

**Efecto de Rumensin<sup>®</sup> 200 y Procreatin 7<sup>®</sup> en la  
producción y composición de la leche en vacas  
lecheras en Hacienda Santa Elisa, El Paraíso,  
Honduras**

**Cesar Ivan Matamoros Garces**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2016

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Efecto de Rumensin® 200 y Procreatin 7® en la  
producción y composición de la leche en vacas  
lecheras en Hacienda Santa Elisa, El Paraíso,  
Honduras**

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

Presentado por

**Cesar Ivan Matamoros Garces**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2016

# **Efecto de Rumensin® 200 y Procreatin 7® en la producción y composición de la leche en vacas lecheras en Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras**

**Cesar Ivan Matamoros Garces**

**Resumen.** Los aditivos alimenticios tienen el potencial de aumentar la productividad animal. Es necesario validar estas estrategias y tecnologías nutricionales en contextos tropicales, por la incidencia de las particularidades climáticas en los requerimientos nutricionales. El objetivo del estudio fue evaluar Rumensin® 200 y Procreatin 7® en la producción de leche (PL), composición de leche (COMP), leche corregida por energía (ECM), cambio peso corporal (CPC), cambio condición corporal (CCC), consumo de materia seca (CMS), estimación de la conversión de alimento suplementado (ECAS). El estudio se realizó en Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras en junio-agosto 2016. Los animales fueron manejados en un sistema silvopastoril. Los tratamientos fueron: Testigo, Rumensin® 200 (2 g/vaca), Procreatin 7® (10 g/vaca) y la combinación de ambos. Al analizar las variables para todas las vacas, el CPC (kg/vaca) fue 3.15, 8.22, 4.86 y 2.49 y el CCC fue 0.039, 0.048, 0.003 y 0.032 (escala 1-5), para los cuatro tratamientos, respectivamente, con diferencias únicamente en CPC. El CMS (kg/vaca/día) fue 11.31, 11.18, 11.21 y 10.93, respectivamente, con diferencias siendo el menor CMS el del tratamiento Rumensin® 200 + Procreatin 7®. La PL fue 9.18, 9.10, 9.00 y 8.89, respectivamente, y la ECM fue 10.03, 9.96, 9.71 y 9.74, respectivamente, con diferencias en ambas variables. No existieron diferencias en la COMP y ECAS. Al analizar las variables según lactancia, se encontraron resultados heterogéneos, donde el efecto de ambos aditivos es dependiente de la lactancia y de la proporción forraje:concentrado en la dieta.

**Palabras clave:** ECAS, grasa de leche, monensina, proteína de leche, *Saccharomyces cerevisiae*.

**Abstract.** Feed additives have a potential in increasing animal productivity. Validation of feed technologies and nutritional strategies are necessary in the production context of the tropics, because of its effects on nutritional requirements. The objective of the study was to evaluate the effect of Rumensin® 200 and Procreatin 7® on milk yield (PL) and composition (COMP), energy corrected milk (ECM), change in body weight (CPC), change in body condition score (CCC), dry matter intake (CMS) and estimation of feed conversion (ECAS). The study was conducted in Hacienda Santa Elisa, El Paraiso, Honduras in the months of June-August 2016. Animals were managed in a silvopastoral grazing system. The treatments evaluated were: Control, 2 g/cow of Rumensin® 200, 10 g/cow of Procreatin 7® and the combination of the latter (R + P). Analyzing the variables for all the cows, CPC (kg/day) was 3.15, 8.22, 4.86 and 2.49 and CCC (1-5 scale) was 0.039, 0.048, 0.003 and 0.032, for the four treatments, respectively, with differences only in CPC. CMS (kg/day/cow) was 11.31, 11.18, 11.21 and 10.93, respectively, with differences being R + P the smallest. PL was 9.18, 9.10, 9.00 and 8.89 and ECM was 10.03, 9.96, 9.71 and 9.74, respectively, with differences on both variables. There were no differences in COMP and ECAS. Analyzing the variables by lactation, result were heterogeneous, because the effect of both additives is dependent on lactation and forage:concentrate ratio in the diet.

**Key Words:** ECAS, milk fat, milk protein, monensin, *Saccharomyces cerevisiae*.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Pagina de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de Cuadros .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>15</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>16</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>17</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Composición nutricional en base seca (%) de la base forrajera de la dieta ofrecida en Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras .....	4
2. Formulación del suplemento alimenticio elaborado <i>in situ</i> .....	5
3. Peso inicial y final (kg) y condición corporal inicial y final (escala 1-5) de los grupos de vacas en el ensayo, Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras.....	8
4. Cambio en peso corporal (kg/vaca) para todos los tratamientos en Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras.....	9
5. Cambio en condición corporal (escala 1-5) para todos los tratamientos en Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras. ....	9
6. Promedio de consumo de materia seca (kg/día/vaca) para todos los tratamientos en Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras.....	10
7. Promedio de composición de grasa de leche (%) para todos los tratamientos en Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras. ....	11
8. Promedio de composición de proteína de leche (%) para todos los tratamientos	12
9. Promedio de producción de leche (kg/día/vaca) sin corregir para todos los tratamientos en Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras.....	13
10. Promedio de producción de leche corregida por energía a un 3.5% de grasa y 3.2% de proteína.....	13
11. Promedio de la estimación de la conversión del alimento suplementado en base a la leche real y la leche corregida por energía al 3.5% de grasa y 3.2% de proteína .....	14

## 1. INTRODUCCIÓN

La nutrición en rumiantes está dominada por la fermentación ruminal (FR), un proceso llevado a cabo por microorganismos en el rumen del cual se derivan diferentes productos: ácidos grasos de cadena corta y la proteína microbiana. Al fermentarse la fibra del alimento, esta puede ser utilizada eficientemente comparada a los monogástricos (Russell y Hespell 1981). Así mismos, se han desarrollado aditivos alimenticios que permiten manipular la FR para mejorar diferentes procesos fisiológicos y sus efectos sobre la producción. Debido a que la fermentación es llevada a cabo por microorganismos, al cambiar la abundancia y riqueza de estos en el rumen, a través del uso de aditivos alimenticios nos permite mejorar la eficiencia y productividad de este proceso fisiológico (Wallace et al. 2008).

Los probióticos y prebióticos son aditivos alimenticios que tienen una inherencia sobre la salud general del animal y sobre procesos fisiológicos que determinan su productividad. Los probióticos son organismos vivos suplementados a través del alimento que tienen un efecto benéfico en el huésped. Los probióticos más comunes son las bacterias ácido lácticas, pero también podemos encontrar las levaduras, los más utilizados en la industria animal. (Chow 2002). Los ionóforos (monensina y salinomocina) son los únicos antibióticos debidamente registrados como promotores de crecimiento. Son utilizados en la alimentación de monogástricos como coccidiostatos y promotores de crecimiento y en rumiantes como promotores de crecimiento. Estos antibióticos actúan específicamente en el transporte intermembranal de los iones (Butaye et al. 2003).

El Rumensin<sup>®</sup> 200 (Elanco Animal Health, Indianapolis, Indiana 46285) es una fuente de monensina sódica (MON) granulada. La MON es un antibiótico lipófilo derivado de la fermentación de *Streptomyces cinnamonensis* que actúa en bacterias Gram positivas del rumen. Específicamente, MON afecta el transporte de iones en la membrana celular al formar compuestos cíclicos con iones específicos (Na, K y Rb). Los sistemas de síntesis de ATP (ATP sintasa) y la bomba de sodio/potasio incrementan su actividad para poder mantener la presión osmótica y el pH intracelular, gastando energía en forma de ATP. Este gasto excesivo de energía, reduce por completo el ATP disponible en el citoplasma inhibiendo así la reproducción y el crecimiento celular. La sensibilidad hacia estos efectos está directamente relacionado con la permeabilidad de la membrana celular, explicándose así la sensibilidad de las bacterias Gram positivas hacia el MON (Ipharraguerre y Clark 2003).

El rumen actúa como una cámara de fermentación de nutrientes, donde la fermentación es llevada a cabo por microorganismos incluyendo las bacterias Gram positivas. Una alteración en la microflora ruminal, como la destrucción de bacterias Gram positivas, tiene un efecto en los productos derivados de los procesos fermentativos. Las bacterias Gram positivas en sus actividades fermentadoras producen diferentes metabolitos incluyendo

ácidos grasos volátiles (AGV), amonio y metano. El metano es producido debido a la necesidad de una molécula reductora en los procesos de reducción en el metabolismo de los AGV. Bajo la influencia de MON, hay una predominancia de bacterias Gram negativas cambiando la proporción de acetato:propionato (Ipharraguerre y Clark 2003).

Ipharraguerre y Clark (2003) elaboraron un resumen de metadatos, donde se analizaron todos los experimentos recientes que han utilizado una fuente de MON. En aquellos donde se midió consumo de materia seca, se encontró que en ocho de 12 experimentos no hubo un efecto significativo en el consumo y en los cuatro restantes hubo un aumento significativo de consumo de materia seca. Además, en la producción de leche, 18 experimentos no encontraron un efecto significativo sobre la producción y 14 experimentos sí se encontró un efecto significativo sobre la producción. Se analizó que el aumento en producción varía de un 2.6% hasta 11.2% y con un promedio de 7% de aumento en la producción. Finalmente, en Zamorano se han realizado dos ensayos sobre el uso de Rumensin® 200 en vacas lecheras. Heidinger Salazar et al. (2001) fueron los únicos en estudiar el consumo de materia, encontrando una disminución ( $P \leq 0.05$ ) en el tratamiento que se utilizó Rumensin® 200. Ambos estudios (Aragón Díaz 2000; Heidinger Salazar et al. 2001), no encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) en la producción de leche y producción de leche corregida.

En la industria existen dos tipos de aditivos alimenticios basados en levaduras, extractos de la fermentación de levaduras o levaduras vivas. Procreatin 7® (LeSaffre, Francia) es una cepa pura de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (SC), por lo que es considerado un probiótico alimenticio. El rumen es un ambiente ideal para la fermentación, con un pH estable gracias a la salivación, una temperatura adecuada constante y un ambiente libre de oxígeno (Russell y Hespell 1981). La descomposición de carbohidratos complejos a través de la fermentación es uno de los procesos más importantes en el rumen debido a la producción de AGV, comúnmente llamados ácidos grasos volátiles, este proceso es llevado a cabo por microorganismos estrictamente anaerobios. SC es un microorganismo de ambientes aerobios, debido a que ocupa moléculas de oxígeno para su metabolismo, por lo que su papel en el ambiente anaerobio del rumen está limitado a condiciones donde exista oxígeno en el ambiente (Jounay 2001).

Se ha determinado que existen tres fuentes de oxígeno en el rumen: por difusión sanguínea (tasa de consumo constante de 60-100 mmol/min/mL de fluido ruminal), la saliva y el alimento. El oxígeno es un inhibidor de crecimiento para bacterias anaeróbicas, por lo que afecta los procesos fermentativos en el rumen (Newbold 1996). La suplementación de SC, debido a su alto consumo de oxígeno, promueve el crecimiento de bacterias anaerobias al eliminar rápidamente el oxígeno del medio, influyendo indirectamente en los procesos fermentativos llevados a cabo por estas bacterias. SC actúa directamente sobre la superficie de alimentos, al igual que las bacterias celulolíticas, por lo que forma un consorcio microbiano con dichas bacterias. Gracias a este contacto directo, con otros microorganismos del rumen a través del consorcio, los metabolitos de SC permiten una promoción del crecimiento de bacterias específicas del rumen (*Selenomonas ruminantium*; Jounay 2001).

A través del ciclo de vida de SC, se producen diferentes metabolitos (ácido málico, proteínas exógenas y amino ácidos) que influyen en el crecimiento de bacterias específicas, como la bacteria Gram negativa *Selenomonas ruminantium*. SC acumula cantidades significativas de ácido málico a través de su ciclo de vida y al morir se libera, y en presencia de ácido láctico, promueve el crecimiento de *Selenomonas ruminantium* en el consorcio microbiano. Además, las levaduras liberan proteínas exógenas, las cuales posteriormente forman parte del “pool” de nitrógeno. Finalmente, en su senescencia, SC libera aminoácidos al medio y su cuerpo puede ser usado como sustrato de diferentes microorganismos del rumen (Jounay 2001).

Desnoyers et al. (2009) realizó un metaanálisis de los experimentos disponibles sobre la influencia de SC en la FR y la producción de leche. Concluyendo que en la mayoría de los experimentos (157 experimentos analizados) obtuvieron una diferencia ( $P \leq 0.05$ ) en la producción de leche y el consumo de materia seca bajo la influencia de SC. Finalmente, en Zamorano solo se han realizado dos estudios sobre la inclusión de levaduras en las dietas de vacas lecheras. Espinoza (2001) realizó un ensayo comparando el efecto de dos fuentes diferentes de levaduras en la producción de leche, incluyendo Procreatin 7<sup>®</sup>. Comparando las dos fuentes, se concluyó que Procreatin 7<sup>®</sup> aumenta la producción pero no de una manera significativa comparado a la otra fuente. Miranda Vargas (1992) realizó un estudio sobre el efecto de Yea-Sacc<sup>®</sup> en la producción y composición de la leche a lo largo de la lactancia. Bajo el efecto de Yea-Sacc<sup>®</sup> se encontraron diferencias en la producción de leche en los primeros 180 días de lactancia, siendo superior el promedio del grupo que recibió el aditivo, posterior a los 180 días no se encontró ningún efecto sobre la producción de leche. La composición de leche no varió durante todo el estudio.

La evaluación del efecto de los aditivos alimenticios bajo diferentes contextos productivos es necesario debido a las particularidades de cada sistema y el efecto que estos tienen sobre los requerimientos nutricionales del animal. El estudio se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de Rumensin<sup>®</sup> 200 y Procreatin 7<sup>®</sup> en la producción y composición de la leche de vacas bajo un sistema semiestabulado y silvopastoril. Complementariamente, se realizó una evaluación sobre parámetros productivos (peso corporal, condición corporal, consumo de materia seca y estimación de la conversión del alimento suplementado). Finalmente, debido a la naturaleza del sistema de muestreo implementado durante el experimento se determinó un factor de corrección para dicho sistema a través de una regresión lineal.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras. La hacienda tiene un promedio de 1350 mm de lluvia distribuidos durante 10 meses del año (marzo-mayo) y una temperatura promedio anual de 21.5 °C. Se utilizó el hato comercial de la hacienda para elaborar el experimento, compuesto por vacas primíparas y multíparas, cruzadas con un octavo jersey y siete octavos Holstein, en su mayoría.

Las vacas fueron manejadas en un sistema de producción semiestabulado. Los animales pastorearon en un circuito silvopastoril de pasto estrella y arboles leguminosos (Cuadro 1). En una galera de alimentación, se ofreció un suplemento alimenticio compuesto por: ensilaje de maíz, caña fresca picada y un concentrado formulado y elaborado *in situ* (Cuadro 2). La galera de alimentación fue debidamente dividida para asegurar el consumo del suplemento correspondiente a cada grupo a elaborar y un acceso constante a agua potable.

**Cuadro 1.** Composición nutricional en base seca (%) de la base forrajera de la dieta ofrecida en Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras.

Forraje	MS <sup>&amp;</sup>	PC <sup>&amp;¥</sup>	FND <sup>&amp;¥</sup>	FAD <sup>&amp;¥</sup>	Lípidos <sup>¥</sup>	Ceniza <sup>¥</sup>
Caña de Azúcar <sup>1</sup>	29	2.0	53.0	46.00	-	5.0
Pasto Estrella <sup>2</sup>	22	12.5	70.0	38.65	1.95	8.4
Ensilaje de Maíz <sup>3</sup>	32	9.6	56.7	26.10	-	3.5

<sup>&</sup>MS= Materia Seca, PC= Proteína Cruda, FND= Fibra Neutro Detergente, FAD= Fibra Acido Detergente

<sup>¥</sup>Porcentaje en base a materia seca

<sup>1</sup>Adaptado de: Galindo Sáenz y Rubio Álvarez (2011)

<sup>2</sup>Adaptado de: Miranda Mejia y Osorio Aparicio (2012)

<sup>3</sup>Comunicación personal con Ing. Angel Suazo

Se definieron 12 grupos con 12 a 15 vacas en cada grupo, cuatro grupos de vacas primíparas y ocho grupos de vacas multíparas. Las vacas fueron divididas en grupos homogéneos según las siguientes variables: peso inicial al experimento, condición corporal inicial al experimento, producción de leche, número de partos y días en lactancia. Se seleccionaron de vacas en buen estado de salud y reproductivo. Se permitió un máximo de coeficiente de variación entre cada una de las variables del 10%. Los grupos fueron identificados mediante el uso de cuerdas de colores en el cuello y se les asignó a los grupos un lugar específico en la galera de alimentación. El ensayo inició con 156 vacas y terminaron 118 vacas; los datos de estas vacas fueron considerados para el análisis estadístico.

**Cuadro 2.** Formulación de los suplementos alimenticios elaborados *in situ*.

Composición	Concentrado			
	1 <sup>&amp;</sup>	2 <sup>&amp;</sup>	3 <sup>&amp;</sup>	4 <sup>&amp;</sup>
Materia Seca (%)	88.90	89.00	89.00	89.20
Energía Neta de Lactancia (Mcal/kg)	1.78	1.74	1.74	1.67
Proteína Cruda (%)	24.20	22.40	20.70	19.50
Nutrientes Digeribles Totales (%)	78.90	77.50	76.60	71.30
Fibra Acido Detergente (%)	11.10	11.50	14.80	27.80
Fibra Neutro Detergente (%)	19.10	20.00	25.50	46.40
Carbohidratos no Fibrosos (%)	47.30	47.60	44.40	23.80
Lípidos (%)	3.80	3.90	4.40	5.80
Cenizas (%)	7.30	8.00	7.30	8.00

<sup>&</sup>1= dieta de alta producción, 2 y 3= dieta media producción, 4= dieta baja producción

Los tratamientos fueron dados a través del alimento suplementario elaborado *in situ*. La duración de los tratamientos fue de 21 días: 14 días de periodo de adaptación a la dieta y siete días de periodo de muestreo. Se evaluarán cuatro tratamientos en cada uno de los grupos durante cuatro periodos de 21 días. Los tratamientos fueron:

- Testigo (T)
- Rumensin<sup>®</sup> 200 (RUM; 2 g/vaca)
- Procreatin 7<sup>®</sup> (PRO; 10 g/vaca)
- Rumensin<sup>®</sup> 200 + Procreatin 7<sup>®</sup> (R + P; 2 g/vaca y 10 g/vaca, respectivamente)

Durante el ensayo se evaluaron las siguientes variables: producción de leche, peso corporal, condición corporal, consumo de materia seca, composición de la leche en proteína y grasa y eficiencia del consumo de alimento suplementado (ECAS).

**Peso y condición corporal.** El peso corporal fue la diferencia entre el peso corporal inicial del periodo (Día 1) y el peso corporal final del periodo (Día 21). Se utilizó una balanza para determinar el peso corporal. La condición corporal fue la diferencia entre el día 1 y el día 21 del periodo. Se utilizó la escala de 1-5 de condición corporal descrita inicialmente por Wildman et al. (1982) para ganado de leche. La condición corporal fue evaluada por la misma persona en todos los periodos del muestro para evitar un sesgo en los datos.

**Consumo de materia seca.** Debido al manejo semiestabulado, los animales tuvieron dos fuentes de materia seca: el pasto y el suplemento alimenticio. El consumo de materia seca del pasto fue medido a través de la oferta y rechazo del pasto. La oferta y rechazo del pasto fue medido a través de un muestreo representativo del lote de pastoreo utilizando un aro de un metro cuadrado, sacando seis muestras antes del ingreso de los animales y seis muestras inmediatamente después del ciclo de pastoreo para poder determinar la cantidad de materia seca consumida. Debido a que todo el hato de la hacienda pastoreo en el mismo lote a la misma vez, los consumos de materia seca del pasto fueron corregidos por el peso del animal

para cada uno de los periodos. Se ofreció una cantidad fija de suplemento alimenticio al grupo y se midió el rechazo del mismo para poder determinar el consumo de materia seca del suplemento alimenticio. Se calculó el estimado de conversión del alimentos suplementado (ECAS) relacionando el consumo de materia seca diario y la producción diaria real (ECASR) y corregida (ECASC).

**Factor de corrección.** Actualmente, no existen facilidades en el equipo de ordeño de Hacienda Santa Elisa para poder tomar una muestra de leche homogénea a través de todo el ordeño. Whittlestone (1953) describió y determino la variación de la leche durante el proceso del ordeño y encontró que había diferencias significativas en el porcentaje de grasa de la leche únicamente. Debido a que la leche muestreada fue antes del ordeño (baja en porcentaje de grasa) y después del ordeño (considerablemente más alta en porcentaje de grasa) es necesario aplicar un factor de corrección para que la muestra sacada de esta manera sea representativa de todo el ordeño. Se realizó un ensayo en el establo de ganado lechero de la Escuela Agrícola Panamericana para establecer el factor de corrección necesario para el sistema de muestreo utilizado. El establo cuenta con un sistema de muestreo que permite recolectar muestras de leche durante todo el ordeño (DeLaval<sup>®</sup>, Estados Unidos de América).

Se utilizaron 27 vacas Jersey y 24 vacas Holstein o cruces para realizar el ensayo de factor de corrección. Se tomaron dos muestras por vaca: una con el sistema de muestreo de la máquina de ordeño y una en un envase de 120 mL estéril (25 mL antes del ordeño y 25 mL después del ordeño). Las muestras se tomaron de un día de ordeño completo (dos ordeños consecutivos). Las muestras se mantuvieron en hielo en todo momento. La composición de leche de ambas muestras fue determinada utilizando un analizador ultrasónico de composición de leche (Master Eco<sup>®</sup>, Milkotester, Belovo, Bulgaria).

**Composición de leche.** Las muestras de leche fueron de un día completo de ordeño (dos ordeños consecutivos). Las muestras se tomaron en envases estériles de 120 mL. La muestra fue tomada de la siguiente manera: 25 mL después del despunte de la ubre y 25 mL después del ordeño de la ubre, se tomaran los dos ordeños del día en el mismo frasco. Las muestras se mantuvieron en hielo en todo momento. La composición de la leche fue determinada utilizando un analizador ultrasónico de composición de leche (Master Eco<sup>®</sup>, Milkotester, Belovo, Bulgaria).

**Producción de leche.** La producción de leche fue determinada mediante tres pesados de leche durante el periodo de muestreo. Las pesas de leche se realizaron utilizando el equipo de ordeño de la hacienda que cuenta con medidores individualizados de la marca Milfos<sup>®</sup>. La leche fue corregida por energía (ECM) a 3.2% de proteína y 3.5% de grasa con la formula derivada (Fórmula 1) a partir del estudio de Tyrrell y Reid (1965), utilizando los valores promedio de grasa y proteína para cada uno de los 12 grupos.

$$ECM = 0.327 \times \text{Leche}(\text{lb}) + 12.95 \times \text{Grasa}(\text{lb}) + 7.65 \times \text{Proteína}(\text{lb}) \quad [1]$$

**Estimación de la conversión del alimento suplementado.** La estimación de la conversión del alimento suplementado (ECAS) es una relación entre el consumo de materia seca y la producción de leche asociada a ese consumo. La producción de leche que se utilizó para

estimar el ECAS fue la del día anterior al consumo de materia seca utilizado. Se calculó el ECAS para ambos tipo de producción, leche sin corregir (ECASR) y leche corregida por energía (ECASC).

**Diseño experimental.** Se utilizó un diseño experimental de cuadrados latinos con cuatro grupos, cuatro periodos y cuatro tratamientos. Se utilizó un total de 12 vacas como repeticiones y se tuvo una etapa de adaptación las dietas de 14 días y los muestreos y mediciones se tomaran en la tercera y última semana de cada periodo. Se realizó un análisis de varianza usando el SAS software 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), la separación de medias se hizo con el método de diferencias mínimas significativas con un nivel mínimo de significancia exigido de  $P \leq 0.05$ . El factor de corrección se determinó por medio de un análisis de regresión lineal. Al momento de analizar las variables se hizo una eliminación de datos atípicos para las siguientes variables: ECASC (118 datos), ECASR (118 datos), producción de leche (138 datos) y producción de leche corregida por energía (138 datos). Al momento de realizar la regresión lineal para la determinación del factor de corrección de la composición de la leche se eliminaron tres datos atípicos de grasa y cinco datos atípicos de proteína.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Peso y condición Corporal.** El hecho de que exista una diferencia en peso corporal y condición corporal durante el ensayo es fisiológicamente normal, debido al progreso del animal en la lactancia (Cuadro 3). Específicamente en condición corporal, cabe recalcar el grado en que vario esta variable. Mao et al. (2004) caracterizo las variaciones de condición corporal a lo largo de la lactancia y según el número de lactancia para tres razas: Holstein, Holstein Rojo y Jersey. Las vacas iniciaron el experimento con 173 días en lactancia en promedio y terminaron con 257 días en lactancia. Al comparar la condición corporal de las vacas del experimento con las gráficas de condición corporal esperada según el nivel nutricional se logra determinar que la condición corporal final del experimento coincide con la esperada en el día de lactancia al comparar el análisis de todas las vacas y los grupos de vacas multíparas. Según las gráficas, las primíparas empezaron en una condición corporal menor a la esperada pero al finalizar el experimento recuperaron su condición corporal a cerca de lo esperado para el día de lactancia final. Esto puede ser atribuido a que el 75% de la duración del ensayo estuvieron bajo el efecto de los aditivos alimenticios.

**Cuadro 3.** Peso inicial y final (kg) y condición corporal inicial y final (escala 1-5) de los grupos de vacas en el ensayo, Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras.

Grupo	Peso		Condición Corporal	
	Inicio	Final	Inicio	Final
Todas	500.7 <sup>A</sup>	516.3 <sup>B</sup>	2.6 <sup>A</sup>	2.8 <sup>B</sup>
Primiparas	485.5	505.1	2.5 <sup>A</sup>	2.8 <sup>B</sup>
Multíparas 1	500.4	520.4	2.7 <sup>A</sup>	2.8 <sup>B</sup>
Multíparas 2	519.1	525.9	2.7	2.8

<sup>AB</sup>Medias con diferente letra en una misma fila para peso o condición corporal difieren entre sí ( $P \leq 0.05$ )

Al evaluar los tratamientos para todas las vacas en el cambio de peso corporal se encontraron diferencias entre los tratamiento al evaluar todos los grupos (Cuadro 4). El cambio en peso corporal para el tratamiento RUM fue el más alto de todos, siendo diferente del tratamiento T y R + P, el tratamiento PRO no tuvo diferencias con ninguno de los tratamientos. Esto está en desacuerdo con los estudios realizado en Zamorano sobre el efecto en el peso corporal de la suplementación de MON (Heidinger Salazar et al. 2001) y levaduras (Heidinger Salazar et al. 2001; Valarezo Alcívar 1999), debido a que estos estudios no presentaron diferencias sobre los tratamientos en el peso corporal. Ramanzin et al. (1997) concluyo que el efecto de la MON sobre el peso corporal es dependiente de la proporción forraje:concentrado en la dieta del animal. En animales manejados en sistemas

pastoriles generalmente tienen un efecto positivo la inclusión de la MON a la dieta. Robinson y Garrett (1999) concluyo que existe una tendencia positiva de las levaduras sobre el peso corporal en vacas, independiente del número de lactancia en que estén.

**Cuadro 4.** Cambio en peso corporal (kg/vaca) para todos los tratamientos en Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras.

Tratamiento	Todas	Primíparas	Múltiparas 1	Múltiparas 2
Testigo	3.15 <sup>B</sup>	6.25	5.31	-2.51 <sup>B</sup>
Rumensin <sup>®</sup> 200	8.22 <sup>A</sup>	7.46	9.39	8.05 <sup>A</sup>
Procreatin 7 <sup>®</sup>	4.86 <sup>AB</sup>	4.28	3.76	6.56 <sup>A</sup>
R+P <sup>1</sup>	2.49 <sup>B</sup>	5.90	3.37	-2.37 <sup>B</sup>
P	≤0.05	>0.05	>0.05	≤0.05
CV	334.78	283.67	274.96	602.16

<sup>AB</sup>Medias con diferente letra en una misma columna difieren entre sí (P ≤0.05)

<sup>1</sup>Rumensin<sup>®</sup> 200 + Procreatin 7<sup>®</sup>

No existió una diferencia durante los periodos de evaluación en el cambio de condición corporal para los tratamientos en ninguno de los tratamientos (Cuadro 5). Esto está de acuerdo con los ensayos realizados anteriormente en la Escuela Agrícola Panamericana, donde el uso de levaduras (Valarezo Alcívar 1999 10 g/vaca de Yea-Sacc<sup>®</sup>; Espinoza 2001 10 g/vaca de Procreatin 7<sup>®</sup>; Heidinger Salazar et al. 2001 10 g/ vaca de Yea-Sacc<sup>®</sup>; Huete Moreno 2005 10 g/vaca de Procreatin 7<sup>®</sup>) y el uso de fuentes de monensina sódica (Aragón Díaz 2000 150-300 mg/vaca de monensina sódica; Heidinger Salazar et al. 2001 300 mg/vaca de monensina sódica; Huete Moreno 2005 1.5 g/vaca de Coban 60<sup>®</sup>) no afectan la condición corporal del animal. Ipharraguerre y Clark (2003) y Duffield et al. (2008) concluyeron que no existe un efecto sobre la condición corporal en vacas bajo la influencia de MON. Robinson y Garrett (1999) concluyo que las levaduras no tienen un efecto sobre la condición corporal.

**Cuadro 5.** Cambio en condición corporal (escala 1-5) para todos los tratamientos en Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras.

Tratamiento	Todas	Primíparas	Múltiparas 1	Múltiparas 2
Testigo	0.039	0.067	0.029	0.010
Rumensin <sup>®</sup> 200	0.048	0.028	0.041	0.080
Procreatin 7 <sup>®</sup>	0.003	0.044	-0.021	-0.030
R+P <sup>1</sup>	0.032	0.050	0.036	0.010
P	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05
CV	790.87	376.07	1411.11	1235.4

<sup>1</sup>Rumensin<sup>®</sup> 200 + Procreatin7<sup>®</sup>

**Consumo de materia seca.** Se presentaron diferencias entre los tratamientos para la variable de consumo de materia seca (Cuadro 6). Al evaluar todas las vacas se puede observar que el tratamiento T es el que tuvo un mayor consumo de materia seca, a diferencia de RUM y PRO que tienen consumos menores. El tratamiento R + P tuvo el menor consumo de materia seca de todos los tratamientos con una diferencia en todos los grupos.

El tratamiento RUM es diferente al analizar todos los grupos de vacas y los grupos de vacas primíparas (Cuadro 6) esto va de acuerdo con Ipharraguerre y Clark (2003), quienes mencionan que el consumo de materia seca bajo el efecto de RUM tiende a mantenerse igual o menor. Cabe destacar, que el efecto del RUM está directamente relacionado con la cantidad de forraje en la dieta y las dietas de los grupos de vacas multíparas tiene una menor proporción de forraje.

Desnoyers et al. (2009) mencionan que el efecto del uso de levaduras en el consumo de materia seca es aumentar la cantidad consumida, pero que dicho efecto está correlacionado con la dosis administrada por lo que pudiese explicar el hecho de que el tratamiento POR es menor al tratamiento T la mayoría de los casos (todas, primíparas y multíparas 2). Valarezo Alcívar (1999) determinó que el consumo de materia seca de concentrado bajo el efecto de levaduras es menor en vacas que tienen una producción mayor a 6 kg/día, por lo que explica el hecho PRO es menor al tratamiento T, en todos los grupos excepto multíparas 1. Heidinger Salazar et al. (2001), utilizando tratamiento similares a los del ensayo, encontró un efecto similar en la disminución de consumo de materia seca para ambos aditivos. Finalmente, el tratamiento R + P fue menor a todos los tratamientos, lo que podría indicar un efecto sinérgico en la disminución del consumo de materia seca (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Promedio de consumo de materia seca (kg/día/vaca) para todos los tratamientos en Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras.

Treatmento	Todas	Primíparas	Multíparas 1	Multíparas 2
Testigo	11.31 <sup>A</sup>	11.09 <sup>A</sup>	11.27 <sup>A</sup>	11.62 <sup>A</sup>
Rumensin <sup>®</sup> 200	11.18 <sup>B</sup>	10.88 <sup>B</sup>	11.18 <sup>A</sup>	11.52 <sup>A</sup>
Procreatin 7 <sup>®</sup>	11.21 <sup>AB</sup>	10.91 <sup>AB</sup>	11.33 <sup>A</sup>	11.46 <sup>B</sup>
R+P <sup>1</sup>	10.93 <sup>C</sup>	10.67 <sup>C</sup>	10.89 <sup>B</sup>	11.26 <sup>C</sup>
P	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.05
CV	3.95	3.96	4.24	3.49

<sup>ABC</sup>Medias con diferente letra en una misma columna difieren entre sí (P ≤0.05)

<sup>1</sup>Rumensin<sup>®</sup> 200 + Procreatin 7<sup>®</sup>

**Factor de corrección de composición de leche.** Se determinó que existe una correlación media positiva (Coeficiente de Pearson: 0.50850, P ≤0.0001) entre los dos sistemas de muestreo. Lo que indica que a mayor sea la grasa de la leche muestreada a través de todo el ordeño mayor será la grasa de la leche muestreada antes y después del ordeño. Posteriormente, se aplicó el PROC REG de SAS a los datos, del cual se derivaron las siguientes Fórmulas 2 y 3 de regresión:

$$\text{Grasa} = 2.76675 + (0.30133 \times \text{Grasa de Muestra}) \quad [2]$$

$$\text{Proteína} = 0.53886 + (0.83318 \times \text{Proteína de Muestra}) \quad [3]$$

Las regresiones lineales para cada una de las variables de la composición de la leche fueron utilizadas para la corrección de los datos de composición de leche del ensayo de Hacienda Santa Elisa. La composición de leche corregida fue utilizada para corregir la producción de leche por energía a 3.2% de proteína y 3.5% de grasa.

**Composición de Leche.** No existieron diferencias en el porcentaje de grasa para ninguno de los tratamientos (Cuadro 7). Ipharraguerre y Clark (2003), en su resumen de ensayos sobre el efecto y uso de ionóforos, determinaron que de 30 ensayos analizados, 20 no encontraron una diferencia como en el porcentaje de grasa. En caso del RUM, este efecto neutro de su uso se debe a que baja las cantidades de ácido acético y ácido butírico en el rumen, los cuales son precursores en el metabolismo de ácidos grasos. Piva et al. (1993) determinaron que no existe una diferencia en el porcentaje de grasa en la leche bajo el efecto de levaduras. Igualmente, Valarezo Alcívar (1999) determinó que en vacas de la raza Holstein y Pardo Suizo no existen diferencias en el contenido porcentual de grasa de la leche bajo el efecto de levaduras en la dieta. Las levaduras aumentan la cantidad de ácidos grasos volátiles (AGV) en el rumen pero no modifican la proporción acetato:propionato, lo que podría significar de que se aumenta la producción de sólidos a partir AGV pero a la vez se aumenta el volumen de producción diluyendo así el aumento de sólidos (Desnoyers et al. 2009).

**Cuadro 7.** Promedio de composición de grasa de leche (%) para todos los tratamientos en Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras.

Tratamiento	Todas	Primíparas	Múltiparas 1	Múltiparas 2
Testigo	4.11	4.23	4.08	4.02
Rumensin® 200	4.15	4.25	4.09	4.11
Procreatin 7®	4.10	4.11	4.07	4.11
R+P <sup>1</sup>	4.13	4.17	4.14	4.08
P	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05
CV	8.76	8.68	9.4	8.26

<sup>1</sup>Rumensin® 200 + Procreatin 7®

No existieron diferencias el porcentaje de proteína de la leche al analizar todos los grupos (Cuadro 8). Esto está de acuerdo con los resultados obtenidos en estudios realizados en la Escuela Agrícola Panamericana evaluando el efecto del uso de levaduras (Valarezo Alcívar 1999 10 g/vaca de Yea-Sacc®; Heidinger Salazar et al. 2001 10 g/vaca de Yea-Sacc®; Miranda Vargas 1992 10 g/vaca de Yea-Sacc®) y fuentes de monensina sódica (Aragón Díaz 2000 150-300 mg/vaca de Rumensin®; Heidinger Salazar et al. 2001 300 mg/vaca de monensina) en la composición de la leche. Existieron diferencias al evaluar el porcentaje de proteína para el grupo de primíparas, los tratamientos RUM y PRO fueron mayores que T y R + P. Una respuesta positiva de estos tratamientos a esta variable en vacas primíparas, se puede deber a que estas fueron manejadas en dietas con una mayor inclusión de forrajes, y la respuesta a ambos aditivos es dependiente de la cantidad de forraje en la dieta.

Ipharraguerre y Clark (2003), en un resumen realizado sobre el efecto de los ionóforos, determinaron que en la mayoría de los estudios el porcentaje de proteína se mantiene o disminuye numéricamente. Duffield et al. (2008) realizaron un metaanálisis de 77 ensayos y 36 artículos científicos sobre el efecto de la monensina en la producción de leche y determinaron que el efecto en porcentaje de proteína es inconsistente en los estudios evaluados, pero en animales manejados en pasturas y con dietas altas en forraje el porcentaje de proteína aumenta, lo que explicaría la diferencia de RUM para las vacas primíparas. Desnoyers et al. (2009) determinaron que existe una tendencia de las levaduras a incrementar el porcentaje de grasa de leche y su efecto es dependiente de la dieta.

**Cuadro 8.** Promedio de composición de proteína de leche (%) para todos los tratamientos

Tratamiento	Todas	Primiparas	Múltiparas 1	Múltiparas 2
Testigo	3.06	3.04 <sup>B</sup>	3.10	3.06
Rumensin <sup>®</sup> 200	3.08	3.14 <sup>A</sup>	3.06	3.03
Procreatin 7 <sup>®</sup>	3.10	3.15 <sup>A</sup>	3.09	3.05
R+P <sup>1</sup>	3.07	3.05 <sup>B</sup>	3.10	3.05
P	>0.05	≤0.05	>0.05	>0.05
CV	6.29	6.32	6.77	5.88

<sup>AB</sup>Medias con diferente letra en una misma columna difieren entre sí ( $P \leq 0.05$ )

<sup>1</sup>Rumensin<sup>®</sup> 200 + Procreatin 7<sup>®</sup>

**Producción de leche.** Se encontraron diferencias en la producción de leche sin corrección al evaluar los tratamientos para todo el grupo (Cuadro 9). Los tratamientos T y PRO difieren del tratamiento R + P y el tratamiento RUM no difiere de ninguno de los tratamientos. En los ensayos realizados en la Escuela Agrícola Panamericana sobre el efecto en la producción del uso de levadura (Espinoza 2001; Heidinger Salazar 2001; Huete Moreno 2005; Valarezo Alcívar 1999) y monensina sódica (Aragón Díaz 2000; Heidinger Salazar et al. 2001; Huete Moreno 2005) no se ha encontrado diferencias, excepto en el estudio realizado Miranda Vargas (1992), donde bajo el efecto de levaduras se aumentó la producción de leche.

En el resumen de ensayos del uso de ionóforos en la producción de leche elaborado por Ipharraguerre y Clark (2003) se evaluaron 42 ensayos, en 18 ensayos no hubo un efecto sobre la producción de leche, lo que concuerda con los datos obtenido en el estudio ya que el tratamiento RUM no fue diferente al T. Desnoyers et al. (2009) concluyeron que los resultados de la suplementación de levaduras en la producción de leche son inconsistentes. Posteriormente, se evaluó el efecto de los tratamientos sobre cada uno de los grupos y no se encontraron diferencias entre los tratamientos para ninguno de los grupos (Cuadro 9). Cabe recalcar, el hecho de que la suplementación conjunta de los aditivos disminuye numéricamente la producción de leche sin corregir.

La leche fue corregida por energía para uniformizar los contenidos de grasa y proteína. Al evaluar todos los grupos, existen diferencias para la producción de leche corregida. Esto está en desacuerdo con los estudios realizados en la Escuela Agrícola Panamericana sobre el efecto del uso de levaduras (Miranda Vargas 1992; Valarezo Alcívar 1999; Espinoza

2001) y monensina sódica (Valarezo Alcívar 1999; Heidinger Salazar et al. 2001) donde no se encontró ninguna diferencia para la producción de leche corregida (Cuadro 10). Cabe recalcar, que en los estudios antes mencionados utilizaron una metodología diferente para la corrección de leche por energía. El tratamiento R + P obtuvo la menor producción de leche, aunque no presentó diferencias con T y RUM.

**Cuadro 9.** Promedio de producción de leche (kg/día/vaca) sin corregir para todos los tratamientos en Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras.

Tratamiento	Todas	Primiparas	Múltiparas 1	Múltiparas 2
Testigo	9.18 <sup>A</sup>	8.73	8.36	10.44
Rumensin <sup>®</sup> 200	9.10 <sup>AB</sup>	8.44	8.58	10.29
Procreatin 7 <sup>®</sup>	9.00 <sup>A</sup>	8.48	8.40	10.16
R+P <sup>1</sup>	8.89 <sup>B</sup>	8.43	8.21	9.98
P	≤0.05	>0.05	>0.05	>0.05
CV	18.56	18.41	19.13	18.19

<sup>1</sup>Rumensin<sup>®</sup> 200 + Procreatin 7<sup>®</sup>

<sup>AB</sup>Medias con diferentes letras en una misma columna difieren entre sí (P≤0.05)

Al realizar el análisis grupal se encontraron diferencias (P ≤0.05) para el grupo de primíparas únicamente (Cuadro 10). En el análisis del grupo de primíparas, el tratamiento T difirió únicamente del tratamiento PRO, siendo los otros tratamientos iguales que T y PRO. Esto está en desacuerdo con lo reportado por Miranda Vargas (1992), donde el encontró diferencias en la producción de leche corregida al suplementar levaduras. Robinson y Garrett (1999) concluyeron que no existen diferencias y hay una leve tendencia negativa en la producción de leche corregida bajo el efecto de levaduras.

**Cuadro 10.** Promedio de producción de leche corregida por energía a un 3.5% de grasa y 3.2% de proteína.

Tratamiento	Todas	Primiparas	Múltiparas 1	Múltiparas 2
Testigo	10.03 <sup>A</sup>	9.65 <sup>A</sup>	9.12	11.30
Rumensin <sup>®</sup> 200	9.96 <sup>AB</sup>	9.37 <sup>AB</sup>	9.38	11.15
Procreatin 7 <sup>®</sup>	9.71 <sup>B</sup>	8.95 <sup>B</sup>	9.18	11.07
R+P <sup>1</sup>	9.74 <sup>B</sup>	9.27 <sup>AB</sup>	9.05	10.87
P	≤0.05	≤0.05	>0.05	>0.05
CV	18.59	18.36	19.33	18.16

<sup>1</sup>Rumensin<sup>®</sup> 200 + Procreatin 7<sup>®</sup>

<sup>AB</sup>Medias con diferente letra en una misma columna difieren entre sí (P≤0.05)

**Estimación de la conversión del alimento suplementado.** No se presentaron diferencias al evaluar las variables ECAS para todos los grupos ni al evaluar los grupos por separado

(Cuadro 11). Moallem et al. (2009) concluyeron que, bajo condiciones de verano en los trópicos, no hay efecto de la suplementación de levaduras en la eficiencia de producción de leche sin corregir o corregida al 4% de grasa comparado al consumo de materia seca. Ramanzin et al. (1997) concluyeron que no hay efecto de la suplementación de MON en la eficiencia de producción de leche corregida al 4% de grasa comparado al consumo de materia seca.

**Cuadro 11.** Promedio de la estimación de la conversión del alimento suplementado en base a la leche real y la leche corregida por energía al 3.5% de grasa y 3.2% de proteína.

Tratamiento	Todas		Primíparas		Multíparas 1		Multíparas 2	
	ECAS	ECAS	ECAS	ECAS	ECAS	ECAS	ECAS	ECAS
	R <sup>2</sup>	C <sup>3</sup>	R	C	R	C	R	C
Testigo	1.95	1.78	2.11	1.91	2.07	1.90	1.67	1.55
Rumensin <sup>®</sup> 200	1.89	1.72	1.95	1.75	2.02	1.85	1.70	1.57
Procreatin 7 <sup>®</sup>	1.88	1.74	1.87	1.77	2.03	1.87	1.74	1.60
R+P <sup>1</sup>	1.91	1.74	1.98	1.80	2.06	1.87	1.71	1.57
P	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05
CV	23.49	23.56	21.83	21.91	23.59	23.65	25.43	25.43

<sup>1</sup>Estimación de la conversión del alimento suplementado en base a la leche sin corregir

<sup>2</sup>Estimación de la conversión del alimento suplementado en base a la leche corregida

<sup>3</sup>Rumensin<sup>®</sup> 200 + Procreatin 7<sup>®</sup>

#### **4. CONCLUSIONES**

- En las condiciones del estudio, no se encontraron diferencias para las variables de composición de leche, ECASR, ECASC y cambio en condición corporal, solo se observaron diferencias para las variables de producción de leche, producción de leche corregida por energía, consumo de materia seca y cambio en peso.
- El efecto de Rumensin® 200 y Procreatin 7® es dependiente de la lactancia de los animales y la proporción de forraje:concentrado en las dietas de los animales, ya que se observaron resultados heterogéneos al evaluar las variables por lactancia.

## **5. RECOMENDACIONES**

- La utilización de Rumensin® 200 y Procreatin 7® en dietas de vacas lactantes debe de ir acorde al estado metabólico en que se encuentren. En la lactancia tardía no se recomienda utilizar los aditivos con el objetivo de aumentar la producción de leche o modificar la composición de la leche.
- Evaluar la factibilidad económica de la inclusión de Rumensin® 200 y Procreatin 7® en dietas de animales en diferente número y etapa de lactancia
- Evaluar el efecto en el consumo de materia seca de ambos aditivos utilizados en el ensayo en el periodo de transición de la vaca lechera.
- Validar el factor de corrección obtenido para la composición de la leche según el tipo de muestreo utilizado.

## 6. LITERATURA CITADA

Aragón Díaz HH. 2000. Efectos de la monensina sódica (Rumensin®) en vacas lecheras [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 20 p.

Butaye P, Devriese LA, Haesebrouck F. 2003. Antimicrobial Growth Promoters Used in Animal Feed: Effects of Less Well Known Antibiotics on Gram-Positive Bacteria. Clin Microbiol Rev. 16(2):175–188. doi:10.1128/CMR.16.2.175-188.2003.

Chow J. 2002. Probiotics and prebiotics: A brief overview. J Ren Nutrition. 12(2):76–86. doi:10.1053/jren.2002.31759.

Desnoyers M, Giger-Reverdin S, Bertin G, Duvaux-Ponter C, Sauvant D. 2009. Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. J Dairy Sci. 92(4):1620–1632. doi:10.3168/jds.2008-1414.

Duffield TF, Rabiee AR, Lean IJ. 2008. A meta-analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 2. Production effects. J Dairy Sci. 91(4):1347–1360. doi:10.3168/jds.2007-0608.

Espinoza A. DM. 2001. Comparacion del efecto de dos levaduras (Yea-Sacc® y Procreatin 7®) sobre la producción de vacas Lecheras [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 22 p.

Galindo Sáenz RR, Rubio Álvarez WA. 2011. Conservación de caña de azúcar picada usando hidróxido de calcio [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 21 p.

Heidinger Salazar DE, Moravek Delfin VR, Olarte Quiroz S. 2001. Evaluacion tecnica y economica de la suplementacion con monensina (Rumensin) y/o levadura (Yea-Sacc1026) a vacas lecheras [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 39 p.

Huete Moreno OF. 2005. Evaluacion productiva de la suplementacion con sales de monensina sodica a vacas lecheras que reciben levaduras, en Juigalpa, Chontales, Nicaragua [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 21 p.

Ipharraguerre IR, Clark JH. 2003. Usefulness of ionophores for lactating dairy cows: A review. Anim Feed Sci Technology. 106(1-4):39–57. doi:10.1016/S0377-8401(03)00065-8.

Jounay JP. 2001. A new look at yeas cultures as probiotics for ruminants. Feed Mix. 9(6).

- Mao IL, Sloniewski K, Madsen P, Jensen J. 2004. Changes in body condition score and in its genetic variation during lactation. *J Livest Prod Sci.* 89(1):55–65. doi:10.1016/j.livprodsci.2003.12.005.
- Miranda Mejia JL, Osorio Aparicio JL. 2012. Análisis de gramíneas tropicales y simulación de producción potencial de leche [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 33 p.
- Miranda Vargas JE. 1992. Suplementación de la dieta de vacas lecheras con cultivo seco de levadura *Sacharomyces cerevisiae* (Yea-Sacc®) y su efecto en la producción y composición de la leche [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras.
- Moallem U, Lehrer H, Livshitz L, Zachut M, Yakoby S. 2009. The effects of live yeast supplementation to dairy cows during the hot season on production, feed efficiency, and digestibility. *J Dairy Sci.* 92(1):343–351. doi:10.3168/jds.2007-0839.
- Newbold CJ. 1996. Probiotics for ruminants. *Ann Zootech.* 45:329–335. 1297-9651.
- Piva G, Belladonna S, Fusconi G, Sicbaldi F. 1993. Effects of Yeast on Dairy Cow Performance, Ruminant Fermentation, Blood Components, and Milk Manufacturing Properties. *J Dairy Sci.* 76(9):2717–2722. doi:10.3168/jds.S0022-0302(93)77608-0.
- Ramanzin M, Bailoni L, Schiavon S, Bittante G. 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(6):1136–1142. doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)76040-5.
- Robinson PH, Garrett JE. 1999. Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on adaptation of cows to postpartum diets and on lactational performance. *J Anim Sci.* 77(4):988. doi:10.2527/1999.774988x.
- Russell JB, Hespell RB. 1981. Microbial Rumen Fermentation. *J Dairy Sci.* 64(6):1153–1169. doi:10.3168/jds.S0022-0302(81)82694-X.
- Tyrrell HF, Reid JT. 1965. Prediction of the Energy Value of Cow's Milk. *J Dairy Sci.* 48(9):1215–1223. doi:10.3168/jds.S0022-0302(65)88430-2.
- Valarezo Alcívar JV. 1999. Efecto de la adición de levadura YEA-SACC® a dietas de vacas lecheras suplementadas con tres niveles de concentrado [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 35 p.
- Wallace RJ, Colombatto D, Robinson PH. 2008. Enzymes, direct-fed microbials and plant extracts in ruminant nutrition. *Anim Feed Sci Technology.* 145(1-4):1–4. doi:10.1016/j.anifeedsci.2007.07.006.
- Whittlestone WG. 1953. Variations in the fat content of milk throughout the milking process. *J Dairy Res.* 20(02):146. doi:10.1017/S0022029900006798.

Wildman EE, Jones GM, Wagner PE, Boman RL, Troutt HF, Lesch TN. 1982. A Dairy Cow Body Condition Scoring System and Its Relationship to Selected Production Characteristics. *J Dairy Sci.* 65(3):495–501. doi:10.3168/jds.S0022-0302(82)82223-6.