

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**PRODUCCION Y CALIDAD DE LA LECHE EN VACAS ALTAS
PRODUCTORAS SUPLEMENTADAS CON SUBPRODUCTOS
DE CERVECERIA**

POR:

JOSE GUMARO VAZQUEZ HERNANDEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Noviembre de 2009**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

PRODUCCION Y CALIDAD DE LA LECHE EN VACAS ALTAS
PRODUCTORAS SUPLEMENTADAS CON SUBPRODUCTOS
DE CERVECERIA

POR
JOSE GUMARO VAZQUEZ HERNANDEZ

TESIS

Que Se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador
Como Requisito Parcial para Obtener el Título de:
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA:



Ph. D. Jesús M. Fuentes Rodríguez
Presidente



M.C. Gerardo Montero Almora
Asesor



Dr. Fernando Ruiz Zarate
Asesor

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Ing. José Rodolfo Peña Oranday



Buenvista, Saltillo, Coahuila, México. Noviembre de 2009

COMISION DE
CIENCIA ANIMAL

Agradecimientos

A Dios por su bendición y don de vida que nos dio para realiza este trabajo, así como darme la dicha de tener una gran familia además de poner en mi camino a personas buenas y por estar conmigo en los triunfos y tropiezos de mi vida.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antoni Narro “, por acogernos en su regazo y permitir ser parte de una gran institución de enseñanza en el ámbito agronómico.

A la cervecería “Cuauhtémoc Moctezuma S.A de C.V.” por el apoyo brindado para realizar este investigación, ya que sin su apoyo no se hubiera realizado.

Al M.C. Gerardo Montero por su apoyo y asesoría a lo largo de esta investigación, así como por todos sus consejos y su amistad brindada.

Al Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez por su apoyo y su asesoría en la presente tesis.

Al DR. Fernando Ruiz Zarate por su apoyo y asesoría en presente tesis.

Agradecimientos a: M. C. Oscar Reboloso Padilla

T.L.Q. María de Jesús Sánchez Velásquez

L.C.N. Laura Aguirre Gámez

Por el apoyo y asesoría en los análisis de la leche que se realizaron para la presente investigación.

Para las personas encargadas del establo por su apoyo durante la presente investigación.

Agradecimientos a la M.C. Xochitl Rúelas Chacón por su apoyo y asesoría durante la prueba organoléptica de leche para la presente investigación.

A los docentes de la UAAAN por ser parte de mi formación como Ingeniero Agrónomo Zootecnista con sus enseñanzas y apoyo durante la carrera.

Agradezco al Ing. Bernabé Vázquez Cortes y esposa, la hospitalidad y apoyo que me brindaron.

Agradezco al Ing. Enrique Esquivel G. por su amistad y el apoyo que me ha brindado.

Sra. Tomasa Briones y familia, por su Hospitalidad y apoyo que me brindaron.

Agradecimientos a mis amigos y compañeros que me brindaron la amistad y apoyó durante nuestra estancia por la universidad: José Luis, Edvino, Saín, Moni, Beatriz, Brenda, Jesús Alberto. Ana, Daniel, Julio Cesar, Leti, Héctor M., Adrian, Hugo, José Manuel, Paz, José Manuel (Chema), Paco, Horacio, Martin, Roger, José Luis (pepe), Carlos, Moisés, Esbeide, Humberto, Juan Ramón y perdón por los que se me pasó mencionar, saben que los aprecio.

Al coach y amigos de Fútbol Americano: Ing. Juan Javier González “brujo”, Rodas, Isaac, Luis Felipe, Israel “cuate”, Benito, Iván, Luis “archi”, Juan Carlos, Gerardo “lalo”, José Manuel, Ulises y todos los demás compañeros que compartimos grandes momentos en las batallas ganadas y perdidas de es deporte.

A todas la personas que de una u otra forma ayudaron a mi formación profesional sin importan donde estén, quiero darles las gracias por ser parte de mi y por todo lo que me brindaron, mil gracias.

Dedicatoria

A mis padres:

Sr. Alberto Vázquez Cortes Sra. María Silvana Hernández Sánchez

A quienes les debo todo lo que soy, quienes con su ejemplo siempre me mostraron el camino del bien y hoy ven lograda con satisfacción mi formación como profesional.

Para mis hermanos (as):

Tere, Lulú, Beto, Viki, Juan, Germán, Felipe.

Por haberme brindado amor, confianza y su gran apoyo, tanto moral como económico desde el comienzo de mi carrera has su finalización, mil gracias.

A mis cuñados Javier, luz Aida y mis sobrinos Erick y Miguel Ángel con mucho cariño.

Índice

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.	x
INTRODUCCIÓN.	1
Justificación.	3
Objetivo.	3
Hipótesis.	3
REVISION DE LITERATURA.	4
Situación Mundial.	4
Situación de la Producción en México.	5
Sistemas de Producción en México.	6
Especializado.	6
Semiespecializado.	6
Doble Propósito.	7
Familiar o de Traspatio.	7
Características Ganado Holstein.	8
La Leche.	9
Propiedades y Características de la Leche.	9
Características Organolépticas.	9
Propiedades Físicas.	10
Propiedades Químicas.	11
Componentes de la Leche.	13
Proteína.	13
Grasa.	13
Lactosa.	14
Componentes Inorgánicos.	14
Otros Componentes.	14

	Pág.
Factores que Afectan a la Composición de la Leche.	15
Genéticos.	15
Raza y Biotipo.	15
Nutrición Y Manejo.	16
Estado de Lactación.	16
Edad.	17
Estado Sanitario.	18
Nivel Hormonal.	19
Medio Ambiente o Clima.	19
Influencia de la Ordeña.	20
Manejo de la Alimentación.	21
Efecto de la Nutrición Sobre el Contenido Graso de la Leche.	23
Factores Nutricionales que Tienen un Efecto Sobre la Composición de la Grasa.	23
Presencia de Forraje en la Ración.	23
Relación Forraje/Concentrado.	24
Fibra.	25
Carbohidratos no Estructurales (FDA).	26
Proteína.	27
Grasa.	28
Aditivos.	31
Vitaminas.	32
Efecto de la Nutrición Sobre el Contenido de Proteína de la Leche.	32
Factores Nutricionales que Tienen un Efecto Sobre la Composición de la Proteína.	33
Consumo de Energía.	33
Carbohidratos no Estructurales (FDA).	34

	Pág.
Proteína.	35
Grasa.	36
Aditivos.	37
Vitaminas.	37
Modificación del Contenido en Lactosa.	38
Subproductos de Cervecería.	38
La Masilla.	39
La Levadura.	39
MATERIALES Y MÉTODOS.	44
Ubicación del Experimento.	44
Descripción del Experimento.	44
Prueba de Alimentación.	45
Pesada y Muestreo de la leche.	45
Análisis de la Leche.	46
Análisis Sensorial.	47
Evaluación estadística.	49
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	50
CONCLUSIÓN.	63
RESUMEN.	64
LITERATURA CITADA.	65
APÉNDICE.	72

Índice de Cuadros

	Pág.
Cuadro 2.1. Panorama del mercado mundial de productos lácteos.	4
Cuadro 2.2. Densidad del agua y de los componentes de la leche.	10
Cuadro 2.3. Composición de la leche de diferentes mamíferos.	12
Cuadro 2.4. Composición porcentual de la leche de diferentes razas bovinas.	15
Cuadro 2.5. Variación del contenido de grasa y proteína durante la lactancia.	16
Cuadro 2.6. Caída mensual de la curva de lactancia.	17
Cuadro 2.7. Cantidades recomendadas de levadura por animal por día.	40
Cuadro 2.8. Contenido nutricional de la masilla y levadura de cervecería.	43
Cuadro 3.1. Porcentaje de masilla y levadura por tratamiento.	45
Cuadro 4.1. Producción de vacas primíparas, multíparas y producción media por tratamiento.	51
Cuadro 4.2. Comparación de la calidad de la leche por tratamientos para vacas primíparas con error estándar de la media.	58
Cuadro 4.3. Comparación de la calidad de la leche por tratamientos para vacas multíparas con error estándar de la media.	60
Cuadro A.1. Promedios de la composición química de la leche de vaca según varios autores.	72
Cuadro A.2. ANOVA de la prueba organoléptica de la leche.	72

Índice de Figuras

	Pág.
Figura 2.1. Efecto del consumo de energía y proteína sobre la proteína láctea.	34
Figura 3.1. Identificación de las muestras.	48
Figura 3.2. Acomodo en cubículo.	48
Figura 4.1. Curvas de lactancia por tratamiento para vacas primíparas, pico de lactación y ecuaciones por regresión polinómica de quinto orden y coeficiente de determinación (R^2).	54
Figura 4.2. Curvas de lactancia por tratamiento para vacas múltiparas, pico de lactación y ecuaciones por regresión polinómica de quinto orden y coeficiente de determinación (R^2).	56
Figura 4.3. Comportamiento del porcentaje de grasa y proteína durante los meses de prueba para vacas primíparas.	59
Figura 4.4. Comportamiento del porcentaje de grasa y proteína durante los meses de prueba para vacas múltiparas.	61

1. INTRODUCCION

La evolución en la producción lechera en los últimos años ha seguido una línea de intensificación. Ello ha conllevado a un cambio en la utilización de los alimentos evolucionando del simple pasto, pasando por la incorporación de concentrados o piensos, hasta llegar a sistemas donde los subproductos agroindustriales son la clave de la alimentación del hato. Los sistemas de alimentación han cambiado de un pastoreo puro a la alimentación integral, junto con las necesidades nutricionales de los animales que son mejor conocidas y evaluadas.

Al administrar una ración totalmente mezclada (TMR) ayuda a la vaca lechera a dar su máximo rendimiento. Esto se logra suministrando una ración balanceada durante su periodo de lactación, permitiendo a la vaca consumir la energía óptima y mantener las características físicas necesarias para la función apropiada del rumen (Brian, 2002).

La producción de leche está influenciada por el consumo de MS y éste a su vez por la calidad nutritiva del forraje, la cual constituye la vía más efectiva y rápida para mejorar la composición química de la leche.

Por otra parte los constantes incrementos en los precios de los alimentos para el ganado han sido una de las causas para buscar alternativas nutricionales que sean de igual o mayor valor nutritivo que los granos o alimentos comúnmente usados en las explotaciones lecheras, mismos que fueran redituables en cuanto a aumentar su producción bajando los costos de alimentación.

En atención a esto existen muchos subproductos agroindustriales que se consideraban como desechos, mismos que poseen un potencial alimenticio capaz de servir como suplementos nutricionales para el ganado, tal es el caso de la industria cervecera que produce grandes cantidades de masilla y levadura, dado que por sus adecuadas características bromatológicas pueden ser una importante fuente de proteína disponible para el ganado, dichos subproductos derivados de la industria cervecera, resultante del proceso de prensado y filtrado del mosto obtenido tras la sacarificación del grano de cereal (cebada, básicamente) malteado. Es un producto húmedo cuyo contenido en materia seca es de un 20-25 %. En el mercado recibe otros nombres como el de cebadilla de cerveza y es el término equivalente a lo que el mundo anglosajón conoce como "*wet brewers's grains*" (Calsamiglia *et al.*, 2004).

La levadura de cerveza también es una fuente enzimática para el ganado. Su efecto en vacas lecheras con valores medios de inclusión de levaduras vivas en la ración utilizadas normalmente con alimentación individualizada (top feeding) o en raciones completas, dan como resultado ligeros aumentos en la ingestión, la producción, proteína y grasa en la leche (Caja *et al.*, 2003).

Justificación

Los subproductos de cervecería son económicos por el momento y tienen un alto valor nutritivo, mejoran la palatabilidad de la ración y eficientizan los procesos de digestión en rumiantes. Ofrecen las siguientes ventajas:

- I. Proteína de alta calidad.
- II. Aumenta la ingestión de materia seca.
- III. Aporte de vitaminas del complejo B y un buen perfil aminoácido.
- IV. Mejora la proteína en leche.
- V. Aumenta la digestibilidad global de la ración.

Objetivo

Evaluar la producción y calidad de la leche de vacas al inicio de lactancia, alimentadas con subproductos de cerveza (masilla y levadura).

Determinar la tendencia de la curva de producción para vacas primíparas y multíparas.

Hipótesis

Los subproductos de cervecería en el alimento de vacas lecheras estimularán el consumo, la digestión y por lo tanto la producción y la calidad de la leche.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Situación Mundial

La FAO, (2008) señala que debido al continuo crecimiento de la producción en Asia y especialmente, en América del Sur, la producción mundial de leche debería aumentar un 2.2 por ciento en 2008 y otro 2.5 por ciento en 2009 (Cuadro 2.1.) y en los últimos años México se ha colocado como el décimo quinto productor de leche en el mundo. Sin embargo, México es, a la vez, el quinto importador de leche en el mundo. Señalando que de acuerdo con la ONU y la FAO, el consumo de leche en México es de 97 litros por persona, cantidad que representa la mitad de lo que recomienda esta instancia internacional.

Cuadro 2.1. Panorama del mercado mundial de productos lácteos.

	2007	2008 Estimación	2009 pronostico	Variación del 2008 a 2009
	Millones de toneladas (equivalente leche)			%
BALANZA MUNDIAL				
Producción total de leche	677.7	692.7	709.7	2.5
Leche desnatada en polvo	24.1	24.6	25.0	1.6
Leche entera en polvo	22.0	23.5	24.0	2.2
Mantequilla	61.4	63.3	64.5	1.9
Queso	84.2	85.4	83.3	-2.5
Otros productos	486.1	495.9	512.9	3.4
Comercio total	39.3	40.4	41.0	1.6
INDICADORES DE LA OFERTA Y LA DEMANDA				
CONSUMO HUMANO PERCAPITAL				
Mundial (kg/años)	102.6	103.8	105.1	1.3
Desarrollados (kg/años)	245.4	246.9	349.6	1.1
En desarrollo (kg/año)	64.0	65.5	66.9	2.1
Comercio – cuota de producción (%)	5.8	5.8	5.8	
Índice de la FAO para los Precios de los productos lácteos (1998 – 2000= 100)	2006	2007	2008	Valoración de Ene-Sep. 2007 a Ene-Sep. 2008 %
	138	247	262 *	14

*Enero – Septiembre del 2008
fuente: fao 2008

Situación de la Producción en México

En la actualidad, más que nunca los consumidores están interesados en la calidad y en los beneficios nutricionales de los alimentos que consumen, los productores de leche de vaca y derivados tienen una posición privilegiada en México ya que la leche de vaca ha sido considerada como un producto prioritario. En alimentación para niños, jóvenes, mujeres embarazadas y ancianos que la consumen, lo cual a pesar de ser importante en nuestra alimentación, el sector productivo no ha podido satisfacer la demanda interna que hay en nuestro país (SAGARPA, 2008).

La producción de leche de vaca en México creció durante los últimos 10 años en una tasa media anual de 2.8 por ciento, según destacó la SAGARPA en un estudio referente al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), menciona que desde antes del inicio del TLCAN, México ha sido deficitario en leche, además de que el consumo aparente de leche y derivados aumentó 37 por ciento de 1994 a 2006 (SAGARPA, 2008).

La producción de leche en México se desarrolla en condiciones muy heterogéneas desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico. Mientras Estados Unidos de América subsidia la leche a sus productores de un 30 a 40 % de sus costos de producción, de tal manera que al exportarla a México lo hace a un precio más bajo al costo de producción del productor mexicano, que ante esta situación se ve afectado negativamente. Aunque el precio por kg de leche al que, tanto los productores Mexicanos como los de Estados Unidos de América venden es similar, por lo que se encuentra al nivel de competencia con Estados Unidos de América. Los pequeños productores de leche, que no pudieron competir, después de entrar en vigor el TLCAN,

por falta de rentabilidad, se vieron en la necesidad de abandonar la actividad y emplearse como mano de obra de otras empresas, en otros casos, se observó la emigración a las ciudades en busca de empleo (Oeidrus, 2008).

Sistemas de producción en México

SAGARPA (2005), menciona que en México existen diferentes sistemas productivos de leche, clasificándolos principalmente en cuatro: especializado 50.6 %, semiespecializado 21.3 %, doble propósito 18.3 % y familiar o de traspatio 9.8 %.

Especializado

Caracterizado por contar con ganado especializado para la producción de leche, principalmente de las razas Holstein y en menor medida de las razas pardo suizo y Jersey, estos sistemas cuentan con tecnología altamente especializada, el manejo del ganado es predominantemente estabulado y la dieta se basa en forrajes de corte y alimentos balanceados. La ordeña es mecanizada y la producción se destina principalmente a las plantas pasteurizadoras y transformadoras.

Semiespecializado

Aun cuando predomina el ganado de las razas Holstein y Pardo Suizo no se llega a los niveles de producción del sistema anterior. El ganado se mantiene en condiciones de semiestabulación que se desarrolla en pequeñas extensiones de terreno, la ordeña puede ser manual o mecanizada, en ordeñadoras individuales o de pocas unidades, mantiene un nivel medio de tecnología y en ocasiones se cuenta con algunos sistemas de enfriamiento aunque no es lo común.

Doble propósito

Dentro de este sistema predominan las razas Cebuinas y sus cruzas, en este sistema el ganado sirve para la producción de carne o de leche. El manejo del ganado se da en forma extensiva, confinándose a los corrales solo durante la noche, su alimentación se basa en el pastoreo y con un mínimo de complementos en alimentos balanceados. La ordeña es manual.

Familiar o de traspatio

Esta actividad se limita a pequeñas extensiones de terreno, cuando se ubican cerca de la vivienda se denomina de traspatio. Las razas varían desde Holstein y Suizo Americano y sus cruzas, la alimentación se basa en el pastoreo o en el suministro de forrajes y esquilmos provenientes de los que se producen en la misma granja.

Las estadísticas SIAP-SAGARPA (2009), mencionan que se obtuvieron en 2008, 10,665,579 kg de leche el cual corresponde el 10,498,994 kg de leche de bovino y 166,585 kg de leche a la producción caprina. Estimándose para este año (2009) una producción total de 10,973,032 kg de leche siendo 10,805,369 y 167,663 kg de leche de bovino y caprino respectivamente.

Siendo los principales estados productores de leche en México, Jalisco (17 %), Coahuila (10 %), Durango (10 %), Chihuahua (8 %), Guanajuato (7 %), Veracruz (7 %), México (5 %), Hidalgo (4 %), Aguascalientes (4 %), Puebla (4 %) y el resto representan el 24 % de la producción total de leche (SAGARPA, 2005).

Características Ganado Holstein

Es un animal de color blanco y negro; alto y fuerte; con gran carácter lechero y habilidad de producir leche en cantidades que superan a cualquier raza, ésta es la imagen del ganado Holstein de nuestros días. Estas vacas tan especializadas que parecieran conocer su función desde su nacimiento son en realidad producto de ancestrales cruces. La raza Holstein es originaria de Europa y su desarrollo ocurrió en las provincias del norte de Holanda desde donde se extendieron a otras partes del continente. Los animales Holstein son grandes, estilizados, vigorosos y rústicos, de cualidades femeninas en una vaca alerta que posee tamaño y vigor. La cabeza es de corte limpio, proporcional al cuerpo; hocico ancho con los orificios de la nariz grandes y abiertos, fuerte mandíbula, ojos grandes y brillantes, frente ancha y moderadamente cóncava, puente de la nariz recto, orejas de tamaño mediano y bien alertas. Los colores característicos son blanco y negro o blanco y rojo, con las manchas bien definidas y la piel pigmentada alrededor de los ojos. Un becerro sano de esta raza pesa 35 a 40 kg o más al nacimiento, mientras que una vaca adulta debe pesar entre 600 y 700 kg y medir 58 pulgada o 150 cm a la altura de la cruz y un toro adulto entre 1000 y 1200 kg (Mellado, 2004).

Las vaquillas se pueden preñar a los 13 meses de edad, cuando llegan a pesar unos 350 kg es deseable tener hembras Holstein que “paran” por primera vez entre los 23 y 26 meses de edad. La gestación es aproximadamente de nueve meses. Algunas vacas pueden vivir muchos años, sin embargo, la vida productiva promedio de una Holstein es de 4 a 6 años y en un sistema especializado se mantiene por cerca de 305 días en lactancia y algunas vacas pueden llegar a producir hasta 12,000 kg de leche en este periodo. La leche de las vacas Holstein contiene de un 3.4 % de grasa

fácilmente digestible y se caracteriza por su elevada producción lechera que la hace sobresalir de entre todas las razas especializadas y ser objeto de desarrollo y selección. (González, 2005).

La Leche

La leche de bovino es una secreción de las glándulas mamarias de las hembras de estos mamíferos, quienes alimentan con este líquido a sus crías durante sus primeros años de vida.

La selección de vacas que producen leche en abundancia (más de la que necesita un ternero), ha permitido al hombre beneficiarse al utilizar el excedente para la alimentación humana (Giustetti, 2001).

Se puede definir a la leche desde los siguientes puntos de vista (Alais, 1985):

- **Biológico:** es una sustancia segregada por la hembra de los mamíferos con la finalidad de nutrir a las crías.
- **Legal:** producto del ordeño de un mamífero sano y que no representa un peligro para el consumo humano.
- **Técnico o físico-químico:** sistema en equilibrio, constituido por tres sistemas dispersos: solución, emulsión y suspensión.

Propiedades y Características de la Leche

Características Organolépticas

El aspecto de la leche fresca es de color blanco mate y presenta una cierta coloración crema cuando es muy rica en grasa y ligeramente viscosa. La leche

descremada o muy pobre en contenido graso presenta un blanco con ligero tono azulado. En cuanto a su olor, la leche fresca casi no tiene un olor característico, pero adquiere con mucha facilidad el aroma de los recipientes en los que se la guarda; una pequeña acidificación ya le da un olor especial al igual que ciertos contaminantes y el sabor de la leche fresca es ligeramente dulce, dado por su contenido de lactosa. Por el consumo de hierbas u otros alimentos puede adquirir fácilmente el sabor de estos (Nasanovsky *et al.*, 2001).

Propiedades Físicas

La densidad de la leche puede fluctuar entre 1.028 a 1.034 g/cm³ a una temperatura de 15 °C; su variación con la temperatura es 0.0002 g/cm³ por cada grado de temperatura. Esta varía entre los valores dados según sea la composición de la leche, pues depende de la combinación de densidades de sus componentes en el siguiente Cuadro 2.2. (Nasanovsky *et al.*, 2001):

Cuadro 2.2. Densidad del agua y de los componentes de la leche.

	Densidad (g/ cm ³)
Agua	1.000
Grasa	0.931
Proteína	1.346
Lactosa	1.666
Minerales	5.500

Fuente: Nasanovsky *et. al.*, 2001.

Taverna (2002) menciona que la leche es una mezcla compleja y heterogénea compuesta por un sistema coloidal de tres fases: una solución (los minerales así como

los hidratos de carbono se encuentran disueltos en el agua), en suspensión (las sustancias proteicas se encuentran con el agua en suspensión) y en emulsión (la grasa en agua se presenta como emulsión).

El pH de la leche es característica cercana a la neutra. Este puede variar entre 6.5 y 6.65. La acidez de la leche fresca es de 0.15 a 0.17 %. Esta acidez se debe en un 40 % a la anfoterica, otro 40 % al aporte de la acidez de las sustancias minerales, CO₂ disuelto y acidez por sustancias orgánicas, el 20 % restante se deben a las reacciones secundarias de los fosfatos presentes. En cuanto a la viscosidad de la leche natural fresca, es más viscosa que el agua, tiene valores entre 1.7 a 2.2 *centi poise* (cp) para la leche entera, mientras que una leche descremada tiene una viscosidad de alrededor de 1.2 cp. Con un punto de congelación promedio de 0.54 °C (varia entre -0.513 y -0.565 °C). Como se aprecia es menor a la del agua y es consecuencia de la presencia de las sales minerales y de la lactosa, el punto de ebullición es de 100.17 °C y finalmente el calor específico de la leche completa tiene un valor de 0.93 - 0.94 cal/g °C, la leche descremada 0.94 a 0.96 cal/g °C (Nasanovsky *et al.*, 2001).

Propiedades Químicas

La leche es un líquido de composición compleja, conformada aproximadamente por un 87.6 % de agua y el resto de sólidos o materia seca total, los componentes principales son los glúcidos (lactosa), las proteínas, lípidos y los componentes minerales (Ca, Na, K, Mg, Cl). La leche contiene diferentes grupos de nutrientes. Las sustancias orgánicas (glúcidos, lípidos, proteínas) están presentes en cantidades más o menos iguales y constituyen la principal fuente de energía. Estos nutrientes se reparten en elementos constructores (proteínas), y en compuestos energéticos

(glúcidos y lípidos) (Taverna, 2002). En el siguiente Cuadro 2.3., observamos la composición de la leche en diferentes mamíferos.

Cuadro 2.3. Composición de la leche de diferentes mamíferos.

	Agua	MS	Grasa	PC	Caseína	Albumina globulina	Lactosa	Ceniza
Especie	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Vaca	87.6	12.4	3.4	3.2	3.0	0.5	4.6	0.8
Oveja	83.9	16.1	6.2	5.2	4.2	1.0	4.2	0.9
Cabra	86.9	13.1	4.1	3.8	2.6	1.2	4.4	0.9
Yegua	89.3	10.7	1.6	2.5	1.6	0.9	6.1	0.5
Burra	91.2	9.8	1.2	1.5	0.9	0.6	6.0	0.4
Búfala	82.7	17.3	7.9	5.9	5.4	0.53	4.5	0.8
Llama	86.6	13.4	3.2	3.9	3.0	0.9	5.6	0.8
Camella	88.3	11.7	2.5	3.6	-	-	5.0	0.7
Rena	64.3	35.7	19.7	10.9	8.7	2.2	2.6	1.4
Cerda	82.4	17.6	5.0	7.0	3.7	3.3	5.0	0.6
Perra	67.8	32.2	16.0	12.0	9.2	2.8	2.0	2.2
Gata	68.0	32.0	15.0	12.0	9.3	2.7	3.0	2.0
Coneja	46.7	53.3	44.0	-	7.0	-	1.8	0.5

Fuente: Hazard, 2006.

Cabe señalar que la calidad y composición de la leche puede variar por la influencia de varios factores por ejemplo: las diferentes razas que existen en el mundo o al tipo de explotación en que se maneje, ubicación, clima, entre otros.

Componentes de la Leche

Los diferentes componentes de la leche son, El agua constituye un 87.6 % de la leche producida (Martínez y Sánchez, 2007), **las proteínas, la grasa, lactosa y compuestos inorgánicos** (Taverna, 2002):

Proteínas

En la ubre se sintetiza seis tipos de proteína: cuatro caseínas (alfa-1, alfa-2, beta y kappa), beta-lactoglobulina y alfa-lactoalbúmina. Las seroalbúminas e inmunoglobulinas presentes proceden de la sangre. La gamma-caseína proviene de modificaciones de las demás caseínas. Las proteosas-peptonas resultan de una limitada proteólisis de las proteínas secretorias. En pequeña proporción se encuentran proteínas sintetizadas por las células secretorias que tienen propiedades inmunológicas, enzimáticas, etc. Una parte del nitrógeno de la leche se encuentra en forma no proteica, siendo el componente más importante de esta fracción la urea. Las caseínas constituyen la principal fracción proteica de la leche. La alfa-lactoalbúmina participa en el complejo enzimático que sintetiza lactosa (Taverna, 2002).

Grasa

El 99 % se encuentra en forma de triglicéridos, el resto son fosfolípidos, glicolípidos, colesterol, ácidos grasos libres, esteroides y vitaminas liposolubles. Los ácidos grasos contienen de 4 a 18 carbonos, siendo más abundantes el mirístico (C14), palmito (C16), esteárico (C18), oleico (C18:1) y linoleico (C18:2). El triglicérido más abundante en la grasa láctea es el 1,2-dipalmitil-3-butil-glicerido (Taverna, 2002).

Lactosa

Es un disacárido compuesto por una molécula de glucosa y otra de galactosa. El nivel de lactosa en la leche es muy independiente de la ración. Es el principal osmolito de la leche y por ello su concentración se correlaciona con los niveles de sodio, cloro y potasio (Martínez y Sánchez, 2007). Exclusivamente en la leche de los mamíferos, su contenido es muy poco variable (menor que los otros macrocomponentes). Es sintetizada en la ubre a partir de la glucosa sanguínea. Los carbohidratos constituyen la mayor fracción de la materia seca de la leche y la más lábil frente a la acción microbiana (Taverna, 2002).

Componentes inorgánicos

El calcio, fósforo y magnesio se encuentran principalmente unidos a la caseína. El potasio, sodio y cloro contribuyen a la osmolaridad. Además se encuentra azufre y elementos traza cuya proporción varía considerablemente en función de los aportes de la ración (Martínez y Sánchez, 2007).

Otros Componentes

La leche contiene una gran cantidad de componentes en muy pequeñas concentraciones (gases disueltos, enzimas, etc.) muchos de los cuales tienen relevancia nutricional, en los procesos de transformación y/o de degradación de propiedades químicas y organolépticas de la leche y productos. La leche es una fuente importante de vitaminas para el hombre. Las hidrosolubles (vitaminas del grupo B y C) están presentes en la fase acuosa. La concentración es poco variable ya que provienen de la biosíntesis de las bacterias del rumen. En cuanto a las liposolubles (A,

E y D) están asociadas a la materia grasa y varían, entre otros aspectos, según el tipo de alimentación (Taverna, 2002).

Factores que Afectan a la Composición de la Leche

Los factores que afectan a la composición de la leche se pueden dividir en dos grandes grupos:

Genéticos

Responsables al menos en un 45 % de la composición de leche en los hatos.

Raza y biotipo

Existen grandes diferencias entre razas y algo menores en los biotipos de cada raza (Cuadro 2.4.), en cuanto a concentración de sólidos totales y por supuesto en cuanto a volúmenes producidos (Manterola, 2008).

Cuadro 2.4. Composición porcentual promedio de la leche de diferentes razas bovinas durante la lactancia.

Raza	Sólidos totales %	Gra sa %	Proteí na %	Lacto sa %	Ceniza %
Holstein Friesian	12.3	3.4	3.3	4.9	0.68
Ayrshire	13.4	4.0	3.6	5.0	0.73
Guernsey	14.6	5.0	3.9	4.9	0.74
Jersey	14.9	5.4	3.9	4.9	0.71

Fuente: Hazard, 2006.

Nutricionales y de Manejo

Influyen en un 55 % de la composición de leche en los hatos.

Estado de lactación

La producción y composición varían en el curso de la lactancia, las vacas tienen una producción máxima entre el primer y el tercer mes para luego caer pronunciadamente, mientras que algunas vacas mantienen más uniformemente su producción durante la lactancia (vacas con baja productividad). Además, la cantidad de leche producida por una vaca va aumentando, en general, de la primera a la sexta lactancia, para luego empezar a disminuir a partir de la séptima y caer bruscamente después de la décima lactancia (Nasanovsky et al., 2001). Aun son muchos los ganaderos que definen el éxito de su sistema de alimentación o de manejo en función del porcentaje de grasa o proteína que posee su rebaño sin tener en cuenta la evolución de dichos porcentajes en función de la fase de su curva de lactancia promedio de su rebaño (días en leche, DEL) (Martínez y Sánchez, 2007). Mientras que Manterola (2008), menciona que es un factor que no siempre es tomado en cuenta ya que a la hora de formular raciones o establecer un manejo alimenticio, se toma en cuenta el promedio de concentración de grasa y proteína. Estos dos componentes varían como ya se dijo a través de la lactancia por lo que también varían los kilos/día de producción (Cuadro 2. 5.).

Cuadro 2.5. Variación de los contenidos de grasa y proteína

	Al pico	A 100 días	A 200 días	A 250 días
kg leche/día	40	35	25	20
% de grasa	3.2	3.4	4.1	4.7
kg/día grasa	1.3	1.2	1.0	0.9
% de proteína	3.2	3.1	3.2	3.4
kg/día proteína	1.2	1.0	0.8	0.7

Fuente: Manterola, 2008.

Es asimismo, la curva de producción típica cae paulatinamente después de alcanzar el pico de producción. La caída en la curva de producción varía también en función del número de la lactancia. En el Cuadro 2.6., se señala los porcentajes de caída mensual (Olivera, 2001).

Cuadro 2.6. Caída mensual de la curva de lactación.

Nº lactación	Caída mensual
Vacas 1 ^{er} parto	5.6 %
Vacas 2 ^o parto	8.5 %
Vacas 3+ partos	9.8 %

Fuente: Olivera 2001.

Edad

Martínez y Sánchez (2007) mencionan que la influencia de la edad es relativamente poco importante si la tasa de reposición del rebaño es normal (n° medio de partos = 3). Tiene un mayor efecto sobre el volumen de producción y a través de este sobre el contenido de sólidos totales. La lactosa desciende a razón de 0,13 % entre los 2 a 4 años; 0,16 % entre 4 y 6 años y 0,25 % entre 6 y 8 años (Manterola, 2008).

Por otro lado las vacas aumentan su producción conforme avanzan en sus partos. Es así que las vacas de segundo parto producen más que las de primer parto así sucesivamente hasta llegar al sexto parto, pues en los partos sucesivos la producción y comienza a deprimirse. Normalmente las vacas se agrupan en 1 parto, 2 partos y 3+ partos (Olivera, 2001). Lemus *et al.* (2008) encontraron que el rendimiento al pico de lactancia y a 305 días en producción, fue menor en vacas primíparas (19.4 kg y 4388

kg) en comparación con las multíparas (23.0 kg y 5331 kg), aunque la persistencia fue similar. Entre multíparas (2-7 partos) no existió diferencia en pico de lactancia y la duración de 305 días de producción

También se encontró una disminución en el porcentaje de materia grasa de 0,2% al pasar de 5 lactancias. Se espera que la producción total de grasa aumente conjuntamente con el aumento de la producción de leche, aunque a menudo se observa una caída en el porcentaje de materia grasa. Para la proteína, se encontró que la producción de proteína ya disminuye en vacas de más de 3 años de edad, observándose un 0,4 % menos de producción en vacas de más de 5 lactancias. Esa caída parece ocurrir primeramente en la fracción de la caseína, aunque también hay una disminución en la fracción de la proteína del suero (Morales, 1999).

Estado sanitario

La mastitis generalmente produce una disminución del porcentaje de materia grasa, aún cuando ésta disminuye menos de lo que disminuye la proteína y la lactosa. La inflamación de la glándula mamaria provoca un cambio en la composición de la grasa: se observa un aumento de los ácidos grasos de cadena corta y ácidos libres y una disminución de los ácidos grasos de cadena larga y fosfolípidos. El efecto sobre el porcentaje de proteína total es pequeño, sin embargo, las mastitis alteran drásticamente la composición de la proteína, disminuyendo las fracciones de: caseína, beta-lactoglobulina y alfa-lactoalbúmina y aumentando las proteínas séricas (Morales, 1999).

Los estados febriles pueden reducir tanto el flujo como la concentración de sólidos ya que el organismo deriva energía y proteínas al producir proteínas plasmáticas y anticuerpos (Manterola, 2008).

Otras enfermedades que repercuten en la composición de la leche son la acidosis ruminal que determina el denominado “síndrome de caída de la grasa” y la cetosis subclínica que se acompaña de un descenso pronunciado de la proteína láctea (Martínez y Sánchez, 2007).

Nivel hormonal

Dentro de las diferentes hormonas relacionadas, la que mayor importancia cobra es la relación insulina/hormona del crecimiento (Somatotropina) relación que determina la partición de los nutrientes absorbidos en el rumen e intestino hacia los distintos tejidos. Al inicio esta relación es baja por lo que se privilegia la remoción de reservas hacia la glándula mamaria, posteriormente va aumentando con el avance de la lactancia, por lo que los flujos van siendo en parte derivados hacia los tejidos de depósito (Manterola, 2008).

Medio ambiente o clima

En general, la producción de leche tiende a aumentar en verano y disminuir en invierno y en forma inversa, el contenido de grasa y sólidos de la leche se hace mínima durante el verano, teniendo tendencia a aumentar durante el invierno (Nasanovsky *et al.*, 2001). Las temperaturas altas tienen un efecto indirecto, ya que afectan el consumo de materia seca, especialmente de fibra por lo que cambian los patrones fermentativos alterándose la relación acético: propiónico y provocando una reducción del volumen de

leche y de la concentración de grasa. Además, se produce una disminución de la síntesis proteica ruminal que deriva en un menor aporte de proteína, lo que a su vez provoca una disminución de la concentración de proteína en la leche. Temperaturas bajas, especialmente bajo cero, aumentan el costo de alimentación disminuyendo el aporte de energía a la glándula mamaria (Martínez y Sánchez, 2007).

Por estrés calórico la reducción media de la producción es de 0.38 kg/°C entre unas temperaturas medias diarias de 12.5 y 27.1°C. Esta reducción es compensada en parte por la influencia de la mayor duración del fotoperiodo durante los meses cálidos, ya que este supone un aumento de producción de 1.15 kg por cada hora extra de luz entre el mínimo y el máximo anual. El efecto opuesto de ambos factores determina una reducción media de la producción lechera de 0.13 kg/°C (Martínez, 2006).

Influencia de la ordeña

El manejo durante la ordeña y en general durante la lactancia tiene un importante efecto tanto en los volúmenes como en las concentraciones de sólidos totales. Al alterarse la rutina de ordeño o provocar stress en ese momento, determina en el animal, descargas de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) que redirigen los flujos de nutrientes, afectando tanto el volumen como concentración de nutrientes (Manterola, 2008).

El número de ordeñas de dos a tres también se modifica la producción. La leche tiene tendencia a aumentar el contenido de grasa en el curso de la ordeña pero, la leche de una ordeña incompleta puede resultar semidescremada. Por otra parte, la ordeña completa induce la secreción, de ahí su importancia en el aspecto productivo y

en caso de no realizarse la ordeña resulta inhibida la formación de leche. Por otra parte, si los intervalos entre ordeños son cortos, hay menos producción de leche, pero de mayor contenido graso y por el contrario, es más abundante la producción si hay intervalos largos entre los ordeños. En general se realizan dos o tres ordeños diarios (Nasanovsky *et al.*, 2001).

Manejo de la alimentación

Dependiendo de la etapa de lactancia, el manejo alimenticio puede afectar significativamente tanto el volumen como la concentración de nutrientes en la leche (Manterola, 2008).

Por otra parte el aporte de una elevada cantidad de concentrados al pesebre dos veces por día determina si hay resultados en producción y composición de la leche que pueden mejorarse sustancialmente aumentando el número de veces por día en que se realiza el aporte. El efecto conseguido sobre porcentaje de grasa es notable (Martínez y Sánchez, 2007). El uso de raciones completamente mezcladas (TMR) es manejar todos los ingredientes de una ración (proteína, energía, grano, fibra) como un solo ingrediente y ayuda a eficientizar la alimentación, dando practicidad y economía a esta tarea, además de asegurar que el animal reciba una dieta balanceada (Greco, 2008).

Poniendo atención en las dietas y principalmente si no aportan cantidades suficientes de fibra, los animales producirán poca leche y de baja calidad, la cual tendrá un porcentaje de grasa menor a lo normal, así mismo, si las dietas contienen cantidades excesivas de fibra la producción de leche se reducirá, ya que la fibra se correlaciona negativamente con la digestibilidad de la MS y el aporte de energía dentro

de una misma clase de fibra puede variar, además tienen un efecto negativo sobre el consumo voluntario, como se sabe que si tenemos una dieta con forraje al 100 % se obtendría una leche con 3.7 % de grasa, mientras que las dietas con 60 % y 40 % de forraje tendrán 3.5 y 3.4 % de grasa respectivamente pero la dieta de 0 % de forraje tendrá 1.0 % de grasa. Así como la cantidad de fibra en la dieta de los animales en producción, es importante el tamaño de la misma, también tiene sus implicaciones sobre el comportamiento productivo de las vacas. Para asegurarse un tamaño adecuado de partícula, el forraje no debe ser picado a menos de 0.95 cm (3/8 pulgadas). Si se pica a un tamaño más fino, puede disminuirse el porcentaje de grasa dramáticamente y aumentar la proteína de 0,2 a 0,3 unidades. Por lo general, el porcentaje mínimo de forraje que debe contener una dieta es de 40 a 50 %, para evitar una disminución en el porcentaje de grasa. Si se alimenta con más de 65 % de forraje en una ración, la calidad de éste debe ser alta para evitar deficiencias de energía que afecten el porcentaje de proteína en la leche. El efecto que tiene la forma física de la fibra afecta la producción de leche: la partícula fina (0.79 cm o 0.31 pulgadas) consumida como mínimo 3.68 kg de MS nos da una producción de 31.8 kg de leche con 2.6 % de grasa, mientras que la partícula de tamaño medio (0.79 a 1.90 cm o 0.31 a 0.75 pulgadas) nos da una producción de 35.5 kg de leche con 2.9 % de grasa o con un consumo mínimo de 5 kg de MS y para la partícula de tamaño grande (>1.90 cm o >0.75) con 5.8 kg de MS de consumo produce 35.5 kg de leche con 3.0 % de grasa (Cruz y Sánchez, 2009).

El aporte de agua es el factor nutricional más determinante de la producción láctea, un suministro inadecuado en cantidad o calidad ocasiona una reducción drástica en la producción de leche modificando los porcentajes de grasa y proteína (Greco, 2008). Por otro lado para poder comprender la influencia de la alimentación en la composición

de la leche es necesario conocer cual es el origen de los nutrientes utilizados por la ubre y cuales son las vías metabólicas que conducen a los diferentes componentes (Martínez y Sánchez, 2007).

Efecto de la Nutrición Sobre el Contenido Graso de la Leche

El porcentaje graso de la leche puede variar hasta 3 unidades según la ración. Debido a que gran parte de los precursores utilizados por la ubre para la síntesis de grasa se originan en la fermentación de los alimentos en el rumen, cualquier modificación de dicha fermentación afectará a la concentración de la grasa en la leche. Se ha comprobado que la reducción en la producción de acético y butírico unida a un incremento en la producción de propiónico contribuye a la reducción del porcentaje de grasa. Debido que existe una asociación positiva entre la producción de estos y la concentración de materia grasa (CMG), relación que es inversa respecto de la producción de propionato. Por esta razón, un 60 % de la variación en la CMG estaría explicada por cambios en la concentración de propionato (González, 2002). Las relaciones molares de los tres ácidos grasos mencionados es fundamental a la hora de establecer cualquier relación entre la alimentación y el contenido graso de la leche (Martínez y Sánchez, 2007).

Los Factores Nutricionales que Tienen un Efecto Sobre la Composición de Grasa

Presencia de Forraje en la Ración

El reconocimiento del efecto de la inclusión de forrajes y de su forma de presentación sobre la CMG, aportó las primeras evidencias sobre la posibilidad de

manejar la composición láctea a través de la dieta. Esta acción se asocia tanto a factores químicos y físicos; siendo esta dualidad el principal obstáculo para caracterizar la calidad nutricional de un forraje. La fibra es fermentada a una menor velocidad que otros carbohidratos, siendo imprescindible para la alimentación de una adecuada actividad ruminal, promoviendo la salivación, regulando la tasa de pasaje y manteniendo un pH equilibrado. Raciones para vacas de alta producción han de contener un mínimo de 19 % de fibra detergente ácido, debiendo ser aportada por la fracción de forraje un 75 % de ésta y con un tamaño mínimos 2 cm para evitar caídas en la CMG (González, 2002).

Relación Forraje/Concentrado

Se traduce directamente en la proporción acético/propiónico a nivel ruminal. La relación más favorable sería 40 % forraje/60 % concentrado para conseguir una relación molar acético/propiónico igual a 2/1 en la mayoría de las situaciones de alimentación. No obstante la relación puede variar de acuerdo con el tipo de forraje y de concentrado utilizado y con el plano de alimentación. La relación forraje/concentrado deberá ajustarse al nivel de alimentación de los animales, es decir, al aumentar la ingesta de materia seca se requerirá mayor cantidad de forraje para mantener el porcentaje graso de la leche. Se han encontrado reducciones entre 0.003 % y 0.15 % U en la grasa por cada megajulios extra ingerido para una relación forraje/concentrado constante (Manterola, 2008).

Cuando los concentrados constituyen, aproximadamente, entre 60 % y 75 % de la ración la CMG disminuye dado que la tasa de síntesis no puede igualar el aumento en el volumen de leche. En raciones con más de 75 % de concentrado el efecto se

potencia, al disminuir la secreción de grasa. En estas circunstancias, se observa un aumento en la acidez del rumen y una menor digestibilidad de la fibra, lo que limita la disponibilidad de precursores para síntesis de grasa. Por otra parte, este tipo de raciones induce, además, cambios a nivel del sistema hormonal los que entre otros aspectos frenan la movilización de grasa corporal. Los antecedentes antes mencionados resaltan la necesidad de disponer de forrajes de buena calidad para producir leche, con los que sea factible satisfacer una alta proporción de los requerimientos energéticos sin tener que recurrir a elevados aportes de concentrados (Gonzales, 2002).

Fibra

El aporte de fibra se relaciona con la salud ruminal y el porcentaje graso de la leche. El objetivo es mantener el pH estable y con un valor superior a 6 por estímulo de la producción de saliva (efecto tampón) y por la capacidad de intercambio catiónico de la matriz fibrosa de los alimentos, a la vez que se maximiza la producción de acético. La fibra debe valorarse desde dos puntos de vista: su efectividad para mantener el pH ruminal (efectividad física) y el porcentaje de grasa (efectividad absoluta) y la limitación del consumo de materia seca (efecto de llenado). Existen dos fuentes principales de fibra en la ración, los forrajes y los subproductos fibrosos. El comportamiento de la fibra de ambos es diferente tanto en su efectividad como en su efecto de llenado ruminal y ambos, además, son complementarios si queremos conseguir una adecuada digestión. La expresión más conveniente del aporte fibroso es la Fibra Detergente Neutra (FDN) distinguiendo la fracción aportada por los subproductos fibrosos de la ración y la aportada por los forrajes. La valoración de los aportes de FDN debe hacerse en kg/día y estos serán aproximadamente equivalentes a un 1.2 % del peso vivo del animal con

un 75 % de dichos aportes en forma de forrajes largos o no picados en exceso (Manterola, 2008). La efectividad física se expresa en el tiempo de masticación como minutos por kilo de materia seca ingerida. La efectividad absoluta se expresa como el porcentaje de grasa medido en la leche para un determinado alimento o ración. Un exceso de fibra en la ración determina una limitación física al consumo de materia seca por efecto de llenado lo que ocasiona una reducción en la ingestión de energía que limita la producción de leche y sus componentes. El tiempo total de masticación que expresa un correcto aporte de fibra tiene un valor mínimo de 30 minutos por kilo de materia seca consumida (Martínez y Sánchez, 2007).

Carbohidratos no Estructurales (FDA)

Los carbohidratos no estructurales están integrados por azúcares, almidón, galactanas y fructosanas, presentes en mayor o menor medida según el tipo de alimento. Estos son los principales nutrientes que aportan energía al sistema ruminal. El principal aporte de FDA a las raciones proviene del almidón de los cereales utilizados. Se ha podido comprobar que la diferente velocidad de degradación del almidón determina respuestas en la composición de la leche y en su producción. Si la fracción degradable en rumen del almidón es fermentada muy rápidamente ocurre una reducción marcada del pH ruminal que inhibe a la flora celulolítica y la digestión de la fibra. Si esta situación persiste, se altera la relación molar acético: propiónico y ocurre una reducción en el porcentaje de grasa de la leche. Otra consecuencia de un bajo pH mantenido es la biohidrogenación incompleta de las grasas insaturadas que lleva a la absorción de ácidos grasos largos en configuración trans (los presentes en la grasa corporal y de la leche son de configuración cis) que tienen un efecto inhibitorio directo sobre la síntesis de grasa en la ubre. Por otro lado, se requiere un aporte mínimo de

almidón (-->propiónico-->glucosa-->ciclo pentosas fosfato) en la ración para evitar un déficit de poder reductor (NADPH) a nivel mamario que como hemos visto es necesario para la síntesis de la grasa (Martínez y Sánchez, 2007).

Los azúcares aportados por la ración sólo son importantes si se utilizan melazas o forrajes frescos. Aumentan la producción de butírico y el porcentaje de grasa en la leche. Este efecto es quizás debido a que el butírico es el principal ácido graso de cadena corta que forma parte de los triglicéridos de la leche. Los carbohidratos son fermentados más rápidamente que el almidón. A su vez, este es fermentado más rápidamente que las pectinas y la fibra. Las fructosanas y galactanas son las sustancias de reserva de los forrajes y granos de leguminosas y su aporte es normalmente escaso (Gonzales, 2002).

Por lo general el rango de FDA es de 17-21 % de la ración y el almidón no debe rebasar el 28 % o una cantidad de 7 kg/día, si se excede hay riesgo de acidosis. Existen dos posibilidades para superar los problemas derivados de aumentar la concentración energética de la ración utilizando altas proporciones de cereales: utilizar tampones ruminales y/o agentes alcalinizantes, o utilizar concentrados energéticos no almidonados (ej. grasa inerte o subproductos fibrosos muy digestibles) (Martínez y Sánchez, 2007).

Proteína

Se ha considerado que el nivel y calidad de proteína dietaría tiene poca influencia sobre la concentración de grasa. Bajo ciertas circunstancias el aumento del valor proteico puede producir un incremento en el consumo de materia seca y de la

digestibilidad de la ración, existiendo cambios en la CMG por efecto de dilución al aumentar la producción de leche e inversamente un aporte adicional de la proteína dietaria mejora la digestibilidad de la fibra pudiendo experimentar un aumento de la CMG por mayor producción de acetato (Gonzales, 2002).

Por otro lado, aumentos en los aportes de proteína entre 12 % y 18 % de la materia seca han ocasionado una reducción del contenido graso de hasta 0.5 % U. Teóricamente, la síntesis de grasa podría verse negativamente afectada por un exceso de proteína degradable que origine una elevada producción de amoníaco en rumen, ya que el amoníaco absorbido requiere un consumo de poder reductor para su detoxificación y eliminación (se estima que cada 100 gr de proteína en exceso requieren para su eliminación la energía equivalente a 40 gr de grasa) (Martínez y Sánchez, 2007).

Los aminoácidos “protegidos” tienen poco efecto sobre la grasa de la leche, entre ellos la metionina que tiene un bajo incremento en la concentración de grasa, se debe al efecto indirecto a la síntesis de grasa por microorganismos ruminales y por la acción directa en la síntesis de la glándula mamaria (Gonzales, 2002).

Grasa

La grasa de la ración proviene de las pequeñas cantidades presentes en los alimentos comunes (aprox. un 3 % de la grasa dietética) y en las semillas oleaginosas (un 2 %). Si se utilizan concentrados grasos (en forma de jabones cálcicos o prilled) el aporte supondrá un 2 %. La cantidad máxima aportada diariamente no debe superar un 7- 8 % o 1.5-2 kg/día. El forraje utilizado debe ser de buena calidad y los porcentajes

de calcio y magnesio deben aumentarse. La utilización más razonable de la grasa es con objeto de aumentar la concentración energética de la ración cuando se ha alcanzado el máximo de inclusión de otros concentrados energéticos. El aporte de grasa extra en la ración no origina una respuesta directa en el porcentaje graso de la leche en contra de lo esperado por muchos ganaderos. Al aumentar el consumo de grasa la respuesta más normal es un incremento en la producción de leche y de grasa, de forma que el porcentaje graso no suele variar, el interés principal es aumentar la densidad energética de la ración durante la primera etapa de lactancia (González, 2002).

No obstante existen una serie de factores que afectan a los resultados obtenidos cuando se añaden grasas extras a las raciones (Manterola, 2008) menciona los siguientes:

- I. pH ruminal originado por la ración utilizada: si el pH es bajo ocurrirá biohidrogenación incompleta de los ácidos grasos poliinsaturados y un aumento de su absorción que determinará una reducción de la síntesis de grasa en la ubre.
- II. Grado de protección de la grasa: los ácidos grasos no esterificados a nivel ruminal tienen un efecto inhibitorio directo sobre la flora celulolítica reduciendo la digestión de la fibra y la producción de acético.
- III. Digestibilidad de la fibra de la ración: la fibra menos digestible se verá más negativamente afectada por la inclusión de grasas no inertes.
- IV. Consumo de energía previo: por un efecto metabólico, la grasa puede reducir el consumo de materia seca y, por tanto, de energía.

- V. Perfil de ácidos grasos: el aumento de ácidos grasos de cadena larga a nivel mamario determina una inhibición de la síntesis de ácidos grasos de cadena corta, este efecto depende del número de carbonos del ácido graso predominante en el suplemento y de la proporción relativa de ácidos insaturados del mismo.
- VI. Estado de lactación y mérito genético: al comienzo de la lactación el efecto de cualquier aporte extra de grasa se traducirá en un aumento de la producción de leche en las vacas de mayor mérito genético y en una reducción de la movilización de reservas corporales en las de menor potencial. En el último tercio de la lactación, las vacas de mayor mérito responderán principalmente en leche, en tanto que las de menor potencial aumentarán la deposición de grasa corporal.

Los ácidos grasos presentes en los cereales son poliinsaturados y requieren para que la biohidrogenación sea completa un pH que no se alcanza normalmente en las raciones muy ricas en almidones, salvo si se utilizan tampones. Las grasas de las semillas oleaginosas son mayormente insaturadas y su comportamiento depende de cada alimento y del nivel de aporte. Su utilización ha determinado normalmente mejoras en la producción de leche y grasa, y en el porcentaje graso. Son la mejor fuente de grasa cuando además la ración requiere un aporte de proteína. La cantidad a aportar dependerá de los factores mencionados y de las características propias de cada semilla (Manterola, 2008).

Los aceites ejercen un efecto significativamente negativo sobre la fermentación ruminal de la fibra, el efecto es mayor cuanto menor es la digestibilidad de la fibra, y su

utilización dependerá de la valoración de los resultados esperados, principalmente concentración energética de la ración. El nivel de inclusión no debe ser superior a un 1 % de la materia seca y hay que asegurar que la fibra aportada es suficiente y muy digestible. Con su inclusión ocurrirá normalmente un aumento de la producción de leche y grasa y un descenso en el porcentaje graso. Las grasas de origen animal por ser saturadas tienen un efecto menos adverso sobre la fermentación ruminal que los aceites aunque se utilicen no saponificadas. Su nivel de inclusión recomendado es de 0.5 kg/día (Manterola, 2008).

Las grasas aportadas en forma de jabones cálcicos o hidrogenadas (prilled) tienen un efecto escaso o nulo sobre la fermentación ruminal y pueden ser utilizadas para modificar el perfil de ácidos grasos de la leche con objeto de conseguir una grasa láctea más saludable para el consumo humano (Manterola, 2008). Su utilización aumenta la producción de leche y grasa, manteniendo el porcentaje de grasa. La cantidad máxima a suministrar será de 0.7 kg/día (Martínez y Sánchez, 2007).

Aditivos

Los tampones (bicarbonatos sódico y potásico, sesquicarbonato sódico) y alcalinizantes (óxido de magnesio) ruminales mantienen el pH alto y estable favoreciendo la fermentación de la fibra y la producción de acético. El efecto de estos productos es tanto mayor cuanto mayor es la acidez intrínseca (ej. ensilado de maíz) o generada por los alimentos (concentrados amiláceos). El óxido de magnesio parece ejercer un efecto intrínseco sobre la síntesis de la grasa de la leche a nivel mamario (Manterola, 2008).

La metionina hidroxianáloga ha mostrado un efecto positivo sobre el porcentaje de grasa cuando se utiliza en algunas raciones, aunque los resultados no son consistentes (Martínez y Sánchez, 2007).

Vitaminas

Numerosas vitaminas del grupo B participan en el organismo como cofactores de reacciones enzimáticas relacionadas con el metabolismo de la grasa (biotina, ácido pantoténico, cianocobalamina, ácido fólico, niacina). No hay muchos estudios sobre la influencia de los aportes extras de estas vitaminas sobre la composición de la leche. En un experimento el aporte de cianocobalamina vía intramuscular aumentó la producción de leche, grasa y proteína. Los efectos de las vitaminas si los hubiera deberían ser más evidentes en vacas al comienzo de la lactación cuando la síntesis microbiana de estas vitaminas está disminuida debido al menor consumo de materia seca y la demanda impuesta por la producción de leche es máxima (Martínez y Sánchez, 2007).

Efecto de la Nutrición Sobre el Contenido de Proteína de la Leche

Las modificaciones conseguidas en el porcentaje de proteína de la leche mediante cambios en la alimentación son muy inferiores a las conseguidas en el caso de la grasa, solamente entre 0.1 y 0.3 U en porcentaje. Este hecho quizás sea debido a que la síntesis de proteína es más estricta metabólicamente hablando que la de grasa. El orden de incorporación de los aminoácidos a la proteína está determinado genéticamente e implica que si falta un aminoácido concreto la secuencia no podrá completarse. Los dos aminoácidos más limitantes son la lisina y la metionina, seguidos

por la arginina y los aminoácidos de cadena ramificada. El objetivo nutricional debe ser que haya una cantidad suficiente de una mezcla equilibrada de aminoácidos disponible para su utilización por las células mamarias de forma que puedan expresar completamente su potencial genético, por otra parte la proteína microbiana es el principal aporte de proteína en los rumiantes y el más equilibrado respecto a sus necesidades (Manterola, 2008).

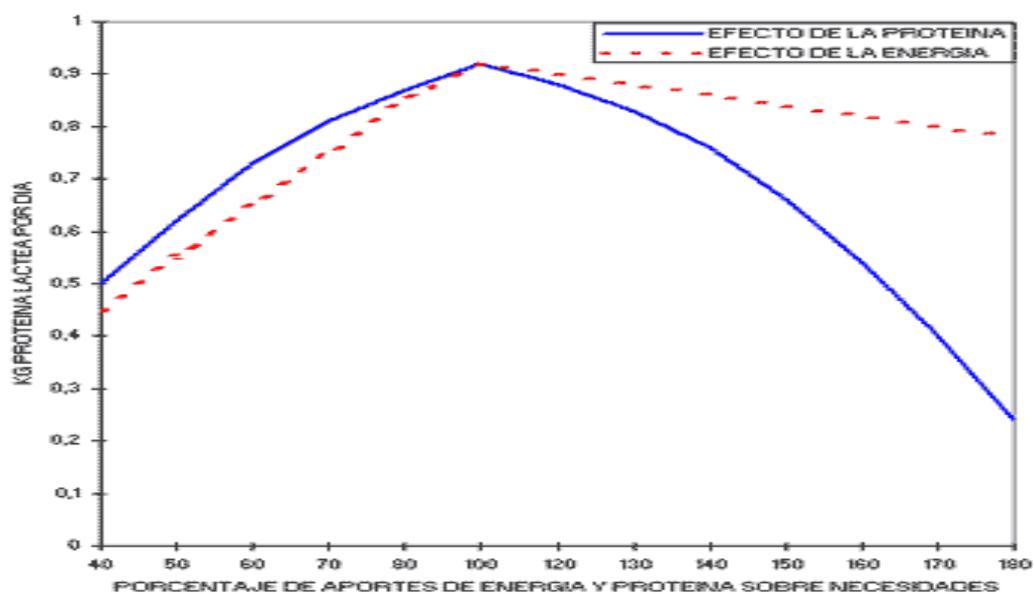
Los aportes microbianos deberán completarse con otros de origen alimenticio. El ácido propiónico y la glucosa, aportados por la ración determinan la cantidad final disponible de aminoácidos para la ubre, ya que, como hemos visto, los aminoácidos son una fuente importante de precursores para síntesis de glucosa en el hígado (Martínez y Sánchez, 2007).

Los factores nutricionales que tienen un efecto sobre la composición de Proteína

Consumo de Energía

La energía es el nutriente más limitante al comienzo de la lactancia. La ingestión de energía no compensa las necesidades de mantenimiento y de producción durante las primeras semanas de lactación debido a la alta demanda energética para producción de leche y a la limitada capacidad de consumo de alimentos. En consecuencia, las vacas movilizan sus reservas corporales de energía (grasa y proteína en menor medida) para minimizar el déficit (Martínez y Sánchez, 2007).

Cuando se incrementa el aporte de energía en la ración por incremento del aporte de consumo de energía ocurre un aumento en la producción y el porcentaje de proteína siempre y cuando no ocurra alteración del ambiente ruminal. Como respuesta al mayor consumo de energía, se modificará el estado hormonal con aumento de los niveles de insulina lo que, como ya vimos, determina un incremento en la proteína láctea (Figura 2.1.). Por otra parte, el aumento de la energía disponible para la síntesis microbiana determinará un mayor aporte de proteína metabolizable y sustratos glucogénicos, principalmente propiónico. La respuesta medida ha sido de 0.03 % por cada Megajoules extra de energía consumida (González, 2002).



Fuente: Manterola, 2008.

Figura 2.1. Efecto del consumo de energía y proteína sobre la proteína láctea.

Carbohidratos no Estructurales (FDA)

Teóricamente al aumentar la cantidad de almidón digerido en intestino debería ocurrir un ahorro de aminoácidos a nivel del metabolismo visceral por utilización preferente de la glucosa absorbida como fuente de energía a este nivel. Además si

ocurriera un flujo neto de glucosa al hígado igualmente se ahorrarían aminoácidos en la gluconeogénesis. La consecuencia de ambos hechos sería una mayor disponibilidad de aminoácidos para las diferentes necesidades corporales incluida la síntesis de leche. No obstante, la hipótesis más aceptada es que el incremento en los aportes de almidones determinan una mayor ingestión de energía metabolizable y fermentable con las consecuencias expuestas en el apartado anterior (Martínez y Sánchez, 2007).

Proteína

En raciones que no contienen un aporte extra de grasa, la respuesta de la proteína de la leche a la proteína suplementaria es muy reducida, del orden de 0.02 U en porcentaje en el rango de 9 a 17 % de proteína bruta. El objetivo debe ser maximizar la síntesis proteica microbiana acoplando la disponibilidad en el tiempo de sustratos energéticos y nitrogenados para los microorganismos ruminales (Manterola, 2008)

La proteína microbiana es la mejor fuente de aminoácidos. La proteína no degradable pero digestible sólo es un complemento de la anterior y como tal debe aportar un perfil adecuado de aminoácidos. Cualquier incremento en la proteína de la leche en respuesta a proteína suplementaria, sólo ocurrirá si la ración no aporta suficientes aminoácidos esenciales y no esenciales. El uso de aminoácidos protegidos (lisina y metionina) ha demostrado un aumento en la proteína láctea pero únicamente cuando tales aminoácidos se han estimado como limitantes (Manterola, 2008). La absorción de amoníaco en exceso y su detoxificación a urea supone un consumo extra de aminoácidos esenciales y teóricamente, afectará negativamente al aporte de aminoácidos a la ubre. Para resumir, el aporte de proteína rápidamente degradable no debe superar el 40 % de la proteína degradable total, se debe ajustar la proteína

degradable con la energía de carbohidratos fermentables disponibles y se debe aportar proteína no degradable sin superar el 35 % de la proteína bruta de la ración. El uso de aminoácidos “protegidos” debe restringirse a situaciones particulares donde el suministro de proteína total de calidad al organismo se vea comprometido (Martínez y Sánchez, 2007).

Grasa

La utilización de grasas suplementarias se ha asociado siempre a una reducción del porcentaje de proteína de la leche aproximadamente 0.04 U por cada 1 % de aumento en el aporte de grasa en la ración. Una de las principales causas es que la sustitución de FDA por grasas determina una reducción en el sustrato disponible por los microorganismos ruminales para su crecimiento y en consecuencia disminuye la síntesis proteica microbiana. Esto implica que los aportes de energía deberán valorarse tanto en cantidad aportada como en calidad (nivel de fermentación microbiana posible) de la misma cuando las raciones aporten grasas suplementarias. Otra posible causa del efecto observado podría ser un aumento en consumo de aminoácidos en la gluconeogénesis al reducirse la absorción de propiónico. El aporte extra de proteína no degradable pero digestible no ha conseguido mejorar el porcentaje proteico en raciones ricas en grasa. Esto puede ser debido a dos factores (Manterola, 2008):

- I. La reducción del flujo de sangre y del aporte neto de aminoácidos a la ubre observado en dichas raciones.
- II. Un perfil inadecuado de aminoácidos en la proteína extra.

Para mantener un nivel de crecimiento microbiano (proteína microbiana) adecuado en raciones con grasa suplementaria conviene mantener un aporte de FDA alrededor del 30 % de la materia seca. A pesar de la reducción en el porcentaje de proteína cuando se utilizan grasas suplementarias, la producción de proteína normalmente se mantiene o incluso aumenta (Martínez y Sánchez, 2007).

Aditivos

El uso de tampones ha demostrado un efecto variable sobre el contenido proteico de la leche. El uso de bicarbonato potásico como tampón a altos niveles ha reducido el porcentaje de proteína sin alterar la producción, por otro lado, el bicarbonato sódico a la misma dosis ha mejorado la producción de proteína. Cuando la diferencia catión-anión de la ración aumenta ocurre un ligero descenso en el porcentaje de proteína sin afectarse la producción (Martínez y Sánchez, 2007).

Vitaminas

Al igual que para la grasa, un aporte extra de vitaminas B podría favorecer la producción y porcentaje de la proteína lácteas, como mencionan Acedo y Rico (1997), que al aplicar B₁₂ al inicio de lactancia, lograron elevar el contenido en grasa (15 %) y sólidos no grasos (12 %) en el grupo tratado. La administración intramuscular de ácido fólico aumentó el porcentaje de proteína en la leche. La utilización de niacina para mantener el porcentaje de proteína en la leche cuando se han usado grasas suplementarias no ha dado resultados consistentes, si bien la tendencia es a un aumento de la producción de leche y de proteína en menor medida (Martínez y Sánchez, 2007).

Modificación del Contenido en Lactosa

El contenido en lactosa de la leche es muy difícil de modificar y el factor que tiene más influencia en el contenido en lactosa de la leche es el consumo de energía (Martínez y Sánchez, 1999). Mientras Gonzales (2002) considera que los cambios nutricionales no tienen mayor efecto sobre la concentración de los compuestos de la fase acuosa de la leche, es decir lactosa, potasio, sodio y cloro. La estabilidad de la concentración de lactosa está determinada por su importante rol osmorregulador, permaneciendo ésta en un estrecho rango entre 4.4 y 5.3 %. De esta forma se considera que las curvas de producción de leche son un reflejo de la tasa de síntesis de éste compuesto. El estado nutricional en que se encuentre el animal, se ve reflejado en el volumen de leche producido, reflejado con un mayor efecto en la concentración de grasa y proteína más que en la lactosa misma. Se han identificado sin embargo, otros factores no nutricionales que pueden alterar el contenido de lactosa láctea, entre otros la etapa de lactancia y la existencia de mastitis (Martínez y Sánchez, 2007).

Subproductos de Cervecería

En el proceso de elaboración de cerveza se obtienen varios subproductos de los cuales el de mayor volumen es la masilla o hez de malta. La misma está compuesta, casi en su totalidad, por las glumas de la malta triturada y sustancias que no se han solubilizado en el proceso de obtención del mosto para elaborar la cerveza y se caracteriza por su alto valor nutritivo debido a su contenido de fibra, proteína, un porcentaje de grasa aceptable y con buen valor energético para los rumiantes siendo la digestibilidad de su fibra buena (Buxadé, 1995). Por cada 10 litros de cerveza

elaborada se obtienen aproximadamente 2 kg de masilla. Sin embargo, a pesar de que existe una elevada disponibilidad de este producto, en la actualidad no se está aprovechando de manera apropiada. Este producto es usado en varias partes del mundo para la alimentación de ovejas, caballos, cerdos, pollos, y ganado lechero principalmente por su equilibrada relación de energía/proteína (Sánchez *et al.*, 2008).

La Masilla

La masilla se caracteriza también por un alto contenido de humedad (80 %) por lo cual es necesario realizar un acondicionamiento, sin el cual resulta imposible conservarla especialmente cuando las temperaturas ambientales sobrepasan los 18° C, siendo preciso recurrir a su almacenamiento en forma de ensilado, transportarla o manipularla adecuadamente en procesos posteriores. Dicho acondicionamiento está orientado a aumentar la durabilidad del producto (por más de un año) para permitir su comercialización y volver viable el transporte a largas distancias, tanto por la estabilidad del producto como por la relación peso y valor del flete. La masilla seca permite, por sus características, la posibilidad de desarrollar una amplia variedad de productos como, por ejemplo, concentrados de proteínas, concentrados de fibras, utilización como insumo en panificados, entre otros (Sánchez *et al.*, 2008)

La Levadura

Las levaduras de cerveza (LC) se han administrado a los animales en el alimento durante más de 100 años, ya sea en la forma de una masa fermentada que se producía en el rancho, subproductos de levaduras de cervecería o destilería, o

productos comerciales elaborados a base de levaduras específicamente para la alimentación animal. Aun cuando esta práctica de utilizar las levaduras en los alimentos pecuarios ha existido durante mucho tiempo, todavía no hay mucha difusión y existe confusión en la industria para utilizarlas. Pero conociéndose el uso de levaduras tiene grandes beneficios, ya que la levadura en si, proporciona vitaminas del complejo B, minerales, es una buena fuente de proteína y de aminoácidos. Aproximadamente el 40 % del peso de la levadura seca consiste en proteína. La calidad de la proteína de la levadura es excelente, tratándose de una proteína de origen vegetal y su calidad es equivalente a la soya, pues ambas son ricas en lisina (García, 2007).

La levadura de cerveza se obtiene cuando se separa del mosto fermentado y se elimina el sabor amargo a través de varios lavados con álcali diluido y la crema final o Lechera se separa y se desecha (Bueno, 2004), es el subproducto que aún no ha sido desecado y en su estado líquido puede ser utilizado en la alimentación de ganado en el Cuadro 2.7.

Cuadro 2.7. Cantidades recomendadas de levadura por animal por día.

Animal.	Cantidad
Vacas de leche	hasta 13 L.
Novillas y terneras	hasta 6 L
Ovejas y cabras	hasta 2 L

Fuente: caja et al. (2003).

Las levaduras (*Saccharomyces spp.*) son sin duda uno de los probióticos más utilizados en alimentación animal, tanto en monogástricos como en rumiantes. Existen opiniones que las mejores respuestas en rumiantes, se han observado en vacas lecheras y los efectos reconocidos en los rumiantes se atribuyen al aumento de la actividad de las bacterias celulósicas en la fracción fibrosa de las dietas consumidas por el ganado y al flujo de proteína microbiana al intestino (Caja *et al.*, 2003) y se utilizan como aditivos, los cuales contienen diferentes preparaciones de levaduras (inactivas, de panificación y los cultivos de levaduras) con efectos diversos sobre la actividad ruminal (Nisbet, 1991),:

Levadura Inactiva: Esta levadura, tiene casi nula viabilidad, prácticamente 1.0×10^2 células vivas por gramo. El hecho de hacerse inactiva es para aprovechar otras bondades cuando es fermentada a pH bajo, como es el ser apetecible por ciertas especies que no toleran fácilmente consumir alimentos altos en fibra (García, 2007).

Las levaduras aportan enzimas esenciales, vitaminas y aminoácidos durante la digestión, los beneficios pueden surgir de los metabolitos per sé o por su interacción con otros microorganismos ruminales, mejorando el aprovechamiento de las fuentes nitrogenadas, tales como amonio y proteínas por parte de los microorganismos ruminales, los cuales tiene un efecto positivo sobre la respuesta de los rumiantes. Muchos de los datos relacionados con la adición de levaduras a dietas de vacas lecheras mencionan efectos sobre la producción y composición de la leche, tendiendo a mostrar la respuesta en aspectos nutricionales, producción y composición de la leche. Establecen que la suplementación con levaduras durante el inicio de la lactancia, mejora significativamente el consumo de materia seca, la digestibilidad de la proteína cruda, fibra detergente ácida y la producción de leche (Rivas, 2008).

Por ello Acedo y González (1997) mencionan que a nivel científico y tecnológico hay un amplio conocimiento de las levaduras pues en otras actividades industriales se emplean desde hace mucho: panificación, enología, cervecería, destilería y farmacia. Las levaduras actúan a nivel ruminal y en pruebas *in vitro* se han constatado los efectos y algunas ventajas de usarla.

Efectos de utilizar levadura de cervecería en la alimentación de ganado lechero:

- I. Estabilizan o aumentan ligeramente el pH ruminal.
- II. Incrementan la formación de ácidos grasos volátiles.
- III. Favorecen el paso de ácido láctico a propiónico que se aprovecha energéticamente en la gluconeogénesis.
- IV. Aumentan la población microbiana por lo que se reduce el N amoniacal.
- V. Incrementan la actividad celulolítica con lo que aumenta la digestibilidad de la materia orgánica.

Ventajas de utilizar levadura de cervecería en la alimentación de ganado lechero:

- I. Aumento del consumo de materia seca.
- II. Incremento de producción de leche.
- III. Mejora de la calidad de leche.
- IV. Mejora del estado sanitario.

Los subproductos de cervecería (masilla y levadura) fueron analizados bromatológicamente (Cuadro 2.7.) en la Universidad Autónoma de Nuevo León encontrando con los siguientes valores:

Cuadro 2.8. Valor nutritivo de la masilla y levadura de cervecería.

Masilla de Cervecería		Levadura de Cervecería	
<i>Determinación BS</i>	<i>Valor obtenido</i>	<i>Determinación BS</i>	<i>Valor obtenido</i>
Proteínas	20.58 %	Proteínas	49.31 %
Humedad	22.88 %	Sólidos totales	86.05 %
Cenizas	4.76%	Cenizas	6.81 %
Grasa	6.82 %	Grasa	0.07 %
Fibra Cruda	17.09 %	Fibra Cruda	0.14 %
Fosforo Total	138 mg/100g	Fosforo Total	325 mg/100g
Calcio	86 mg/100g	Calcio	30 mg/100g
Magnesio	55 mg/100g	Magnesio	49 mg/100g
NDT	76.50 %	NDT	83.46 %
ED	3.373 Mcal.	ED	3.680 Mcal.
EM	2.956 Mcal.	EM	3.267 Mcal.
ENm	1.995 Mcal.	ENm	2.249 Mcal.
ENI	1.754 Mcal.	ENI	1.925 Mcal.

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas UANL, 2008.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Experimento

La prueba se llevo a cavo en el establo lechero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La universidad se localiza en Buenavista Saltillo Coahuila a 1742 msnm a 25° 22" N y 101° 00" W su clasificación es BW hw(x')(e). Cuenta con un clima muy seco, semicálido, con invierno frio extremoso, zona de influencia inmediata de la UAAAN. La temperatura media anual de la región es de 18 °C, con precipitación media anual de 298.5 mm, con lluvias en verano de los meses de junio a octubre, periodo en el que ocurre el mayor porcentaje de la precipitación anual. Las heladas comienzan en noviembre siendo más intensas en enero. El valor medio de humedad relativa es de 60 %, siendo hasta 80 % en los meses lluviosos y 30 % meses secos. Viento predominante es del sureste y en invierno es del noreste (García, 1973).

Descripción del Experimento

En la prueba se utilizaron 32 vacas al inicio de lactancia, las cuales se dividieron en los cuatro grupos para cada tratamiento siendo 8 vacas el número de repeticiones por tratamiento y los cueles estaban integrados por 4 vacas primíparas y 4 multíparas.

En el experimento se alimentaron las vacas con cuatro tratamientos los cuales son los siguientes (Cuadro 3.1.):

Cuadro 3.1. Porcentaje de masilla y levadura por tratamiento.

Tratamientos	Masilla %	Levadura %
1 (testigo)	0	0
2	14	0
3	13	6
4	0	9

Cada dieta fue balanceada a 18 % de proteína cruda y 1.71 Mcal de energía neta de lactancia base seca, para una producción de 35 litros por día con 3.5 % de grasa y 3.2 % de proteína. Las dietas se realizaron con los siguientes ingredientes: alfalfa, sorgo rolado, semilla de algodón, harinolina, salvadillo, silo de maíz, pre mezcla de minerales, calcio, bicarbonato de sodio, levadura y masilla.

Prueba de Alimentación

La prueba de alimentación consistió en 120 días posparto de los cuales se adaptaron los primeros 15 días, para cada vaca en la prueba y durante el cual se realizó lo siguiente:

Pesada y Muestreo de la Leche

Se realizó la pesada y el muestreo quincenalmente durante la prueba de alimentación en la sala de ordeña, la cual, es de tipo “espina de pescado” de una línea con la capacidad para seis vacas. Para tomar las muestras se utilizaron medidores volumétricos marca WAIKATO con capacidad de medida de 31 kg o 60 libras, se colocaban antes de iniciar la ordeña, este medidor cuenta con un orificio para la toma de muestras y una válvula para acelerar el vaciado. El muestreo se realizó por la

mañana y tarde, cuando las vacas entraban a la ordeña, durante esta se registraba la lectura de producción en el medidor individualmente, se tomaba una muestra que era colocada e identificada en un recipiente de nieve seca con capacidad de 50 ml y después se colocaban en refrigeración a 4 °C, para posteriormente llevar al laboratorio de lácteos de la UAAAN para ser analizadas.

Análisis de la Leche

Los análisis de composición y calidad de leche que se realizaron fueron; determinación de la acidez por el método de titulación de acidez (Harold y Ronald, 1987), para determinar proteína se utilizó la Prueba de Walter (determinación de proteínas con formaldehído), para determinar la densidad se utilizó el Lactodensímetro, la determinación del contenido de sólidos no grasos se realizó con el Lactómetro de Bertucci y la determinación de grasa fue por el método de Gerber. La fórmula de sólidos totales es: $ST = \% SG + \% SNG$, siendo: sólidos totales (ST), sólidos grasos (SG), sólidos no grasos (SNG), la fórmula para carbohidratos (lactosa): $CHO = \% SNG - \% PC - \% M$, siendo: carbohidratos (CHO), proteína cruda (PC) y minerales (M), en minerales una constante de 0.9 %.

Para realizar estas pruebas en el laboratorio, las muestras de leche tomadas (mañana y tarde) se organizaban por tratamiento y número de parto posteriormente se colocaban en un matraz de 1000 ml previamente identificado, se homogenizaban cada muestra de leche en su recipiente (para evitar que la grasa de la leche se quedara adherida al recipiente). Una vez homogenizadas las muestras en el matraz son utilizadas en cada prueba.

Análisis Sensorial

Se realizó a la leche un análisis sensorial utilizando la prueba de comparaciones múltiples, para determinar si hay diferencia en sus atributos de color, textura, sabor y olor de la leche producida por las vacas alimentadas con subproductos de cervecería con respecto al tratamiento testigo. Esta prueba se realizó en laboratorio de departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la UAAAN en la sala de análisis sensorial, esta cuenta con 19 cubículos para pruebas y un área para preparar las muestras e higienizar los utensilios ocupados. Los jueces fueron 32 los cuales han estado en adiestramiento por más de un año bajo la tutela de la M.C. Xochitl Rúelas Chacón del mismo departamento.

La leche ocupada para ésta prueba fue un litro aproximada por tratamiento, la cual se pasteurizó a 72 °C por 15 minutos y posteriormente se bajó la temperatura rápidamente, refrigerándose para su utilización. Se utilizaron vasos de degustación para las muestras, vasos para agua y recipiente de nieve seca para los desechos (agua de enjuague), servilletas, pluma, hoja de encuesta, charola para las muestras. El día del análisis se calentó la leche a temperatura ambiente y se colocó en el vaso de degustación, se identificaron de la siguiente manera, el tratamiento uno se clasificó como un estándar y se identificó con la letra R, para el tratamiento dos con el código 755, para el tratamiento tres con el código 229 y para el tratamiento cuatro con el código 582. Después se llenaron a la mitad de su capacidad donde son colocados en la charola de muestras de la siguiente forma: el testigo leche de tratamiento uno se coloca en la parte superior izquierda y se colocan las muestras de la leche a evaluar en los tratamientos dos, tres y cuatro ya identificados previamente (Figura 3.1.).



Figura 3.1. Identificación de las muestras.

El acomodo de la muestra en los cubículos de análisis sensorial es la siguiente forma (Figura 3.2.), se coloca en la parte superior izquierdo un vaso para desechos y en la parte derecha un vaso con agua, una servilleta (parte media) y en la parte inferior la pluma, la charola se coloca en el centro del cubículo y debajo de esta la hoja de evaluación.



Figura 3. 2. Acomodo en cubículo.

La forma de evaluar y responder los jueces es de acuerdo con el cuestionario que les fue planteado y con los valores que aparecen en la tabla corresponden a sus respuestas transformadas de la siguiente manera:

- I. Cuando el juez indicó que **no había diferencia** entre la muestra y el estándar, se le asignó a dicha muestra calificación de 5.
- II. Si el juez dijo que la muestra era **más cremosa que el estándar** se le puso a la muestra una calificación **entre 6 y 9 puntos** (6 si la diferencia era ligera, 7 se era moderada, 8 si era mucha y 9 si era muchísima).
- III. Si el juez dijo que la muestra era **menos cremosa que el estándar**, entonces se le dio a la muestra una calificación entre **1 y 4 puntos** (4 si la diferencia fue ligera, 3 si fue moderada, 2 si era mucha, 1 si era muchísima).

Evaluación estadística

Los datos obtenidos de la pesada de leche, se les realizó un análisis estadístico, el cual, es completamente al azar con un arreglo factorial y analizados los datos en *PROC. GLM de SAS*, Se graficaron las producciones de leche y su tendencia para vacas primíparas y multíparas utilizando modelos de regresión polinómica de quinto orden para un mejor ajuste en el programa Excel 2007, utilizando criterios como el Coeficiente de Determinación (R^2) y por la forma de la curva de lactación (curva típica) para vacas Holstein (Arango *et al.*, 2000). A los datos obtenidos del análisis sensorial se recopilan y se hace su análisis estadístico, el cual es un ANOVA.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de leche no fue diferente ($P>0.05$) entre tratamientos Cuadro 4.1. Según Johnson *et al.*, (1987) utilizando vacas Holstein en inicio de lactancia, adicionando t_1 25.6 % GHC, t_2 26.3 % ensilado de GHC, t_3 14.7 % GHC mas 0.72 % urea y t_4 14.3 % de harina de soya, no encontraron diferencia significativa para producción de leche. Apoyando esto Firkins, (2002) en su estudio con vacas Holstein en inicio de lactación durante un periodo de 18 semanas alimentadas con los siguientes tratamientos: t_1 0 % GHC y 0% semilla de algodón, t_2 8.65 % GHC, t_3 17.29 % GHC, t_4 25.94 % GHC, y t_5 15 % semilla de algodón y t_6 15 % semilla de algodón con borra, el cual concluyo que no se vio afectada la producción de leche al utilizar GHC. Mientras que West (1994) menciona que vacas alimentadas con GHC mas levadura de cervecería (LC) la producción es superior con respecto a dietas que solo contenían GHC, utilizando las siguientes porciones en la dietas con 0 % GHC, 15 % GHC, 30 % GHC y el 30 % de GHC mas LC con vacas Jersey al inicio de lactación. Bensong *et al.* (1996) mencionan que la utilización de la levadura en la alimentación no tiene efecto en la producción de leche, con vacas Holstein en media lactación en un periodo de 3 semanas, utilizando dietas con 0 %, 20 % y 40 % levadura. Contradiendo esto Rivas *et al.*, (2008), manifiestan que suplementando de forma estratégica *Saccharomyces cerevisiae* activa (SC) 10 g/día en la dieta al inicio de lactación, hay incremento significativo en la lactancia sobre la producción de leche para vacas Holstein.

La producción media por numero de lactancia (Cuadro 4.1.) fue mayor para multíparas siendo el t_3 el de mayor producción con 40.36 kg/día, aritméticamente hablando si es significativo, pero estadísticamente no ($p>0.05$), por lo tanto el t_2 y t_1

produjeron 11.15 y 8.16 kg de leche menos por día que el t₃, para el t₄ produce 1.93 kg/día menos que el t₃, lo cual en una lactancia completa se verían reflejados su alta producción. Mientras que en las primíparas la producción media fue de 30.68 kg/día por el t₂, comparado con los otros tratamientos dentro del mismo grupo se tiene que la diferencia mas grande fue para t₃, con 7.96 kg/día menos, mientras que para t₁ y t₄, fue 1.35 y 1.98 kg/día en la producción media respectivamente.

Cuadro 4.1. Producción de vacas primípara, múltiparas y producción media por tratamiento.

Tratamientos	Producción Primíparas (kg)	Producción Múltiparas (kg)	Producción Media (Kg)
Uno	29.33	32.22	30.37
Dos	30.68	29.71	30.19
Tres	23.72	40.86	32.29
Cuatro	28.70	38.43	33.56
Producción media	28.11	35.31	
Proporción producción de primíparas/múltiparas (%)	79.6	100	

PROC. GLM de SAS. (1999)

Al comparar la producción para vaquillas primíparas contra las vacas múltiparas, se tiene que producen menos las vacas primíparas siendo el 79.6 % de la producción con respecto a las múltiparas lo que indica que hay un efecto significativo ($P < 0.05$) por efecto del numero de lactancia de las vacas, lo que coincide con Kertz (2007) que menciona que la producción de leche total en la primera lactancia es 75 a 85 % de las producciones en lactancias posteriores, mientras Rivas *et al.*, (2008) encontraron que la producción para vacas primíparas era de 75.3 % de producción con respecto a las múltiparas en vacas Holstein, en otros estudios se ha encontrado que el aumento en la producción de leche se da a partir del primer parto hasta los cinco a seis años de edad,

declinando esta en los sucesivos años (Nasanovsky *et al.*, 2001), la influencia de la edad de la vaca al parto sobre el comportamiento de producción durante su lactancia. (Wood 1974), indica que hay un efecto sobre el volumen, grasa y proteína de leche (Keown *et al.*, 1986), menciona que los porcentajes del incremento en la producción pueden variar en función al ambiente, manejo, genética en que se encuentra la producción y que vacas primíparas tienen un incremento acumulado en su producción de 0 %, mientras las múltiparas tienen incremento acumulado de 17.6 % en su producción y la producción final de vacas primíparas representa 85 % de la producción total de las múltiparas. (Olivera, 2001). Explica Akers (2000) que la tendencia de las vacas múltiparas a producir mas leche estaría asociada con un mayor desarrollo de la glándula mamaria a través de las sucesivas lactaciones después de su primer parto, con una mayor proliferación de las células secretoras mamíferas antes del parto y durante la lactación temprana.

En las tendencias de las curvas de producción por tratamientos para vacas primíparas (Figura 4.1.) se observa que los picos de producción para los t_2 , t_3 y t_4 se presenta en la séptima semana con las siguientes producciones promedio 43.6 kg/día, 32.2 kg/día y 39.1 kg/día respectivamente, mientras que el t_1 alcanza su pico en la semana seis con 34.85 kg/ día. Además se puede observar que la curva de tendencia por tratamiento es una regresión polinómica de quinto orden que explica el comportamiento de la producción descrita por Arango *et al.*, (2000) mencionando que es la curva de lactación mas típica que expresa la tendencia de producción de vacas Holstein en estabulación quien para calibrar la curva utilizo vacas Holstein durante el periodo de 1994-1999 obteniendo 33,339 registros de producción correspondiente a 220 lactancias con un intervalo de 7 a 305 días de lactancia.

Apoyándolo Rodríguez *et al.*, (2005) mencionan que el modelo de polinomio de quinto orden tiene una superior capacidad de ajuste a lo largo de la lactación, llegando a esta conclusión al utilizar vacas Holstein en establos de 1997-2001, con 12,479 datos mensuales provenientes de 1,022 lactancias de 305 días promedio.

En el presente estudio las vacas primíparas alcanzaron el pico de producción entre 40–50 días. En comparación a lo reportado por Rodríguez *et al.*, (2005) ellos encontraron que las vacas Holstein llegaban al pico a los 60 días posparto, mientras Wood (1974); Rowlands *et al.*, (1982); Keown *et al.*, (1986). mencionan que los picos de producción son entre los 40 y 70 días posparto de lactancia. Menciona Kertz (2007) que para vacas primíparas produciendo 12 kg al pico, llegaron a tener una producción acumulada de 3000 kg de leche por lactancia, vacas primíparas produciendo 20 kg en el pico, llegaron a tener una producción acumulada de 5000 kg de leche por lactancia, multíparas que producen 28 kg en el pico su producción acumulada es de 7000 kg de leche por lactancia y para vacas multíparas que producen 40 kg en el pico la producción acumulada es de 10000 kg de leche por lactancia y que por cada 1 kg de leche en el pico tendrá una producción mayor de 200 kg de leche por lactancia.

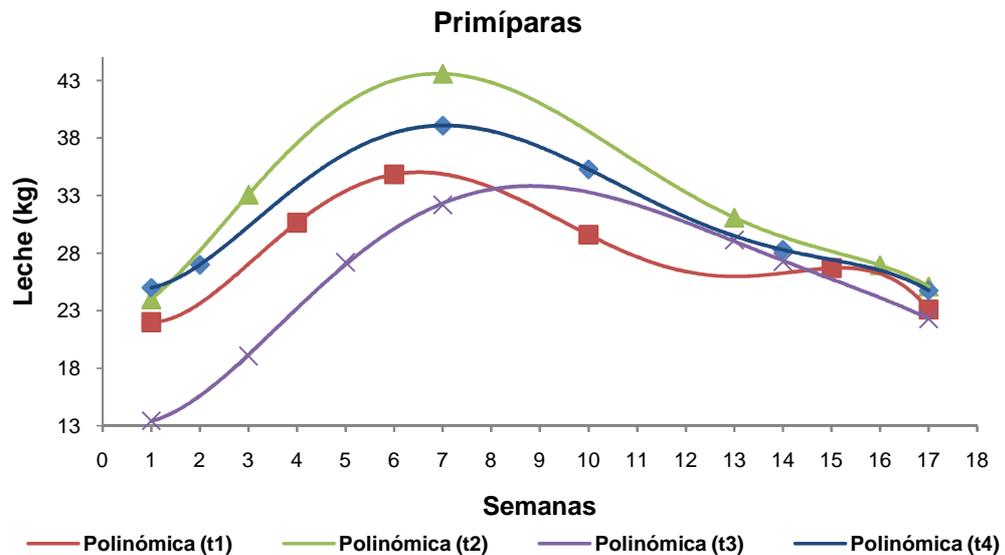


Figura 4.1. Curvas de lactancia por tratamiento para vacas primíparas, pico de lactación y Ecuación de tendencia por regresión polinómica de quinto orden y coeficiente de determinación (R^2).

$$t_1 Y = -0,000x^5 + 0,038x^4 - 0,599x^3 + 3,607x^2 - 5,543x + 24,49 \quad R^2 = 1,$$

$$t_2 Y = -0,000x^5 + 0,023x^4 - 0,380x^3 + 2,065x^2 + 0,349x + 21,94 \quad R^2 = 1,$$

$$t_3 Y = -0,000x^5 + 0,015x^4 - 0,298x^3 + 2,121x^2 - 2,323x + 13,89 \quad R^2 = 0,999,$$

$$t_4 Y = -0,000x^5 + 0,024x^4 - 0,407x^3 + 2,537x^2 - 3,113x + 25,96 \quad R^2 = 1$$

En la Figura 4.1, se puede observar que la tendencia de la curva pronunciada (t_2 y t_3), indican que la producción de leche fue alta al inicio de la lactancia y que las reservas de los animales pudieron satisfacer las necesidades de producción, lo cual nos dice que hay un balance energético positivo y que los nutrientes provistos en la dieta suministraron los nutrientes para mantener las altas producciones. Solo el tratamiento 3 presenta un balance negativo, esto se debe a la raza que es muy especializada para producir leche y que el periodo de adaptación no adecuado afecta el balance nutricional (Manterola, 2008), siendo afectado por el consumo inadecuado de forraje para satisfacer las necesidades en este periodo, además, que hay otros efectos sobre el consumo por el estrés calórico (Nasanovsky, 2001), Osorio y Segura

(2005) mencionan que el efecto del número de parto sobre el inicio y pico de producción de leche, se puede atribuir a que las vacas de primer parto no han terminado su desarrollo corporal, por lo que primero satisfacen sus requerimientos de mantenimiento y crecimiento y luego los de producción, razón por la cual tienen una menor producción de leche. Menciona Kertz (2007) que el sistema de alimentación y el manejo al que se somete a las vaquillas marcara la diferencia entre la producción de la primera lactancia y las sucesivas. El balance de energía puede no alcanzarse hasta las 5 a 9 semanas después del parto y esta relacionado con la concentración de energía de la materia seca ingerida. Señala Nasanovsky (2001) que hay varias fases en un ciclo de lactancia, la más crítica de ellas ocurre durante el inicio de la lactancia y tiene que ver con las interrelaciones pico de producción de leche, ingestión de materia seca, y peso/calificación de condición corporal.

En la tendencia de las curvas de producción en las vacas multíparas (Figura 4.2) el pico para los t_2 y t_3 se encuentran en la semana seis con una producción promedio de 35.55 kg/día y 48 kg/día de leche, mientras que los t_1 y t_4 el pico de lactancia fue hasta la semana siete con 42.26 y 47.6 kg/día de leche, el orden de mayor a menor producción de los tratamientos fue el siguiente: t_3 , t_4 , t_2 , y t_1 . De igual forma se realizó la curva de lactancia de vacas multíparas en cada tratamiento por regresión polinómica de quinto orden para explicar la tendencia de acuerdo a Arango *et al.*, (2000) y Rodríguez *et al.*, (2005).

Como se puede observar en la Figura 4.2., las vacas multíparas alcanzaron el pico 40- 50 días pos-parto mientras que Rodríguez *et al.*, (2005) reportan el pico de lactancia a los 42 días pos-parto y el rango normal donde se alcanza el pico de producción para vacas Holstein es entre 40 y 70 días posparto encontrados por Wood

(1974); Rowlands *et al.*, (1982); Keown *et al.*, (1986). Estos autores mencionan que el pico de lactancia primero lo alcanzan las vacas multíparas con alta producción y con una menor persistencia en la producción y las primíparas alcanzan el pico de lactancia después, teniendo una baja producción y con una persistencia mayor. Kertz (2007) encontró que después de alcanzar el pico de producción, la producción de leche declina solo de 4 a 6 % por mes en primíparas en comparación con 8-10 % por mes en vacas multíparas.

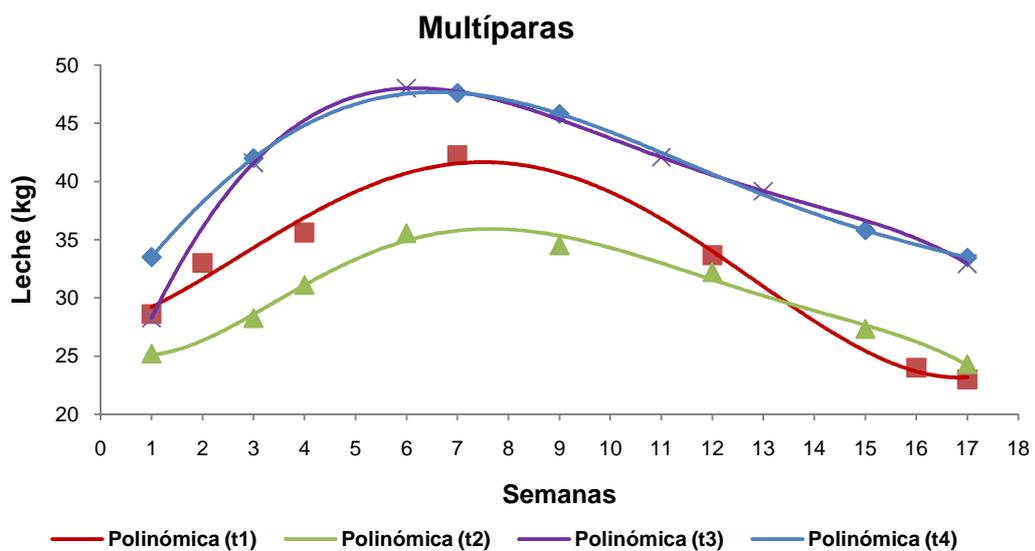


Figura 4.2. Curvas de lactancia por tratamiento para vacas multíparas pico de lactación y Ecuación de tendencia por regresión polinómica de quinto orden y coeficiente de determinación (R^2).

$$t_1 Y = -2E-05x^5 + 0,003x^4 - 0,096x^3 + 0,634x^2 + 1,121x + 27,55 \quad R^2 = 0,982,$$

$$t_2 Y = -0,000x^5 + 0,015x^4 - 0,262x^3 + 1,741x^2 - 2,385x + 26,00 \quad R^2 = 0,985$$

$$t_3 Y = -0,000x^5 + 0,002x^4 + 0,028x^3 - 1,324x^2 + 11,51x + 18,02 \quad R^2 = 1,$$

$$t_4 Y = -9E-05x^5 + 0,004x^4 - 0,046x^3 - 0,277x^2 + 5,804x + 28,01 \quad R^2 = 1$$

En relación a la calidad de la leche para vacas primíparas (Cuadro 4.2.) se encontró que para el t_4 , que contenía solamente levadura tuvo 3.2 % de grasa y 3.37 % de proteína, aquí se puede relacionar que el valor de proteína es alto con respecto a la grasa, esto se debe al efecto de la proteína de sobrepaso y a los aminoácidos que proporciona la levadura. Mientras que el t_2 que tiene los siguientes valores para proteína y grasa, 3.4 % y 3.36 % respectivamente, para el t_3 la grasa es 3.54 % y la proteína 3.4 %. En cuanto el t_1 la proteína 3.31 % y la grasa 3.5 %. Taverna. (2001) encontró que la composición de la leche para vacas Holstein en cuanto a grasa y proteína es 3.51 % y 3.17 % respectivamente, corresponden a muestreos realizados sobre grandes volúmenes de leche producida en la Cuenca Lechera Central de la Argentina. Se tiene que para proteína todos los tratamientos se encuentran por arriba de 3.17 % de proteína, mientras que para grasa el t_4 y t_2 se encuentran 0.3 y 0.1% abajo del 3.51 % de grasa respectivamente, mientras que para t_1 y t_3 se encuentra en este rango de grasa. Bensong *et al.*, (1996) mencionan que la utilización de la levadura tiene efecto en la producción de leche y es significativo para contenido graso, tiende a responder cuadráticamente a aumentos en el porcentaje de levadura en la dieta TMR. También Rivas *et al.*, (2008) encontraron que la producción de grasa fue mayor en las vacas Holstein suplementando de forma estratégica *Saccharomyces cerevisiae*. En los primeros 105 días de lactancia y menciona que es por la acción estimulante del la levadura en el rumen y la alta disponibilidad de nutrientes por la glándula mamaria.

Cuadro 4.2. Comparación de la calidad de la leche de los tratamientos para vacas primíparas con error estándar de la media.

	t₁	t₂	t₃	t₄
Acides ° D	16±0.82	16.46±0.82	15.54±0.82	16.46±0.82
Proteína (%)	3.31±0.82	3.4±0.82	3.4±0.82	3.37±0.82
Grasa total (%)	3.5±0.82	3.36±0.82	3.54±0.82	3.2±0.82
Densidad	1.0312±0.82	1.0307±0.82	1.031±0.82	1.0313±0.82
Sólidos no grasos (%)	8.33±0.82	8.28±0.82	8.53±0.82	8.5±0.82
Sólidos totales (%)	12.1±0.82	11.64±0.82	12.06±0.82	11.48±0.82
Minerales (%)	0.9±0.82	0.9±0.82	0.9±0.82	0.9±0.82
Lactosa	4.4±0.82	3.9±0.82	4.22±0.82	4.23±0.82

En la Figura 4.3., se puede observar el comportamiento de la composición de la leche para grasa y proteína en los cuatro meses del experimento para vacas primíparas, se tiene que para grasa el t₁ se mantuvo constante lo que correlaciona con una curva de producción normal, mientras que el t₂ presenta una baja concentración de grasa originada por el efecto de la dilución de leche al inicio de la lactancia, mostrando un comportamiento ascendente hasta llegar al cuarto mes, para el t₃ presento una caída en el contenido de grasas de 1.1 U porcentuales al pico de lactancia, mostrando un ascenso a medida que la producción de leche disminuía y en el t₄ presento una baja concentración en grasa del inicio al pico de lactancia originado por efecto de dilución por las altas producciones reportadas, mostrando un ascenso en los periodos sucesivos al pico de lactancia. En cuanto la proteína los tratamientos se comportaron en el segundo mes con un incremento, lo cual indica el efecto de lactancia al llegar al pico de producción señalando que para los tratamientos t₁, t₂ y t₄ fue de 3.5 % de proteína mientras que para el t₃ fue 3.3 % presentando una disminución de 2 U porcentuales en comparación al resto de los tratamientos (Figura 4.3.).

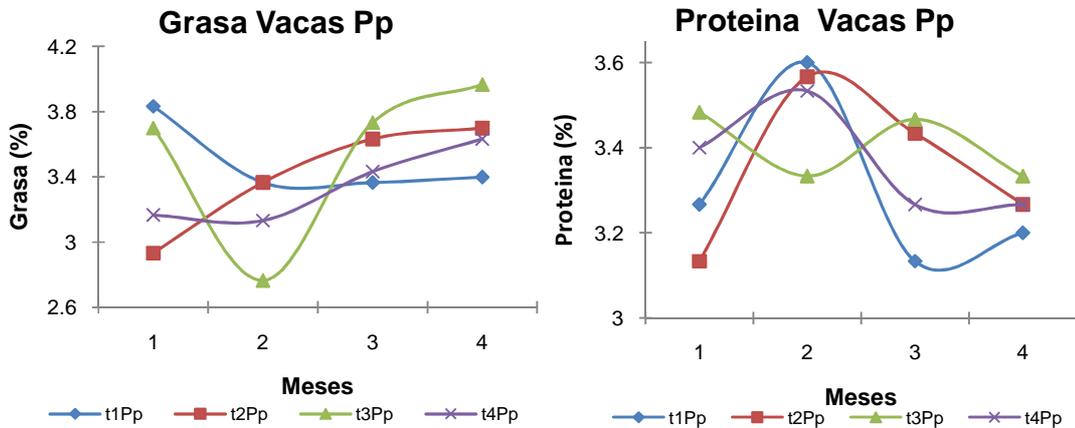


Figura 4.3. Comportamiento del porcentaje de grasa y proteína durante los meses de producción para vaca primíparas.

En el Cuadro 4.3., se puede observar el comportamiento de la calidad de la leche para vacas múltiparas donde en el t_4 es menor el contenido de grasa 3.2 % y de proteína 3.37 %, sin embargo es alto el contenido de nutrientes si se toma en cuenta la alta producción de leche promovida por la proteína de sobre paso y los aminoácidos que contiene la levadura. Para el t_3 el mismo efecto con 2.94 % de grasa y 3.36 % proteína. Los tratamientos t_1 y t_2 tiene muy poca variación en sus porcentajes de grasa 3.41 % y 3.42 % respectivamente, siendo para la proteína 3.29 % para el t_2 y t_1 3.22 %, pudiendo observar que el porcentaje de proteínas se encuentran en el rango 3.17 % de proteína reportado por Taverna (2002) mientras que para grasa los tratamientos t_3 y t_4 por abajo de 3.51 % grasa que reporta el mismo autor. West (1994) menciona que no hay diferencia significativa en cuanto a grasa para las diferentes dietas (0 %, 15 % y 30 % GHC y la dietas 30 % mas LC) pero el porcentaje de proteína era bajo para la dieta de 30% GHC mas LC en comparación a los demás tratamientos siendo estos significativos. Los resultados obtenidos en el presente estudio se reporta que si hay efecto en la cantidad de grasa de la leche al utilizar GHC y LC pero en proteína esta

por debajo de lo normal (3.19%) por otro lado hay que tomar en cuenta que son los tratamientos que obtuvieron mayor producción (t_3 y t_4) y se ve reflejado en el porcentaje de proteína. Según *Bensong et al.* (1996) mencionan que hay efecto significativo en grasa al utilizar dietas con levadura y para proteína no era significativa su diferencia. Podemos observar (cuadro 4.3.) que para los t_2 y t_1 aumento el porcentaje de grasa y obtuvo buen porcentaje de proteína pero su producción fue menor a comparación de los demás tratamientos

Cuadro 4.3. Comparación de la calidad de la leche de los tratamientos para vacas multíparas con error estándar de la media.

	t_1	t_2	t_3	t_4
Acides ° D	15.73±0.82	15.58±0.82	16.07±0.82	17.13±0.82
Proteína %	3.22±0.82	3.29±0.82	3.36±0.82	3.37±0.82
Grasa total (%)	3.41±0.82	3.42±0.82	2.94±0.82	3.2±0.82
Densidad	1.0304±0.82	1.0302±0.82	1.032±0.82	1.0305±0.82
Sólidos no grasos (%)	8.33±0.82	8.2±0.82	8.34±0.82	8.31±0.82
Sólidos totales (%)	11.9±0.82	11.62±0.82	11.31±0.82	11.49±0.82
Minerales (%)	0.9±0.82	0.9±0.82	0.9±0.82	0.9±0.82
Lactosa (%)	4.4±0.82	4±0.82	4.07±0.82	4.05±0.82

En la Figura 4.4., se puede observar que para el porcentaje de grasa en los dos primeros meses fue bajo desde inicio de la lactación hasta alcanzar el pico por la alta producción y pasando el pico disminuyo tendiendo aumentar el porcentaje de grasa para el t_2 y t_1 con una variación de 0.8 y 0.6 U porcentuales respectivamente en su composición, para el t_3 se tiene que hay una alta variación con de 1.3 U porcentuales por que este inicia con una baja producción hasta llegar al pico con una producción alta, lo cual ocasiona que allá el efecto de dilución ocasionando la baja concentración

en la grasa e incrementa al pasar el pico y para el t_4 hay menor variación de 1.0 U porcentuales de grasa durante la prueba, esto se debe por la alta producción al inicio de lactancia y durante esta, además de presentar una curva de lactancia semejante al t_3 . En cuanto a proteína tenemos que los t_2 y t_1 tienen mayor variación durante la prueba, siendo el t_2 el de mas baja producción durante la prueba y cuando alcanza el pico de lactancia tiende a mostrar una persistencia en su producción, mientras el t_1 tiene una producción alta al inicio de lactancia, donde después de alcanzar el pico tiene una disminución considerable en la producción, en el t_4 hay poca variación durante la producción de los cuatro meses, y el t_3 desde el inicio al final se observa un porcentaje alto de proteína en comparación a los demás tratamientos. Menciona kertz (2007) que hay una relación inversa entre porcentaje de grasa en la leche y producción de leche, especial mente al inicio de la lactancia. Block y Burchard (1998) mencionan que por cada kilogramo de leche con 3.5 % de grasa producido, las vacas requieren 0.69 Mcal de energía y 84 g de proteína cruda.

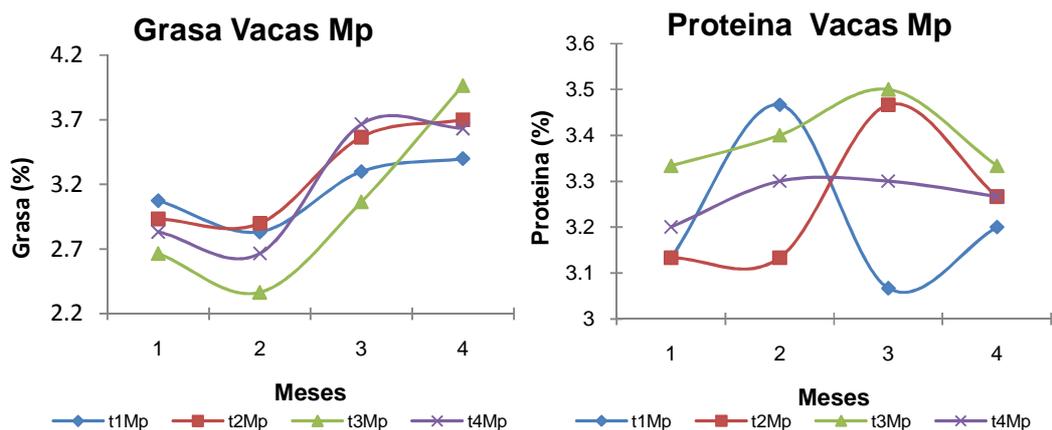


Figura 4.4. Comportamiento del porcentaje de grasa y proteína durante los meses de producción para vaca múltiparas.

El ANOVA para la prueba organoléptica realizada a la leche de los diferentes tratamientos indica que no hay diferencia significativa ($P < 0.01$) entre la leche de los tratamientos, con la presencia o ausencia de masilla y levadura de cervecería en la cual se evaluò, color, sabor, olor y textura. Bensong *et al.*, (1996) mencionan que en la leche hay riboflavinas (B_{12}) la cual se trasfieren de la levadura a la leche dándole un color amarillo a esta, afirmando que no hay efecto en el sabor pero si reforzándolo conforme aumenta el porcentaje de levadura en la dieta así mismo la riboflavina actúa como antioxidante de la leche por lo que se puede considerar como un conservador natural.

5. CONCLUSIONES

El uso de GHC y LC son una alternativa para ser utilizada en la alimentación de ganado lechero por ser rica en proteína y aminoácidos para la síntesis de la leche, al adicionarlas en dietas de vacas Holstein, además, pueden mejorar las condiciones del rumen permitiendo un mejor y mayor aprovechamiento de la dieta que consumen, viéndose reflejado en una alta producción de leche, así como en su calidad, sin afectar sus características organolépticas.

Al evaluar la calidad de la leche el porcentaje de grasa no incrementa pero se mantiene al transcurso de la lactación dando lugar a altas producciones, además que en general la proteína se mantiene por encima del porcentaje mínimo. Se encontró efecto en la producción por el número de lactancia de cada vaca, el cual indica un incremento a medida que estas van aumentando el número de lactancia, es decir, que a mayor número de lactancias mayor será su producción de leche. Se pudo observar que en vacas primíparas para que tengan una buena producción primero tienen que cubrir las necesidades energéticas, las cuales al ser alimentadas con dieta con GHC cubren las necesidades energéticas además las de producción. En multíparas al ser alimentadas con GHC y LC cubren sus necesidades de energía y de proteína logrando tener una alta producción. Para las tendencias de las curvas de producción se obtuvo que las mejores lactancias en primíparas fueron el t_2 y t_4 y para multíparas fueron el t_3 y t_4 .

RESUMEN

Un reto en la actualidad es generar alternativas que sustituyan los granos en las grandes explotaciones. Entre estas alternativas se encuentran los subproductos de cervecería, como la masilla o Granos Húmedos de Cervecería y la levadura que tienen un alto valor nutritivo además de ser económicos. En el estudio tiene como objetivo evaluar la producción y la calidad de la leche de vacas alimentadas con subproductos de cervecería. La prueba se llevó a cabo en la UAAAN en Saltillo Coahuila. Se utilizaron 32 vacas Holstein primíparas y multíparas con cuatro tratamientos los cuales contenían, t_1 0 % GHC Y 0 % LC, t_2 14 % GHC, t_3 13 % GHC Y 6 % LH y t_4 9 % LC, siendo balanceados a 18 % de proteína cruda y 1.71 Mcal de energía neta de lactancia base seca, durante los primeros 120 días posparto, se realizó la pesada y muestreo de leche por la mañana y tarde quincenalmente durante la prueba de alimentación, para su posterior análisis de calidad y realizando un análisis sensorial a la leche. En la prueba realizada se encontró que no hubo efecto significativo por tratamiento, para vacas primíparas se encontraron las siguientes producciones promedio T_1 29.33 kg, t_2 30.68 Kg, t_3 23.72 kg, t_4 28.70 kg, y para multíparas T_1 32.22 kg, t_2 29.71 Kg, t_3 40.86 kg, t_4 38.43 kg, alcanzando su pico de producción entre 40 y 50 días posparto, presentando una producción para primíparas de 79.6 % con respecto a las multíparas, en la calidad se encontraron porcentajes normales de grasa y proteína para los diferentes tratamientos a lo largo de la prueba y sin diferencia significativa en el análisis sensorial. Se concluye que al utilizar masilla y levadura se aumenta la producción pero hace que se mantenga su calidad a lo largo de la prueba y sin afectar las características organolépticas.

Palabras clave: Evaluación, Producción, Calidad de Leche, Alimentación, Subproductos de Cervecería, Primíparas, Multíparas.

LITERATURA CITADA

- Acedo J. y G. Rico, 1997. Últimas Tendencias de Investigación en Vacas de Leche. Avances en Nutrición y Alimentación Animal: XIII Curso de Especialización. Grupo Leche-Pascual. Madrid, España, pág. 21-61
- Akers R. M. 2000. Selection for Milk Production From a Lactation Biology Viewpoint *Journal Dairy Sci.* 83:151-1158
- Alais Ch., 1985., Ciencia de la leche: Principios de técnica lechera. 4ª Ed. C.E.C.E.S.A. Barcelona, España. pág. 345.
- Arango J. P., B. Rivera y J. C. Granobles, 2000. Elaboración y Validación de Modelos de Estimación de Producción Lechera en Estemas especializados. Departamento de Sistemas de Producción, Universidad de Caldas, Colombia.
- Bensong S., J. A. Jackson, C. L. Hicks and R. W. Hemkem . 1996. Effects of a Supplemental Liquid Yeast Product on Feed Intake, Ruminant Profiles, and Yield, Composition, and Organoleptic Characteristics of Milk from Lactating Holstein Cows. *University of Kentucky. J Dairy Sci.* 79:1654-1668
- Brian P. L., A. J. Heinrichs, y V. A. Ishler 2002. Uso de Ración Total Mezclada (TMR) Para Vacas Lecheras. Universidad Estatal de Pensilvania. Memoria, Congreso Nacional Lechero. Costa Rica.
- Bueno C. M.J. 2004. La Levadura de la Cerveza. BIOSALUD, Instituto de Medicina Biológica. N. 20 pág. 5
- Burchard J. y E. Block, 1998. Manejo Para Alimentar Vacas Lecheras de Alta Producción. IV Ciclo de Conferencias Sobre Nutrición Y Manejo. Torreón Coahuila. México. pág. 108-121.

- Buxadé C. C., 1995. Zootecnia, Bases de la Alimentación: Alimentos y Racionamiento. Tomo II. Ed. Mundi-Prensa S.A. México. pág. 368
- Caja G., E. González, C. Flores, M.D. Carro y E. Albanell, 2003. Alternativas a los Antibióticos de Uso Alimentario en Rumiantes: Probióticos, Enzimas y Ácidos Orgánicos. XIX Curso de Especialización FEDNA. Madrid, España. Pág. 183-212
- Calsamiglia S., A. Bach y A. Ferret, 2004. Bagazo de Cerveza. Tablas FEDNA de Composición y Valor Nutritivo de Forrajes y Subproductos Fibrosos Húmedos. II. Subproductos Húmedos. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España, pág. 28
- Cruz C. M. y J. ML. Sánchez, 2009. Fibra en la Alimentación del Ganado Lechero: Importancia de la Fibra en las Prácticas de Alimentación del Ganado Lechero. Escuela de Zootecnia y Centro de Investigaciones en Nutrición Animal (CINA). Universidad de Costa Rica.
- FAO, 2008. Perspectivas Alimentarias Análisis de los Mercados Mundiales: Resumen del documento “perspectivas alimentarias” preparado para el 35° período de sesiones (extraordinario) de la conferencias de la FAO.
- Firkins J. L., D.I. Harvatine, J. T. Sylvester and M. L. Eastridge. 2002. Lactation Performance by Dairy Cows Fed Wet Brewers Grains or Whole Cottonseed to Replace Forage. The Ohio State University. J Dairy Sci. 85:2662–2668
- García E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 2a ed. Instituto de Geografía. UNAM. México. pág. 35-48.

García S., 2007. Las Levaduras Para la Alimentación de los Porcinos (*Saccharomyces cerevisiae*). Disponible. <http://www.adiveter.com/ftp/articles-/A1120907.pdf>. Acceso 24 de mayo 2009.

González Glez. Abundio 2005. Razas de Ganado Lechero: Holstein. Disponible: <http://fmvz.uat.edu.mx/bpleche/bpleche/BPL8.htm>. Acceso 20 de Mayo 2009.

González V. H., 2002. Factores Nutricionales que Afectan la Producción y Composición de la Leche. Circular de Extensión Técnico Ganadero No. 20 pág. 11 INTA, Universidad de Chile.

Greco P. L., 2008. Fisiología digestiva y manejo del alimento: Raciones totalmente mezcladas. Revista Producción Animal. Artículo No. 50 pág. 2. Disponible: <http://www.produccion-animal.com.ar/>. Acceso 18 de Febrero 2009.

Giustetti Pablo Andrés, 2001. Comparación de la Producción y Composición de Leche Entre las Razas Jersey, Holando Argentino y su Primera Cruza, en un Tambo Comercial de la Región Pampeana. Tesina No. 8 Pág. 24. Universidad de Belgrano. Buenos Aires. Argentina.

Harold E. y Ronald S., 1987. Análisis Químico de los Alimentos de Pearson. 2°ed., CECSA. México.

Hazard T. S. y M. F. I. Christen, 2006. Composición y Calidad de la leche. Revista Tierra adentro. No.66 Pág. 34-35. Disponible: <http://www.inia.cl/medios/-biblioteca/ta/NR33262.pdf>. Asesado 15 de Marzo 2009

Johnson C.O.L.E., J. T. Huber, and K. J. King .1987.Storage and Utilization of Brewers Wet Grains in Diets for Lactating Dairy Cows. J. Dairy Sci. 70:98-107

Keown J. F., R. W. Everett, N. B. Empet and LH Wadell. 1986. Lactation Curves. J. Dairy Sci. 69:769-781.

Kertz F. Alois, 2007. Manejo y Alimentación de la Vaca Lactante. *Hoard's Dairyman* en español de enero pag. 60-64. Disponible: <http://www.andhil.com/HDespanolLactating-CowsJan07.pdf>. Acceso 23 Septiembre 2009.

Lemus R. V., A. E. Guevara y J. G. M. García, 2008. Lactation Actation Curve and Weight Change of Grazing Holstein Friesian Cows. *Revista Agrociencia* 42:753-765

Manterola B. H., 2008. Manejo Nutricional y Composición de la Leche. EL Desafío de Incrementar los Sólidos Totales en la Leche, una Necesidad de Corto Plazo. Circular de extensión producción animal No.33 pág. 17. Universidad de Chile.

Martínez M., A. L., 2006a. Adaptación, Climatización y el clima: Efectos Climáticos Sobre la Producción del Vacuno Lechero: estrés por calor. Artículo 30 Disponible: <http://www.produccion-animal.com.ar/>. Acceso 12 de Mayo de 2009.

Martínez M. A. L y J. F. C. Sánchez, 2007b. Factores nutricionales que afectan a la composición de la leche. Engordamix.com, Artículo 1466. Disponible: http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?-art=1466&AREA=GDL. Acceso: 24 de febrero 2009.

Mellado B. M. 2004. Producción de Leche: Sistemas Intensivos y de doble propósito Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 1ª Ed. Saltillo Coahuila, México. Pág. 673

- Morales S. M. S., 1999. Producción de Bovinos de Leche: Factores que Afectan la Composición de la Leche. TECNO-VET: Año 5 No.1. Disponible: http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D9670%2526ISID%253D459,00.html. Acceso: 21 Marzo de 2009.
- Nasanovsky M. Á., R. G. Domingo y R. K. Conrado, 2001. LECHERÍA. Cátedras de leche. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Buenos Aires, Argentina.
- Nisbet, D. J., and S. A. Martin. 1991. Effect of a *Sacchuromyces cerevisiae* culture on lactate utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantiurn*. J. Anim. Sci. 69:4628-4633.
- Oeidrus, 2008. Análisis Técnico Económico del Proceso Producción de la Leche en Zonas Especificas del Estado de Jalisco, Rentabilidad de la Leche 2008. Disponible: www.oeidrusjalisco.gob.mx/archivo/libreria/2008rentabilidadest.doc Acceso. 6 marzo de 2009.
- Olivera, S., 2001. Índices de Producción y su Repercusión Económica Para un Establo Lechero. REDVET. Revista Investigación Veterinaria Perú; 12(2):49-54.
- Osorio A. M. M. y J. C. C. Segura, 2005. Factores que Afectan la Curva de Lactación de Vacas *Bos taurus x Bos indicus* en un Sistema de Doble Propósito en el Trópico Húmedo de Tabasco. México. Revista Téc. Pecu. Mex. 43(1):127-137.
- Rivas J., M. Hahn, P. y T. Díaz. 2008. Effect of Supplementation wiht *Saccharomyces cerevisiae* From onset of Lactation in the Dairy Milk. Zootecnia Trop. 26(4):421-428.

Rodríguez Z. L., M. G. Ara, H. U. Huamán y L. C. Echeverría , 2005 Modelos de Ajuste para Curvas de Lactancia de Vacas en Crianza Intensiva en la Cuenca de Lima. Rev. Inv. Vet. Perú No. 26(1):1-12

Rowlands, G. J., S. Lucey, and A. M. Russell. 1982. A Comparison of Different Models of the Lactation Curve in Dairy Cattle. Anim. Prod. 35:135-140.

Sagarpa, 2005. II. Producción Nacional. Disponible: <http://w4.siap.gob.mx/sispro/-portales/pecuarios/lechebovino/situacion/descripcion.pdf>. Acceso 4 marzo de 2009.

SAGARPA, 2008. Crece producción de leche en México desde hace 10 años: SAGARPA. Boletín Informativo. Disponible: http://www.alfa-editores.com/web/index.php?option=com_content&task=view&id=1280&Itemid=28. Acceso. 1 de marzo de 2009.

Sánchez E., D. Fornés, C. Canepare, N. Apros, 2008. Hez de malta: en busca de su valor agregado, Nacional de Tecnología Industrial (INTI); Desarrollo e Innovación tecnológica. No. 63 - Abril 2008. Disponible: <http://www.inti.gov.ar/sabercomo/sc63/inti6.php> Acceso: 20 julio de 2009.

SIAP-SAGARPA, 2009. Avance mensual y acumulado de la producción pecuaria y el anuario estadístico de la producción pecuaria de los productos. de los productos Disponible: <http://www.siap.gob.mx/index.php?-idCat=108#>. Acceso 15 junio de 2009.

Stanton T.L., L. R. Jones, R. W. Everett and S. D. Kachaman. 1992. Estimationg Milk, Proteína, Fat, and Protein Lactation Curves With a Test Day Model. J. Dairy Sca. 75:1691-1700

Taverna M. A. 2002. Proyecto Nacional de Lechería del INTA. Composición Química de la Leche. Producción animal. Rev. Arg. Prod. Anim. 21(1):3

West J. W, L. O. Eli and S. A. Martin, 1994. Wet Brewerts Grains for Lactating dairy Cows During Hot, Humid Weather. J. Dairy Sci 77:196-204.

Wood, P.D.P. 1974. A Note on the Estimation of Total Lactation Yield Production on Single. Dairy Anim. Prod 19:393-396.

APÉNDICE

Cuadro A.1. Promedios de la composición química de la leche de vaca según varios autores.

Componentes	Promedios generales (g/kg)			
	Jerrige, 1980	Alais, 1985	Taverna y Coulon, 2000	Taverna y otros, 2001
Agua	871	872	880.5	881.5
Materia seca	129	127.3	118.5	119.5
Lactosa	48.0	47.5	45.7	46.1
Grasa	40.0	38.1	34.8	35.1
Proteína total	33.5	33.0	31.7	31.7
Cenizas	7.5	8.7	6.3	6.6
Calcio	1.25	0.87-1.26	1.17	1.24
Fósforo	0.95	0.72-1.65	0.86	0.94
Magnesio	0.12	0.10-0.13	0.12	0.12
Potasio	1.50	1.16-1.45	1.40	1.5
Sodio	0.50	0.34-0.45	0.58	0.60
Cloro	1.10	0.67-1.06	1.37	1.44

Fuente: Taverna, 2002.

Cuadro A.2. ANOVA de la prueba organoléptica de la leche.

FV	GL	SC	CM	F.C.
Tratamiento	3	35099	11700	0.161
Error experimental total	124	9E+06	72646	
	127	9E+06		
α		0.01		
F. t.		3.95		