

11

No. Reg	EM61775
Procedencia	Donacion
Proveedor	
Factura No.	
Precio	
Fondo	
Catalogador	JHERA
Fecha	9.07.2010



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ



FACULTAD DE AGRONOMÍA

**SUPLEMENTACIÓN CON *Saccharomyces cerevisiae* Y CARACTERÍSTICAS
DE LA LACTANCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y METABOLITOS
SANGUINEOS EN CABRAS NUBIA.**

Por:

Juan Francisco López Rodríguez

**Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de
Maestro en Ciencias Agropecuarias**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ



FACULTAD DE AGRONOMÍA

**SUPLEMENTACIÓN CON *Saccharomyces cerevisiae* Y CARACTERÍSTICAS
DE LA LACTANCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y METABOLITOS
SANGUÍNEOS EN CABRAS NUBIA.**

Por:

JUAN FRANCISCO LÓPEZ RODRÍGUEZ

**Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de
Maestro en Ciencias Agropecuarias**

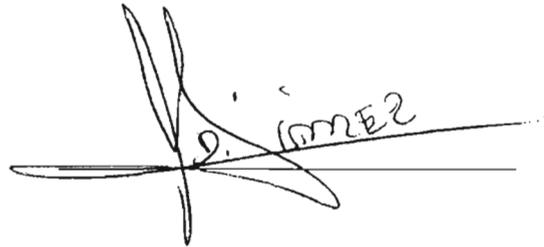
Tutor: Dra. Marta Olivia Díaz Gómez

Asesor: Ph.D. Glafiro Torres Hernández

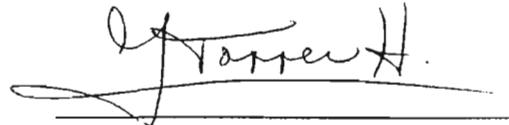
Asesor : M.C. Felipe de Jesús Morón Cedillo

El trabajo titulado “**Suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* y características de la lactancia en la producción de leche y metabolitos sanguíneos en cabras Nubia**” fue realizado por: **Juan Francisco López Rodríguez** como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias** y fue revisado y aprobado por el suscrito comité de tesis.

Dra. Marta Olivia Díaz Gómez
Tutor

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'D. GÓMEZ', written over a horizontal line.

PhD. Glaforo Torres Hernández
Asesor

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'G. Torres H.', written over a horizontal line.

M.C. Felipe de Jesús Morón Cedillo
Asesor

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'F. Morón C.', written over a horizontal line.

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, a los Doce días del mes de Marzo del 2009.

DEDICATORIAS

A DIOS:

Por darme la oportunidad de vivir.

A MI ESPOSA E HIJO:

Angelina y Emiliano, Por su amor, apoyo y cariño.

A MIS PADRES:

Alfonso y Martha por formarme como ser humano.

A MIS HERMANOS Y SOBRINOS:

Por permitirme formar parte de sus vidas.

AGRADECIMIENTOS

A la Dr. Marta Olivia Díaz Gómez,

Por todo su esfuerzo, trabajo y sobretodo paciencia para la realización del presente trabajo.

Al PhD. Glafiro Torrez H. Por su apoyo en la revisión del presente trabajo.

Al M. C. Felipe de Jesús Morón C. Por su apoyo en la revisión del presente trabajo

Al Sr. Juan Morales por su apoyo en el cuidado y manejo de los modelos biológicos.

Al M.A. Peter Mandeville. Por el trabajo estadístico.

Al M. C. Juan Manuel Delgado. Por el apoyo en la determinación de los metabolitos sanguíneos.

Al Dr. Manuel Rodríguez M. Por las facilidades y el apoyo en el estudio de la maestría.

A José Antonio Vázquez y Marta G. Juárez. Por su ayuda en la toma de muestras sanguíneas.

A Claudia Álvarez H. Por el apoyo en el material de la biblioteca como impresión y fotocopias de la tesis.

A todas y cada una de las personas que directa e indirectamente trabajaron para la realización del presente trabajo.

GRACIAS.

INDICE

DEDICATORIAS	I
AGRADECIMIENTOS	II
INDICE	III
INDICE DE CUADROS	V
INDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	VII
SUMMARY	VIII
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	2
Hipótesis	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Efecto de la levaduras vivas sobre la madurez del rumen	3
Estabilización del pH ruminal	7
Como pueden las levaduras vivas mejorar la degradación de la fibra en el rumen	12
Efectos de levaduras vivas en el metabolismo de nitrógeno	15
Peso Vivo	18
Producción y composición de leche	20
Numero de lactancia	25
Numero de crías (tipo de parto)	27
Etapa de lactancia	28
Metabolitos sanguíneos	30
Glucosa	31
Urea	32
Niveles de glucosa y urea en rumiantes en producción	32
MATERIALES Y METODOS	37

Localización	37
Animales	37
Tratamientos	37
VARIABLES A MEDIR	38
Manejo general	38
Análisis estadístico	39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
1. Niveles de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	41
1.1 Peso vivo, producción de leche y metabolitos sanguíneos	41
1.2 Composición de la leche	42
2. Número de Parto y Tipo de Parto	43
2.1 Peso vivo, producción de leche y metabolitos sanguíneos	43
2.1 Composición de la leche	46
3. Periodo de Lactancia	48
3.1 Peso vivo, producción de leche y metabolitos sanguíneos	48
3.2 Composición de la leche	51
4. Interacciones	53
4.1 Interacción del número de parto x periodo de lactancia en la producción de leche	53
4.2 Interacción del tipo de parto x por periodo de lactancia para los porcentajes de proteína cruda de la leche.	53
4.3 Interacción del tipo de dieta x periodo de lactancia para la concentración de glucosa.	54
CONCLUSIONES	56
LITERATURA CITADA	57

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Ración base para cabras Nubias en producción de leche (2.0 l con 3.0 % de grasa)	38
Cuadro 2. Peso vivo, producción de leche diaria y metabolitos sanguíneos (glucosa y urea) de cabras Nubia con diferentes niveles de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en la dieta.	42
Cuadro 3.- Composición y punto de congelamiento (crioscopia) de leche de cabras Nubia suplementadas con diferentes niveles de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en la dieta.....	43
Cuadro 4.- Medias de cuadrados mínimos (medias \pm desviación estándar) del peso vivo, producción de leche y metabolitos sanguíneos, según el número de lactancia y tipo de parto de cabras Nubia.....	46
Cuadro 5.- Medias de cuadrados mínimos (medias \pm desviación estándar) de la composición y punto de congelamiento (crioscopia) de leche de cabras Nubia, según el número de lactancia y tipo de parto.....	47
Cuadro 6.- Peso vivo, producción de leche y metabolitos sanguíneos (medias \pm desviación estándar) de cabras Nubia, según el periodo de lactancia	51
Cuadro 7.- Composición y punto de congelamiento (crioscopia) de la leche de cabras Nubia durante el periodo de lactancia.....	52

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interacción del número de parto x periodo de lactancia (semanas) para producción de leche de cabras Nubias.....	53
Figura 2. Interacción del tipo de parto x periodo de lactancia (semanas) en los porcentajes de proteína cruda de la leche de cabras Nubias	54
Figura 3. Efecto de la interacción tipo de dieta x periodo de lactancia en la concentración de glucosa en suero sanguíneo de cabras Nubias.	55

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* y características de la lactancia en la producción de leche y metabolitos sanguíneos, se utilizaron 30 cabras Nubia de uno a 4 partos y con diferente tipo de parto (sencillo y doble), durante 9 semanas de lactancia. Se utilizaron tres tratamientos, T₁.- dieta base: 40 % de concentrado y 60 % de forraje (alfalfa; n=10); T₂.- dieta base más 0.2g d⁻¹ animal⁻¹ de levadura (n=10); T₃.- dieta base más 0.4g d⁻¹ animal⁻¹ de levadura (n=10). Las dietas aportaron 17.0 % de proteína cruda y 2.0 Mcal kg⁻¹ de EM, en 2.1 kg de M.S. Datos de peso vivo, producción de leche, composición química de la leche y los metabolitos sanguíneos (glucosa y urea), se analizaron a través de un análisis de varianza con un modelo que incluyó los efectos fijos de dieta, número de parto, tipo de parto, periodo de lactancia, así como interacciones de primer orden. La inclusión de *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta afectó (P<0.05) tanto la producción como la composición de la leche. Las cabras que recibieron 0.2 g d⁻¹ tuvieron la mayor producción de leche (1,346±519 ml). Los sólidos totales (11.84±1.31%), grasa (3.17±0.95%) y proteína (3.26±0.42%) fueron máximos al nivel de 0.4 g d⁻¹. El número de parto afectó (P<0.05) el peso vivo y la producción de leche a favor de las cabras con cuatro y tres partos (48.54 ± 4.04, 46.24 ± 5.15 kg; 1,568 ± 481.40 y 1,482 ± 379.80 ml d⁻¹ respectivamente), comparadas con las cabras de dos (42.96 ± 4.02 kg; 1,385 ± 424.00 ml d⁻¹) y un parto (32.72 ± 5.35 kg; 748 ± 181.60 ml d⁻¹). El tipo de parto afectó (P<0.05) el peso vivo de las cabras a favor de las de parto doble vs. parto sencillo (45.00 ± 6.42 y 40.36 ± 7.88 kg). Estos mismos factores también afectaron (P<0.05) la composición química de la leche. El periodo de lactancia afectó (P<0.05) el peso vivo, la producción de leche, los niveles de glucosa y urea, así como la composición de la leche y el punto de crioscopia. Se presentaron interacciones significativas (P<0.05) del número de parto x periodo de lactancia en la producción de leche, tipo de parto x periodo de lactancia para el porcentaje de proteína y dieta x periodo de lactancia para la concentración de glucosa. Se concluye que la inclusión de *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta tuvo un efecto benéfico en la producción y composición de la leche.

Palabras clave: *Saccharomyces cerevisiae*, producción de leche, metabolitos sanguíneos, cabras Nubia

SUMMARY

In order to evaluate the effect of supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* and lactation traits on milk production and blood metabolites, 30 Nubian goats from one to 4 kiddings and different type of birth (single and twin) were utilized during 9 weeks of lactation. Three treatments were utilized, T₁)- base diet: 40% concentrate and 60% forage (alfalfa, n=10), Tsc₂)- base diet plus 0.2 g d⁻¹ animal⁻¹ of yeast (n=10), Tsc₃)- base diet plus 0.4 g d⁻¹ animal⁻¹ of yeast (n=10). Diets provided 17.0 % of crude protein and 2.0 Mcal per kg of ME. Data on live weight, milk production, chemical milk composition, and blood metabolites (glucose and urea), were analyzed by means of an analysis of variance with a model that included the fixed effects of diet, number of kidding, type of birth, lactation period, as well as first-order interactions. The inclusion of *Saccharomyces cerevisiae* in the diet affected (P<0.05) both milk production and composition. Goats with 0.2 g d⁻¹ had the highest milk production (1,346±519 ml). Total solids (11.84±1.31%), fat (3.17±0.95%), and protein (3.26±0.42%) were highest at the level of 0.4 g d⁻¹. Type of kidding affected (P<0.05) live weight and milk production, favoring goats with four and three kiddings (48.54 ± 4.04, 46.24 ± 5.15 kg; 1,568 ± 481.40 and 1,482 ± 379.80 ml d⁻¹, respectively), as compared to goats with two (42.96 ± 4.02 kg; 1,385 ± 424.00 ml d⁻¹) and one kidding (32.72 ± 5.35 kg; 748 ± 181.60 ml d⁻¹). Type of birth affected (P<0.05) live weight of goats, favoring those of twin births vs single births (45.00 ± 6.42 and 40.36 ± 7.88 kg). These same factors affected (P<0.05) chemical milk composition. Lactation period affected (P<0.05) live weight, milk production, glucose and urea levels, as well as milk composition and cryoscopic point. There were significant (P<0.05) number of kidding x lactation period on milk production, type of birth x lactation period on percentage of protein, and diet x lactation period on glucose concentration interactions. It is concluded that the inclusion of *Saccharomyces cerevisiae* in the diet had a beneficial effect on milk production and composition.

Key words: *Saccharomyces cerevisiae*, milk production, blood metabolites, Nubian goats.

INTRODUCCIÓN

La cabra se encuentra ampliamente distribuida en el mundo, pero principalmente en los países tropicales y subtropicales, donde la producción abarca el 78 % de la población mundial; México se ubica como el primer productor de cabras en el continente americano (Sánchez *et al.*, 2006) con aproximadamente 8.9 millones de caprinos, los cuales producen 160,000 toneladas de leche (INEGI, 2005). Esta leche se consume principalmente en forma de queso, cajeta y dulce de leche. En la zona norte del país destacan los estados de Coahuila y Durango por su alta producción, aportando casi la mitad de la producción nacional de leche. En la parte central predominan los estados de Guanajuato, San Luis Potosí y Michoacán con 33 % de la producción a nivel nacional (Valencia, 2002). En los últimos años se ha dado un creciente interés por los sistemas de producción de leche caprina, con un nuevo enfoque agroindustrial, donde es muy importante el volumen de leche producido, para que el sistema sea económicamente rentable. Sin embargo, para mantener producciones lácteas elevadas es necesario conocer algunos de los factores que afectan la producción y composición de la leche, como el estatus nutricional y la alimentación, aquí se recomienda modular la fermentación microbiana para aumentar la degradación de la fibra cruda y el almidón, y la producción de AGV, estimular la producción de propionato, inhibir la producción de metano y controlar la producción de lactato y el pH ruminal (Calsamiglia *et al.*, 2005). Una alternativa para lograr lo anterior es la utilización de levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*, uno de los probióticos más utilizados en la alimentación animal, tanto en rumiantes como en monogástricos. Las levaduras son microorganismos no nutritivos, los cuales contienen diferentes preparaciones de levaduras (muertas, de panificación y los cultivos de levaduras) con efectos diversos sobre la actividad ruminal, tasa de digestibilidad de los componentes de la dieta, porcentaje de degradabilidad del forraje, cambios en el patrón de fermentación ruminal, modificación del pH ruminal, cambios en el número de microorganismos en el rumen e interacción bacteria-dieta (Arambel y Kent, 1990). Se ha establecido que la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* durante el inicio de la lactancia mejora significativamente el consumo de materia seca, la digestibilidad de la proteína cruda y fibra detergente ácida y aumenta la

producción y componentes de la leche (Wolht *et al.*, 1998). Otro factor que modifica el nivel de producción de leche y su composición es el número de parto o de lactancia de las cabras; conforme se incrementa el número de lactancia se aumenta el volumen de leche producida y esto modifica la composición de la leche por efecto de dilución (Ruíz *et al.*, 2000; García y Holmes, 2001). El tipo de nacimiento de la cría, sencillo o múltiple, está en relación directa con el volumen de leche producida, cuando se tienen dos o más crías se tiene mayor producción, en relación a las hembras caprinas que sólo están amamantando una cría (Rodríguez *et al.*, 2005). El periodo de lactancia es importante, dado que a través del tiempo se modifica la producción y composición de la leche. Los registros de producciones permiten determinar las curvas de producción, composición láctea a través del tiempo y establecer un manejo adecuado de acuerdo a las características del sistema de producción (Macedo *et al.*, 2001; Lombaard, 2006). Por otro lado, tenemos la concentración de metabolitos sanguíneos, los que representan un indicador integrado de la adecuada suplementación de nutrientes con relación a la utilización de los mismos y permiten un indicador inmediato del estado nutricional de los animales en el tiempo, antes de que existan pérdidas en la producción (Whitaker *et al.*, 1998; Razz y Clavero, 2002).

Hipótesis:

La suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* y características de la lactancia influyen en la producción de leche y metabolitos sanguíneos de cabras Nubias.

Objetivo:

Determinar el efecto de la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* y características de la lactancia en la producción de leche y metabolitos sanguíneos de cabras Nubias.

REVISIÓN DE LITERATURA

Las levaduras son aditivos no nutritivos los cuales contienen diferentes preparaciones (levaduras muertas, levaduras de panificación y los cultivos de levaduras) con efectos diversos sobre la actividad ruminal, tasa de digestibilidad de los componentes de la dieta, porcentaje de degradabilidad del forraje, cambios en el patrón de fermentación ruminal, cambios en el número de microorganismos del rumen, interacción bacteria-dieta (Wohlt *et al.*, 1991). El patrón de fermentación en los rumiantes se lleva a cabo en el ambiente ruminal que esta influenciado por la interacción entre la dieta, la población microbiana y el mismo animal (Allen y Mertens, 1998). Dos aspectos importantes en el rumen para la fermentación, son las condiciones para una eficiente actividad celulolítica y las necesidades para una síntesis óptima de proteína microbial sin embargo la importancia relativa de estos procesos varia de acuerdo con las características del alimento y los sistemas de producción animal(Williams, 1989). El modo de acción de las levaduras sobre la microbiota ruminal ha sido ampliamente estudiado durante los últimos 15 años. Varios mecanismos han descrito, principalmente estudios *in vitro*, también estudios con animales (cánulas del rumen de ovejas o corderos criados en aislamiento estéril y la acogida una microflora simplificado). Sintetizando los principales efectos en: (1) la mejora del rumen, favoreciendo la madurez y el establecimiento microbiano, (2) la estabilización de pH ruminal y la interacción con lactato-metabolizantes bacterias, y (3) aumento de la degradación de fibra vegetal con la pared celular de microorganismos degradantes (Wallace, 1996).

Efecto de la Levaduras Vivas sobre la Madurez del Rumen

Al nacer, el rumen de los recién nacidos es libre de gérmenes, pero es muy rápidamente colonizado por una compleja y abundante población microbiana. En realidad, la saliva y las heces de la madre y otros animales, junto con la vegetación contaminada, proporcionan un inóculo continuo de organismos para el rumen que habitan, dado que las condiciones son favorables en animales jóvenes en desarrollo (Hobson, 1997). El contacto prolongado de la madre y la cría tiende a ocurrir en algunos casos, generalmente en las granjas pequeñas, pero no en las grandes o sistemas intensivo

donde la separación de los cría de su madre se produce poco después del nacimiento. Además de la dieta líquida de transición a la alimentación sólida ocurre antes de que finalice secuencia completa de la colonización microbiana del rumen (Fonty *et al.*, 1983, 1987). Esta práctica puede provocar desequilibrio en la composición de la microbiota, lo que podría ocasionar trastornos digestivos e incrementar el riesgo de infección microbiana, la principal causa de pérdidas económicas y mortandad del ganado en granjas comerciales (Collado y Sanz, 2007). De hecho, el establecimiento de un complejo ecosistema microbiano es de gran importancia para el desarrollo posterior de las funciones ruminales (por ejemplo, la capacidad de absorción de los piensos y la eficiencia de digestión), así como el desarrollo del sistema inmunológico y para la salud de todo el intestino (Hooper *et al.*, 2001).

En genotoxémica y convencional corderos alimentados diariamente con células vivas de *Saccharomyces cerevisiae*, el establecimiento de la población de bacterias celulolíticas se incrementó y esta población fue más estable que en los corderos no suplementados (Chaucheyras-Durán y Fonty, 2001). Se a observado que la concentración de las poblaciones microbianas que viven en el rumen en anaerobiosis, específicamente para bacterias, protozoarios y hongos son de 10_{10} /ml, 10_6 /ml y 10_4 /ml respectivamente (Jouany 1994). Para permitir que los organismos de crecimiento lento; tales como los hongos y protozoarios puedan reproducirse se necesita permanencia prolongada del alimento dentro del rumen de 48 a72 horas y sostener así la concentración de las poblaciones microbiana, los tempos de multiplicación varían de 5-14 horas para los protozoarios y de 24-30 horas para los hongos(Williams y Coleman 1988). Es posible que la eficiencia del crecimiento bacteriano este directamente relacionada con la tasa de dilución de las bacterias y/o del contenido ruminal, debido a que las bacterias en el rumen están asociadas a los sólidos alimenticios, al líquido y a la pared ruminal; por lo tanto, la tasa de crecimiento bacteriano puede estar en relación a la tasa de dilución del líquido, lo cual explica porque solamente en cultivos continuos *in Vitro* de estado estable la tasas de crecimiento específico de los microorganismos es igual a la tasa de dilución del cultivo. Se ha reportado que la adición de *Saccharomyces cerevisiae* incrementa la concentración de las bacterias gram - en el contenido ruminal y

también en las heces. Además, las levaduras estimula el crecimiento de bacterias amilolíticas a nivel ruminal esto confirmado por Kumar *et al.* (1994).

El ecosistema ruminal comprende una población compleja de bacterias anaeróbicas estrictas, hongos y protozoos (Forsberg *et al.*, 2000) definidos por intensa presión selectiva del ambiente ruminal. Estos microorganismos en simbiosis se adaptan a sobrevivir en condiciones de anaerobiosis no estricta, altos ritmos de dilución, altas densidades de células y a la depredación protozoaria, y han desarrollado distintas capacidades para la utilización eficiente de los complejos polímeros vegetales (i.e. celulosa y hemicelulosa). A pesar de su complejidad, baja porosidad y variada capacidad de cristalización, los compuestos fibrosos de las plantas son digeridos por la actividad simultánea de todo el conjunto de enzimas microbianas presentes en el rumen (Chensson y Forsberg, 1997). La levadura puede proveer nutrientes como nucleótidos, aminoácidos y vitaminas para los microorganismos ruminales, promoviendo el crecimiento de bacterias a través de la autólisis en el ecosistema ruminal (Giger-Reverdin *et al.*, 1996).

La *Saccharomyces cerevisiae* aparentemente tiene un efecto químico en el rumen y en varias investigaciones se ha mostrado que la inclusión de cultivo de levadura en la dieta incrementa la cantidad total de ácidos grasos volátiles producidos *in vivo*, *in vitro* pero no siempre han sido significativos (Dawson, 1990). Algunas cepas de *Saccharomyces cerevisiae* tienen la habilidad de modificar la población bacteriana en el rumen (+35%) donde la cepa de *Saccharomyces cerevisiae* NC4C1026 estimulo el total de bacterias ruminales y la cepa NC4C240 estimulo el crecimiento de bacterias celulolíticas y bacteria utilizadoras de ácido láctico (Harrison *et al.*, 1988; Dawson, 1993).

Los protozoos ciliados, que no son capaces de establecer a menos que las comunidades bacterianas hallan colonizado el rumen (Fonty *et al.*, 1988), aparecieron más rápidamente en el rumen de corderos convencional en la presencia de ADY (levadura seca activa) (Chaucheyras-Duran y Fonty, 2002). Esto apoya la hipótesis de que la administración de levaduras vivas acelera la maduración de los microorganismos del ecosistema del rumen. Además de que las levaduras incrementan el número de bacterias totales, bacterias viables totales, celulolíticas, amilolíticas y protozoarios; sin embargo se han encontrado resultados contradictorios (Hernández, 1999). Al incrementar la frecuencia de alimentación de los rumiantes se incrementa la concentración de

protozoarios, debido a que el medio ruminal existe un flujo constante de sustrato para los microorganismos ruminales, este efecto provoca disminución en las variaciones diurnas en las poblaciones de bacterias y protozoarios ciliados. En forma diferente a los holotrofos, los entodiniomorfos metabolizan el ácido láctico y disminuye el pico de acidosis causada por el exceso de carbohidratos fácilmente fermentables (almidón o azúcares), lo cual además es un ejemplo del efecto amortiguador de los protozoarios (Jouany, 1994). Pero hay que tener en cuenta que los efectos del cultivo de levadura en los rumiantes no son constantes, lo cual se debe a la combinación de distintos factores inherentes a las levaduras (nucleótidos, aminoácidos y vitaminas) que son proporcionados a los microorganismos simbióticos del rumen por medio del proceso de lisis bacteriana (Newbold, 1990). Los beneficios pueden surgir de los metabolitos per se o por su interacción con otros microorganismos ruminales, mejorando el aprovechamiento de las fuentes nitrogenadas, tales como el amonio y proteínas por parte de los microorganismos ruminales (Wholt *et al.*, 1998).

Un estudio reciente Galvao *et al.* (2005) informaron de la eficacia de la utilización de ADY en los terneros jóvenes privados de calostro, sobre el consumo de grano y el crecimiento, especialmente antes del destete, con beneficios adicionales sobre el estado de salud de los animales, el número de días con diarrea se redujo en el grupo suplemento con ADY. Este es un buen ejemplo del efecto del producto ADY, a través de su efecto sobre el pronto establecimiento de comunidades microbianas en el rumen, con un impacto positivo sobre el comportamiento animal y la salud. En otro estudio de ternera, en el cual ADY ha sido suplementadas, mostró una respuesta positiva en el comportamiento de terneros (incremento en el consumo de MS, ganancia diaria promedio, cambios en lo ancho y peso de la cadera), lo que podría ser correlacionada con una mejora en el desarrollo ruminal parámetros tales como las papilas longitud y anchura, y el espesor de las paredes del rumen (Lesmeister *et al.*, 2004).

Los patrones de fermentación del rumen se modifican con los diferentes sustratos de la dieta y el sistema de alimentación utilizado. Mejorar la fermentación ruminal puede afectar el consumo de alimento, particularmente en dietas altas en forraje donde existan limitaciones físicas del rumen que puedan restringir la cantidad de material a ingerir y, en el caso de dietas altas en concentrados, los factores químicos más que físicos pueden

influenciar el consumo, situación esta que se presenta en la ganadería de altura (Wohlt *et al.*, 1991).

Estabilización del pH Ruminal

El pH ruminal refuerza el balance entre la capacidad amortiguadora y la acidez de la fermentación. Al disminuir el pH, se estrechan las relaciones acetato-propionato, por consecuencia al incrementarse el pH se amplían las relaciones acetato-propionato. La composición de la dieta y las practicas de alimentación influyen sobre el pH ruminal, ya que, ha medida que se incrementa la proporción de ingredientes de fermentación rápida disminuye el pH y viceversa. Aun cuando no puede definirse un pH optimo en el medio ruminal, los microorganismos presentan cierto intervalo en el cual se reproducen mejor y su metabolismo es mas eficiente, los protozoarios manifiestan su principal desarrollo a pH cercano a 6.5 y son severamente afectados en pH superiores a 8 e inferiores a 5.5, siendo este ultimo uno de los factores que mas afectan su población. La disminución del pH del rumen reduce la viabilidad de las bacterias celulolíticas y por lo tanto, se reduce la actividad sobre los carbohidratos estructurales (Williams *et al.*, 1983). En condiciones ruminales de pH bajo, el ataque bacteriano a las paredes celulares es difícil y por lo tanto se reduce su digestión. Se considera que un pH ruminal superior a 6.2 es el optimo para obtener una buena digestión de celulosa, la importancia de la amortiguación del pH a nivel ruminal tiene la finalidad de mantener el metabolismo de los microorganismos ruminales en un rango optimo para su crecimiento. La modulación del pH ruminal es uno de los efectos de la *Saccharomyces cerevisiae* (Williams, 1989).

Con el consumo de hidratos de carbono rápidamente fermentables, un marcado decremento post-prandial en el pH ruminal es generalmente observado (Nocek, 1997). En realidad, la rápidas fermentación microbiana conduce a un aumento en la concertación de los ácidos grasos volátiles (AGV) en el rumen, lo que contribuye a disminuir el pH ruminal. Con la disminución del pH ruminal, las especies bacterianas productoras de lactato tales como *Streptococcus bovis* puede superar en número a las especies que utilizan lactato de *Megasphaera alsdenii* y *Selenomonas ruminantium*, lo que lleva a una acumulación de lactato en el rumen. Debido a la baja pKa de ácido

láctico comparado a la pKa de los principales VFAs (pKa es 4.8-4.9 es de acetato, propionato y butirato), el ácido láctico en general desempeña un papel importante en el inicio de la acidosis. Cuando el pH del rumen es bajo, la diversidad de microorganismos es reducida, el número de protozoos puede bruscamente declinar y la población bacteriana es alterada (Martin *et al.*, 2006a). Por ejemplo, se ha reportado que las principales especies bacterianas degradadoras de fibra *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus* y *R. flavfaciens* son especialmente sensibles a pH bajos (Russell y Wilson, 1996). Si el pH ruminal sigue a la baja, podrá sustituir a los lactobacilos *S. bovis*, iniciando un efecto en espiral con exceso de acumulación de lactato conducen a la acidosis metabólica (Russell y Hino, 1985). La acidosis es perjudicial para el comportamiento productivo, además tiene un impacto negativo sobre la salud de los animales. Por ejemplo, acidosis ruminal ha sido claramente implicada en la presentación de la laminitis, la severidad de la laminitis ha sido relacionado con la frecuencia, intensidad y duración de los daños de la acidosis sistémica sobre el mecanismo de respuesta para la liberación de las sustancias vaso activas tales como endotoxinas e histamina (Nocek, 1997).

En acidosis sub-aguda, endotoxinas o lipopolisacárido (LPS) son liberados debido a la lisis de bacterias Gram negativas, que son sensibles a pH bajo. LPS pueden translocar a la sangre y desencadenar una respuesta inflamatoria (Gozho *et al.*, 2005, 2006). Además, recientemente se identificó una especie de bacterias ruminal resistente a la acides *Allisonella histaminiformans*, que esta implicada en la laminitis, como produce histamina metabolito de la descarboxilación de la histidina (Garner *et al.*, 2002, 2004). La acidosis es también a menudo relacionada con inflamación, porque la motilidad del rumen disminuye a pH bajo, y la liberación de los mucopolisacáridos de *S. bovis* ácido-tolerante induce un aumento de la viscosidad del contenido ruminal (Cheng *et al.*, 1998). Por otra parte, el bajo pH ruminal de la digesta puede tener un impacto negativo sobre la integridad de la pared ruminal. Las repetidas agresiones por fermentación ácida puede causar atrofia papilar, difundir las zonas de agudo o crónico, lesiones, cicatrices resultantes de la gravedad de la ruminitis local, perforaciones y mucormycosis que causan dolor, e incomodidad, así como la irregularidad de ingesta de pienso y la alteración de la función ruminal (Thompson *et al.*, 2006).

A las levaduras se les atribuye ciertas propiedades del control del pH del rumen, que ayuda a estabilizarlo, por lo que es recomendable en dietas altas en concentrado y riesgo de acidez. Como en el trabajo realizado por Van Vuuren (2003). Donde utilizo la levadura al inicio de la lactación en ovejas lecheras encontrando una estabilidad del pH ruminal. Varios estudios en animales han reportado efectos de levaduras vivas en la estabilización del pH ruminal. Ovejas con cánulas en el rumen recibieron una ADY durante su adaptación a un dieta alta en concentrado, se reporta que el pH ruminal se mantuvo en valores compatibles con una eficiente función ruminal, como lo muestra la alta actividad fibrolítica en el rumen de los animales suplementados versus los controles (Chaucheyras -Duran y Fonty, 2006). A efecto de estabilizar el pH se reportaron vacas con canulas ruminales, alimentadas con ADY (Williams *et al.*, 1991). En estos estudios, el aumento de pH ruminal se produjo con menores concentraciones de lactato en el rumen de los animales suplementados. Una disminución en la concentración de lactato ha sido reportado de incubación *in vitro* con una mezcla de microorganismos ruminales (Lynch y Martin, 2002; Lila *et al.*, 2004), que podría ser debido a las interacciones entre las células de levadura y el metabolismo bacteriano del lactato. De hecho, se ha demostrado *in vitro* que una cepa de *S. cerevisiae* fue capaz de exceder en número a *S. bovis* cuando competían por la utilización de azúcares, consecuentemente limito la cantidad de lactato producido por esta especie de bacteria (Chaucheyras *et al.*, 1996). Este efecto se observó cuando células de levadura estaban vivas, pero se perdió cuando las células que se usaron se inactivaron por calor. Por otra parte, la estimulación del crecimiento y el metabolismo de lactato, utilización bacterias, como *Megasphaera elsdenii* o *Selenomonas ruminantium*, han sido observado *in vitro* en presencia de diversas levaduras vivas (Nisbet y Martin, 1991; Rossi *et al.*, 1995; Chaucheyras *et al.*, 1996; Newbold *et al.*, 1998; Rossi *et al.*, 2004) a través del suministro de factores de crecimiento como aminoácidos, péptidos, vitaminas y ácidos orgánicos, los que parecen ser componentes esenciales de bacterias fermentadoras de lactato. Estos resultados demuestran el potencial de las levaduras vivas para controlar la disminución del pH y limita la acumulación de lactato en el rumen. La adición de *Saccharomyces cerevisiae* estimula el consumo del lactato por la utilización de las bacterias utilizadoras del lactato, sugiriendo que el uso de las levaduras puede proveer la fermentación y cambios

moderados en el pH ruminal. Sin embargo, la suplementación con levadura fue disponible a la influencia de la fermentación ruminal en cabras, induciendo con esto una acidosis ruminal, sugiriendo que en pH moderados el efecto es en una pequeña magnitud. Contrariamente a lo ocurrido en vacas lecheras la fermentación, y el pH no fue afectado por la adición de la *Saccharomyces cerevisiae* y concuerda con lo publicado por Carro *et al.* (1996). Estos investigadores explican que la alta capacidad bufferizante de los sistemas *in vitro* suelen ser inapropiados para el estudio del efecto del pH a nivel ruminal (Kung *et al.*, 1997). Sin embargo, en la mayoría de las circunstancias prácticas, el lactato se acumula en el rumen sólo en niveles bajos (Goad *et al.*, 1998) y el patrón de fermentación ruminal y la disminución de pH son derivados por las altas concentraciones de AGV (> 150 mm; Brossard *et al.*, 2004). De hecho, un modelo que trató de inducir acidosis por alimentar con grandes cantidades de grano de trigo después de un día de restricción alimenticia, las vacas lecheras dieron altas concentraciones de lactato superior a 40 mM en menos de 30% de los casos, la mayoría de los animales tuvieron concentraciones de lactato alrededor de 10 mM (Krause y Oetzel, 2005). Bajo esta acidosis sub-aguda, la cual puede desarrollarse rápidamente a acidosis aguda en situación deteriorada, el impacto de ADY no ha sido bien estudiado, pero es probable que la capacidad de las levaduras vivas para utilizar el almidón y azúcares solubles desempeñar un papel importante en la reducción de la tasa de producción de ácido en el rumen. Lynch y Martin (2002) compararon los efectos de una levadura viva y una muerta en una preparación sobre el pH ruminal *in vitro* y encontraron que, cuando almidón soluble o el heno de alfalfa fueron incubados, el pH disminuyó con la preparación de levadura muerta, pero aumentó con las levaduras vivas. Brossard *et al.*, (2006) reportaron los efectos de una cepa de *S. cerevisiae* en la fermentación ruminal en ovejas con cánula en el rumen, alimentadas con 600 g / kg de grano de trigo de la dieta, en el que las levaduras vivas fueron capaces de estabilizar el pH ruminal por estimulación del protozoo ciliado *Entodiniomorphid*, que se sabe atrapa rápidamente los gránulos de almidón y que competir eficazmente con bacteria amilolíticas por sustrato (Mendoza *et al.*, 1993; Williams y Coleman, 1997). Además, el almidón es fermentado por protozoos a menor velocidad que las bacterias amilolíticas, y los principales productos finales de la fermentación son AGV en lugar de lactato, los ciliados tienen

efecto estabilizador en el rumen por retrasar la fermentación (William y Coleman, 1997). Por otra parte, *Entodiniomorphs* también son capaces de tomar algo del lactato y así pueden prevenir la acumulación de lactato en el rumen.

Además, uno de los resultados más consistentes observados con la administración de levaduras vivas en los rumiantes es un incremento en el número de células bacterianas en el rumen. Varios documentos (Newbold *et al.*, 1995, 1996) han reportado incrementos de bacterias viables que podrían ser recuperadas del rumen de animales alimentados con *S. cerevisiae*. Dado que la población bacteriana aumenta las necesidades de N disponible del rumen también aumentan, y proveerá de suficiente N siempre que este presente en el medio, es lógico esperar que una mayor proporción de esqueletos de carbono disponible se desvíen hacia la síntesis de proteína microbiana en lugar de ser fermentado y produciendo AGV como productos finales. Por lo tanto, un aumento en el número de células microbianas viables en el rumen, promovido por la administración de suplementos de levaduras vivas puede minimizar el aumento en las concentraciones ruminal de AGV evitando así una disminución en el pH ruminal. En un estudio reciente (Bach *et al.*, 2007), la administración de levaduras vivas (*S. cerevisiae*) aumento el promedio del pH ruminal y el promedio máximo de pH de 0,5 unidades, y el promedio mínimo de pH de 0,3 unidades, de vacas lactantes. Además, los autores describen un cambio en el comportamiento alimenticio de las vacas con suplementos de levaduras vivas, tuvieron intervalos mas cortos entre comidas (3,32 h) *versus* las no suplementadas (4,42 h).

Los autores sugieren que este cambio en el comportamiento alimenticio podría también ser responsable de los cambios en el pH ruminal.

En el trabajo realizado por Swartz *et al.* (1994) en vacas holstein de 120 días de lactación recibiendo la levadura *Saccharomyces cerevisiae* de 114 g/día /animal donde el pH ruminal fue indirectamente modificado, el efecto pudo deberse ala acción bufferizante de la misma ración. Sin embargo, en otros trabajos realizados en vacas, el pH fue afectado por la suplementación de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (P<0.01) donde la levadura fue suministrada vía cánula donde los valores de pH en las dietas con 0.3 y 1.0 g/día/animal no hubo diferencias, pero los valores fueron mas altos en la dieta de 1.0 g/día/animal. Donde el tiempo de administración de la dieta afecto

($P < 0.001$) el pH ruminal, con valores mas altos justo antes de la alimentación (0 h) y valores bajos después de 2 y 4 horas de la alimentación ($P < 0.05$). Dietas suplementadas con *Saccharomyces cerevisiae* reduce la variación del pH ruminal, lo cual puede ser explicado por la interacción de tiempo por tratamiento ($P < 0.05$). Los patrones de fluctuación nocturnas de los valores pH y la concentración del lactato a nivel ruminal pueden ser mas estables con la suplementación de la *Saccharomyces cerevisiae*.

Como pueden las levaduras vivas mejorar la degradación de la fibra en el rumen

Celulosa y hemicelulosa representan alrededor de 300 g / kg de la dieta de la mayoría de los rumiantes. Los polímeros de la pared celular de las plantas son insolubles, estructuralmente complejos y no totalmente accesible físicamente, lo que explica por que su degradación es algunas veces limitada (Nagaranja *et al.*, 1997; Forsberg *et al.*, 2000). Por otra parte, las enzimas de los microorganismos no son capaces de hidrolizar este tipo de molécula. En algunas condiciones. Las levaduras vivas han influido en el crecimiento y la actividad de degradación las fibras por los microorganismos del rumen, aunque en su mayor parte *in vitro*. La germinación de zoosporos en el rumen de una cepa de hongos *Neocallismastix frontalis* fue estimulado *in vitro* por *S. cerevisiae* (Chaucheyras *et al.*, 1995b). Y los autores sugirieron que podrían las levaduras mejorar la colonización de hongos de las paredes de células vegetales. En los mismos estudios, la degradación del papel filtro de la celulosa por *N. frontalis* también fue estimulada por la presencia de células de levadura vivas. Varios modelos de acción identificada en este sentido, uno de ellos el suministro de tiamina, una vitamina necesaria por los hongos del rumen para la zoosporogenesis.

El rumen degrada y fermenta eficientemente los polisacáridos estructurales por medio de un número muy elevado de enzimas (polisacaridasas) producidas por su misma microbiota la cual puede ser modificada al ser suplementados los animales con *Saccharomyces cerevisiae* un ejemplo muy claro es la degradación de los arabinoxylanos, polisacarido estructural que se encuentra en las paredes celulares de los forrajes y en el endospermo de los cereales, lo cual requiere de una serie de enzimas trabajando secuencialmente. Esencialmente, las enzimas las cadenas de arabinosa, el grupo acetil, el ácido ferúlico y el ácido Glucurónico, actúan primero seguidos por las

xilasa que se encargan de fraccionar las principales cadenas de xilanos. La descomposición de la celulosa necesita también de una serie de enzimas que incluyen endo-glucanasas, glucano, celobiohidrolasa y glucosidasas. La hidrólisis de los polisacáridos estructurales hasta los azúcares fermentables por lo tanto un sistema complejo de cooperación entre los microorganismos y sus enzimas. La eficacia de algunas cepas de levadura para estimular el crecimiento y / o actividades de bacteria fibrolítica también ha sido demostrado. *In vitro*, una cepa de *S. cerevisiae* estimulo el crecimiento de *Fibrobacter succinogenes* S85 y reducir el tiempo de retraso en el crecimiento de *Ruminococcus albus* 7, *Ruminococcus flavefaciens* FD1, y *Butyrivibrio fibriosolvens* D1 (Girald y Dawson, 1995). Callaway y Martin (1997) mostraron que la misma levadura podría acelerar el ritmo, pero no el alcance, la degradación de la celulosa del papel filtro por *F. succinogenes* S85 y *R. flavefaciens* FD1. *In vivo*, utilizando corderos gnotoxenic sólo tres especies de bacterias (*F. succinogenes*, *R. albus*, y *R. flavefaciens*) como únicos organismos celulolíticos, se demostró que la bacteria celulolítica llegó a ser establecida primero, y permanece en un nivel alto y estable, incluso después de un período de estrés particularmente en corderos equipados con una cánula ruminal fueron alimentados con ADY diario.

Además, la mayoría de las polisacaridasas e hidrolasa de glucósido actividad aumentaron en la presencia de este producto de levadura (Chaucheyras-Duran and Fonty, 2001). Otros estudios también han reportado mayor actividad de degradación de polisacáridos de la asociación de la fracción bacteriana sólida en el rumen de ovejas con cánulas alimentados con dietas altas en concentrado en presencia de dos diferentes ADYs (Jouany *et al.*, 1998; Chaucheyras-Durand and Fonty, 2006). En este último documento se informó que las proporciones de ARN ribosomal 16S de las tres principales especies bacterianas celulolítica (*F. succinogenes*, *R. albus*, y *R. flavefaciens*) aumentó en el rumen de los ovinos alimentados con la levadura, lo que confirma un beneficio en el crecimiento y/o actividades de estas bacterias. De dos a cuatro veces mayor en el número de copias de genes 16S rRNA de *R. albus* y *R. flavefaciens* fue también medida con PCR en tiempo real en el contenido ruminal de ovejas que reciben dietas altas en concentrado y una ADY (Mosoni *et al.*, 2007). Tales efectos podrían explicar la mejor degradación ruminal de la fibra a menudo reportada *in*

vivo (Plata *et al.*, 1994; Miranda *et al.*, 1996; Chaucheyras-Durand and Fonty, 2000; y Etle Schwartz, 2002), aunque esto no siempre ha ocurrido (Angeles *et al.*, 1998; Corona *et al.*, 1999). Estos efectos beneficiosos sobre la digestión de fibra puede ser en parte responsable del aumento en la ingesta de la materia seca a menudo observado con la alimentación de la levadura (Jouany, 2006). Uno de los principales factores implicados en el efecto beneficioso de las levaduras vivas en la degradación bacteriana de la fibra es la capacidad de las células de levadura para recoger oxígeno. De hecho, aunque el medio ambiente del rumen, se sabe que es estrictamente anaeróbico, el oxígeno disuelto puede ser detectado *in situ*, tanto como 16 L/día de oxígeno puede entrar en el rumen un ovino durante la alimentación y la ingesta de agua, la rumia o salivación (Newbold, 1995).

La mayoría de los microorganismos del rumen son altamente sensibles al oxígeno, y Newbold *et al.* (1996) reportaron que deficiencias respiratoria mutante de *S. cerevisiae* fueron incapaces de estimular el número de bacteriana en el simulador de fermentación del rumen, mientras que el amplio tipo de cepas relacionada, capaces de consumir oxígeno, efectivamente estimulan la actividad bacteriana. Las características de la *Saccharomyces cerevisiae* permite eliminar el oxígeno del ambiente ruminal, con lo que facilita el crecimiento de bacterias anaeróbicas estrictas, es decir las bacterias celulolíticas que promueven la degradación de la pared celular y estimulan el crecimiento de bacterias que utilizan lactato y digieren celulosa por lo tanto incrementan la digestibilidad de la dieta, así como la relación acético-propiónico. Los cultivos puros de *Saccharomyces cerevisiae* se reproducen mitóticamente, pero los medio con alto contenido de fibra estimulan su esporulación, durante la esporulación el cultivo de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* sintetiza seis tipos de enzimas 1-6 y 1-3 glucanasas, lo que tiene como finalidad desdoblar la pared celular que lo rodea (Callaway y Martín, 1997).

Otros estudios han reportado que el potencial reductivo del líquido ruminal fue menor en la presencia de levaduras vivas en los corderos (Chaucheyras-Duran and Fonty, 2002) y ovejas (Jouany *et al.*, 1998), lo que sugiere que las células de levaduras vivas crean más favorablemente condiciones ecológicas para el crecimiento y las actividades anaeróbicas de la microbiota autóctona. Dado que las levadura vivas pueden poner en

libertad vitaminas u otros factores de crecimiento asociados estrechamente a las células bacterianas (Jouany, 2006), su impacto en el potencial reductivo también puede ser mediada la microflora y no sólo un efecto directo sobre el consumo de oxígeno.

El análisis de la digestibilidad de los alimentos es de gran importancia, ya que existen diferentes moléculas que son fácilmente absorbibles y otras que son resistentes a la degradación, la digestión de un ingrediente depende de factores importantes como la cantidad del ingrediente, las propiedades intrínsecas y la interacción entre los ingredientes. La tasa de digestión es la interpretación de las curvas de la degradación acumulativa y se refiere a la cantidad de alimento que puede ser digerido por la unidad de tiempo. En dietas a base de pajas, más del 60 % de la digestión se lleva a cabo en el rumen, el efecto de los protozoarios sobre la digestión de la pared celular de los vegetales son más marcados en dietas suplementadas con almidón, con cierta disminución en la digestión de carbohidratos de la pared celular. Los protozoarios tienen mayor efecto sobre la digestión de la hemicelulosa en comparación con la celulosa (+53 para hemicelulosa contra +23 % celulosa). La cantidad de fibra neutro detergente en el forraje no está directamente relacionada al contenido de FDN degradable en el rumen, los factores físicos y químicos que limitan la digestión de la pared celular de los forrajes pueden ser diferentes a los asociados a los granos, algunos resultados de dietas que incluyeron *Saccharomyces cerevisiae* utilizando forrajes en el ganado, tuvieron incrementos en el consumo de alimento (Mutsvangwa *et al.*, 1992).

Efectos de levaduras vivas en el metabolismo de nitrógeno

La conversión microbiana de péptidos y aminoácidos al amoníaco en el rumen es desfavorable para el animal hospedero, porque se requiere de energía por la síntesis de la proteína microbiana, y no todo el amoníaco está incorporado en la proteína (Wallace *et al.*, 1997a).

Por consiguiente, si los altos niveles de amoníaco se producen en el rumen, una gran cantidad de N se excreta en la orina y las heces. Por ejemplo, en sistemas de producción animal alimentados con altas cantidades de N, más de la mitad del N se excreta en la orina, en su mayoría en forma de urea, que es rápidamente mineralizados en NH_3/NH_4 y después convertido a óxido nitroso (N_2O), que tiene un potencial de calentamiento

atmosférico que es 296 veces al del dióxido de carbono (CO₂) y más de 12 veces que el metano (CH₄; Steinfeld *et al.*, 2006). Debido a la creciente preocupación de la función de la ganadería sobre el cambio climático, estrategias nutricionales que tienen por objetivo la disminución de la pérdida de N en el rumen son de interés. Efectos de presentación de datos de levaduras vivas en N metabolismo microbiano en el rumen son escasos y algunos polémicos. Generalmente los parámetros relacionados con N estimaron cuando gravaron el impacto de las levaduras *in vivo* es la concentración de amoníaco, que es muy variable dependiendo de varios factores: abióticos (es decir, la naturaleza de la dieta) y bióticos (es decir, relacionados con el huésped y microorganismos).

Sin embargo, en corderos criados - genotípica una microflora ruminal muy simplificada, la concentración de amonio disminuyó en presencia de un ADY (Chaucheyras-Durand and Fonty, 2001), un fenómeno también observado en el rumen de los corderos recién nacidos (Chaucheyras-Durand and Fonty, 2002). En un estudio con los rumiantes adultos, un efecto similar sobre la concentración de amoníaco se produjo con la alimentación diaria de levadura (Kumar *et al.*, 1994). Combinados, estos datos sugieren algunos cambios en el metabolismo de N en el rumen por microorganismos en la presencia de levaduras. Los recientes hallazgos *in vitro* indicaron que una cepa de levadura puede influir en el crecimiento y la actividad proteolítica de las bacterias del rumen, limitando su acción sobre las proteínas y péptidos. Los mecanismos de acción de la levadura puede ser debido a la competencia entre células vivas de *S. cerevisiae* y bacterias para el suministro de energía y por un efecto inhibitorio directo de la levadura de las pequeñas peptidasas bacteriana sobre péptidos (Chaucheyras-Durand *et al.*, 2005). Una recopilación de estudio (Snifén *et al.*, 2004), entre ellos 14 estudios de campo con vacas lecheras en la recepción de esta cepa de la levadura sugiere que el nivel de dietética soluble N (es decir, amoníaco, aminoácidos y péptidos) es un parámetro clave en la producción de una respuesta a la levadura como probiótico. Con un adecuado equilibrio dietario entre N soluble y carbohidratos, las levaduras vivas, aumentarían el crecimiento microbiano y la disminuirían la pérdida N; además como más hidratos de carbono digeridos se incorporarían en masa microbiana (es decir, un aumento de la fermentación de acoplamiento) y no desperdiciar en la forma de AGV, el riesgo de

acidosis sería reducir. Sin embargo, con otros productos de levadura, no se observaron respuestas positivas en las vacas lecheras en la cantidad y la composición microbiana de N alcanzado en el duodeno (Erasmus *et al.*, 1992; Putnam *et al.*, 1997). Se necesitan más investigaciones para comprender mejor cómo los factores de la dieta influyen en los impactos de ADYs sobre el metabolismo microbiano N.

La digestión de las proteínas está relacionada con la solubilidad dentro del rumen, cuando la solubilidad es menor, disminuye la liberación de amoníaco por lo tanto la síntesis de proteína microbiana se ve limitada por la deficiencia de este compuesto. Distintas fuentes de nitrógeno contribuyen a la producción de amoníaco ruminal, el nitrógeno no proteico (NNP) de la dieta, nitrógeno salival y posiblemente pequeñas cantidades de urea que penetran al rumen a través de sus paredes, todas estas son convertidas casi totalmente en amoníaco dependiendo del tipo de dieta suministrada a los rumiantes, los microorganismos ruminales convierten en amonio del 60-90 % de nitrógeno diario consumido y del 50-70 del nitrógeno bacteriano puede ser derivado del amonio de la dieta, de tal manera, que el metabolismo del nitrógeno parece depender del contenido de nitrógeno en la dieta basal (Molones y Drenan 1994).

El suministro de aminoácidos, así como una cantidad adecuada de amoníaco y ácidos grasos de cadena ramificada estimulan el crecimiento de las bacterias celulolíticas, la concentración óptima de nitrógeno amoniacal en el rumen, es aquella que resulta en la máxima tasa de fermentación o la máxima tasa de producción de proteína microbiana por unidad de sustrato fermentado, en estudios realizados *in Vitro*, se encontró que la concentración de amoníaco requerida para la máxima síntesis de proteína de origen microbiano por unidad de sustrato fermentado, es de 5 a 6 mg dl⁻¹ en rumen; sin embargo, en estudios *in vivo* se encontró una variación de 8.8 a 28.9 mg dl⁻¹ en el líquido ruminal. Las bacterias tienen crecimiento satisfactorio cuando la concentración de nitrógeno amoniacal es de 5 mg dl⁻¹ en el fluido ruminal, ésta es la cantidad mínima necesario para soportar el crecimiento microbiano máximo, no obstante se menciona que la concentración de amoníaco en rumen más adecuada para el crecimiento y la síntesis de proteína microbiana es de 9.0 mg dl⁻¹ la concentración de nitrógeno amoniacal ruminal puede variar de 0.8 a 56.1 mg/100 ml de fluido ruminal incrementándose con el porcentaje de proteína degradable, el contenido de nitrógeno amoniacal a nivel ruminal

no se afecta por la adición de levadura; por lo tanto se sugiere que el aporte de nitrógeno por los microorganismos ruminales no se incrementa cuando se utiliza levadura en la alimentación animal (Gedek *et al.*, 1993).

Peso Vivo

El efecto de la levadura Sc. en cabras que recibieron 0.2 g d⁻¹ de la cepa (Levicelell SC20) que equivale a 4 x 10⁹ cfu d⁻¹ de Sc. de la semana 3 a 126 días postparto. Los resultados indican que la condición corporal de los animales (2.73 grupo control vs. 2.81 tratamiento, P = 0.15) no fue afectada por la dieta experimental. Pero si se afecto el consumo de materia seca (2.71 Kg. d⁻¹ en el grupo tratado vs. 2.35 Kg. d⁻¹, P<0.001) lo cual se refleja en la producción de leche. (Stella *et al.*, 2007). Pero en cabras de raza Murciano-Granadina que recibieron una combinación de *Saccharomyces cerevisiae* y malato 10 g Kg.⁻¹ de concentrado en forma de pellets, el cual fue proporcionado de manera individual, 0.6 Kg. por animal. El tratamiento y el grupo control sin la combinación de *Saccharomyces cerevisiae* y malato, se observaron ganancias de peso de 39 contra 19 g d⁻¹ (P <0.05). Las cabras suplementadas ganaron más peso corporal que las cabras del grupo control (Salama *et al.*, 2002). Pero el efecto de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* fue diferente, en cabras fistuladas que recibieron 0.5 g d⁻¹ dos veces al día con pistola dosificadora, los resultados muestran que no hay efecto de la *Saccharomyces cerevisiae* en ganancia de peso vivo (32.8 g Kg.⁻¹ control vs. 31.3 g Kg.⁻¹ tratamiento), no existiendo un efecto significativo de la dieta.(Giger-Reverdin *et al.*, 2004).

En ovinos la ganancia de peso fue mejorada con la adición de cultivos de levaduras. La combinación de *Saccharomyces cerevisiae* y monensina sódica mejoran la ganancia de peso y eficiencia alimenticia de ovinos alimentados con dietas con 50 % de rastrojo de maíz y 50 % de concentrado donde la *Saccharomyces* fue suministrada a 1g Kg.⁻¹ de materia seca y la monensina sódica 0.1 g Kg.⁻¹ de materia seca esto en borregos con un peso aproximado de 19 Kg. peso vivo donde las ganancias de peso diario fueron, en el grupo testigo 0.189 Kg. Kg.⁻¹, para el grupo de *Saccharomyces cerevisiae* 0.231 Kg. Kg.⁻¹, el grupo de monensina sódica 0.203 y el grupo de S. *cerevisiae* + Monensina Sodica 0.220 Kg. Kg.⁻¹ (Plata *et al.*, 2004). En otro estudio donde al usar (20%) de

cerdaza en dietas de borregos de engorda con la inclusión de *Saccharomyces cerevisiae* mejoraron significativamente la ganancia de peso diario (268.7 g d⁻¹) y la ganancia diaria total (22.6 Kg.) (López *et al.*, 1997). Contrario a lo publicado por Wells y Mason (1976), en borregos donde no encontraron diferencias en ganancia de peso o en grado de la canal, pero la producción de la canal de los animales que recibieron el cultivo de levaduras fue mejor respecto al grupo testigo. Al igual que Rouzbehan *et al.*, (1994), donde la inclusión de *Saccharomyces cerevisiae* en una dieta de pulpa de remolacha de azúcar y cebada no cambio la ganancia de peso vivo ni el peso de la canal de borregos. El efecto de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en vacas Holstein y Carora que recibieron 10 g d⁻¹, desde el inicio de la lactancia hasta la semana 15 post-parto. El suministro de *Saccharomyces cerevisiae* no afectó el peso vivo en las vacas Holstein, esta respuesta puede ser debido a que la *Saccharomyces cerevisiae* mejora las condiciones del rumen permitiendo un mejor y mayor aprovechamiento de la dieta que consumen los animales, con la resultante de una pronta recuperación del balance energético, menor pérdida de peso y como consecuencia condición corporal (Rivas *et al.*, 2006). Respuesta contraria se observó en las vacas Carora donde las pérdidas de peso fueron significativas (P<0.05), observando que las vacas en tratamiento registraron mayor pérdida de peso que las vacas del grupo control (-13.4 vs. 5.6 Kg.) respectivamente. No obstante la condición corporal no fue afectada por el suministro de *Saccharomyces cerevisiae* en ambas razas

Vacas alimentadas con dietas suplementadas con un cultivo de levaduras ganan numéricamente más peso vivo y pierden menos condición corporal (P<0.01) que las que no fueron suplementadas en la dieta cercanas a 21 días del periodo preparto (Robinson, 1995). En un estudio realizado en vacas lecheras, la ganancia de peso vivo no hubo efecto por la adición de *Saccharomyces cerevisiae* (Piva *et al.*, 1994).

En vacas Holstein que recibieron como dieta basal 40 % de silo de maíz y 60 % de concentrado, fueron sometidas a cuatro tratamientos: el tratamiento control, 0.75 % de NaHCO₃ en dieta basal, 1 % de *Saccharomyces cerevisiae* en dieta basal y la combinación de ambos, evaluaron los efectos sobre el peso vivo, donde el grupo control el peso vivo fue de 629 Kg., el grupo de NaHCO₃ 626 Kg., el grupo con levadura 634 Kg., y la combinación de NaHCO₃ y Sc 621 Kg.. no encontrándose efectos

significativos en el peso vivo en los animales (Erdman y Sharma, 1989). Tendencia muy parecida se reporta en otro estudio donde se evaluaron los efectos de la *Saccharomyces cerevisiae* en el peso vivo, los animales en estudio recibieron 0.0 g d⁻¹ en el control y 10 g d⁻¹ en el tratamiento en la primera lactancia presentaron diferencias estadísticas significativas por efecto de la dieta pero a favor de los animales sin levadura (683 Kg., control vs 612 Kg. tratamiento P<0.05), en la segunda lactancia los animales recibieron la *Saccharomyces cerevisiae* 0.0 g d⁻¹ en el control, 10 g d⁻¹ en el primer tratamiento y 20 g d⁻¹ en el segundo tratamiento, en el grupo control el peso vivo fue de 655 Kg., en el tratamiento de 10 g d⁻¹ 653 y en el tratamiento de 20 g d⁻¹ fue de 651 Kg.. no existiendo efecto significativo en el peso vivo por efecto de dieta y número de lactancia en los animales en estudio (Kung *et al.*, 1997). En otro trabajo donde se evaluaron los efectos de la *Saccharomyces cerevisiae* en relación al peso vivo de vacas en estrés calórico. Los animales recibieron 60 g d⁻¹ de *Saccharomyces cerevisiae* en el tratamiento y 0.0 g d⁻¹ en el control, los resultados muestran que los efectos de la *Saccharomyces cerevisiae* en relación al peso vivo no fue significativo (616 Kg.. en el tratamiento vs. 629 Kg.. en el grupo control P>0.05) (Schingoethe *et al.*, 2004).

Producción y Composición de Leche

La producción caprina es más común en las zonas áridas y semiáridas (Sanz *et al.*, 2006), tal y como ocurre en nuestro país, México. La producción de leche caprina es una de las principales fuentes de ingresos para los productores de esta especie. La cabra es muy eficiente en convertir los recursos forrajeros de baja calidad en leche. La mayor parte de leche caprina en el país (70 %) proviene de sistemas extensivos en zonas áridas (Mellado *et al.*, 2004).

La leche de cabra difiere de la de vaca o la humana en tener una mejor digestibilidad, alcalinidad, capacidad buffer y ciertos valores terapéuticos en medicina y nutrición humana (Park, 1994), conferidos a la composición específica de la grasa de la leche. El porcentaje de vitamina A, calcio, fósforo y magnesio son superiores a la leche de vaca (Sanz *et al.*, 2006). La leche caprina, contiene elevadas concentraciones de ácido linoléico conjugado, que posee propiedades antitumorales, presente en animales alimentados en

pastoreo, con concentraciones mucho mayores (cuatro veces) que los animales explotados en estabulación (Minikhiem, 2002).

La información sobre la composición y características físico-químicas de la leche de cabra y borrega es esencial para el desarrollo exitoso de la industria lechera, así como para los productos lácteos. Cambios en la en la composición de la leche ocurren por estación, hacia el final de la lactancia el contenido de grasa, proteína, sólidos y minerales se incrementa mientras el contenido de lactosa decrece (Park *et al.*, 2007). La producción de grasa y proteína están inversamente relacionadas con el nivel de producción (Lombaard, 2006). Los tres componentes más importantes son grasa, proteína y lactosa. La grasa es el componente de mayor variación, mientras que la lactosa es la menos variable (García y Holmes, 2001; Fekadu *et al.*, 2005), y tienen una alta correlación con la producción, firmeza, color y sabor de los subproductos lácteos. El contenido de sólidos totales y proteína son los más significativos en el rendimiento de queso (Delacroix y Lamberet, 2000; Guo *et al.*, 2003).

El efecto en producción de leche de la levadura *Sc.* en cabras que recibieron niveles de 0.2 g d^{-1} de la cepa (Levicelell SC20) que equivale a $4 \times 10^9 \text{ cfu d}^{-1}$ *Sc.* de la semana 3 a los 126 días postparto. Los resultados indican que existió una alta significancia en el periodo de estudio la producción de leche fue de 0.3 Kg. d^{-1} mas alto en el tratamiento que en el grupo control donde los resultados fueron (2.08 Kg. d^{-1} en el control y de 2.38 Kg. d^{-1} en el tratamiento, $P < 0.05$) (Stella *et al.*, 2007). Sin embargo, cuando las cabras recibieron una combinación de *Saccharomyces cerevisiae* y malato 10 g Kg.^{-1} en el concentrado el cual fue proporcionado de manera individual en forma de pellets a razón de 0.6 Kg. por animal en el tratamiento y el grupo control sin la combinación de *Saccharomyces cerevisiae* y malato, los resultados en la producción de leche fue de (2.09 contra 2.08 L d^{-1}) tratamiento contra control, respectivamente, donde el tratamiento no tuvo un efecto significativo ($P > 0.05$) en la producción de leche (Salama *et al.*, 2002).

La composición de la leche de cabra varía por efecto de dieta, raza, individualidades, partos, estación, manejo, condiciones ambientales, estado de lactancia, estado sanitario de la ubre (Park, 2006^a; Jenness, 1980).

Cuando a la dieta de las cabras se les adiciono levadura *Sc.* la composición de la leche de cabras, cuando consumieron 0.2 g d^{-1} de la cepa (Levicelell SC20) durante la semana 3 a la 126 días postparto. Los resultados indican que el contenido de grasa de la leche fue significativamente mas bajo para los animales en tratamiento que para el grupo control (4.32 vs. 4.46 % $P < 0.001$), la suplementación con levadura reduce el contenido de grasa en leche. El contenido de proteína de la leche fue muy similar (3.65 grupo control vs. 3.65 % tratamiento, $P=0.51$). Los tratamientos no afectaron el contenido de lactosa de la leche (4.99 grupo control vs. 4.94 % tratamiento, $P=0.37$) (Stella *et al.*, 2007). En cabras de raza Murciano-Granadina que recibieron una combinación de *Saccharomyces cerevisiae* y malato 10 g Kg^{-1} de concentrado en forma de pellets. En el tratamiento y el grupo control sin la combinación de *Saccharomyces cerevisiae* y malato, se observo que el porcentaje de grasa es menor en el tratamiento que en el grupo control (4.85 % vs. 5.17 %) respectivamente, la misma tendencia se reporta en el porcentaje de proteína (3.63 % vs. 3.70 %) respectivamente ($P>0.05$) (Salama *et al.*, 2002).

La inclusión de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en el ganado bovino de leche puede incrementar la producción láctea; tal como lo señala el trabajo de Putnam *et al.* (1997), suministraron 0 vs. 10 g d^{-1} *Saccharomyces cerevisiae* en dietas con dos diferentes niveles de proteína cruda (16.1 vs. 18.8 % de la materia seca), se encontró: en el nivel bajo de proteína cruda sin levadura presentaron menor producción de leche (31.0 Kg. d^{-1}) que el mismo nivel de proteína con levadura (32.1 Kg. d^{-1}), Además, los niveles bajos de proteína cruda sin levadura presentaron menor porcentaje de grasa y proteína en la leche (3.04 y 3.03 %) respectivamente, que el mismo nivel de proteína con levadura (3.24 y 3.07 %) respectivamente. en el nivele alto de proteína cruda sin levadura fue mas baja la producción de leche, que el mismo nivel de proteína cruda con levadura ($31.6 \text{ vs. } 31.9 \text{ Kg. d}^{-1}$) respectivamente, en los niveles de proteína cruda alta sin levadura el porcentaje de grasa y proteína fueron iguales al nivel de proteina cruda con levadura (3.23 y 3.08 %) en ambos tratamientos la tendencia observada en la producción de leche se debe al incremento del consumo de materia seca. Sin embargo, resultados contrarios en la producción de leche reporta Swartz *et al.* (1994) al evaluar dos cepas de *Saccharomyces cerevisiae* (5.3×10^{10} cfu/día/animal y 5.1×10^{10}

cfu/día/animal) en producción de leche. Los tratamientos fueron mezclados con harina de maíz y se proporcionaron 114 g por vaca/día. La producción de leche promedio para el grupo control, el grupo de levadura de 5.3×10^{10} cfu y el grupo de la cepa 5.1×10^{10} fue de 31.8, 31.8 y 31.6 Kg. d⁻¹ respectivamente, durante 14 semanas de estudio, no existiendo diferencias estadísticas significativas. Para el contenido de grasa en la leche para el grupo control, el grupo de levadura de 5.3×10^{10} cfu y el grupo de la cepa 5.1×10^{10} fue de 3.69, 3.67 y 3.76 % y en la concentración de proteína fue de 3.15, 3.12 y 3.17 % respectivamente durante el periodo de estudio, no teniendo efecto significativo los tratamientos sobre estos constituyentes de la leche. Para evaluar la producción de leche en vacas Holstein se les proporcionó una dieta basal, compuesta de 40 % de silo de maíz y 60 % de concentrado, fueron sometidos a cuatro tratamientos, el tratamiento control, 0.75 % de NaHCO₃, 1 % de *Saccharomyces cerevisiae* y la combinación de ambos en dieta basal, el grupo control obtuvo 26.3 Kg. d⁻¹, el grupo de NaHCO₃ 25.8 Kg. d⁻¹, el cultivo de levadura 25.6 Kg. d⁻¹, y la combinación de NaHCO₃ y Sc 25.0 Kg. d⁻¹. No hubo efectos significativos en producción de leche. Los componentes de la leche en el grupo control, los porcentajes de grasa fueron para el control de 3.42 %, el grupo de NaHCO₃ de 3.33 %, el cultivo de levadura 3.46 %, y la combinación de NaHCO₃ y Sc de 3.76 %, No encontrándose efectos significativos en el porcentaje de grasa en la leche con la adición de NaHCO₃ y Sc, individualmente y en su combinación. En los resultados de proteína los porcentajes fueron para el control de 3.44 %, el grupo de NaHCO₃ 3.46 %, el cultivo de levadura 3.50 %, y la combinación de NaHCO₃ y Sc 3.51 %. Encontrando efectos en la adición de *Saccharomyces cerevisiae* (P<0.10) pero no en la mezcla con NaHCO₃. Algunos de los animales que fueron utilizados eran de primera lactación lo cual explica las diferencias en los resultados experimentales (Erdman y Sharma, 1989). En otro estudio donde se evaluaron los efectos de la *Saccharomyces cerevisiae* para producción de leche, los animales en estudio recibieron 0.0 g d⁻¹ en el control y 10 g d⁻¹ en el tratamiento, en la primera lactancia no existiendo efectos en la administración de *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta (32.9 Kg. d⁻¹, control vs 33.4 Kg. d⁻¹ tratamiento), los resultados muestran que el porcentaje de grasa en el grupo control fue de 3.58 % contra 3.50 % en el tratamiento, el contenido de proteína en la leche del grupo control fue de 3.13 % contra 3.10 % en el tratamiento no

encontrando diferencias con respecto a la administración de *Saccharomyces cerevisiae* en animales de primera lactancia. En su segunda lactancia los animales recibieron la *Saccharomyces cerevisiae* a niveles de 0.0 g d⁻¹ en el control, 10 g d⁻¹ en el primer tratamiento y 20 g d⁻¹ en el segundo tratamiento, la producción de leche fue de 39.6 Kg. d⁻¹, 40.5 Kg. d⁻¹, 40.2 Kg. d⁻¹ para cada uno de los tratamientos. No existiendo efecto significativo en la producción de leche por efecto de dieta y número de lactancia en los animales en estudio. El porcentaje de grasa, en el grupo control fue de 2.99 %, en el tratamiento de 10 g d⁻¹ de *Saccharomyces cerevisiae* fue de 3.30 % y en el tratamiento de 20 g d⁻¹ de *Saccharomyces cerevisiae* fue de 3.18 %. en la cantidad de proteína en la leche en fue de 2.56, 2.60 y 2.64 % respectivamente, No existiendo diferencias por tipo de tratamiento y número de lactancias para la composición (Kung *et al.*, 1997).

Cuando se utilizaron cánulas-duodenales para examinar los efectos de la *Saccharomyces cerevisiae* en la producción de leche, los animales recibieron 0.0 g d⁻¹ en el grupo control y 10 g d⁻¹ en el tratamiento donde, si se afectó el consumo de materia seca (21.8 Kg. d⁻¹ en el control vs. 23.2 Kg. d⁻¹, en el tratamiento) incrementando 1.4 Kg. d⁻¹ el consumo de materia seca, pero no se refleja en la producción de leche (18.9 Kg. d⁻¹ en el control vs. 20.1 Kg. d⁻¹ en el tratamiento) no existiendo efecto significativo (Erasmus *et al.*, 1992). En otro trabajo donde se evaluaron los efectos de la *Saccharomyces cerevisiae* en vacas con estrés calórico los animales recibieron 60 g d⁻¹ de *Saccharomyces cerevisiae* en el tratamiento y 0.0 g d⁻¹ en el control, los resultados muestran que la producción no tuvo un efecto significativo (35.4 Kg. d⁻¹ en el tratamiento vs. 34.9 Kg. d⁻¹ en el grupo control P>0.05). El contenido de grasa fue de 3.41 % para animales en tratamiento y 3.34 % en el grupo control, el contenido de proteína de la leche no tuvo un efecto significativo (2.87 % en el tratamiento vs. 2.85 en el grupo control P<0.57) y lo mismo ocurre con el contenido de lactosa en leche (4.83 vs. 4.80%) (Schingoethe *et al.*, 2004). Dann *et al.* (2000) al proporcionar 60 g d⁻¹ de *Saccharomyces cerevisiae* por tres semanas preparto y 20 semanas posparto a vacas Holstein. El porcentaje de grasa en leche en el grupo control fue de 4.27 , contra 4.44 en el tratamiento (P>0.10), el porcentaje de proteína fue de 3.64 en el grupo control, contra 3.78 (P>0.10) en el tratamiento y los contenidos de lactosa fueron de 4.93 vs. 4.99 %

($P > 0.10$) respectivamente no encontrando efectos significativo por efecto del cultivo de levadura.

Rivas *et al.* (2006), donde utilizo vacas de la raza Holstein y Carora, los cuales estuvieron en dos tratamientos, el grupo control 0.0 g d^{-1} y el grupo en tratamiento 10.0 g d^{-1} , donde los resultados en el contenido de grasa en vacas Holstein fue mayor en el tratamiento ($P < 0.01$) a las tres y seis semanas posparto, las cuales produjeron 2.0 y 4.8 Kg. más de grasa que las vacas control. En las vacas Carora la adición de *Saccharomyces cerevisiae* no afecto la producción de grasa acumulada, sin embargo se observo una tendencia en el tratamiento sobre el control a producir más kilogramos de grasa (0.8 y 2.1 Kg.) a las tres y seis semanas posparto respectivamente. Tal respuesta pudiese ser debida al modo de acción de la *Saccharomyces cerevisiae* que optimiza el metabolismo ruminal y permite una mejor digestión de la fibra presente en la dieta, ejerciendo un efecto positivo en la producción de grasa, incorporando un valor agregado a la leche producida.

Numero de Lactancia

El número de parto o de lactación representa entre el 2 y 3 % de variación en la producción de leche en ovejas, aunque algunos investigadores consideran que las mejores lactaciones son las comprendidas entre la 2ª y la 5ª lactación en las especies Assaf y Castellana (Palacios y de la Fuente, 1999). Sin embargo, se ha encontrado que los animales de segundo parto tienen mayor producción de leche que los animales de primer parto, incrementándose un 14.4 % la producción de leche en los animales de segundo parto en comparación con los animales de primer parto (542.4 ml/d vs 620.4 ml/d) respectivamente (El-Gayar *et al.*, 2000). Contrariamente se reporta que la producción de leche se incrementa entre el primer y segundo parto, pero disminuye progresivamente a medida que transcurren los años, donde observaron que la duración de lactancia era mayor en los animales de segundo parto (Dickson *et al.*, 2000). En el trabajo realizado por Rodríguez (2005), los resultados muestran que existe un efecto significativo por el número de parto o la edad de la cabra ($P < 0.01$) en el volumen de leche producida, donde las máximas producciones fueron en los animales de tres y mas

partos, donde en los animales de primer y segundo parto no existieron diferencias estadísticas significativas ($P>0.01$).

Así de esta manera el, número de parto, afecta tanto el volumen de producción como la composición láctea. La mayoría de los estudios reportan que conforme incrementa el número de parto, se incrementa el nivel de producción (Ruiz *et al.*, 2000; García y Holmes, 2001).

La disminución en el contenido de grasa es debido a un efecto de dilución como consecuencia del incremento en el volumen de producción, así como por la movilización de grasas como resultado de mayor demanda energética para la elevada producción, lo que disminuye la disponibilidad de ácidos grasos para la síntesis de lípidos hacia la leche (Chilliard *et al.*, 2003). Por lo que se dice que existe correlación negativa entre el nivel de producción y el contenido de grasa, observándose que por cada ml de leche producida, disminuye 0.00063 % el contenido de grasa. Mientras que, por cada Kg. de aumento en el peso vivo, incrementa 0.041 % el contenido de grasa (Díaz *et al.*, 2004b). El número de lactancias afecta significativamente ($P<0.01$) la producción de leche a favor de las cabras con tres o más partos, mientras que las cabras de uno o dos partos no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P<0.01$) (Díaz *et al.*, 2007).

Los efectos por número de lactancia con relación al peso vivo después del parto, la disminución de la condición corporal para todas las vacas durante los primeros 30 DIM, pero la disminución promedio en la condición corporal durante este período fue numéricamente menos para las vacas alimentadas con un cultivo de levaduras en la dieta que las que sin el cultivo de levaduras YC (0,31 vs 0,82) Robinson (1997) encontró que 57 g d^{-1} de YC disminuyó la pérdida de condición corporal preparto, pero el cultivo de levaduras se ha observado que no tienen ningún efecto en la condición corporal tras el parto (Robinson, 1997; Robinson y Garrett, 1999; Soder y Holden, 1999).

Los resultados de un trabajo realizado en Yucatán con cabras criollas, indicaron que las cabras de tres a cinco partos alcanzaron el pico de producción en la tercera semana, las de dos partos a la quinta semana y las de un solo parto a la sexta semana (Sánchez *et al.*, 2006).

Numero de Crías (tipo de parto)

En otros trabajos se ha encontrado que el tipo de parto afecta significativamente ($P < 0.05$) el volumen de leche producida, esto podría estarse dando por el efecto del número de la camada sobre la producción de leche, lo cual se debe al incremento en los niveles de lactógeno placentario, además del estímulo directo de la succión del cabrito. (Rodríguez, 2005).

Es decir el número de crías nacidas vivas, afecta significativamente la producción láctea total. Cuando se tienen dos o más crías, se tiene mayor producción, en comparación con hembras que solo tienen una cría o ninguna al pie. Este incremento en la producción es asociado con el estímulo que produce la cría al momento del amamantamiento. Además del incremento en la producción, el efecto del amamantamiento, modifica el tiempo en el que se presenta el pico de producción, presentándolo antes en las hembras que tienen una o 2 crías al pie, en comparación con las que no tienen ninguna; sin embargo, se observa una correlación negativa entre el número de crías y la persistencia de la máxima producción (Ruiz *et al.*, 2000). En cuanto a la composición láctea, Macciotta *et al.* (2005) observaron que las cabras de raza Sarda que tienen 2 crías presentan menor contenido de grasa y proteína en la leche.

Los parámetros de producción por tipo de parto muestran un efecto sobre la producción de leche, en animales de parto simple con 149.60 Kg., contra los animales de parto múltiple 191.68 Kg. donde el tipo de parto influye sobre la producción de leche con un nivel de 10 % de límite de confianza, en cabras Saanen y Nubias (Paz *et al.*, 2007). La misma tendencia la observaron Sánchez *et al.* (2006), en cabras con partos gemelares con reportes de producción láctea de $1,036.2 \pm 37.9 \text{ g d}^{-1}$ que las de parto sencillo $742.5 \pm 17.4 \text{ g d}^{-1}$, esta mayor producción de leche de las primeras en comparación de las segundas se asume que es debe al mayor estímulo que ejercen dos crías en comparación a una, al succiona la leche materna.

La influencia del tipo de parto o número de crías, presenta diferencias significativas de aproximadamente el 9 % (considerada una variación muy pequeña en el volumen de leche producido) entre las ovejas que paren de dos corderos contra las de uno cordero. En la raza Assaf los animales con parto simple obtuvieron una producción de leche de $229.29 \pm 4.00 \text{ Kg.}$ contra $248.97 \pm 4.03 \text{ Kg.}$ en animales de parto múltiple, ($P < 0.0001$).

En la raza castellana los animales con parto simple obtuvieron una producción de leche de 95.32 ± 5.08 contra 104.43 ± 5.08 Kg. en animales de parto múltiple ($P < 0.001$) (Palacios y de la Fuente, 1999).

Etapas de Lactancia

En el periodo de lactancia existe una correlación con relación al número de partos, como lo reporta Soto y González (1991), donde los animales de primer parto inician su pico de lactancia más tardíamente que las cabras de más de un parto. Donde la habilidad para mantener el pico de lactancia o persistencia láctea se ve afectada negativamente por el número de partos. Estudios han reportado que los picos de lactancia se dan entre la tercera y novena semana de lactancia donde las producciones promedio van desde 360-395 ml/d (Soryal, 2000). En otros estudios se han reportado producciones de 700 ml/d iniciando en la tercera semana y manteniéndose hasta la semana 18 (360 ml/d) de producción (El-Gayar *et al.*, 2000). En los resultados de Rodríguez (2005), el pico de producción en cabras nubias se manifestó de la cuarta a la séptima semana de producción con una producción aproximada de 916.7 ± 46.7 a 880.4 ± 46.7 ml/d encontrando efectos significativos ($P < 0.01$).

El efecto de la etapa de lactancia en cabras y vacas, es muy similar; sin embargo, la respuesta de la producción y composición láctea (contenido de grasa y proteína) difieren grandemente (Chilliard *et al.*, 2003). La etapa de lactancia afecta principalmente el contenido de grasa (Soryal *et al.*, 2004; Díaz *et al.*, 2004b; Chilliard *et al.*, 1986), observándose el mayor contenido de grasa en la primera semana para luego descender ligeramente y mostrar un nuevo incremento gradual; mientras que para el contenido de sólidos totales y lactosa, disminuyen gradualmente a medida que avanza la lactancia (Díaz *et al.*, 2004b; Greyling *et al.*, 2004).

En vacas, al inicio de la lactancia, la producción láctea diaria y sólidos lácteos fueron consistentes mayores para vacas que parieron en primavera, pero en la mitad de la lactación; la producción fue mayor para vacas que parieron en otoño; resultando en una interacción entre estación de parto y etapa de lactancia (García y Holmes, 2001).

Una curva típica de producción de leche se inicia con un incremento leve hasta alcanzar el pico de la producción que generalmente se logra entre la segunda y cuarta semana de

lactancia, lo cual depende de varios factores y posteriormente ocurre una disminución gradual, este efecto es bastante conocido y se ha encontrado en trabajos de otros investigadores. Los picos de lactancia se presentaron en la semana 1 (1106.8 g d⁻¹) y en la semana 9, 10 y 11 (1014.6, 911.3 y 936.5 g d⁻¹) respectivamente y el pico mínimo de lactancia se presentó en la semana 15 (514.5 g d⁻¹) (Sánchez *et al.*, 2006).

Los patrones generales muestran una menor concentración de sólidos en la lactancia temprana, y las mayores concentraciones en lactancia tardía son más evidentes para proteína que para grasa (García y Holmes, 2001). Esto ocasionado por dos fenómenos; un efecto de dilución causado por el incremento en volumen de leche hasta el pico de lactancia; y por el efecto de disminución en la movilización de grasa que reduce la disponibilidad de ácidos no esterificados (AGNE) en plasma, especialmente C 18:0 y C 18:1, para la síntesis de lípidos. Existen correlaciones altamente significativas entre contenido de grasa en leche y balance de energía, con el contenido de AGNE en plasma o con el porcentaje de C 18:1 en leche, respectivamente. El estado nutricional de los animales lactantes puede ser estimado por su balance de energía (proteína, mineral, etc.) mediante la diferencia entre ingredientes ingeridos y los requerimientos para mantenimiento y producción láctea. Este balance altamente variable, de acuerdo al potencial genético, etapa de lactancia; y composición y densidad de la dieta. Cuando el balance de energía es negativo, los animales movilizan los lípidos almacenados en el tejido adiposo, en forma de AGNE, principalmente (Chilliard *et al.*, 2003).

Los efectos de la *Saccharomyces cerevisiae*, en la etapa de lactancia se han encontrado que son significativos para el caso de cabras lecheras en estudio, donde se evaluó la producción de leche después del parto hasta la décima semana de lactación, las cabras recibieron 0.0 g en el grupo testigo, en el tratamiento 2: 10g/animal/día y en el tratamiento 3: 20 g/animal/día donde los promedios para producción de leche fueron 1.38, 1.78 y 1.74 Kg./animal/día respectivamente durante el segundo y tercer mes de lactancia. Decreciendo la producción de leche a partir del cuarto mes. En la etapa de la lactancia donde se utilizó *Saccharomyces cerevisiae* por un periodo de 40 semanas posparto en vacas lecheras, los animales estuvieron en estrés calórico el pico de lactancia se mantuvo de la semana 2 a la 8 (34.6 y 35.1 Kg. d⁻¹) decreciendo a partir de la novena semana (Schingoethe *et al.*, 2004). Wohlt *et al.* (1991) reporta los efectos de la

Saccharomyces cerevisiae en vacas Holstein donde recibieron 10 Kg. d⁻¹, de la semana 4 preparto y hasta la semana 18 posparto donde el pico de lactancia en el tratamiento fue en la semana 7 con una producción de 29.5 Kg. d⁻¹, contra el grupo control donde el pico de lactancia fue en la semana 11 con una producción de 28.5 Kg. d⁻¹ (P=0.10), la producción promedio de leche fue de 27.2 en el tratamiento vs 26.0 Kg. d⁻¹ en el grupo control, durante el periodo de la semana 1 a la semana 18 no encontrando efectos significativos.

Metabolitos Sanguíneos

Las concentraciones de metabolitos sanguíneos representan un índice integrado de la adecuada suplencia de nutrientes con relación a la utilización de los mismos, la cual es independiente del estado fisiológico y permite una indicación inmediata del estado nutricional puntual en el tiempo. Las pruebas del perfil metabólico han sido utilizadas para evaluar la adecuada nutrición (Allegretti *et al.*, 2007).

El perfil metabólico sanguíneo aporta gran cantidad de información relacionadas con la nutrición y sanidad animal, además permite determinar factores de riesgo; tales como desbalances nutricionales, que pudiesen incidir en el desempeño productivo y reproductivo del rebaño bovino (Allegretti *et al.*, 2007)

Hay una gran variación en los parámetros hematológicos y bioquímicos que se observan entre becerros y cabras, es difícil formular un estándar metabólico universal. Estas diferencias tienen una fuerte necesidad de establecer una línea fisiológica básica que pueda ayudar a una evaluación realista en las prácticas de manejo, nutrición y el diagnóstico de la condición de salud (Daramola *et al.*, 2003).

El desarrollo del rumen tiene una gran influencia en el metabolismo de glucosa y urea en los rumiantes. Muchos de los carbohidratos de la dieta son fermentados a ácidos grasos volátiles en el rumen por los microorganismos resultando poca glucosa entrando al tracto intestinal (Otchere *et al.*, 1974). Para contrarrestar la falta de absorción de glucosa de la dieta, un incremento en la función de gluconeogenesis en el hígado compensa la falta de glucosa que es esencial para el mantenimiento y crecimiento en rumiantes. En adición, el metabolismo del N, en particular, el nitrógeno reciclado en el

sistema es significativamente afectado cuando los rumiantes inician la síntesis de proteína microbiana y las demás fuentes de nitrógeno de la dieta (Shingu *et al.*, 2007).

Glucosa

La principal función de la glucosa en los rumiantes es ser la fuente energética principal para los tejidos, las necesidades de glucosa aumenta en la etapa de lactancia y en la última etapa de la gestación. La glucosa es la precursora del glicerol y es necesaria para la formación de NADPH (Nicotiamida-Adenina Dinucleotido Fosfato). La gluconeogénesis es la biosíntesis de la glucosa a partir de otros metabolitos ya presentes en el organismo (aminoácidos, ácidos grasos y otros). Los sustratos para producción de glucosa vía acetyl CoA son: El lactato que es la fuente de predominio de los átomos de carbono para la síntesis de glucosa. El lactato es producido durante la glicólisis anaeróbica por el músculo esquelético y es transportado al hígado donde se convierte a glucosa. El piruvato: es generado por el músculo y otros tejidos periféricos, puede ser transaminado hasta alanina que viaja al hígado para la gluconeogénesis. Los aminoácidos se refiere a los veinte aminoácidos, exceptuando la leucina y la lisina, pueden ser degradados hasta oxalacetato o piruvato para proporcionar esqueletos de carbono, participando de esta manera de la gluconeogénesis. El glicerol que es la oxidación de los ácidos grasos proporciona finalmente el glicerol el cual puede ser utilizado por la gluconeogénesis (Martínez, 2005).

La glucosa puede ser utilizada como una fuente de energía para las células como unidades de edificación de la galactosa y subsecuentemente lactosa, o como fuente de glicerol necesaria para la síntesis de grasa y síntesis de aminoácidos no esenciales (Martínez, 2005). Cuando se suministran dietas bajas en glucosa los rumiantes acuden a la glucogénesis para completar los requerimientos en glucosa, utilizando probablemente propionato como precursor en la producción de glucosa endógena en el hígado (Razz y Clavero, 2006).

Las principales rutas del metabolismo de los carbohidratos o bien comienzan o bien terminan con la glucosa. La comprensión de las rutas metabólicas relacionadas con la glucosa así como su regulación es necesario debido a la importancia del papel jugado

por la glucosa en los organismos. La glucosa es la forma más importante por la cual los carbohidratos son absorbidos desde el tracto intestinal.

Desde el punto de vista energético, la síntesis de lactosa consume hasta un 70 % de toda la glucosa circulante en la vaca lechera, lo que representa una considerable carga metabólica para los rumiantes (Ponce y Bell, 1984; Mohar, 1992) en su síntesis participan varios metabolitos como la misma glucosa o derivados de esta, proceso que esta regulado por un complejo enzimático conocido como lactasa-sintetasa. La síntesis de la lactosa es posible solamente en la presencia de la proteína A, pero la reacción exige entonces concentraciones elevadas de glucosa, la α -lactoalbúmina permite que se realice la reacción con cantidades de glucosa muy inferiores, por ello la tasa de síntesis de la lactosa está regulada por esta ultima (Jensen, 1995 citado por Hernández, 2003).

Urea

La urea es el producto final del metabolismo del nitrógeno en los mamíferos. Es bien conocido que el metabolismo de este compuesto por los rumiantes tiene características únicas que son: 1) producción de amonio por la degradación de proteína en la fermentación del rumen, 2) absorción de amonio a través del rumen y entrada al portal de la circulación, 3) síntesis de urea por el amonio existente, 4) reciclaje de urea desde la saliva y a través de la pared del rumen, 5) utilización de urea para la síntesis de la proteína microbial del rumen 6) absorción de proteína microbial, aminoácidos y nitrógeno en el tracto digestivo bajo (Tambuwal *et al.*, 2002 citado por Daramola *et al.*, 2003)

Uno de los indicadores mas promisorios es el nivel de urea en la sangre, el cual refleja el balance entre la proteína degradable y la energía fermentable en el rumen (Hammond, 1997, citado por Razz y Clavero, 2006).

Niveles de Glucosa y Urea en Rumiantes en Producción

En el trabajo realizado por Ríos *et al.* (2006), con tres rebaños caprinos lecheros de la raza Saneen y mestiza Saneen, las cuales recibieron una dieta basada en forraje (alfalfa fresca, heno y silo de maíz), concentrado comercial y subproductos de frutas. La concentración de urea presento los promedios mas altos en preparto y en las semanas

dieciséis a veinte de lactación en el rebaño A (11.3 ± 2.0 y 13.1 ± 2.1 mmol L⁻¹) respectivamente. En el rebaño B la concentración de urea fue de 16.2 ± 1.5 y 14.6 ± 3.3 mmol L⁻¹ ($P>0.05$), de la tercera a la sexta semana de lactancia y de la semanas dieciséis a veinte de lactancia. Para el rebaño C no se encontraron diferencias entre las etapas de estudio. Los valores promedios de urea encontrados en el presente estudio fluctuaron entre los 10.05 y 16.25 mmol L⁻¹, superiores a los señalados en otros estudios los que fluctuaron entre 7.2 y 8.8 mmol L⁻¹, diversos autores han señalado que valores altos de urea se encuentran en rebaños que utilizan dietas con alto aporte proteico, describiendo también una estrecha relación entre la concentración de urea y la relación de proteína-energía de la dieta en vacas, ovejas y cabras (Gustafsson y Carlson 1993; Bed *et al.*, 1998; Cannas *et al.*, 1998, citados por Ríos *et al.*, 2006). Lo anterior es debido a que tanto los aumentos de proteína dietaria como los déficit de energía determinan un aumentó en la concentración de amonio ruminal y la urea se sintetiza en el hígado a partir del amonio, en cantidades proporcionales a la concentración ruminal de este. Situación similar es reportada por Ríos *et al.* (2001), mencionan que altas concentraciones de urea tanto en sangre como en leche de cabras Saanen, es atribuida a excesos de aporte proteico en la dieta. Valores altos de urea en sangre en los primeros meses de lactancia en cabras lecheras se asocian a un déficit energético e inducen cambios metabólicos considerables en cabras lecheras de alta calidad. Los altos valores de urea encontrados pueden ser atribuidos a un exceso de aporte proteico y en algunos casos, a déficit energético. Por lo tanto los indicadores productivos y metabolitos sanguíneos analizados permiten identificar la presencia de desbalances, de distintas magnitudes, entre aportes y requerimientos de energía y proteína en los rebaños caprinos lecheros. En cabras en pre y postparto, a las que se les proporciono una dieta baja y una alta en energía (80 vs. 140 %) de acuerdo a sus requerimientos, las muestras de sangres se realizaron desde la semana cuatro preparto, hasta la semana cinco posparto, los resultados mostraron una significancia ($P<0.001$) por efecto del tiempo en la concentración de glucosa en plasma, los cuales fueron mayores en dietas de altas densidad energética. Estos resultados muestran que existen efectos nutricionales perinatales en los metabolitos en las cabras y sus crías Celi *et al.*, (2006). En 92 cabras múltiparas, mantenidas en pastoreo, para evaluar la asociación entre los componentes

sanguíneos, fósforo y nitrógeno fecal al inicio de la lactación sobre la producción y composición. La producción y composición de leche, al inicio, en la lactancia media y el total de leche producida por lactación, no estuvieron relacionados a la concentración de glucosa, urea, creatinina, colesterol, proteína total y algunos minerales ($P > 0.05$) durante la lactación. El perfil metabólico usado no fue práctico para predecir la producción y composición de leche en cabras con alimentación limitada por el medio ambiente Mellado *et al.*, (2006). Para evaluar los parámetros bioquímicos, utilizaron 20 cabras las cuales consistieron en 10 adultos (3 machos y 7 hembras) y 10 cabras jóvenes (3 machos y 7 hembras). Los animales recibieron una dieta consistente en pasto Guinea y pollinaza, fueron mantenidos en esta condición por cuatro semanas para las primeras muestras de sangre, los niveles de urea en los animales adultos fueron de 1.9 ± 0.5 en machos y de $2.6 \pm 1.2 \text{ mmol L}^{-1}$ en hembras ($P < 0.05$), en los animales jóvenes los niveles de urea fueron de 1.4 ± 0.4 en machos de 3.7 ± 0.6 en hembras mmol L^{-1} ($P < 0.05$). Los valores bajos obtenidos para urea en suero en este estudio cuando se comparó con otras especies de pequeños rumiantes, indican que las bases fisiológicas de las cabras es por su capacidad digestiva, eficiencia de la utilización de nitrógeno, conservación de urea y nitrógeno reciclado. Este factor es evidente en los valores altos observados en el total de proteína en suero cuando es comparado con las cabras Red Sokoto (Daramola *et al.*, 2005). En el estudio realizado por Min *et al.*, (2005), para determinar el efecto de la suplementación de diferentes niveles de concentrado sobre la producción, composición y curvas de lactancia de 44 cabras Alpinas en pastoreo, los animales fueron asignados al azar a cuatro grupos. Donde fueron suplementados con 0.660 en el tratamiento A y B, 0.330 para el tratamiento C, 0.0 Kg. de concentrado (por Kg. de leche producido sobre 1.5 Kg. d^{-1}) para el tratamiento D. El forraje fue una mezcla vegetal pastoreada por las cabras para los tratamientos (B, C y D), excepto el tratamiento A fue confinado y alimentado con heno de alfalfa. Se observó que la concentración promedio de glucosa en los dos años fue 44.1, 45.4, 44.9 y 40.1 mg dL^{-1} para los tratamientos A, B, C y D ($P < 0.05$), donde se observa que el tratamiento D presentó los menores niveles de glucosa sanguínea. Concentraciones altas de glucosa en plasma pueden ser el resultado de una suplementación de proteína cruda en la dieta, con elevadas concentraciones de amonio en el rumen resultando una gran absorción en

el rumen de este compuesto o de la desaminación de aminoácidos (gluconeogénesis) no usados para el crecimiento de tejido corporal.

La concentración promedio de N uréico a través de los dos años de experimento fue menor para el tratamiento B con 14.9 mg dL^{-1} mientras que para los tratamientos A, C y D fueron de 18.8, 17.8 y 22.0 mg dL^{-1} ($P < 0.05$). Se sugiere que el uso de concentrado alimenticio provee energía adicional que incrementa la producción de proteína microbiana con mezclas convencionales de forraje en la dieta, Pero no se encontró correlación ($r = 0.14$; $P = 0.2$) del contenido de N uréico en sangre con producción de leche. Lo que indica que altos niveles de concentrado en la dieta (tratamiento A y B), incrementan la concertación de amonio ruminal y el N ureico en leche, comparadas con las que recibieron poco o nada de concentrado en la dieta tratamiento (C, D), Esto sugiere que a niveles altos de proteína cruda en la dieta incrementa la producción de amonio a nivel ruminal (Min *et al.*, 2005).

En el trabajo realizado por Vallejo *et al.*, (1991) donde estudio las variables fisiológicas como posibles indicadores productivos en cabras, analizó constantes bioquímicas en 772 hembras caprinas adultas entre 2 y 5 años de edad pertenecientes a 8 razas autóctonas españolas, en fase de lactación, la concentración promedio de glucosa fue de 48.07 mg dl^{-1} en los animales de aptitud cárnica, de 46.64 mg dl^{-1} , para los animales de producción láctica, de 47.84 mg dl^{-1} para los de carne-leche y de 52.13 mg dl^{-1} para los de leche-carne, con efectos significativos ($P < 0.05$) a favor de los animales productores de leche-carne. En las concentraciones de urea en los animales productores de carne fue de 28.90 mg dl^{-1} en los de leche 37.58 mg dl^{-1} , en los de carne-leche 33.5 mg dl^{-1} y en los de leche-carne 30.21 mg dl^{-1} , teniendo efectos significativos el tipo de producción ($P < 0.05$) siendo estadísticamente mayor en la concentración de urea lo animales de producción de leche. Estos resultados parecen sugerir que las distintas variables fisiológicas deben tener un comportamiento metabólico distinto, según sea la aptitud productiva sobre la que se establezcan.

En el trabajo realizado por Putnam *et al.* (1997) en vacas donde suministraron 0 vs. 10 g d^{-1} *Saccharomyces cerevisiae* en dietas con dos diferentes niveles de proteína cruda (16.1 vs. 18.8 % de materia seca), se encontró que los niveles bajos de proteína cruda sin levadura presentaron una mayor concentración de glucosa en el plasma (68.9

mg dl⁻¹), que el mismo nivel de proteína con levadura (68.5 mg dl⁻¹), en los niveles de proteína cruda alta sin levadura la concentración de urea en plasma fue mayor (68.7 mg/dl), que en los mismos niveles de proteína cruda con levadura (68.7 mg dl⁻¹) no encontrando efectos por la administración de *Saccharomyces cerevisiae* en los dos niveles de proteína cruda. En este trabajo los niveles bajos de proteína cruda sin levadura presentaron una mayor concentración de urea en el plasma (12.9 mg dl⁻¹), que el mismo nivel de proteína con levadura (11.7 mg dl⁻¹), en los niveles de proteína cruda alta sin levadura la concentración de urea en plasma fue menor (16.2 mg dl⁻¹), que en los mismos niveles de proteína cruda con levadura (16.8 mg dl⁻¹) no encontrando efectos por la administración de *Saccharomyces cerevisiae* en los dos niveles de proteína cruda. El suministro de 60 g d⁻¹ de *Saccharomyces cerevisiae* durante tres semanas preparto y 20 semanas posparto. Los resultados en la concentración de urea en plasma en el grupo control fue de 19.52 mg dl⁻¹, contra 19.44 mg dl⁻¹ en el tratamiento (P<0.94). No existió un efecto significativo de la administración de la levadura Dann *et al.* (2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente estudio se llevó a cabo en la Unidad Caprina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, ubicada en el ejido “Palma de la Cruz”, mpio. de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., en el Km. 14.5 de la carretera San Luis Potosí- Matehuala. Sus coordenadas geográficas son 22° 12' Latitud Norte y 100° 51' Longitud Oeste del meridiano de Greenweich y a una altitud de 1835 msnm (INEGI, 1985). El clima es seco frío, con una temperatura media anual de 17.8 °C y una precipitación media anual de 271 mm (García, 1973).

Animales

Se utilizaron 30 cabras de la raza Nubia, que se empadronaron del 23 de octubre al 5 de diciembre 2007 (42 días de empadre), manejadas en estabulación. Las cabras eran de uno a 4 partos y con diferente tipo de parto (parto sencillo y doble), con un peso corporal promedio de 45.0 ± 3.250 Kg. después del parto El muestreo se inicio a los siete días después del parto.

Tratamientos

Se evaluarán los siguientes tratamientos: T₁.- Los animales recibieron solamente la dieta base: 40 % de concentrado y 60 % de forraje (alfalfa); T₂.- Los animales recibieron la dieta base más 0.2g d⁻¹ animal⁻¹ de levadura *Saccharomyces cerevisiae*; T₃.- Los animales recibieron la dieta base más 0.4g d⁻¹ animal⁻¹ de levadura *Saccharomyces cerevisiae*; la levadura se mezcló con 50 g día⁻¹ de sorgo para después ser incorporada en el concentrado, a cada tratamiento se asignaron 10 animales lo mas balanceado posible en relación al peso, parto y número de crías. Las dietas se formularon para cubrir los requerimientos de nutrientes de proteína cruda (P.C. 17.0 %), energía metabolizable Mcal kg⁻¹ (EM Mcal kg⁻¹ 2.0) de mantenimiento y de producción de 2.0 l de leche (NRC, 2007) Cuadro1.

Cuadro 1.- Ración base para cabras Nubias en producción de leche (2.0 l con 3.0 % de grasa)

Ingrediente	Kg
Sorgo	19.5
Pollinaza	4.0
Rastrojo	4.0
Soya	10
Sal	1.0
Minerales	1.5
Alfalfa	60.0

Se midieron las siguientes variables:

Peso vivo (kg)

Producción de leche (ml)

Componentes de la leche

 % sólidos totales

 % grasa

 % proteína

 % lactosa

 % sólidos no grasos

 °C punto de crioscopia

Parámetros sanguíneos

 Glucosa (mg dl⁻¹)

 Urea (mg dl⁻¹)

Manejo general

Las cabras después del parto se distribuyeron a cada uno de los tratamientos, para formar tres grupos, asignando un corral por grupo. El corral está cercado con malla ciclónica, piso de tierra con dimensiones de 6 x 7 m, equipados con bebedero y comedero tipo canoa, donde se le proporcionó la dieta *ad libitum*.

Peso vivo.- Los animales se pesaron por las mañanas cada 15 días, previo ayuno de 15 horas, durante el periodo experimental (nueve semanas).

Producción de leche.- Las cabras se ordeñaron manualmente a las 8:00 hs desde la primera semana después del parto y posteriormente cada siete días. Para lo anterior, las crías se separaron de sus madres a las 17:00 hs del día anterior. La producción de leche se registró una vez a la semana por animal durante el periodo experimental.

Muestreo y análisis químico de la leche.- Las muestras de 250 ml de leche se colectaron cada siete días. El mismo día que se determinó la producción de leche se determinó también la composición de la leche en porcentaje: sólidos totales, grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y el punto de crioscopia °C, medidos por un MilkoScan[™] Minor tipo 78100. Las muestras de leche se mantuvieron en refrigeración a 4 °C para proceder a su análisis inmediato.

Parámetros sanguíneos.- Las muestras de sangre se obtuvieron por venopunción yugular; el primer muestreo fue a los siete días de paridas y posteriormente en las semanas dos, tres, cinco, siete y nueve (en ayunas). Se colectaron en tubos vacutainer de siete ml con anticoagulante (EDTA). Se transportaron en una hielera con hielo hasta el laboratorio de la Facultad de Agronomía, para ser procesadas el mismo día. Las muestras se centrifugaron a 2500-3000 rpm x 15 min para separar el plasma, el cual se colectó con pipetas Pasteur y se transfirió a tubos de ensayo. El plasma se utilizó para realizar las determinaciones de glucosa y urea. La glucosa se determinó por el método de la glucosa-oxidasa (Merck Art. 3393) y la urea por el método colorimétrico (Merck Art. 3341) descrito por Merck-México, S.A.. Se leyó la absorbancia en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 500 y 546 nM respectivamente. Los resultados se expresaron en mg dl⁻¹.

Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos se efectuó con el paquete "R" (Ihaka y Gentleman, 1996), para lo cual se efectuó un análisis de varianza utilizando el siguiente modelo lineal de efectos fijos:

$$Y_{ijklm} = \mu + TD_i + NL_j + TP_k + PL_l + (TD \times NL)_{ij} + (TD \times TP)_{ik} + (TD \times PL)_{il} + (NL \times TP)_{jk} + (NL \times PL)_{jl} + (TP \times PL)_{kl} + \xi_{ijklm}$$

Donde: Y_{ijklm} : = Peso vivo, producción de leche, componentes, metabolitos sanguíneos

μ = Media poblacional

TD_i : Efecto del i-ésimo tipo de dieta (1,2,3)

NL_j : Efecto del j-ésimo número de lactancia (1,2,3,4)

TP_k : Efecto del k-ésimo tipo de parto (1,2);

PL_l : Efecto del l-ésimo periodo de lactación (1,2,3,...9)

Interacciones = $(TD \times NL)_{ij} + (TD \times TP)_{ik} + (TD \times PL)_{il} + (NL \times TP)_{jk} + (NL \times PL)_{jl} + (TP \times PL)_{kl}$

E_{ijklm} = Error residual NID $(0, \delta^2_e)$.

En caso de observar un efecto significativo ($P < 0.05$) de tratamiento en la variable de respuesta, la separación de medias consideró la prueba de HSD de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Niveles de *Saccharomyces cerevisiae*

1.1 Peso vivo, producción de leche y metabolitos sanguíneos

La adición de levadura a la dieta de cabras Nubia en producción de leche no afectó el peso vivo de las cabras, como tampoco los metabolitos sanguíneos (glucosa y urea) ($P>0.05$); el peso de las cabras, los niveles de glucosa y de urea sanguínea se encuentran al mismo nivel en los animales que consumieron la dieta testigo 0.0 g, en comparación con los que recibieron dietas con 0.2 y 0.4 g d⁻¹ de levadura animal⁻¹ (Cuadro 1).

El nivel de *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta afectó ($P<0.05$) el volumen de leche a favor de los animales que recibieron el tratamiento de 0.2 g d⁻¹ animal⁻¹ de esta levadura, con un volumen de leche producido de 1,346 ± 519.80 ml d⁻¹, teniendo un incremento de 0.129 ml d⁻¹ con relación al grupo testigo. Por otro lado, las cabras que consumieron las dietas que contenían 0.0 y 0.4 g d⁻¹ de *Saccharomyces cerevisiae* animal⁻¹ no presentaron un efecto estadístico ($P>0.05$). La producción de leche de estos animales fue de 1,232 ± 536.0 ml d⁻¹ para el tratamiento con 0.4 g d⁻¹ de *Saccharomyces cerevisiae* y el nivel más bajo de producción (1,217 ± 446.40 ml d⁻¹) lo presentan los animales del tratamiento con 0.0 g d⁻¹ de *Saccharomyces cerevisiae* (Cuadro 1). Similares resultados han sido encontrados por Stella *et al.* (2007), donde la producción de leche por efecto de la inclusión de la cepa *Levicelell Saccharomyces cerevisiae* 20 al nivel de 0.2 g d⁻¹ incrementó el volumen de leche producido en 0.3 kg d⁻¹, atribuido al mayor consumo de materia seca que tuvieron las cabra que recibieron levadura. Sin embargo, en este estudio las cabras mantuvieron el mismo consumo de materia seca. En vacas Jersey que recibieron la levadura *Saccharomyces cerevisiae* se encontró solamente significancia ($P<0.05$) en la interacción de tiempo-tratamiento para la producción de leche (Dann *et al.*, 2000). La inclusión de *Saccharomyces cerevisiae* en el ganado bovino de leche puede incrementar la producción láctea, tal como lo señala el trabajo de Putnam *et al.* (1997), donde utilizaron 0 vs. 10 g d⁻¹ de esta levadura.

Cuadro 2. Peso vivo, producción de leche diaria y metabolitos sanguíneos (glucosa y urea) de cabras Nubia con diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta.

	Peso vivo (kg)	Producción de leche (ml)	Glucosa (mg dl ⁻¹)	Urea (mg dl ⁻¹)
Nivel de Sc. g d ⁻¹ animal				
0.0	41.80±7.04 ^a	1,217 ± 446.40 ^b	56.59±21.36 ^a	61.20±14.70 ^a
0.2	42.71±8.06 ^a	1,346 ± 519.80 ^a	56.06±24.06 ^a	65.11±18.02 ^a
0.4	42.46±7.89 ^a	1,232 ± 536.80 ^b	62.79±23.55 ^a	58.04±13.57 ^a

a, b: Medias dentro de misma columna que llevan los exponentes diferentes son significativamente diferentes (P <0.05)

1.2 Composición de la leche

Las medias y desviaciones estándar de los componentes de la leche de cabra en función de la adición de *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta se muestran en el Cuadro 2. Los niveles de esta levadura en la dieta afectaron el porcentaje de sólidos totales, proteína cruda, grasa, sólidos no grasos, lactosa y el punto de congelamiento o crioscopia (P<0.05) de la leche. La suplementación de 0.4 g d⁻¹ animal⁻¹ de levadura produjo un porcentaje más alto de los primeros cuatro parámetros de la leche mencionados, comparado con la leche de cabras que recibieron 0.0 y 0.2 g d⁻¹ animal⁻¹ de levadura. El porcentaje de lactosa y punto de congelación (crioscopia) de la leche de cabra fueron mayores con la inclusión de 0.2 g d⁻¹ animal⁻¹ de levadura, comparado con la leche de cabra a los niveles de 0.0 y 0.4 g d⁻¹ animal⁻¹ de levadura. Los resultados obtenidos indican que hay una mayor concentración de nutrientes en la leche por efecto de la levadura. Sin embargo, estos resultados difieren de lo encontrado por Stella *et al.* (2007), quienes mencionan que el contenido de grasa de la leche fue significativamente más bajo para los animales en tratamiento que para el grupo testigo (4.32 vs. 4.46 %, P<0.001); la suplementación con levadura reduce el contenido de grasa en leche. El contenido de proteína de la leche fue idéntico (3.65 grupo testigo vs. 3.65 % tratamiento, P=0.51). Los tratamientos no afectaron el contenido de lactosa de la leche (4.99 grupo testigo vs. 4.94 % tratamiento, P=0.37). La misma tendencia se reporta en cabras de raza Murciano-Granadina que recibieron una combinación de *Saccharomyces cerevisiae* y malato 10 g kg⁻¹ de concentrado en forma de pellets. En el tratamiento y el

grupo testigo sin la combinación de *Saccharomyces cerevisiae* y malato, se observó que el porcentaje de grasa fue menor en el tratamiento que en el grupo testigo (4.85 % vs. 5.17 %, respectivamente); la misma tendencia se reporta en el porcentaje de proteína (3.63 % vs. 3.70 %, respectivamente, $P>0.05$) (Salama *et al.*, 2002). Aún que la levadura incrementó el contenido de nutrientes de la leche de cabra, estos se mantienen dentro de los rangos que reportan algunos investigadores (Pandya y Ghodke, 2007; Park *et al.*, 2007; Park, 2000; Vega *et al.*, 2004). Sólidos totales (10.71-13.00%), proteína cruda (2.97-4.26%), grasa (2.5 - 4.4%), Lactosa (4.0 - 5.4%), sólidos no grasos (88.11-9.78 %) y punto de congelación (0.53 - 0.59 °C). Es importante mencionar que los tres componentes más importantes son grasa, proteína y lactosa. La grasa es el componente de mayor variación, mientras que la lactosa es la menos variable (García y Holmes, 2001; Fekadu *et al.*, 2005), y tienen una alta correlación con la producción, firmeza, color y sabor de los subproductos lácteos. Los contenidos de sólidos totales y proteína son los más importantes en el rendimiento de queso (Delacroix y Lamberet, 2000; Guo *et al.*, 2003).

Cuadro 3. Composición y punto de congelamiento (crioscopia) de leche de cabras Nubia suplementadas con diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta.

	Sólidos totales (%)	Proteína cruda (%)	Grasa (%)	Lactosa (%)	Sólidos no grasos (%)	Crioscopia (°C)
Nivel de *Sc						
0.0	11.54±1.48 ^b	3.14±0.47 ^c	2.99±1.05 ^{ab}	4.32±0.21 ^b	8.55±0.49 ^{ab}	0.54±0.02 ^b
2.0	11.44±1.13 ^b	3.05±0.45 ^b	2.92±0.83 ^b	4.40±0.20 ^a	8.49±0.41 ^b	0.55±0.02 ^a
4.0	11.84±1.31 ^a	3.26±0.42 ^a	3.17±0.95 ^a	4.30±0.20 ^b	8.60±0.41 ^a	0.54±0.02 ^b

a, b, c: Medias con literal distinta en columnas difieren ($P<0.05$)

* *Saccharomyces cerevisiae*

2. Número de Parto y Tipo de Parto

2.1 Peso vivo, producción de leche y metabolitos sanguíneos

El número de parto afectó significativamente ($P<0.05$) el peso vivo de las cabras (Cuadro 3); el mayor peso lo presentaron las cabras del cuarto y tercer parto (48.54 ± 4.04, 46.24 ± 5.15 kg) en relación a las cabras de dos (42.96 ± 4.02 kg) y un parto (32.72 ± 5.35 kg). Esta modificación del peso vivo a favor de los animales que tienen mayor

número de parto es debido a la madurez de los animales. Existe una estrecha relación entre la edad y el peso del animal, no alcanzándose el peso adulto hasta el tercer parto, en la práctica resulta difícil distinguir la influencia sobre la producción de leche de ambos factores (Gallego y Molina, 1994). Los trabajos de Valdez *et al.* (1982), Joshi *et al.* (1990), Mohamed y Amin (1996) y Varade *et al.* (1997) han demostrado que existe una alta correlación entre el peso vivo y las etapas fisiológicas de los animales tales como: gestación, número de parto y número de crías. En los resultados de Riveiro *et al.* (2004), con respecto al peso vivo de 243 cabras de la raza Caninde, se obtuvo que los animales con más de tres partos tienen una ganancia de peso mayor con respecto a los animales de primer parto ($P < 0.05$), donde es señalado que la edad fue una de las principales fuentes de variación en la producción. Existe una correlación mayor entre peso vivo y edad de los animales.

El número de parto afectó significativamente ($P < 0.05$) el volumen de leche producido a favor de las cabras con cuatro y tres partos, con una producción de $1,568 \pm 481.40$ y $1,482 \pm 379.80$ ml d^{-1} , respectivamente, con relación a la producción láctea de las cabras de dos y un partos. Estas también fueron diferentes estadísticamente ($1,385 \pm 424.00$, 748 ± 181.60 ml d^{-1}). Las cabras de un parto presentaron el menor volumen de leche producido (748 ± 181.60 ml d^{-1}), comparadas con las de cuatro, tres y dos partos (Cuadro 3). El incremento en el volumen de leche producido de los animales del primero al segundo parto es de 46.0 %, contrario al 14.4 % que mencionan El-Gayar *et al.* (2000). Esta diferencia tan grande podría estar en función de las diferencias que existen (10.24 kg) en el peso vivo de las cabras de segundo parto con respecto a las del primer parto. Los animales del cuarto y tercer partos tienen mayor producción de leche que los animales del segundo parto, de aproximadamente un 11.67 %. En este trabajo los animales de cuatro y tres partos tienen una mayor producción de leche, de acuerdo a lo que menciona Rodríguez (2005), existe un efecto significativo por el número de parto o la edad de la cabra ($P < 0.01$) en el volumen de leche producida, donde las máximas producciones fueron en los animales de tres y más partos, que los animales de parto dos y uno. Los resultados de este trabajo son congruentes con lo que menciona Palacios y de la Fuente (1999), el número de parto representa una fuente de variación en la producción de leche y las mejores producciones de leche son las comprendidas entre el segundo y

quinto parto, en efecto, la mejor producción de leche en este trabajo se observa en los animales de segundo a cuarto parto. Pero Rodríguez (2005) menciona que entre los animales de primer y segundo parto no existieron diferencias significativas ($P>0.01$). Contrariamente al comportamiento de las cabras de segundo y primer parto de este trabajo, que es donde se da la mayor diferencia en la producción. Los trabajos de Almanza *et al.* (1992) y El-Gayar *et al.* (2000) reportan incrementos en la producción láctea a medida que aumenta el número de parto en las cabras, por causas fisiológicas que ayudan a optimizar el desarrollo del sistema mamario a medida que se incrementa el número de pariciones, hasta llegar a un máximo en las cabras de tres a cinco años (Montaldo *et al.*, 1981).

El número de parto no influyó ($P>0.05$) en el nivel de glucosa y urea sanguíneas, los valores de estos metabolitos son comparables en las cabras de primero, segundo, tercero y cuarto parto (Cuadro 3).

El tipo de parto afectó significativamente ($P<0.05$) el peso vivo de las cabras a favor de los animales con parto doble. En el Cuadro 3 se puede observar mayor peso para los animales de parto doble en relación con los de parto sencillo (45.00 ± 6.42 y 40.36 ± 7.88 kg). Estos resultados pueden ser el reflejo del nivel de producción láctea. En este estudio las cabras con crías dobles no incrementaron la producción de leche a un nivel que les ocasionara un desgaste de las reservas energéticas corporales. La literatura reporta variaciones en el peso en los animales en la fase de lactancia. En la fase de transición de las ovejas del parto (71.0 kg) al destete (67.0 kg) se produce una clara disminución del peso (-6.4 %; Gallego y Molina, 1994).

El tipo de parto no influyó ($P>0.05$) en la producción de leche. Aún cuando no se presentó un efecto estadístico, cuantitativamente las cabras de parto doble tuvieron mayor producción de leche que las cabras de parto simple (Cuadro 3).

La misma tendencia se observa en los metabolitos sanguíneos de las cabras de parto sencillo y parto doble ($P>0.05$) con valores numéricos confrontables (Cuadro 3).

Cuadro 4. Medias de cuadrados mínimos (medias \pm desviación estándar) del peso vivo, producción de leche y metabolitos sanguíneos, según el número de lactancia y tipo de parto de cabras Nubia.

	Peso vivo (kg)	Producción de leche (ml)	Glucosa (mg dl ⁻¹)	Urea (mg dl ⁻¹)
Número de parto				
1	32.72 \pm 5.35 ^c	748 \pm 181.60 ^c	57.27 \pm 23.65 ^a	59.66 \pm 14.78 ^a
2	42.96 \pm 4.02 ^b	1385 \pm 424.00 ^b	61.57 \pm 23.17 ^a	61.72 \pm 15.72 ^a
3	46.24 \pm 5.15 ^a	1482 \pm 379.80 ^a	55.03 \pm 23.75 ^a	61.86 \pm 12.26 ^a
4	48.54 \pm 4.04 ^a	1568 \pm 481.40 ^a	58.53 \pm 22.19 ^a	63.10 \pm 19.13 ^a
Tipo de parto				
Sencillo	40.36 \pm 7.88 ^b	1204 \pm 489.0 ^a	58.37 \pm 24.08 ^a	62.07 \pm 14.71 ^a
Doble	45.00 \pm 6.42 ^a	1433 \pm 510.1 ^a	58.77 \pm 20.33 ^a	59.74 \pm 18.29 ^a

a, b, c: Medias con literal distinta en columnas difieren (P<0.05)

2.1 Composición de la leche

El número de parto afectó (P<0.05) la composición química de la leche y el punto de congelamiento (Cuadro 4). El porcentaje de sólidos totales fue mayor en las cabras de primer parto, se presenta una disminución continua de acuerdo al número de parto hasta el cuarto, donde se observa el menor contenido de sólidos totales. Se observó la misma tendencia para el porcentaje de grasa y lactosa. En el porcentaje de proteína cruda se observó un ligero incremento en las cabras con dos y tres partos, sin que este sea significativo, y vuelve a descender para las cabras con cuatro partos, el mismo comportamiento se observó en el porcentaje de sólidos no grasos. El punto de congelamiento se mantiene prácticamente constante en los animales de primero a tercer parto y disminuye en los de cuarto parto. Estos resultados confirman las evidencias reportada en la literatura de rumiantes productores de leche (De Boer *et al.*, 1989). Conforme se incrementa el número de parto se incrementa el nivel de producción, esto conduce a una disminución en la proporción de los componentes de la leche como el contenido de grasa y proteína cruda (Peris *et al.*, 1997; Macciotta *et al.*, 2005) para los compuestos mayores o de interés económico. En el trabajo realizado por El-Gayar *et al.* (2000) del primero al segundo parto observaron decrementos significativos en los sólidos totales (12.18 a 11.62 %) , grasa (3.66 a 3.32 %) y lactosa (4.39 a 4.10 %), sin que se afectaran los porcentajes de sólidos no grasos y proteína cruda de la leche de cabras Sinai, las mismas tendencias se observan en cabras Syrian Gabaly de Egipto para los componentes de la leche (Soryal, 2000). El efecto del número de parto sobre el

contenido de grasa, proteína y lactosa fue significativo, las cabras de primer parto produjeron leche rica en estos nutrientes (3.6, 3.5 y 4.7 %, respectivamente), comparadas con los grupos de más partos (Carnicella *et al.*, 2008). Para los componentes como sólidos no grasos y punto de congelamiento no se encontró información en la literatura.

El tipo de parto afectó ($P < 0.05$) la composición química y el punto de congelamiento (Cuadro 4). Las cabras que criaron cabritos sencillos produjeron leche con mayor porcentaje de sólidos totales, proteína cruda, grasa, lactosa, sólidos no grasos y el punto de congelación que las que criaron corderos gemelos. Los resultados observados en este trabajo coinciden con lo informado por Macciotta *et al.*, (2005), cuando trabajaron con cabras de raza Sarda que tienen dos crías y presentan menor contenido de grasa y proteína en la leche. En general, la producción de leche se incrementa por incrementos del lactógeno placentario durante la gestación, el cual incrementó el desarrollo del tejido mamario, en consecuencia la proporción de los componentes lácteos decrece (Peris *et al.*, 1997). Sin embargo, en cabras de la raza Maltesa el tipo de parto no afectó los principales componentes mayores de la leche (Carnicella *et al.*, 2008).

Cuadro 5. Medias de cuadrados mínimos (medias \pm desviación estándar) de la composición y punto de congelamiento (crioscopia) de leche de cabras Nubia, según el número de lactancia y tipo de parto.

	Sólidos totales (%)	Proteína cruda (%)	Grasa (%)	Lactosa (%)	Sólidos no grasos (%)	Crioscopia (°C)
Número de parto						
1	11.86 \pm 1.12 ^a	3.16 \pm 0.40 ^a	3.29 \pm 0.84 ^a	4.40 \pm 0.19 ^a	8.52 \pm 0.39 ^a	0.55 \pm 0.02 ^a
2	11.83 \pm 1.22 ^a	3.18 \pm 0.43 ^a	3.12 \pm 0.85 ^a	4.37 \pm 0.17 ^a	8.63 \pm 0.41 ^a	0.55 \pm 0.01 ^a
3	11.80 \pm 1.34 ^a	3.30 \pm 0.39 ^a	3.09 \pm 1.10 ^a	4.35 \pm 0.16 ^a	8.68 \pm 0.31 ^a	0.55 \pm 0.01 ^a
4	10.86 \pm 1.42 ^b	3.00 \pm 0.55 ^b	2.52 \pm 0.93 ^b	4.22 \pm 0.25 ^b	8.31 \pm 0.54 ^b	0.53 \pm 0.02 ^b
Tipo de parto						
Sencillo	11.78 \pm 1.21 ^a	3.20 \pm 0.42 ^a	3.12 \pm 0.92 ^a	4.39 \pm 0.19 ^a	8.60 \pm 0.37 ^a	0.55 \pm 0.02 ^a
Doble	11.13 \pm 1.51 ^b	3.02 \pm 0.53 ^b	2.76 \pm 0.99 ^b	4.20 \pm 0.18 ^b	8.33 \pm 0.53 ^b	0.53 \pm 0.02 ^b

a, b: Medias con literal distinta en columnas difieren ($P < 0.05$)

3. Periodo de Lactancia

3.1 Peso vivo, producción de leche y metabolitos sanguíneos

En el Cuadro 5 se muestran las medias y desviación estándar de las variables analizadas. El peso de las cabras durante el periodo de lactancia presentó un efecto significativo ($P < 0.05$). El mayor peso se observó en la semana tres del periodo de lactancia (44.31 ± 7.94 kg), seguido de la semana uno y cinco, conforme avanzaba la lactancia la pérdida de peso fue mayor, esto ocurrió en la semana siete (40.57 ± 6.79 kg). Pero en la semana nueve se da un aumento en el peso y esto se presenta cuando existe la menor producción de leche del periodo experimental. Estos resultados son consistentes con los resultados obtenidos por otros investigadores que mencionan que durante las primeras semanas postparto la cabra pierde peso hasta que alcanza su máxima producción láctea (González *et al.*, 2004). De acuerdo a Morand-Fehr y Sauvant, (1990) las necesidades energéticas de las cabras aumentan después del parto, debido a que la producción máxima de leche se obtiene entre la segunda y tercer semana, pero además la capacidad de ingestión de materia seca es mucho más lenta que los requerimientos de energía (máxima entre la quinta y octava semana), lo que ocasiona una movilización de reservas corporales, y como consecuencia su peso disminuye (entre 3 y 6 kg). Lo anterior varía según los niveles de producción de leche y de la ingestión.

En la producción de leche se detectó un efecto significativo debido al periodo de lactancia ($P < 0.05$). El pico de producción se manifestó entre la primera y la cuarta semana de lactancia, con máxima producción en la tercer semana (pico de producción $1,474 \pm 562.70$ ml d^{-1}), y una mínima en la cuarta semana ($1,330 \pm 493.20$ ml d^{-1}), esta producción elevada se mantiene durante las primeras cuatro semanas, pero en esta última semana hay una disminución de 9.8 %, la disminución gradual continua hasta la semana seis ($1,073 \pm 433.80$ ml d^{-1} , 27.2 %) en comparación con la semana de mayor producción. La producción de leche presentó un comportamiento atípico, debido a que en la semana siete se presentó otro pico en la producción, que se mantuvo hasta la semana ocho; esta respuesta podría estar relacionada con la calidad y disponibilidad de alimento. En la semana siguiente el descenso de la producción continuó. Los resultados coinciden con los trabajos de Gipson y Grossman (1989). En cabras Saanen la máxima producción de leche se presentó entre las cuatro y nueve semanas de lactancia (Garcés *et*

al., 2004). En cabras Nubia la semana de lactancia afectó el volumen de leche producido, la máxima producción se presentó entre la quinta y sexta semana, con menor volumen de $924.23 \pm 46.7 \text{ ml d}^{-1}$ con disminuciones en la producción de hasta un 63.16 % con relación a la semana de máxima producción (Díaz *et al.*, 2007).

La concentración de glucosa sanguínea tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) en el periodo de lactancia (Cuadro 5). La máxima concentración de glucosa sanguínea en las cabras se observó entre las semanas quinta a la novena del periodo experimental y los valores mínimos se observaron de la primera a la tercera semana (47.87 ± 20.90 y 52.21 ± 26.98); estos valores coinciden con los mayores volúmenes de leche producidos; es decir, en el periodo del pico de lactancia y del mantenimiento del volumen de leche producido. Sin embargo, estas concentraciones de glucosa sanguínea son superiores a 30 mg dl^{-1} ; de acuerdo al reporte de O'Doherty y Crosby (1998), esto indica subnutrición. Las bajas concentraciones de glucosa que se presentaron al inicio del periodo de lactancia podrían ser debido a que la glucosa sanguínea es uno de los sustratos más importantes productores de energía para la síntesis de la leche (Singh y Ludri, 2000). Pero además, durante la etapa de lactancia y en la última etapa de gestación, las necesidades de glucosa se incrementan (Martínez, 2005). Estos datos son superiores a los niveles de glucosa reportados para animales en agostadero (40.6 mg dl^{-1} ; Juárez *et al.*, 2005) y a los mencionados en el trabajo realizado por Vallejo *et al.* (1991), donde estudiaron las variables fisiológicas como posibles indicadores productivas en cabras, pero concuerdan con lo mencionado por Mellado *et al.* (2004).

Las concentraciones de urea en sangre fueron diferentes ($P < 0.05$) en el periodo de lactancia (Cuadro 5). La menor concentración de urea la presentaron las cabras en la tercer semana de lactancia ($53.23 \pm 11.76 \text{ mg dl}^{-1}$ o $8.86 \pm 1.95 \text{ mM L}^{-1}$), tiempo en que se da el pico de producción láctea y la máxima concentración de urea se observó en la semana siete del periodo de lactancia ($65.07 \pm 19.45 \text{ mg dl}^{-1}$ o $10.83 \pm 3.23 \text{ mM L}^{-1}$). Estos son valores superiores a lo reportado para animales en agostadero por Juárez *et al.* (2005), Mellado *et al.* (2004). Vallejo *et al.* (1991) mencionan que la concentración de urea en los animales productores de carne fueron 28.90 mg dl^{-1} , en los de leche 37.58 mg dl^{-1} , en los de carne-leche 33.5 mg dl^{-1} y en los de leche-carne 30.21 mg dl^{-1} , teniendo efectos significativos el tipo de producción ($P < 0.05$), siendo estadísticamente mayor en

la concentración de urea lo animales de producción de leche. Estos resultados parecen sugerir que las distintas variables fisiológicas deben tener un comportamiento metabólico distinto, según sea la aptitud productiva del animal.

Los valores de este trabajo son ligeramente menores a los mencionados por Ríos *et al.* (2006) en cabras de raza Saanen y Mestizas de Saanen, con valores promedios de urea entre 10.05 y 16.25 mmol L⁻¹, superiores a los señalados en otros estudios los que fluctuaron entre 7.2 y 8.8 mmol L⁻¹. Diversos autores han señalado que valores altos de urea se encuentran en rebaños que utilizan dietas con alto aporte proteico, describiendo también una estrecha relación entre la concentración de urea y la relación de proteína-energía de la dieta en vacas, ovejas y cabras (Gustafsson y Carlson 1993; Bed *et al.*, 1998; Cannas *et al.*, 1998, citados por Ríos *et al.*, 2006). Lo anterior es debido a que tanto los aumentos de proteína dietaria como los déficit de energía determinan un aumento en la concentración de amonio ruminal y la urea se sintetiza en el hígado a partir del amonio, en cantidades proporcionales a la concentración ruminal de este. Situación similar es reportada por Ríos *et al.* (2001), que mencionan que altas concentraciones de urea tanto en sangre como en leche de cabras Saanen es atribuida a excesos de aporte proteico en la dieta. Valores altos de urea en sangre en los primeros meses de lactancia en cabras lecheras se asocian a un déficit energético e inducen cambios metabólicos considerables en cabras lecheras de alta calidad. Los altos valores de urea encontrados pueden ser atribuidos a un exceso de aporte proteico y en algunos casos, a déficit energético. Por lo tanto los indicadores productivos y metabolitos sanguíneos analizados permiten identificar la presencia de desbalances, de distintas magnitudes, entre aportes y requerimientos de energía y proteína en los rebaños caprinos lecheros.

Cuadro 6. Peso vivo, producción de leche y metabolitos sanguíneos (medias \pm desviación estándar) de cabras Nubia, según el periodo de lactancia

Periodo de lactancia (semanas)	Peso vivo (kg)	Producción de leche (ml)	Glucosa (mg dl ⁻¹)	Urea (mg dl ⁻¹)
1	42.89 \pm 8.22 ^a	1440 \pm 655.30 ^{ab}	47.87 \pm 20.90 ^c	64.86 \pm 5.48 ^a
2		1466 \pm 574.60 ^a		
3	44.31 \pm 7.94 ^a	1474 \pm 562.70 ^a	52.21 \pm 26.98 ^{bc}	53.23 \pm 11.76 ^b
4		1330 \pm 493.20 ^{ab}		
5	41.78 \pm 8.19 ^{ab}	1269 \pm 430.00 ^{cb}	68.56 \pm 21.55 ^a	61.08 \pm 16.87 ^{ab}
6		1073 \pm 433.80 ^{dc}		
7	40.57 \pm 6.79 ^b	1139 \pm 426.70 ^{dc}	68.10 \pm 20.30 ^a	65.07 \pm 19.45 ^a
8		1122 \pm 355.00 ^{dc}		
9	42.00 \pm 6.78 ^{ab}	1070 \pm 343.70 ^{dc}	55.66 \pm 18.09 ^{ac}	63.00 \pm 18.40 ^{ab}

a, b, c, d: Medias con literales distintas en columna difieren (P<0.05).

3.2 Composición de la leche

El periodo de lactancia afectó (P<0.05) la composición química de la leche de cabra y el punto de congelamiento (Cuadro 6). El porcentaje de sólidos totales durante el periodo de lactancia fue variable. Se presentó una disminución de este nutriente a partir de la primera (13.32 \pm 1.04) hasta la cuarta semana (11.01 \pm 1.13), repuntó en la quinta (11.95 \pm 1.45) para volver a descender y mantuvo este descenso hasta la octava (10.93 \pm 1.22) y en la última semana del periodo de estudio se da un nuevo incremento (11.53 \pm 1.10). Las proporciones de proteína cruda, grasa y sólidos totales presentaron una tendencia similar en el transcurso de las semanas de experimentación, se iniciaron con 3.95 \pm 0.25, 3.86 \pm 0.88 y 9.19 \pm 0.26, respectivamente, en la segunda, tercera y cuarta semana se presentó una disminución gradual en el contenido de estos nutrientes, y hasta la quinta semana se presentó un ligero incremento (3.09 \pm 0.33, 3.50 \pm 1.14 y 8.48 \pm 0.37) para volver a descender y volver a presentarse una mayor concentración en la novena semana del periodo de lactancia (3.12 \pm 0.38, 3.04 \pm 0.91 y 8.48 \pm 0.47). El porcentaje de lactosa presentó su máxima concentración en la segunda semana (4.41 \pm 0.19) de la lactancia, para ir disminuyendo durante la tercera, cuarta y quinta semana, en la sexta semana se da un incremento (4.39 \pm 0.21), se presenta un nuevo descenso en la séptima y octava semana. Para la novena semana (4.35 \pm 0.23) se da un nuevo repunte. De manera general los compuestos químicos de la leche presentan una tendencia a incrementarse en la semana nueve del periodo de lactancia, como una consecuencia de la

reducción en la producción de leche y un incremento de la síntesis de los constituyentes de la leche debido a un balance positivo de energía en los animales (Sevi *et al.*, 2000; Zygoyiannis, 1988). Es importante conocer el contenido de los constituyentes de la leche, principalmente grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos, ya que éstos determinan el valor o precio de la leche, debido a que determinan el rendimiento en los procesos de industrialización (Merin *et al.*, 1988; Oishi *et al.*, 2007). Los porcentajes de los compuestos químicos de la leche y la tendencia observados en este trabajo son parecidos a lo que se reportan en cabras Alpina x Nubia (Díaz *et al.*, 2004) y cabras de la India ligeramente menores a lo reportado por Tambajong *et al.* (2000) en cabras de la raza Boer y Australiana, pero mucho menor a los mencionados por Greyling *et al.* (2004) e Iaschi *et al.* (2004) en cabras Boer y Criollas, para los principales componentes como son grasa, proteína y lactosa.

El punto de congelamiento o crioscopia presentó poca variación. Tuvo un valor máximo en la primera semana, después descendió y se incrementó en la sexta semana, para disminuir en la séptima y octava semana y volver a incrementarse en la novena semana del periodo de lactancia. Este valor es menor que el reportado para leche de cabra de cuatro regiones del Altiplano mexicano, cuyos valores oscilaron entre -0.560 y -0.591 durante 11 meses de muestreo (Vega *et al.*, 2004).

Cuadro 7. Composición y punto de congelamiento (crioscopia) de la leche de cabras Nubia durante el periodo de lactancia.

Periodo de Lactancia (semana)	Sólidos totales (%)	Proteína cruda (%)	Grasa (%)	Lactosa (%)	Sólidos no grasos (%)	Crioscopia (°C)
1	13.32±1.0 ^a	3.95±0.25 ^a	3.86±0.88 ^a	4.35±0.22 ^{abcd}	9.19±0.26 ^a	0.55±0.02 ^a
2	12.21±1.0 ^b	3.41±0.38 ^b	3.35±0.85 ^{ab}	4.41±0.19 ^a	8.81±0.34 ^b	0.55±0.02 ^a
3	11.39±0.9 ^d	3.08±0.31 ^{cd}	2.88±0.75 ^{cd}	4.40±0.17 ^{ab}	8.53±0.32 ^{cd}	0.55±0.02 ^{ab}
4	11.01±1.1 ^e	2.94±0.29 ^{cd}	2.48±0.62 ^f	4.37±0.18 ^{ab}	8.39±0.33 ^{def}	0.54±0.02 ^{bc}
5	11.95±1.4 ^{bd}	3.09±0.33 ^{bc}	3.50±1.14 ^{ab}	4.29±0.21 ^{bcd}	8.48±0.37 ^{cdef}	0.54±0.02 ^{bc}
6	11.07±0.9 ^c	2.92±0.31 ^{de}	2.00±0.72 ^{cd}	4.39±0.21 ^{ab}	8.41±0.30 ^{cdef}	0.55±0.02 ^{ab}
7	11.07±1.0 ^c	2.92±0.39 ^{cd}	2.90±0.80 ^{cd}	4.26±0.22 ^{cd}	8.31±0.38 ^{ef}	0.54±0.02 ^{bc}
8	10.93±1.2 ^f	2.94±0.33 ^{cd}	2.64±0.97 ^{bc}	4.25±0.19 ^d	8.31±0.37 ^{ef}	0.53±0.02 ^{df}
9	11.53±1.1 ^{cb}	3.12±0.38 ^c	3.04±0.91 ^{bc}	4.35±0.23 ^{abcd}	8.48±0.47 ^{cdef}	0.54±0.01 ^{db}

a, b, c, d, e, f: Medias con literal distinta en columnas difieren (P<0.05)

4. Interacciones

4.1 Interacción del número de parto x periodo de lactancia en la producción de leche.

La producción de leche presentó una interacción significativa ($P < 0.05$) en el número de parto x periodo de lactancia. La producción de leche durante el periodo de lactancia fue mayor para las cabras de cuarto, tercero y segundo parto, en comparación con los animales de primer parto ($P < 0.05$); la excepción fue en la sexta semana (Figura 1). En esta semana la producción de leche fue mayor para las cabras de segundo y cuarto parto, el menor lo presentaron los animales de tercer y primer parto, en esta semana se observó una disminución en el volumen de leche producido para los cuatro números de parto, este efecto pudo deberse a la menor disponibilidad de forraje durante esa semana. Sin embargo, el nivel de producción es restaurado en la siguiente semana (séptima) para las cabras de primero segundo y tercer parto, no así para las de cuarto parto, que incrementaron la producción hasta la octava semana. La producción de leche presentó un efecto significativo ($P < 0.05$) para las cabras del primero al cuarto parto.

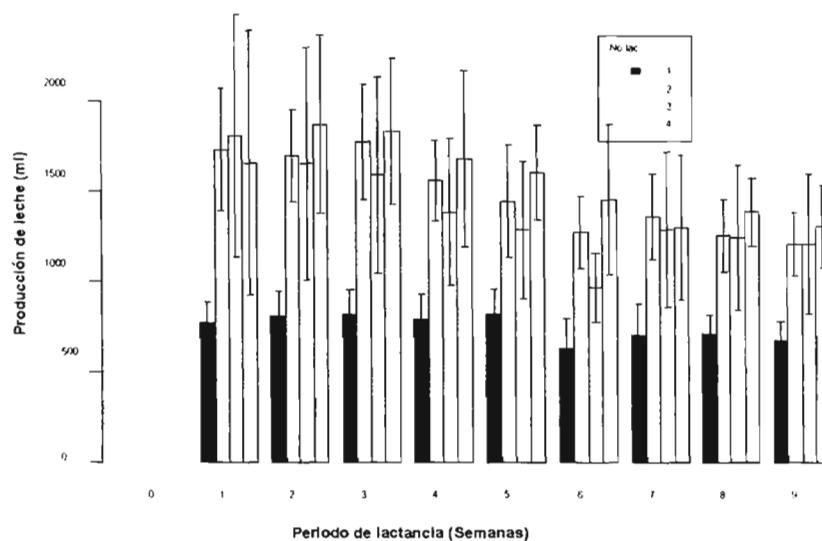


Figura 1. Interacción del número de parto x periodo de lactancia (semanas) para producción de leche de cabras Nubias

4.2 Interacción del tipo de parto x por periodo de lactancia para los porcentajes de proteína cruda de la leche.

El contenido de proteína cruda de la leche presentó una interacción significativa ($P < 0.05$) para tipo de parto x por periodo de lactancia. El porcentaje de proteína cruda para tipo de parto en la quinta (3.19 ± 0.24 , 2.81 ± 0.3927 %) y novena (3.205 ± 0.37 , 2.893 ± 0.35 %) semana del periodo de lactancia mostraron un efecto significativo ($P < 0.05$) (Figura 2), las cabras de parto sencillo presentaron mayor contenido de proteína láctea que las de parto doble. A través del periodo de lactancia el contenido de proteína cruda de las cabras con parto sencillo fue mayor ($P < 0.05$) en la primer semana y tiende a disminuir conforme se desarrolla la lactancia y en la quinta semana se presenta un incremento, para después volver a disminuir y hacia el final de la lactancia la concentración de proteína láctea tiende a incrementarse nuevamente. Tendencia muy parecida presenta el porcentaje de proteína de las cabras con parto doble a través del periodo de lactancia, en estas se da un segundo pico en el porcentaje de proteína, pero en la sexta semana del periodo experimental. Lo anterior podría ser el reflejo de la caída en la producción de leche en esa semana.

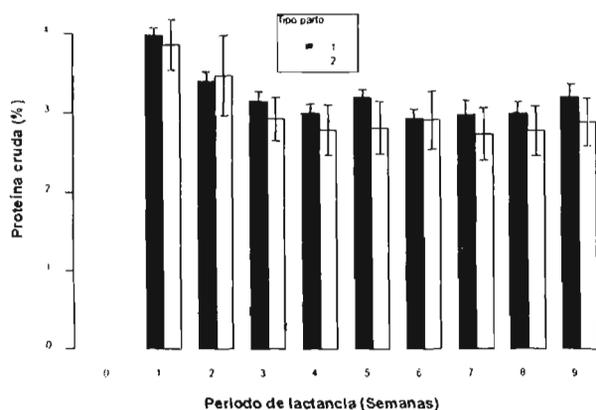


Figura 2. Interacción del tipo de parto x periodo de lactancia (semanas) en los porcentajes de proteína cruda de la leche de cabras Nubias

4.3 Interacción del tipo de dieta x periodo de lactancia para la concentración de glucosa. La concentración de glucosa en suero sanguíneo tuvo una interacción significativa ($P < 0.05$) tipo de dieta x periodo de lactancia (Figura 3). A lo largo del periodo de lactancia se observaron diferencias ($P < 0.05$), con la dieta 1, principalmente entre las semanas uno (44.16 ± 14.36 mg-dl⁻¹) vs siete (78.45 ± 16.78 mg-dl⁻¹); tres (40.12 ± 14.09

mg-dl⁻¹) vs siete (78.45±16.78) y tres (40.12±14.09 mg-dl⁻¹) vs nueve (61.56±19.79 mg-dl⁻¹), donde la cantidad de glucosa en sangre aumentaba progresivamente con el avance del periodo de lactancia. En la dieta 3 se presentó diferencia en el contenido de glucosa solamente entre los periodos uno (45.61±16.89 mg-dl⁻¹) vs cinco (79.75±19.65 mg-dl⁻¹), con una tendencia similar a la dieta anterior. Sin embargo, al comparar los contenidos de glucosa en la sangre en cada una de las semanas del periodo de lactancia no se presentaron diferencias (P>0.05) por efecto de las dietas suministradas.

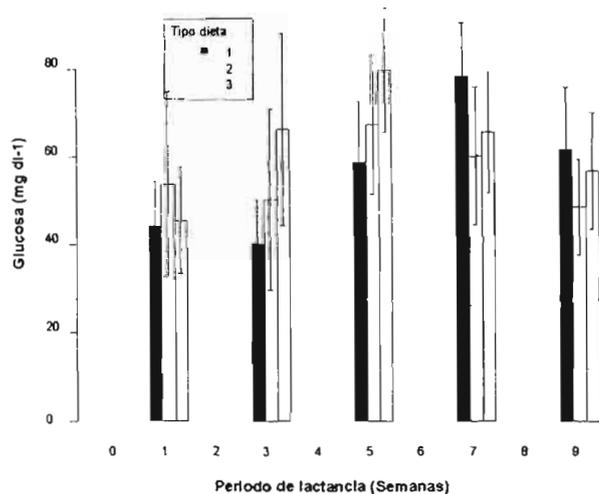


Figura 3. Efecto de la interacción tipo de dieta x periodo de lactancia en la concentración de glucosa en suero sanguíneo de cabras Nubias.

CONCLUSIONES

La adición de *Saccharomyces cerevisiae* a la dieta de cabras Nubia en lactación, afectó ($P < 0.05$) la producción y la composición de leche. El número de lactancia influyó ($P < 0.05$) en el peso vivo de las cabras durante el periodo experimental, la producción y composición de la leche. Mientras que el tipo de parto solo afectó ($P < 0.05$) el peso vivo de las cabras y la composición de la leche. El periodo de lactación afectó ($P < 0.05$) todas las variables de respuesta (peso vivo, producción y composición de la leche y los metabolitos sanguíneos). Se presentaron interacciones significativas para producción de leche: número de lactancia x el periodo de lactancia. Proteína cruda: tipo de parto x el periodo de lactancia. Concentración de glucosa: tipo de dieta x el periodo de lactancia.

LITERATURA CITADA

- Almanza, A., H. Montaldo y M. Valencia. 1992. Factores que influyen sobre características de la curva de lactancia en cabras. Rev. Latamer. Peq. Rumin. 1 (3): 173-186.
- Allegretti, L., Paez, S., Paez, J., Candela, M., Egea, V., Grilli, D. 2007. Condición corporal y metabolitos sanguíneos de cabras criollas en el NE de Mendoza, Argentina. Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Ruminantes y Camélidos Sudamericanos, Mendoza, Argentina.
- Allen, M. y Mertens S. 1998. Evaluating constraints on fiber digestion by rumen. Microbes Agricultural Research Service. abstract.
- Angeles, S.C., Mendoza G. D., Cobos M.A., Crosby M. M., and Castrejon F.A. 1998. Comparison of two commercial yeast cultures (*Saccharomyces cerevisiae*) on ruminal fermentation and digestion in Sheep fed on corn-stover diet. Small Ruminant Research. 31:45-50
- Arambel, M. J. and Kent, B. A. 1996. Effect of yeast culture on nutrient digestibility and milk yield response in early to mid lactation dairy cows. J. Dairy Sci.; 73: 1560-1563.
- Bach, A., Iglesias C., and Devant M. 2007. Daily rumen pH pattern of loose-house dairy cattle as affected by feeding pattern and live yeast supplementation. Animal Feed Science Technology 136:156-163
- Bed, S, Nikodemusz E., Nagy Z., Sereg J. I. 1998. Milk urea and lactose as indicators of the protein and energy status in lactating ewes and goats. En: REU. Technical Series. Food and Agriculture Organization (FAO), Rome. 50: 204-211.
- Brossard. L., Chaucheyras- Duran F., Michalet-Doreau B. and Martin C. 2006. Dose effect of live yeast on rumen microbiol communities and fermentations during butyric latent acidosis in sheep: new type interaction. Anim. Sci. 82: 1-8.
- Brossard. L., Martin C., Chaucheyras- Duran F. and Michalet-Doreau B. 2004. Protozoo involved in butyric rather than lactic fermentative pattern during latent acidosis in sheep. Reprod. Nutr. Dev. 44:195-206.
- Callaway, T.S. and Martin S.A. 1997. Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on ruminal bacteria that utilize lactate and digest cellulose. J. Dairy Sci. 80: 2035-2044.
- Calsamiglia, S., Castillejos L. y Busquet M. 2005. Estrategias nutricionales para modificar la fermentación ruminal en vacuno lechero. Dpt. Ciencia Animal y de los Alimentos Universidad Autónoma de Barcelona pag.165.

- Cannas, B., Pes A., Mancuso R., Vodret J., Nudda A. 1998. Effect of dietary energy and protein concentration on the concentration of milk urea nitrogen in dairy ewes. *J Dairy Sci* 81:499-508.
- Carro, M. D.; Lebzien, P. and Rohr, K. 1996. Influence of yeast culture on the *in vitro* fermentation (RUSITEC) of diets containing variable portions of concentrates. *Anim. Feed Sci. Technol.* 37: 209-220.
- Carnicella, D. Dario, M., Caribe, A. M.C., Laudadio, V. Dario.C. 2008. The effect of diet, parity, year and lumber of kids on milk yield and milk composition in Maltese goat. *Small Rumin. Res.* 77: 71- 74.
- Celi, P., Di Trana A. y Quaranta A. 2006. Metabolic profile and oxidative status in goats during the peripartum period. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 48 (7) 1004-1008.
- Chaucheyras, F., Fonty G., Bertin G., and Gouet P. 1995b. Effects of live *Saccharomyces cerevisiae* cells on zoospore germination, growth, and cellulolytic activity of the rumen anaerobic fungus, *Neocallimastic frontalis* MCH3. *Curr. Microbiol.* 31:201-205
- Chaucheyras, F., Fonty G., Berti G., Salmon J. M., and Gouet P. 1996. Effects of a strain of *Saccharomyces cerevisiae* (Levucell SC), a microbial additive for ruminants, on lactate metabolism *in vitro*. *Can. J. Microbiol.* 42:927-933.
- Chaucheyras-Durand, F. and Fonty G. 1999. Rumen microbial ecology and *Saccharomyces cerevisiae* CNCM1077 ten years of collaborations research. *J. Dairy Sci.* (abstract 1430) 357.
- Chaucheyras-Duran, F. and Fonty G. 2001. Establishment of cellulolytic bacteria and development of fermentative activities in the rumen of gnotobiotically-reared lambs receiving the microbial additive *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077. *Reproduc. Nutr. Dev.* 41:57-68.
- Chaucheyras-Duran, F. and Fonty G. 2002. Influence of a probiotic yeast (*Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077) on microbial colonization and fermentation in the rumen of newborn lambs. *Microb. Ecol. Health Dis.* 14:30-36.
- Chaucheyras-Duran, F. and Fonty G. 2006. Effects and modes of action of live yeast in the rumen. *Biologia (Bratislava)* 61 (6): 741-750.
- Chaucheyras-Duran, F., Masegla S., and Fonty G. 2005. Effect of the microbial feed additive *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077 on protein and peptide degrading activities of rumen bacteria grown *in vitro*. *Curr. Microbiol.* 50:96-101.

- Chilliard, Y., Delouis C., Smith M. C., Sauvant D., and Morand-Fehr P. 1986. Mammary metabolism in the goat during normal or hormonally-induced lactation. *Reprod. Nutr. Dev.* 26:607-615.
- Chilliard, Y., Ferlay A., Rouel J. and Lamberet G. 2003. A Review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *J. Dairy Sci.* 86:1751-1770.
- Collado, M. C., and Sanz Y. 2007. Quantification of mucosa-adhered microbiota of lambs and calves by the use of culture methods and fluorescent *in situ* hybridization coupled with flow cytometry techniques. *Vet. Microbiol.* 121:299-306.
- Corona, L., Mendoza G. D., Castrejon F. A., Crosby M. M., and Cobos M. A. 1999. Evaluation of two yeast cultures (*Saccharomyces cerevisiae*) on ruminal fermentation and digestion of feed a corn stover diet. *Small Rumin. Res.* 31:209-214.
- Dann, H. M., Drackler J. K., McCoy G. C., Hutjens M. F., and Garrett J. E. 2000. Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on pre-partum intake and post-partum intake and production of Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 83: 123-127
- Daramola, J. O., Adeloye A. A., Fatoba T. A., and Soladoye A. O. 2005. Haematological and biochemical parameters of West African Dwarf goats. *Livestock research for rural development.* Pp. 17-18
- Dawson, K. A., Newman K. E., and Boling J. A. 1990. Effects of microbial supplements containing yeast and lactobacilli on roughage-fed ruminal microbial activities. *J. Anim. Sci.*; 68: 3393-3398.
- Dawson, K. A. 1993. Yeast culture as feed supplements for ruminants: mode of action and future applications. *J. Anim. Sci.*; 71; suppl. 1: 280.
- De Boer, J. A., Weller J. I., Gipson T. A. and Grossman M. 1989. Multiphasic analysis of milk and fat yield curves of Israeli holsteins. *J. Dairy Sci.* 72: 2143-2152.
- Delacroix-Buchet, A. and G. Lamberet. 2000. Sensorial properties and typicity of goat dairy products. 7th Int. Conf. on Goats, Tours, France. 15-21 May 2000. Tome 2:559-563.
- Díaz, G. M. O., Morón C. F. de J., Urrutia M. J. y Martínez A. K. A. 2004 (a). Efecto de la suplementación alimenticia sobre algunos parámetros productivos en cabras. *Memorias de la XIX Reunión Nacional sobre Caprinocultura.* pp 296 - 299.
- Díaz, G. M. O., Torres H. G., Ochoa C. M. A., Mandeville P. B. y González G. R. 2004 (b). Efecto del sexo de la cría y la etapa de lactancia en los componentes de la

leche de cabras F1 Alpino x Nubia. Memorias de la XIX Reunión Nacional sobre Caprinocultura. pp. 219 – 223.

- Díaz, G. M. O., Torres H. G., Ochoa C. M. A. y Urrutia M. J. 2007. Número de parto, tipo de parto y periodo de lactancia como factores que modifican la producción de leche en cabras Nubia. V° Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camelidos Sudamericanos, Mendoza Argentina. Producción animal.com.ar.
- Dickson, U. L., Hernandez G. T., Pérez C. M. B., Betancurt O. G. 2000. Producción de leche y duración de la lactancia en cabras (*Capra Hircus*) Alpina y Nubia importadas a Venezuela. Rev. Veterinaria México. 31 (1): 212-226.
- El-Gayar, M., El-Alamy, M., Swida, F., Holtz, W. 2000. Yield and composition of milk from Sinai goats maintained under farming conditions. 7th International Conference on Goats, France.
- Epaphras, A., Karimuribo E. D. and Msellem S. N. 2004. Effect of season and parity on lactation of crossbred Ayrshire cows reared under coastal tropical climate in Tanzania. Livestock Research for Rural Development 16 (6) Art. # 42. *Tomado de:* <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/6/epap16042.htm>.
- Erasmus, L. J., Botha P. M., and Kistner A. 1992. Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation, and duodenal nitrogen flow in dairy cows. J. Dairy Sci. 75:3056-3065.
- Erdman, R.A. and Sharma B. K. 1989. Effect of yeast culture and sodium bicarbonate on milk yield and composition in dairy cows. J. Dairy Sci. 72:1929-1932.
- Ettle, S. T. and Schwars F. J. 2002. Effect of maize variety harvested at different maturity stages of feeding value and performance of dairy cows. Anim. Reserch. 52: 337-349.
- Fekadu, B., Soryal K., Zeng S., Van Hekken D., Bah B. and Villaquiran M. 2005. Changes in goat milk composition during lactation and their effect on yield and quality of hard and semi-hard cheeses. Small Rumin Res 59 (1): 55 – 63.
- Fonty, G., Gouet P., Jouany J. P. and Senaud J. 1983. Ecological factors determining establishment of cellulolytic bacteria and protozoa in the rumen of Meropenic lambs. J. Gen. Microbiol. 129:213-223.
- Fonty, G., Senaud J., Jouany J. P. and Gouet P., 1987. Establishment of the microflora and anaerobic fungi in the rumen of lambs. J. Gen. Microbiol. 133:1835-1843.
- Fonty, G., Senaud J., Jouany J. P. and Gouet P., 1988. Establishment of ciliate protozoa in the rumen of conventional and conventionalized lambs: influence of diet and management conditions. Can. J. Microbiol. 34:235-241.

- Forsberg, C.W., Forano E. and Chesson A. 2000. Microbial adherence to the plants cell wall and enzymatic hydrolysis. *Ruminal Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. 79-98.
- Galvao, K. N., Santos J. E., Coscioni A., Villaseñor M., Sisho W. M. and Berge A. C. 2005. Effect of feeding live yeast products to calves with failure of passive transfer on performance and patterns of antibiotic resistance in fecal *Escherichia coli*. *Reproduction Nutrition Development*. 45:427-440
- Gallego, L. Molina, A. 1994. Estado corporal y producción. In: Ganado ovino. Raza Manchega. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. p 161- 171.
- Garcés, A.R., Boza, L.J., Acevedo, S.P., Brandl, E., Bruckmai, M.R., López F. J. L. 2004. Índice de persistencia y descripción de los primeros 100 días de la curva de lactancia de cabras Saanen primíparas y multiparas mantenidas en confinamiento. *Agric. Téc.* Vol. 64 No. 3.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F. 246 p.
- García, S. C. and Holmes C. W. 2001. Lactation curves of autumn- and spring-calved Cows in pasture-based dairy systems. *Livest Prod Sci* 68: 189 – 203.
- Garner, M. R., Flint J. F. and Russell J. B., 2002. *Allisonella histaminiformans* gen. nov., sp. Nov., a Novel bacterium that produce histamine, utilizes histidine as its sole energy source, and could play a role in bovine and equine laminitis. *Syst. Appl. Microbiol.* 25, 498-506.
- Garner, M. R., Gronquist M. R. and Russell J. B. 2004. Nutritional requirements of *Allisonella histaminiformans*, a ruminal bacterium that decarboxylates histidine and produces histamine. *Curr. Microbiol*, 49: 295-299.
- Gedek, B., Kirchgessner M., Wiehler S., Bott A., Eidelsburger U. and Roth F. X. 1993. The nutritive effect of bacillus cereus as a probiotic in the raising of piglets. 2. Effect and microbial count, composition and resistance determination of gastrointestinal and fecal microflora. *Archiv fur Tierernahrung* 44(3):215-26
- Giger-Reverdin, S., Sauvant D., Tessier J., Bertin G. and Morand-Fehr. 2004. Effect of live culture supplementation on rumen fermentation in lactating dairy goats. *South Africa Journal of Animal Science*. 34 (suplement!).
- Gipson T. A. and Grossman M. 1989. Diphasic analysis of lactation curves in dairy goats. *J. Dairy Sci.* 72:1035-1044.
- Gipson, T. A. and Grossman M. 1990. Lactation curves in dairy goats: a review. *Small Rum. Res.* 3: 383 – 396.

- Girard, I. D. and Dawson K. A., 1995. Effect of a yeast culture on growth characteristic of representative ruminal bacteria. *Animal Science*. 73: 264.
- Goad, D. W., Goad D. L. and Nagaraja T. G. 1998. Ruminal microbial and fermentative changes associated with experimentally induced subacute acidosis in steers. *J. Animal Sci*. 76: 234-241.
- González, A.V., Gutiérrez M. J., Cervantes M. J. Ducoin W. A. 2004. Evaluación de parámetros productivos en cabras y cabritos de la raza Alpina Francesa en un sistema de lactancia natural restringida y lactancia artificial. *Memorias de la XIX Reunión Nacional sobre Caprinocultura*. pp 207 – 212.
- Gozho, G. N., Krause D. O. and Plaizier J. C. 2006. Rumen lipopolysaccharide and inflammation during grain adaptation and subacute ruminal acidosis in steers. *J. Dairy Sci*. 89: 4404-4413.
- Gozho, G. N., Plaizier J. C., Krause D. O., Kennedy A. D. and Wittenberg K. M. 2005. Subacute ruminal acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory response. *J. Dairy Sci*. 88: 1399-1403.
- Greyling, J. P. C., Mmbengwa V. M., Schwalbach L. M. J. and Muller T. 2004. Comparative milk production potential of indigenous and Boer goats under two feeding systems in South Africa. doi:10.1016/J. Small Rum. Res. 03: 11-14.
- Guo, M., Park Y., Dixon P., Gilmore J. and Kindstedt P. 2003. Relationship between the yield of cheese (Chevre) and chemical composition of goat milk. *Small Rumin. Res*. 52: 103 – 107.
- Gustafsson, A., Carlsson J. 1993. Effects of silage quality, protein evaluation systems and milk urea content on milk yield and reproduction on dairy cows. *Livest Prod Sci* 37: 91-105.
- Hammond, A. C. 1997. Update on BUM as a guide for protein supplement in cattle U. S. Department of agriculture. Agriculture Reserch Service Subtropical Agricultural Reserch Station Broosville Florida. Pp 45-54.
- Harrison, G. A., Hemken R. W., Dawson K. A., Harmon R. J. and Barker K. B. 1988. Influence of addition of yeast culture supplement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial populations. *J. Dairy Sci*. 71: 2967- 2975.
- Hernandez. D. R. 1999. Efecto de un cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* en consumo, digestibilidad y variables ruminales en borregos alimentados con pastos ovillo (*Dactylis glomerata*) cosechado a dos intervalos de rebrote. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de posgraduados, Montecillo México. P 74.

- Hobson, P. N. 1997. Introduction. In Hobson P.N., and Stewarts C. S., (Eds). The rumen microbial ecosystem, Second ed. Chapman and Hall London, UK, pp.1-9
- Hooper, L. V., Wong M. H., Thelin A., Hansson L., Falck P. G., and Gordon J. I. 2001. Molecular analysis of commensal host-microbial relationship in the intestine. *Science* 291:881-884.
- Iaschi S. P. A., Hui J., Chong F. N., Strange A., Strange M., Bencini R. and Tay G. K. 2004. Comparison of the milk quality of the South African Boer and Australian Rangeland goats. *Small Rumin. Res.* 53: 181 – 184.
- Ihaka, R. and R. Gentleman. 1996. R: A language for data analysis and graphics. *J. of Comp. and Graph. Stat.* 5, 209-314
- INEGI, 1985. Síntesis geográfica del Estado de a San Luis Potosí. México, D.F. p. 186.
- INEGI, 2005. El sector alimentario en México. Serie de estadística sectorial Ed. 2005. México. pp. 74- 80.
- Jenness, R. 1980. Composition and characteristic of goat Milk: review 1968-1979. *J. Dairy Sci.* 63, 1605-1630.
- Jensen, R. G. 2002. The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *J. Dairy Sci.* 85, 295-350.
- Jouany, J. P. 1994. Methods of manipulation the microbial metabolism in the rumen. *Ann. Zootech.* 43: 49-62
- Jouany, J. P. 2006. Optimizing rumen fuction in the close-up transition period and early lactation to drive dry matter intake and energy balance in cows. *Anim. Reprod. Sci.* 96:250-264.
- Jouany, J. P., Mathieu F., Senaud J., Bohatier J., Bertin G., and Mercier M., 1998. The Effect the *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* on the digestion of the cell wall fraction of a mixed diet in defaunated and refaunated sheep rumen. *Reprod. Nutr. Dev.* 38:401-416.
- Joshi, H. B., Das N. and Bisht G. S. 1990. Prediction of body weight from body measurements in barbari and Jamnapari goats reared under intensive management system. *Indian Veterinary Journal*, 67: 4 , 347-351.
- Juárez, R. A. S., Cerillo, S. Ma. A. Herrera, M. C, Nevarez, C. G. 2005. Consumo de energía metabolizable y metabolitos séricos como indicadores del estado nutricional de cabras en pastoreo. *Memorias de la XX Reunión Nacional sobre Caprinocultura.* pp 201 – 208.

- Kumar, U., Sareen V. K. and Singh S. 1994. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* Yeast culture supplement on ruminal metabolism in Buffalo calves given a high concentrate diet. *Anim. Prod.* 59:209-215.
- Kung, Jr. L., Kreck E. M., Tung R. S., Hession A. O., Sheperd A. C., Cohen M. A., Swain H. E. and Leedle J. A. Z., 1997. Effect of live yeast culture and enzymes on *in vitro* ruminal fermentation and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:2045-2051.
- Krause, K. M. and Oetzel G. R. 2005. Inducing subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88:3633-3639
- Leimester, K. E., Heinrichs A. J. and Gabler M. T. 2004. Effect of supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) culture on rumen development, growth characteristic, and blood parameters in neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.* 87:1832-1839.
- Lila, Z. A., Mohammed N., Yasui T., Kurokawa Y., Kanda S. and Itabashi H. 2004. Effect of a twin strain of *Saccharomyces cerevisiae* live cells on mixed ruminal microorganism fermentation *in vitro*. *J. Animal Sci.* 82:1847-1854.
- Lombaard, C. S. 2006. Hierarchical bayesian modelling for the analysis of the lactation of dairy animals. Ph. D. Thesis. Faculty of Economic and Management Sciences, Department of Mathematical Statistics, University of the Free State Bloemfontein.
- López, G. A., Soria A. V. M., Domínguez Y. I. A. y Jaramillo E. G. 1997. Efecto del nivel de cerdaza con cultivo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre el comportamiento de ovinos en engorda parte I. Memorias del IX Congreso Nacional de Producción Ovina (AMTEO). Pp. 240-243.
- Lynch, H. A. and Martin S. A. 2002. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* culture and *Saccharomyces cerevisiae* live cell on *in vitro* mixed ruminal microorganism fermentation *in vitro*. *J. Dairy Sci.* 85:2603-2608.
- Macciotta, N. P., Fresi P., Usai G., Cappio-Borlino A. 2005. Lactation curves of Sarda Breed goats estimated with test day models. *J Dairy Res.* 72(4): 470 – 475.
- Macedo, V. P., Damasceno J. C., dos Santos G. T., Martins E. N., Fonseca de M. F. A. 2001. Comportamento da curva de lactação de cabras mestiças Saanen em função da suplementação de concentrado e do sistema de produção. *Rev. bras. zootec.* 30 (6S): 2093 – 2098

- Martin, S. A. and Nisbet, D. J. 2006a. Effects of *Aspergillus oryzae* fermentation extract on fermentation of amino acids, Bermuda grass and starch by mixed ruminal microorganisms in vitro. *J. Anim. Sci.*; 68: 2142-2149.
- Martínez, R. R. D., Torres H. G., Mastache L. A. A. Rubio R. M., Sánchez R. I., Gonzales A. H., Rodríguez A. W. 2004. Caracterización de un rebaño caprino criolla genético en el trópico seco del estado de Guerrero. Memorias de la XIX Reunión Nacional sobre Caprinocultura. AMPCA. Acapulco, Gro. Pp. 232-236.
- Mellado, M., Rodríguez S., López R., Rodríguez A. y García J. E. 2004. Relación entre la producción y composición de la leche y el perfil sanguíneo de las cabras al inicio de lactancia en agostaderos. Memorias de la XIX Reunión Nacional sobre Caprinocultura. pp. 276 – 280.
- Mellado, M., Rodríguez S., López R., Rodríguez A. 2006 . Relation among milk production and composition and blood profiles and fecal P and nitrogen in goats on rangeland . *Small Ruminant Research* , Volume 65 , Issue 3 , Pages 230 – 236.
- Mendoza, M. G. D., Ricalde R. y Velasco R. 1993. Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano. Universidad Autónoma Metropolitana. Cap. 9. Uso de aditivos alimenticios. p 97.
- Merin, U., Rosenthal, I., Maltz, E. 1988. The composition of goat milk as affected by nutritional parameters. *Mitchwissenschaft* 43 (6), 363 – 365.
- Min, B. R., Hart S. P., Sahlu T., Satter L. D. 2005. The effect of diets on milk production and composition, and on lactation curves in pastured dairy goats. *J Dairy Sci.* 88(7): 2604 – 2615.
- Minikhiem, R. M. 2002. Ferum alpha tocopherol and immune function in yearling ewes supplemented with zinc and vitamin E. *J. Anim. Sci.* 80: 1329 – 1335.
- Miranda, R. L. A., Mendoza M. G. D., Barcena-Gama J. R., Gonzales M. S. S., Ferrara R., Ortega C. M. E. and Cobos P. M. A. 1996. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* cultures and NDF level on parameters of ruminal fermentation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 63:289-296.
- Miranda, M. J. and Schmitkey G. D. 1995. An empirical model of asset replacement in dairy production. *J. of Applied Econometrics. Special Issue: The Micro econometrics of Dynamic Decision Making.* 10: S41 – S55.
- Mohamed, I.D. y Amin J.D. 1996. Estimating body weight from morphometric measurements of Sahell (Borno Withe) goats. *Small Ruminant Research*, 24: 1-5.

- Moloney, A. P. and Drennan M. J. 1994. The influence of the basal diet on the effect of yeast culture ruminal fermentation and digestibility in steers. *Animal Feed Sci. and Technol.* 50: 55-73.
- Montaldo, H., G. Tapia y A. Juarez. 1981. Algunos factores genéticos y ambientales que influyen sobre la producción de leche y el intervalo entre partos en cabras. *Téc. Pec. Méx.* 41:32-44.
- Morand- Fehr, P. y Sauvant, D. 1990. Alimentación del caprino. In: Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. Institute de la Recherche Agronomique. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. P 454.
- Mosoni, P., Chaucheyras-Duran F., Bera-Maillet C. and Forano E. 2007. Quantification by real-time PCR of cellulolytic bacteria in the rumen sheep alter supplementation of a forage diet with readily fermentable carbohidratos. Effect of a yeast additive. *J. Appl. Microbiol.* 103: 2676-2685.
- Mutsvangwa, T., Edwards I. E., Topps J. H. And Paterson G. F. M. 1992. The effect of dietary inclusion of yeast culture (YEA-SACC) on patterns of rumen fermentation, food intake and growth of intensively fed bulls. *Br. Society Anim. Prod.*; 55: 35-40.
- Nagaraja, T. G., Newbold C. J. and Van Nevel C. J. 1997. Manipulation of ruminal fermentation. In: Hobson, P. N. Stewart, C. S. (Eds.), *The rumen microbial ecosystem*, Second Ed. Chapman and Hall. London UK. pp. 523-632.
- Newbold, C. J. 1995. Microbial feed additives for ruminants. In : Wallace, R. J., Chesson A. (Eds.), *Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding*. VCH, Weinheim, Germany, Pp. 259-278.
- Newbold, C. J., Wallace R. J., Chen X. B. and McIntosh F. M. 1995. Different strain of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effect on ruminal bacterial number in Vitro and in sheep. *J. Animal Sci.* 1811-1818.
- Newbold, C. J., Wallace R. J. and McIntosh F. M. 1996. Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. *Br. J. Nutr.* 76:249-261.
- Newbold, C. J., McIntosh F. M. and Wallace R. J. 1998. Changes in the microbial population of a rumen stimulating fermenter in response to yeast culture. *Can. J. Anim. Sci.*; 78: 241-244.

- Nisbet, D. J. and Martin S.A. 1991. Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on lactate utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. *J. Dairy Sci.* 69:4628-4633.
- Nocek, J. E. 1997. Bovine acidosis: implications on laminitis. *J. Dairy Sci.* 80: 1005-1028.
- NRC, (National Research Council). 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, DC, USA. Nacional Academy Press. 362 p.
- O'Doherty, J.V. Crosby, T. F. 1998. Blood metabolite concentrations in late pregnant ewes as indicators of nutritional status. *Anim. Sci.* 66, 675-683.
- Oishi K., Kahi A. K., Nagura Y., Fujita M., Hirooka H. 2007. Effect of culling age of does on milk and meat production in Japanese-Saanen goats. *Livest. Sci.* doi:10.1016/j.livsci.2007.05.003.
- Otchere, E. O., McGilliard A. D., and Young J. W. 1974. Quantitation of α -linked glucose polymers passing to the small intestine in cattle. *J. Dairy Sci.* 57:1189-1195.
- Palacios, C. y De la Fuente L. F. 1999. Análisis de factores de variación de la producción láctea en ganado ovino de las razas Castellana y Assaf. Dept. Construcción y Agronomía Fact. De Ciencias Agrarias y Ambientales. Universidad de Salamanca. XXIX Jornadas SEOC. pp. 117-119.
- Pandya, A.J. and Ghodke K.M. 2007. Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. *Small Rumin. Res.* 68: 193 – 206.
- Park, Y. W., Juárez M., Ramos M. and Haenlein G. F. W. 2007. Physico-chemical characteristic of goat and sheep milk. *Small Rumin. Res.* 68: 88-113.
- Park, Y. W. 1994. Hypo-allergenic and Significance of goat milk. *Small Rumin. Res.* 14: 151-161.
- Park, Y.W. 2000. Comparison of mineral and cholesterol composition of different commercial goat milk products manufactured in US. *Small Rumin. Res.* 37: 115 - 124.
- Park, Y. W. 2006^a. Goat milk-chemistry and nutrition. In: Park, Y. W., Haenlein G. F. W. (Eds), *Handbook of milk of non-bovine mammals*. Blackwell Publishing Professional, Oxford, UK/Ames. Iowa pp. 34-58.

- Paz, R. G., Togo J. A. y López C. 2007. Evaluación de parámetros de producción de leche en caprinos (Santiago Stero Argentina). Rev. Cient. (Maracaibo) v. 17 n.2 Maracaibo abr.
- Peris, S., Caja, G., S. Such, X., Casals, R. 1997. Influence of kid rearing systems on milk composition and yield of Murciano-Granadina Dairy Goats. J. Dairy Sci. 80: 3249-3255.
- Piva, G., Belladonna S., Fusconi G. and Sicbaldi F. 1993. Effects of yeast on dairy cows performance, ruminal fermentation, blood components and milk manufacturing properties. J. Dairy Sci. 76: 2717 – 2722.
- Plata, P. F., Mendoza M. G. D., Barcena-Gama J. R. and Gonzales M. S. 1994. Effect of a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on neutral detergent fiber digestion in steers fed oat straw based diets. Anim. Feed Sci. Technol. 49:203-210.
- Plata, P. F. X., Ricalde V. R., Melgoza C. L. M., Lara B. A., Aranda I. E., y Mendoza M. G. D. 2004. Un cultivo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y la *Monensina* sodica en el comportamiento productivo en ovinos. Anim. Feed Sci. Technol. 13:223-228.
- Putnam, D. E., Schwab C.G., Socha M. T., Whitehouse N. L., Kierstead N. A. and Garthwaite B. D. 1997. Effect of yeast culture in the diets of early lactation dairy cows on ruminal fermentation and passage of nitrogen fractions and amino acids to small intestine. J. Dairy Sci. 80:374-384.
- Razz, R. y Clavero T. 2006. Niveles de urea, fosforo, glucosa e insulina de vacas de ordeño suplementadas con concentrado en un sistema de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala*. Vet. Centro de Trasnferencia de Tecnologia en Pastos y Forrajes. Facultad de Agronomia. vol.17, no.1, p.53-57.
- Ríos, C., Marín M. P., Catafau M, Wittwer F. 2006. 2 Concentraciones sanguíneas de β -hidroxibutirato, NEFA, colesterol y urea en cabras lecheras de tres rebaños con sistemas intensivos de producción y su relación con el balance nutricional. Arch. Med. Vet. 38, N° 1, 19-23.
- Ríos, C., Marín M. P., Murasso A. and Rudolph W. 2001. Concentración de urea en sangre y leche de cabras y su correlación en sistemas intensivos lecheros de la región metropolitana. Av Cs Vet 16: 52-57.
- Rivas, J., Martin H., Bastidas P., y Díaz T., 2000. Efecto de la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* al inicio de la lactancia en vacas lecheras. Ciencias Veterinarias. 12: 62-72.

- Ribeiro, N. L., Medeiros A. N. Ribeiro M. N. y. Pimenta-Filho E.C. 2004. Estimación del peso vivo de caprinos autóctonos brasileños mediante medidas morfométricas Arch. Zootec. 53: 341-344. 2004
- Robinson, P. H. 1997 Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on adaptation of cows to diet post-partum J. Dairy Sci. 80: 1119-1125
- Robinson, P. H. and Garret J. E. 1999. Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on adaptation of cows to postpartum diets and on lactational performance. J. Anim. Sci. 77: 988-999.
- Rodríguez, P. I. J. 2005. Número de parto, tipo de parto y periodo de lactación como factores que modifican la producción de leche en cabras nubias. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía de la UASLP. Diciembre 2005.
- Ruiz, R., Oregui L. M. and Herrero M. 2000. Comparison of models for describing the lactation curve of Latxa sheep and an analysis of factors affecting milk yield. J. Dairy Sci 83: 2709 – 2719.
- Rossi, F., Cocconcelli P. S. and Masoero F. 1995. Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on growth and lactate utilization by the ruminal bacterium *Megasphaera elsdenii*. Ann. Zootech. 44: 403 –409.
- Rossi, F., Luccia A. D., Vicenti D. and Cocconcelli P. S. 2004. Effects of peptidic fractions from *Saccharomyces cerevisiae* culture on growth and metabolism of the ruminal bacteria *Megasphaera elsdenii*. Anim. Res. 53: 177-186.
- Russell, J. B. and Hino T. 1985. Regulation of lactate production in *Streptococcus bovis*: a spiraling effect that contributes to rumen acidosis. J. Dairy Sci. 68: 1712-1721.
- Russell, J. B. and Wilson D. B. 1996. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH?. J. Dairy Sci. 79:1503-1509.
- Rouzbehan, Y., Galbraith H., Rooke J. A. and Perrott J. G. 1994. A note on the effects of dietary inclusion of a yeast culture on growth and ruminal metabolism of lambs given diets containing unground pelleted molassed dried sugar-beet pulp and barley in various proportions. Anim. Prod. 59:147 – 150.
- Rzedowski, J., 1961. Vegetación del estado de San Luis Potosí. Tesis. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México

- Salama, A. A. K., Caja G., Garin D., Albanelli E., Such X. and Casals R. 2002. Effect of adding a mixture of malato and yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on milk production of Murciano-Granadina dairy goats. *Animal Research*. 51:295-303
- Sanchez, De La R. I., Martínez R. R. D., Torres H. G., Becerril P. C. M., Mustache L. A. A., Suarez E. J., Rubio R. M. 2006. Producción de leche y curvas de lactancia en tres razas de cabras en el tropico seco de México. *Vet. Mex.* 37 (4) 493-502.
- Sanz, S. M. R., Pérez L., Martín A. J. J., Amigo L. and Boza J. 2002. Effect of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAS on the performance lactating Granadina goats part II. milk production and composition. *Small Ruminant Research* 43:141-148
- Schalm, O. W. 1964. *Hematología veterinaria*. Primera Edición. Ed. Uteha, México, D.f. Capitulo 2.51.
- Schingoethe, D. J., Linke K. N., Kalscheur K. F., Hippen A. R., Rennich D. R. and Yoon I. 2004. Feed efficiency of mid-lactation dairy cows fed yeast culture during summer. *Journal of dairy Science*. 87(12):4178-81.
- Sevi, A., Taibi, L., Albenzio, M., Muscio, A., Annicchiarico, G. 2000. Effect of parity on milk yield, composition, somatic cell count, renneting parameters and bacteria counts of Comisana ewes. *Small Rumin. Res.* 37: 99 – 107.
- Singh, M. and Lidri, R.S. 2000. Plasma prolactin, blood metabolites and milk production in bromocryptine-treated crossbred goats. *Small Rumin. Res.* 35: 255-262.
- Shingu, H., Hayashi H., Touno E., Oshibe A., Kushibiki S., Oda S., Kato K. and Obara Y. 2007. Characteristics of developmental changes in the kinetics of glucose and urea in Japanese Black calves: Comparison with holstein calves. *Journal Animal Sci.* 185. 2910-2915.
- Sniffen, C. J., Chaucheyras-Duran F., De Ordaza M. B., and Donaldson G. 2004. Predicting the impact of a live yeast strain on rumen kinetic and ration formulation. in: proceeding of the Southwest Nutritional and Management Conference. Tempe Az. USA, pp 53-59.
- Solder, K. J. Holden L. A. 1999. Use of anionic salts with grazing prepartum dairy cows. *Prof. Animal. Sci.* 15:278-285.

- Soryal, K., Zeng S., Min B., and Hart S. 2004. Effect of feeding treatments and lactation stages on composition and organoleptic quality of goat milk domiati cheese. *Small Rumin. Res.* 54: 121 – 129.
- Soryal, K. A. 2000. Milk production. Composition and technology of Syrial Gabally goats in Egypt during their first and second lactation seasons. 7th International conference on Goats, France.
- Soto, G. R. y Gonzáles G. F. R. 1991. Factores reproductivos que afectan la producción de leche en caprinos. Memoria del Simposium de Reproducción y Genética en Caprinos Productores de Leche. pp. 22-34.
- Steinfeld, H., Gerber P., Wassenaar T., Rosales M. and Haan C. 2006. Livestock's role in climate changes and air pollution. In: *Livestock long shadow: environment issues and options*, FAO Report. LEAD publications, Roma Italy pp. 79-124.
- Stella, A. V., Paratte R., Vlnegri L., Cigalino G., Solcini G., Checaux E., Dell-Orto V. and Saudini G. 2005. Effect of administration of live *Saccharomyces cerevisiae* on milk production milk composition, blood metabolites, and faecal Flora in early lactations dairy goat.
- Swartz, D.L., Muller L. D., Rogers G. W. and Varga G. A. 1994. Effect of yeast culture on performance of lactating dairy cows: A field study. *J. Dairy Sci.* 77:3073:3080.
- Tambajong, D., Wallenhorst, S., Holtz, W. 2000. Quantity and composition of milk producer by suckled Boer goat does. 7th Int. Conf. on Goats, Tours, France. 15–21 May. Tome 2: 599.
- Tambuwal, F. M., Agale B. M. and Bangana A. 2002. Haematological and biochemical values of apparently healthy Red Sokoto goats. Proceeding of 27th Annual Conference Nigerian Society of Animal Production (NSAP), March, 17-21, 2002, FUTA, Akure, Nigeria. pp. 50-53.
- Thompson, P., Hetzen A. and Schutheiss W. 2006. The effect of rumen lesions in feedlot calves: which lesions really affect Growth? In: proceeding from the 4th Schering Plough Ruminant Day, University of Pretoria, Pretoria, South Africa, pp 23-27.
- Van Vuuren, A. M. 2003. International one-day seminar: role of probiotics in animal nutrition and their link to the demands of European consumers. Lelystad.
- Valdez, C.A., Fagan D. V. AND Vicera I. B. 1982. The correlation of body weight to external body measurements in goats. *Philippine Journal of Animal Industry*, 37:4, 62-89.

- Valencia, C. C. M. 2002. Desafios del sistema extensivo de producción caprina. En Memorias de la XVII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. pp. 102-107.
- Vallejo, M., Fernández del Palacio M. J., Montes A. 1991. Las variables fisiológicas como posible indicador productivo en la especie caprina. Arch. Zootec. 46: 161-172.
- Varade, P.K.; Ali, S.Z. y Malkhede, P.S. 1997. Body measurements of local goats under field conditions. Indian Veterinary Journal, 74, 448-449.
- Wallace, R. J., Onodera R. and Cotta M. A. 1997a. Metabolism of nitrogen-containing compounds. In: Hobson, P. N. Stewars, C.S., (Eds) The Rumen Microbial Ecosystem, second ed. Chapman and Hall, London, UK, pp 283-328.
- Wallace, R. J. 1996. The mode of action of yeast culture in modifying rumen fermentation. En: Biotechnology in the Feed Industry. K. A. Jacques, editores. Alltech Technical Publications. Nicholasville, Ken., USA.; p. 217-232.
- Wells, B. and Mason, R. 1976. Yeast culture and probiotic for feedlot lambs. J. Anim. Sci. 43; supl. 1: 337.
- Williams, A. G. and Coleman G. S. 1988. The rumen protozoa. In: P. N. Hobson (Ed) the rumen microbial ecosystem. Elsevier Applied Sc. London and New York. Pp 77-128.
- Williams, A. G. and Coleman G. S. 1997. The rumen protozoa. In: P. N. Hobson (Ed) the rumen microbial ecosystem. Elsevier Applied Sc. London and New York. Pp 77-128.
- Williams, P. E. V., Newbold C. J., Walker A. and Wallace R. J. 1989. Rumen probiosis: the effects of including yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in diets for sheep fed continuously or in meal fed steers. J. Anim. Sci.; 67; supl. 1: 522.
- Williams, P. E., Tait C. A., Innes G. M., Newbold C. J. 1991. Effect of the inclusions of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet of dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers. J. Anim. Sci. 69: 3016-3026.
- Whitaker, D., Kelly J., Eayres H. 1998. Use and interpretation of metabolic profiles in dairy cows. Department of Veterinary Clinical Studies, University of Edinburgh.
- Wohlt, J. E., Corcione T. T. y Zajac P. K. 1998. Effect of yeast on feed intake and performance of cows fed diets based on corn silage during early lactation. J. Dairy Sci., 81: 1345-1352.

Wolht, J. E., Finkelstein A. D. and Chung C. H. 1991. Yeast culture to improve intake, nutrient digestibility, and performance by dairy cattle during early lactation. *J. Dairy Sci.* 74:1395-1400.

