grasa

La inclusión de levadura en las dietas aumentó ($P<0.01$) la producción y el contenido de grasa en las vacas Jersey. En las razas grandes la tendencia fue similar pero sólo en T3 aumentó la producción de grasa ($P<0.05$) debido a la mayor producción de leche (Cuadro 5 y Anexo 2).

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 (Dildey, 1988; Günther, 1989; Williams, 1989a; Miranda, 1992; Wallace y Newbold, 1993; y Lyons, 1994).

Cuadro 5. Producción y contenido de grasa por tratamiento, por raza y en total.

	Tratamientos	Grasa	
		Producción (kg)	Contenido (%)
Holstein y Pardo Suizo	1	10.4	3.4
	2	10.5 ns	3.6 ns
	3	11.4 *	3.6 ns
	4	10.4 ns	3.6 ns
Jersey	1	9.1	4.0
	2	10.9 **	4.2 ns
	3	10.6 **	4.1 ns
	4	10.1 **	4.8 **
Total	1	9.8	3.5
	2	11.0 **	3.9 **
	3	11.3 **	3.8 **
	4	10.5 **	4.0 **

ns no significativo
 * significativo $P<0.05$
 ** significativo $P<0.01$

3.2.2 Producción y contenido de proteína

El contenido de proteína descendió ligeramente en los tratamientos con levadura pero sin alcanzar niveles de significancia (Cuadro 6 y Anexo 3). La producción de proteína aumentó en T2 y T3 ($P<0.01$) y disminuyó en T4 ($P<0.05$) en las vacas Jersey. En el análisis global la producción tuvo un promedio similar en los tratamientos, excepto en T4 en que disminuyó en todos los casos debido a la menor producción de leche en este tratamiento.

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 los de producción de proteína, pero contradice los de Dildey (1988).

Cuadro 6. Producción y contenido de proteína por tratamiento, por raza y en total.

	Tratamientos	Proteína	
		Producción (kg)	Contenido (%)
Holstein y Pardo Suizo	1	9,8	3,3
	2	9,6 ns	3,2 ns
	3	9,8 ns	3,1 ns
	4	9,3 *	3,2 ns
Jersey	1	7,9	3,5
	2	9,4 **	3,6 ns
	3	8,8 **	3,4 ns
	4	7,2 *	3,4 ns
Total	1	9,5	3,4
	2	9,3 ns	3,3 ns
	3	9,5 ns	3,2 ns
	4	8,4 *	3,2 ns

ns no significativo

* significativo (P<0.05)

** significativo (P<0.01)

3.3 PRODUCCION DE LECHE

En las razas grandes no se encontraron diferencias (P>0.05) en la producción de leche (Cuadro 7 y Anexo 4). En las vacas Jersey la levadura aumentó (P<0.01) la producción de leche, en aproximadamente 1.5kg de leche/vaca/día en T2 y T3.

El aumento en las vacas Jersey, influyó en el resultado de todas las vacas, obteniendo un aumento en la producción (P<0.05) en T3 de 0.9kg de leche/vaca/día, que se atribuye al consumo adicional de concentrado, lo que concuerda con resultados obtenidos en otros estudios (Dildey, 1988; Günther, 1989; Williams, 1989a; Miranda, 1992; Wallace y Newbold, 1993 y Lyons, 1994).

En T2 existió un aumento de la producción de 0.2kg de leche/vaca/día, que no alcanzó niveles de significancia, mientras que en T4 se redujo la producción de leche igualmente sin alcanzar niveles de significancia, atribuible en este caso al menor consumo de concentrado.

Cuadro 7. Producción de leche por tratamiento, por raza y en total.

	Tratamientos	Producción de leche (kg)
Hostein y Pardo Suízo	1	304,8
	2	292,8 ns
	3	315,3 ns
	4	289,6 ns
Jersey	1	227,5
	2	260,5 **
	3	257,5 **
	4	209,6 ns
Total	1	278,9
	2	282,0 ns
	3	296,1 *
	4	265,8 ns

ns no significativo

* significativo (P<0,05)

** significativo (P<0,01)

3.4 PRODUCCION DE LECHE CORREGIDA AL 4% DE GRASA

La producción de leche corregida al 4% aumentó (P<0.05) en T2 y T3 (Cuadro 8 y Anexo 5). En T4 la producción fue ligeramente superior al control, pero sin alcanzar niveles significativos.

El incremento con relación al control fue similar en T2 y T3. En el primer caso se puede asumir que fue debido a la levadura, mientras que en el segundo se puede pensar que el mayor consumo de concentrado fue compensado con una reducción en el de forraje, ya que las vacas por estar bastante avanzadas en su lactancia no pudieron responder a la mayor suplementación. Estos resultados concuerdan con los reportes presentados en estudios anteriores (Dildey, 1988; Günther, 1989; Williams, 1989a; Miranda, 1992; Wallace y Newbold, 1993 y Lyons, 1994).

En T4 el aumento de 0,5kg de leche/vaca/día que no alcanzó niveles de significancia a pesar de haber recibido menos concentrado, indica un efecto de la levadura, que mejoró la utilización del forraje.

Cuadro 8. Producción de leche corregida al 4% de grasa por tratamiento, por raza y en total.

	Tratamientos	Producción de leche (kg)
Holsteín y Pardo Suizo	1	270.5
	2	280.1 ns
	3	281.7 ns
	4	282.3 ns
Jersey	1	221.7
	2	266.1 *
	3	262.6 *
	4	235.9 ns
Total	1	254.2
	2	275.4 *
	3	275.3 *
	4	266.9 ns

ns no significativo

* significativo ($P < 0.05$)

3.5 CONDICION CORPORAL Y PESO

Los tratamientos con levadura no afectaron la condición corporal ni el peso al final de cada tratamiento (Cuadro 9 y Anexos 6 y 7). Estos resultados se pueden atribuir a que en las últimas semanas los animales tuvieron las condiciones climáticas adversas ya explicadas.

Cuadro 9. Condición corporal y peso de los animales por tratamiento, por raza y en total.

	Tratamientos	Condición corporal	Peso (kg)
Holsteín y Pardo Suizo	1	2.4	499.9
	2	2.5 ns	482.1 ns
	3	2.5 ns	502.4 ns
	4	2.4 ns	502.6 ns
Jersey	1	2.6	323.9
	2	2.5 ns	342.0 ns
	3	2.6 ns	346.6 ns
	4	2.4 ns	331.5 ns
Total	1	2.4	443.3
	2	2.5 ns	435.4 ns
	3	2.5 ns	450.5 ns
	4	2.4 ns	445.5 ns

ns no significativo

3.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS TRATAMIENTOS

La evaluación económica se realizó usando leche con y sin corrección al 4% de grasa, esto por cuanto en algunos lugares se paga la leche por su contenido de grasa y en otros no (Cuadros 10 y 11). 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 (1USD = Lp. 13.83).

Cuadro 10. Variación del ingreso por efecto de la levadura y de los diferentes niveles de concentrado, usando leche sin corrección.

	T1	T2	T3	T4
Producción de leche (kg/vaca/día)	13.2	13.4	14.1	12.7
Precio de la leche (Lp/kg)*	4.2	4.2	4.2	4.2
Ingreso bruto (Lp/día)	55.4	56.3	59.2	53.3
Concentrado (kg/día)	3.5	3.1	4.6	2.1
Costo del concentrado (Lp/día)	11.7	10.3	15.3	7.0
Costo de la levadura (Lp/día)	-	1.23	1.23	1.23
Ingreso neto (Lp/día)	43.7	44.8	42.7	45.1
Diferencia neta (Lp/día)	-	1.1	(1.0)	1.4
Diferencia neta (%)	-	2.5	(2.3)	3.2

* 1USD = Lp. 13.83

Cuadro 11. Variación del ingreso por efecto de la levadura y de los diferentes niveles de concentrado, usando leche corregida al 4% de grasa.

	T1	T2	T3	T4
Producción de leche (kg/vaca/día)	12.1	13.1	13.2	12.7
Precio de la leche (Lp/kg)*	4.2	4.2	4.2	4.2
Ingreso bruto (Lp/día)	50.8	55.1	55.4	53.3
Concentrado (Lp/día)	3.5	3.1	4.6	2.1
Costo del concentrado (Lp/día)	11.7	10.3	15.3	7.0
Costo de la levadura (Lp/día)	-	1.23	1.23	1.23
Ingreso neto (Lp/día)	39.1	43.6	38.9	45.1
Diferencia neta (Lp/día)	-	4.5	(0.2)	6.0
Diferencia neta (%)	-	11.5	(0.5)	15.3

* 1USD = Lp. 13.83

La levadura aumentó el ingreso en los T2 y T4, especialmente cuando se corrige la leche por cantidad de grasa. Cuando no se corrige, el ingreso en T2 y T4 es muy similar, mientras que si se lo hace, T4 tiene una gran ventaja tanto en términos absolutos (6.0 Lp/vaca/día vs. 4.5) como en términos relativos (15.3% vs. 11.5%). En T3 el aumento en el consumo de concentrado más la adición de levadura no compensó el tratamiento, ya que el ingreso fue menor que el del control.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos bajo las condiciones en las que se llevó a cabo el experimento, se concluye que la adición de levadura:

1. Causó un incremento en el contenido y la producción de grasa, especialmente en la raza Jersey,
2. No afectó el contenido de proteína, pero sí aumentó su producción.
3. Por el aumento en el contenido de grasa y en la producción causó un aumento en la producción corregida al 4% en todos los casos de 3.6% en T2, 7.8% en T3 y 4.2% en T4.
4. No afectó la condición corporal ni el peso, que se mantuvo similar durante todo el experimento.
5. Incrementó los ingresos tanto en la leche con y sin corrección al 4% de grasa en los tratamientos 2 y 4.

Por lo anteriormente dicho, se recomienda:

- ✓ Implementar el tratamiento 4, es decir adicionar levadura a las dietas y suplementar con concentrado a partir de 10kg de producción de leche.
- ✓ Realizar estudios para determinar el efecto de la levadura sobre el consumo de materia seca.
- ✓ Investigar el efecto de su adición con otros tipos de aditivos como enzimas y ionóforos.

5. BIBLIOGRAFIA

- BETANCOURT, G. 1995. Efecto de aditivos alimenticios en el levante de sementales. Tesis de Ingeniería Agronómica, Tegucigalpa, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, 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.
- DILDEY, 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.
- 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.
- HOOVER. 1986. Chemical factors involved in ruminal fibre digestion. *Journal of Dairy Science*. 69: 2755-2766.
- 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. 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, Minn. 27-31.

- MENACHO, C. 1995. Alternativas para el engorde de novillos y búfalos en Zamorano. Tesis de Ingeniería Agrónomica, Tegucigalpa, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, 51p.
- MIRANDA, J. 1992. Suplementación de la dieta de vacas lecheras con cultivo seco de levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Yea-Sacc[®]) y su efecto en la producción de leche. Tesis de Ingeniería Agrónomica, Tegucigalpa, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, 68p.
- REVILLA, A. 1996. Tecnología de la leche. 3a edición revisada, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, Centroamérica. 396p.
- REYNOLDS, D.L. 1998. An overview of basic microbiology. In: 1998-99 Direct-fed Microbial, Enzyme & Forage Additive Compendium. The Miller Publishing. Minnetonka, Minn. 9-12.
- WALLACE, R.J. and NEWBOLD, C.J. 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.
- WILLIAMS, P. 1989a. Understanding the Biochemical Mode of action of Yeast Culture. In: Animal Feed Biological Additives. University of Sydney. Australia. 79-100.
- WILLIAMS, P. 1989b. The mode of action of yeast culture in ruminant diets: A review of the effect on rumen fermentation patterns. In: Biotechnology in the Feed Industry. T.P. Lyons (Ed). Alltech Technical Publications. Nicholasville, Kentucky. 65-84.

6. ANEXOS

Anexo 1. ANDEVA del consumo de concentrado durante todo el periodo experimental

	Sin efecto residual				Con efecto residual			
	G.L.	S.C.	C.M.	F	G.L.	S.C.	C.M.	F
TOTAL	95	470.9	-	-				
Cuadrados	5	75.7	-	-				
Vacas en cuadrados	18	279.8	-	-				
Periodos	3	25.2	-	-				
Periodos por cuadrados	15	17.4	-	-				
Tratamientos	3	38.4	12.8	19.8 **				
Tratamientos x Bloques	3	2.7	0.9	1.4ns				
Efecto residual	-	-	-	-	3	2.7	0.9	2.3 *
Efecto residual x Bloques	-	-	-	-	3	1.5	0.5	1.2ns
Error	48	31.1	0.6	-	42	17.0	0.4	-
Ajuste directo	-	-	-	-	3	40.6	13.5	33.5 **
Ajuste directo por Bloques	-	-	-	-	3	3.4	1.1	2.8 *
Permanente	-	-	-	-	3	21.5	7.2	17.7 **
Permanente por bloques	-	-	-	-	3	1.5	0.5	1.2ns

ns no significativo DS = 0.24
 * significativo (P<0.05) CV = 7.7%
 ** significativo (P<0.01)

Anexo 2. ANDEVA del contenido de grasa durante todo el periodo experimental

	Sin efecto residual				Con efecto residual			
	G.L.	S.C.	C.M.	F	G.L.	S.C.	C.M.	F
TOTAL	95	48.4	-	-				
Cuadrados	5	12.1	-	-				
Vacas en cuadrados	18	21.5	-	-				
Periodos	3	3.0	-	-				
Periodos por cuadrados	15	1.1	-	-				
Tratamientos	3	1.5	0.5	3.5 **				
Tratamientos x Bloques	3	0.5	0.2	1.3ns				
Efecto residual	-	-	-	-	3	0.5	0.2	1.17ns
Efecto residual x Bloques	-	-	-	-	3	0.03	0.01	0.08ns
Error	48	6.7	0.1	-	42	6.2	0.1	-
Ajuste directo	-	-	-	-	3	1.4	0.5	3.31*
Ajuste directo por Bloques	-	-	-	-	3	0.4	0.1	1.03ns
Permanente	-	-	-	-	3	0.9	0.3	2.01ns
Permanente por bloques	-	-	-	-	3	0.03	0.01	0.08ns

ns no significativo DS = 0.32
 * significativo (P<0.05) CV = 8.32%
 ** significativo (P<0.01)

Anexo 3. ANDEVA del contenido de proteína durante todo el periodo experimental.

	Sin efecto residual				Con efecto residual			
	G.L.	S.C.	C.M.	F	G.L.	S.C.	C.M.	F
TOTAL	95	12.4	-	-				
Cuadrados	5	1.4	-	-				
Vacas en cuadrados	18	2.8	-	-				
Periodos	3	2.9	-	-				
Periodos por cuadrados	15	0.9	-	-				
Tratamientos	3	0.1	0.05	0.58ns				
Tratamientos x Bloques	3	0.2	0.07	0.81ns				
Efecto residual	-	-	-	-	3	0.2	0.08	0.92ns
Efecto residual x Bloques	-	-	-	-	3	0.2	0.07	0.83ns
Error	48	4.1	0.08	-	42	3.7	0.09	-
Ajuste directo	-	-	-	-	3	0.2	0.07	0.84ns
Ajuste directo por Bloques	-	-	-	-	3	0.2	0.06	0.73ns
Permanente	-	-	-	-	3	0.3	0.10	1.19ns
Permanente por bloques	-	-	-	-	3	0.2	0.06	0.72ns

ns = no significativo

DS = 0.28

CV = 8.62%

Anexo 4. ANDEVA de la producción de leche durante todo el periodo experimental.

FUENTE DE VARIACION	Sin efecto residual				Con efecto residual			
	G.L.	S.C.	C.M.	F	G.L.	S.C.	C.M.	F
TOTAL	95	760927	-	-				
Cuadrados	5	99053	-	-				
Vacas en cuadrados	18	521974	-	-				
Periodos	3	71583	-	-				
Periodos por cuadrados	15	20930	-	-				
Tratamientos	3	3339	1113	1.3ns				
Tratamientos x Bloques	3	2221	740	0.9ns				
Efecto residual	-	-	-	-	3	1472	491	0.52ns
Efecto residual x Bloques	-	-	-	-	3	801	267	0.28ns
Error	48	41827	871	-	42	39554	942	-
Ajuste directo	-	-	-	-	3	4300	1433	1.52ns
Ajuste directo por Bloques	-	-	-	-	3	2739	913	0.97ns
Permanente	-	-	-	-	3	3783	1261	1.34ns
Permanente por bloques	-	-	-	-	3	2224	741	0.79ns

ns = no significativo

DS = 29.5

CV = 10.54%

Anexo 5. ANDEVA de la producción de leche corregida al 4% de grasa durante todo el periodo experimental.

FUENTE DE VARIACION	Sin efecto residual				Con efecto residual			
	G.L.	S.C.	C.M.	F	G.L.	S.C.	C.M.	F
TOTAL	95	476286	-	-				
Cuadrados	5	43009	-	-				
Vacas en cuadrados	18	304303	-	-				
Periodos	3	51342	-	-				
Periodos por cuadrados	15	15535	-	-				
Tratamientos	3	5115	1705.0	1.47ns				
Tratamientos x Bloques	3	1357	452.3	0.39ns				
Efecto residual	-	-	-	-	3	1415.0	471.7	0.37ns
Efecto residual x Bloques	-	-	-	-	3	750.0	250.0	0.20ns
Error	48	55626	1158.9	-	42	53460.0	1272.9	-
Ajuste directo	-	-	-	-	3	4516.2	1505.4	1.18ns
Ajuste directo por Bloques	-	-	-	-	3	1661.1	553.7	0.44ns
Permanente	-	-	-	-	3	2060.4	686.8	0.54ns
Permanente por bloques	-	-	-	-	3	1487.8	495.9	0.39ns

ns = no significativo

DS = 30.04

CV = 12.70%

Anexo 6. ANDEVA de la condición corporal durante todo el periodo experimental

	Sin efecto residual				Con efecto residual			
	G.L.	S.C.	C.M.	F	G.L.	S.C.	C.M.	F
TOTAL	95	13.083	-	-				
Cuadrados	5	1.099	-	-				
Vacas en cuadrados	18	6.547	-	-				
Periodos	3	3.141	-	-				
Periodos por cuadrados	15	0.563	-	-				
Tratamientos	3	0.078	0.026	0.77ns				
Tratamientos x Bloques	3	0.032	0.011	0.32ns				
Efecto residual	-	-	-	-	3	0.061	0.020	0.55ns
Efecto residual x Bloques	-	-	-	-	3	0.042	0.014	0.38ns
Error	48	1.620	0.034	-	42	1.554	0.037	-
Ajuste directo	-	-	-	-	3	0.070	0.023	0.83ns
Ajuste directo por Bloques	-	-	-	-	3	0.040	0.013	0.36ns
Permanente	-	-	-	-	3	0.055	0.018	0.49ns
Permanente por bloques	-	-	-	-	3	0.049	0.016	0.44ns

ns = no significativo

DS = 0.18

CV = 7.45%

Anexo 7. ANDEVA del peso promedio durante todo el periodo experimental

	Sin efecto residual				Con efecto residual			
	G.L	S.C.	C.M.	F	G.L	S.C.	C.M.	F
TOTAL	95	4146224	-	-				
Cuadrados	5	3124270	-	-				
Vacas en cuadrados	18	941160	-	-				
Periodos	3	43877	-	-				
Periodos por cuadrados	15	13445	-	-				
Tratamientos	3	1622	540.67	0.38ns				
Tratamientos x Bloques	3	90680	30227	0.21ns				
Efecto residual	-	-	-	-	3	1012	337.3	0.19ns
Efecto residual x Bloques	-	-	-	-	3	1913	637.7	0.37ns
Error	48	68832	1434	-	42	71757	1709	-
Ajuste directo	-	-	-	-	3	1736	578.7	0.33ns
Ajuste directo por Bloques	-	-	-	-	3	1626	542	0.31ns
Permanente	-	-	-	-	3	1453	484.3	0.28ns
Permanente por bloques	-	-	-	-	3	2513	837.7	0.49ns

ns = no significativo

DS = 37.87

CV = 8.42%