

RESPUESTA PRODUCTIVA DE VACAS LACTANTES ALIMENTADAS CON DIETAS ADICIONADAS CON SUBPRODUCTOS DE CERVECERÍA.

Gerardo Montero Almora

Tesis

Presentada como requisito parcial para
obtener el grado de:

Maestro en Ciencias en Zootecnia



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

Julio de 2009.

Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro
Dirección de Postgrado

Respuesta productiva de vacas lactantes alimentadas
con dietas adicionadas con subproductos de cervecería.

TESIS POR:
Gerardo Montero Almora

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y
aprobada como requisito parcial, para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN ZOOTECNIA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal: _____
Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez

Asesor: _____
Dr. Fernando Ruiz Zarate.

Asesor: _____
Dra. Ana Verónica Charles.

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Director de Posgrado

Buenavista, Saltillo, Coah., Julio del 2009.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por enfrentarme a retos cada vez mas difíciles y enseñarme que en la vida todo lo que realmente vale la pena requiere de un gran esfuerzo, y sobre todo por nunca dejarme solo en problemas muy difíciles que he pasado en la vida, porque sabe cuando necesito un escarmiento y la magnitud del mismo, espero siempre contar con su compañía y bendición.

A mi Alma Mater, por haber aceptado que formara parte de ella, y realizar mis estudios profesionales al igual que todos los compañeros que conformamos a esta grandiosa institución.

A Juanita, por ser una gran persona, y un gran apoyo por que cuando la necesito siempre esta hay, nos brinda su ayuda incondicionalmente, nos aconseja, nos hace sentir como si atuviéramos en casa, Dios la bendiga y gracias por todo.

A LCN Laura Maricela Lara López, por sus acertados consejos y apoyo en el laboratorio de Producción Animal, pero sobretodo por la amistad que me brindo durante mi estancia en la UAAAN, gracias por todo Mary.

AL PhD. Jesús M. Fuentes, por haberme brindado todo su apoyo y confianza en la realización del proyecto, pero sobretodo por su valiosa amistad y por haberme permitido crecer como profesionista al no limitarme en la realización de investigaciones alternas al proyecto.

A la Dra. Rosalinda Mendoza, por sus sabios consejos y su valiosa ayuda en mis estudios de maestría, gracias Dra. Rosalinda que Dios la bendiga.

Al Dr. Fernando Zarate, por su tiempo que dedicó a la revisión de tesis a si como a sus comentarios hacia la misma, contribuyendo así a lograr un mejor documento.

A la Dra. Verónica Charles, por su ayuda en la realización de algunas pruebas de laboratorio a si coma a sus comentarios y sugerencias hechas en la redacción de tesis.

A LCN Laura Aguirre Gámez, por el apoyo en la realización de las pruebas de calidad de la leche, si como a su amistad, que siempre es muy agradable platicar con usted.

Al T.L.Q. Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel, por su apoyo en la lectura de AGV`s.

A TLQ Guillermina, por su apoyo en el laboratorio de Ciencias Básicas, ya que sin usted no hubiera podido hacer la extracción adecuada de proteínas.

A todos los futuros ingenieros que trabajaron con migo: Daniel, Gumaro, Abel, Carlos, gracias a ustedes pudimos realizar este proyecto al 100, pero sobretodo gracias por su confianza al permitirme ser parte de su formación profesional.

Al Dr. Luis Damas por tus sugerencias, comentarios al proyecto, pero sobretodo por tu apoyo en mi formación profesional, que créeme no tengo como agradecer toda la ayuda que me has brindado, muchas gracias.

A la Lic. Darwich por su calidez humana al darme grandes consejos acerca de la familia y le agradezco mucho, gracias a esa conversación he cambiado mi percepción sobre lo que no es sano, en cambio ahora se lo que realmente es tener una familia unida y en armonía, que al final es lo que le da sentido a la vida, gracias licenciada que Dios la bendiga y a su familia.

A todos los trabajadores del establo UAAAN: Sergio, Campa, Beto, Toño, Sabino, Cirilo, Félix, Rogelio, Alejandro, Manuel, Banda perdón por si olvide mencionar a alguien, gracias a todos por su ayuda en la alimentación del ganado y amistad que me brindaron durante mi estancia en el establo.

Al MC. Ricardo Estrada, por su ayuda en la adquisición de equipo y materia prima necesarios para la realización de la prueba de alimentación.

DEDICATORIAS

A mi madre María Del Pilar Almora Escudero, por inculcarme los valores y principios que me han permitido salir adelante, por estar siempre pendiente de mi, y por confiar y apoyarme en todas mis decisiones aun sabiendo que en ocasiones no están bien, pero sobre todo por haberme dado la vida y enseñarme a vivirla, te quiero mucho Ma.

A mi Abuelo Ranulfo Almora Lima †, por ser mi guía, mi ejemplo a seguir, por todas tus enseñanzas, por los momentos que pasamos juntos, por la persona tan maravillosa que fuiste conmigo, por que siempre admire tu forma de ser, educado, culto, responsable con su familia preocupado por que nunca nos faltara nada y siempre estuviéramos bien, y por haberme enseñado como es un hombre de familia, por eso te dedico esta tesis, te quiero mucho abuelito y me haces mucha falta, Dios te guarde en su santa gloria.

A mi Padre Francisco Montero Sosa, por haberme enseñado que en la vida nada es fácil, y para conseguir lo que uno quiere hay que trabajar duro hasta lograr lo que uno se proponga.

A mi Abuelita Bertha Escudero Flores, por todas tus bendiciones, por los consejos que en su momento me diste y por el cariño que me tienes a pesar de que soy muy latoso, gracias bueli.

A mi gran amor (mi esposa), por el amor y comprensión que me brindas pero sobretodo por darme una razón de ser (nuestro hijo), gracias amor por tu compañía y por estar a mi lado tanto en los momentos felices como en los difíciles, eres la mujer más maravillosa, te amo demasiado flaquita.

A toda mi Familia mis tías Julieta, Acela, Ofelia, mis tíos Ramón, Cristóbal, Juan, Ignacio, primos Alejandra, Moni, Mariana, Jorge, Marco, Daniel, Ramón, Israel, por su apoyo y comprensión en mi andar por la vida.

Al M. Sc. Ricardo Silva Cerrón, por el apoyo que me ha brindado a lo largo de mi estancia en la universidad, gracias a sus consejos, regaños, llamadas de atención he logrado salir adelante, no tengo forma de agradecerle todo lo que ha hecho por mi, por inculcarme valores, sentido de la responsabilidad, por ayudarme en mi formación personal, académica y por confiar en mi gracias Ing. créame que no lo defraudaré, Dios lo bendiga.

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
Justificación.....	2
Hipótesis.....	2
Objetivo.....	2
2. Revisión de literatura.....	4
2.1.1 Proceso de elaboración de la cerveza.....	4
2.1.2 Materias primas.....	4
2.1.3 Remojo.....	5
2.1.4 Germinación.....	5
2.1.5 Infusión.....	6
2.1.6 Maceración.....	7
2.1.7 Fermentación.....	8
2.2. Subproductos de la industria cervecera.....	8
2.2.1 Masilla.....	8
2.2.2 Características nutricionales.....	8
2.2.3 Contenido de proteína.....	9
2.2.4 Contenido de minerales.....	10
2.2.5 Contenido de energía.....	10
2.2.6 Tiempo de preservación.....	10
2.3 Levadura.....	11
2.3.1 Características nutricionales.....	12
2.3.2 Contenido de proteína.....	12
2.3.3 Contenido de minerales.....	13
2.3.4 Contenido de energía.....	14
2.4. Empleo de subproductos de la industria cervecera en la alimentación para ganado.....	14
2.4.1 Generalidades.....	14
2.4.2 Subproductos de cervecería como alimento para rumiantes.....	14
2.4.2.1 Fermentación ruminal.....	15
2.4.3 Producción de leche.....	16
2.4.3.1 Contenido de ac. grasos en la leche.....	16
2.4.4 Consumo de fibra.....	17
2.4.5 pH ruminal y concentración de ácidos grasos volátiles (AGV`s).....	20
2.5 <i>Sacharomices cerevisiae</i>	20
2.5.1 <i>S. cerevisiae</i> como pro biótico.....	21

2.5.2 <i>S. cerevisiae</i> en la fermentación ruminal.....	22
2.5.3 Beneficios de suplementar con <i>S. cerevisiae</i> a rumiantes.....	24
3. Materiales y métodos.....	26
3.1 Localización del área de estudio.....	26
3.2 Prueba de alimentación.....	26
3.3 Comportamiento productivo.....	27
3.3.1 Producción de leche.....	27
3.3.2 Análisis sensorial de la leche.....	27
3.3.3 Separación y cuantificación de Caseína, α Lacto-albumina y β Lacto-globulina de la leche.....	28
3.4 Aumento de peso.....	28
3.5 Consumo materia seca (MS).....	29
3.6 Composición nutritiva de las raciones.....	29
3.7 Determinación de actividades enzimáticas en la levadura de cerveza....	29
3.8 Producción de AGV's.....	30
3.8.1 Preparación de muestra de AGV`s.....	30
3.9 Diseño experimental.....	30
4. Resultados y discusión.....	32
4.1 Consumo de MS.....	32
4.2 Consumo de MS en relación al peso vivo.....	33
4.3 Producción de leche.....	34
4.3.1 Calidad de la leche.....	35
4.3.1.1 Contenido de Caseína, α Lacto-albumina y β Lacto-globulina.....	36
4.3.2 Análisis sensorial de la leche.....	37
4.4 Pérdida de peso de las vacas durante los primeros 120 días de lactancia.....	38
4.5 Costos de producción.....	39
4.6 Identificación de enzimas y su actividad presente en la levadura Inactiva.....	40
4.7 Producción de AGV`s.....	41
5. Conclusiones.....	44
6. Literatura citada.....	46
7. Anexo A. Matriz de análisis estadístico.....	55
7.1 Anexo B. Análisis de parcelas divididas de cada variable.....	56
Agradecimientos.....	III
Dedicatorias.....	V
Índice de cuadros.....	VIII
Índice de figuras.....	IX
Resumen.....	X

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Principales ácidos presentes en el lúpulo.....	7
2	Valor nutritivo de la masilla de cerveza.....	9
3	Perfil de aminoácidos de la masilla de cerveza.....	10
4	Contenido de nutrientes digestible totales (NDT) y energía de la masilla de cerveza.....	11
5	Contenido de nutrientes de la levadura de cerveza.....	12
6	Perfil de aminoácidos de la levadura de cerveza.....	13
7	Contenido promedio de minerales en los subproductos de cervecería.....	13
8	Contenido de NDT y energía de la levadura de cerveza.....	14
9	Influencia de la alimentación de granos secos de cervecería (GSC) Vs granos húmedos de cervecería (GHC) en vacas lecheras en el consumo de MS, energía, producción y composición de leche.....	19
10	Dietas experimentales utilizando subproductos de cervecería.....	27
11	Respuesta productiva de la lactancia de vaquillas y vacas alimentadas con dietas conteniendo subproductos de cervecería.....	34
12	Contenido de proteína en la leche de vacas suplementadas con subproductos de cervecería.....	37
13	Resultados de evaluación sensorial de leche de vacas suplementadas con subproductos de cervecería.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Actividad enzimática en levadura de cerveza inactiva.....	40
2	Actividad de enzima proteasa en levadura de cerveza inactiva.....	41
3	Producción de ac. acético en líquido ruminal de vacas lecheras suplementadas con subproductos de cervecería.....	42
4	Producción de ac. propionico en líquido ruminal de vacas lecheras suplementadas con subproductos de cervecería.....	42
5	Producción de ac. butírico en líquido ruminal de vacas lecheras suplementadas con subproductos de cervecería.....	43

RESUMEN

En la UAAAN se realizó un estudio de alimentación de ganado Holstein en producción empleando 16 vaquillas primíparas y 16 vacas multíparas adicionando subproductos de cervecería a la dieta, siendo cuatro los tratamientos a evaluar. T₁ = testigo, T₂ = 14 % masilla, T₃ = 13 % masilla + 6 % levadura y T₄ = 9 % levadura. Las dietas utilizadas fueron 60/40 forraje: concentrado, formulándose para 35 kg diarios de leche con 3.5 % de grasa y 3.2 % de proteína sirviéndose en un sistema integral. Se monitoreo diariamente los consumos, semanalmente la producción y calidad de leche, realizándose un análisis sensorial para detectar la presencia de subproductos en la leche y finalmente se realizó un análisis financiero. El pico de consumos de MS en la prueba de alimentación se obtuvo en un rango de 49 a 56 días, la MS ingerida fue mayor en el T₁ (testigo). Sin embargo en el T₃ (mezcla de subproductos), por cada kg de MS ingerida las vacas producían 2.18 kg de leche. El pico de lactancia en la prueba de alimentación se obtuvo en un rango de 42 a 49 días, obteniendo la producción mas alta en el T₄ siendo esta de 43.07 kg de leche, coincidiendo por lo mencionado por West *et al.* (1994) la adición de productos de levadura de cerveza a dietas de ganado lechero mejora la ingestión de MS y la producción de leche en vacas, especialmente cuando las dietas son altas en concentrado. No se observaron diferencias significativas en la calidad de leche (proteína, grasa, densidad, sólidos totales, sólidos no grasos y lactosa). Se analizó la presencia de los subproductos de cervecería en la leche por medio de una prueba organoléptica donde se evaluaron cuatro atributos: color, textura, sabor y olor, los 32 jueces que participaron en la prueba no detectaron la presencia de los subproductos. Los costos por kg de alimento balanceado en la prueba de alimentación fueron de \$ 3.18, \$ 2.74, \$ 2.59 y \$ 2.87 pesos, y el costo de kg de leche producido incluyendo los costos fijos, variables, depreciaciones y financieros serían de \$ 2.54, \$ 2.45, \$ 2.04 y \$ 2.39 pesos, para los tratamientos 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Utilizando dietas adicionadas con subproductos de cervecería y con el precio nacional de venta de \$ 4.25 se tendría una utilidad promedio de \$ 1.86, con un máximo de \$ 2.21 y un mínimo de \$ 1.71 pesos, con lo que la utilización de los subproductos en las dietas de ganado lechero ayudaría a aumentar la rentabilidad en las pequeñas y medianas empresas.

1. INTRODUCCIÓN

Antecedentes

La alimentación, es el concepto que más impacto tiene en los costos de producción en las empresas lecheras, llegando en algunos casos hasta niveles del 70 % debido a que es necesaria la importación de materias primas para la elaboración del alimento, lo cual origina un aumento en los costos de alimentación (Rodríguez y Chacón, 1997).

Una alternativa para reducir los costos de alimentación es el empleo de subproductos agroindustriales.

En la industria cervecera, en el proceso de elaboración de la cerveza se derivan residuos (subproductos) propicios para utilizar en la alimentación de ganado por su alto valor biológico debido a que provienen de procesos enzimáticos que hidrolizan los nutrientes es decir son fácilmente absorbidos por el organismo del animal.

La utilización de residuos industriales de la cervecería, como la masilla y la levadura representan un área de oportunidades para ser empleada como suplementos en dietas para ganado lechero. La masilla y la levadura han sido empleados por su alto contenido de proteínas de alto valor biológico, además de que estimulan el consumo de materia seca obteniendo mayor producción de leche (Johnson *et al.*, 1987). La levadura contiene un alto porcentaje de proteína de paso y es absorbida en el intestino delgado, además contiene vitaminas hidrosolubles y es un excelente promotor del crecimiento de la población microbiana del rumen, lo que ayuda a prevenir enfermedades después del parto: retención placentaria, postración, fiebre de leche, inflamación del útero y de la ubre, teniendo un efecto benéfico sobre la fertilidad (Burgstaller, 2007).

Justificación

En el proceso de elaboración de la cerveza se obtienen varios subproductos, de los cuales el de mayor volumen es la masilla, seguida por la levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*), sin embargo, a pesar de que existe una elevada disponibilidad de este producto, en la actualidad no se está aprovechando de manera apropiada, desechándose gran parte en contenedores especiales para no contaminar al medio ambiente, siendo esto un gran problema para las cerveceras pues tienen que pagar a empresas especializadas en el desecho de material biológico, por tal motivo en el presente trabajo se buscó dar un valor agregado a los principales subproductos de la industria cervecera al utilizarlos como ingredientes para dietas de ganado lechero.

Hipótesis

La utilización de masilla y levadura de cerveza en dietas para ganado lechero ayudará a eficientar la digestión ruminal de la materia seca de la dieta, aumentar la producción de leche y a bajar costos por concepto de alimentación.

Objetivos Generales

- Evaluar la productividad del ganado lechero suplementado con masilla y levadura de cerveza.
- Identificar las enzimas presentes en la levadura de cerveza y determinar su actividad.

Objetivos específicos

- Cuantificar el consumo diario de materia seca.
- Cuantificar la producción de leche.
- Analizar la calidad de la leche.

- Analizar el contenido de Caseína, α Lacto-albúmina y β lactoglobulina en la leche.
- Detectar la presencia sensorial de los subproductos en la leche.
- Determinar la pérdida de peso de las vacas durante los primeros 120 días de lactancia.
- Cuantificar el costo de producción de leche.
- Determinar la actividad enzimática de cada enzima presente en la levadura inactiva.
- Determinar la producción de ácidos grasos volátiles (AGV's)

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Proceso de elaboración de cerveza

El proceso de la cerveza empieza desde la llegada de la materia prima.

2.1.2 Materias primas

En la elaboración de la cerveza las materias primas empleadas son maimilo, malta, lúpulo (flor femenina comprimida), levadura y agua. A los granos germinados de la cebada se les da el nombre de “malta” ya que durante el comienzo del proceso de malteado se detiene su germinación. La malta de cebada es la materia prima fundamental ya que el grano está revestido por una cáscara que protege el germen durante el malteado y evita que el grano pierda su contenido de almidón (elemento esencial en la posterior transformación durante el braceado). Además durante la filtración del mosto en la etapa de cocimiento la cáscara sirve de lecho filtrante, facilitando de esta manera la separación del mosto de la parte sólida u orujo (Wallwork *et al.*, 1998).

Botánicamente este cereal se encuentra dentro de las gramíneas; existiendo dos grandes especies:

- La cebada de dos hileras o *Hordeum disticum*
- La cebada de seis hileras o *Hordeum hexasticum*

Para la industria cervecera, el empleo de la cebada de dos hileras es más valioso debido a que sus granos son más desarrollados. El grano de cebada que dará origen a la malta es prácticamente nulo en lo que a poder enzimático se refiere, por lo que la finalidad del malteado es formar enzimas que permitan la solubilización de las materias de reserva del grano. Los granos de cebada

adquieren progresivamente su poder germinativo completo, en un tiempo necesario y que se le denomina dormancia (Wallwork *et al.*, 1998).

2.1.3 Remojo

La primera fase del malteado consiste en el remojo y se realiza con el fin de romper el estado durmiente en el grano y así activar las enzimas que se encargan de romper el almidón y las proteínas en pequeñas estructuras fácilmente consumidas por las levaduras (Hough, 1990).

2.1.4 Germinación

Después del remojo viene la germinación o malteado la cual esta marcada por cuatro fases:

1. Absorción del agua por el embrión.
2. Activación de enzimas.
3. Desarrollo de tejidos embrionarios.
4. Ruptura de la pared del embrión por el germen.

Siendo la activación enzimática la clave de la germinación. Para detener la germinación se recurre al tostado.

Durante el malteado se activan una serie de enzimas, siendo las principales (Wallwork *et al.*, 1998):

- Amilasas.- Desdoblan el almidón, son dos, la alfa amilasa y la beta amilasa.
- Hemicelulasas.- Desdoblan las hemicelulosas.

- Proteasas.- Están agrupadas en dos grupos, las proteasas que desdoblan las proteínas complejas hasta el estado de polipéptidos y péptidos, y las peptidasas que desdoblan los péptidos hasta el estado de aminoácidos.
- Fitasas.- Que desdobla la fitina en fosfatos e inositol.
- Oxidasas.- Son enzimas del grupo respiratorio, se distinguen tres, las verdaderas oxidasas que activan el oxígeno molecular, las peroxidasas que activan sólo el oxígeno de los peróxidos y la catalasa que desdobla el peróxido de hidrógeno.

Los granos germinados se transportan a un horno donde son tratados con temperaturas bajas o altas, dependiendo del tipo de cerveza que se quiera producir o bien una combinación de éstas, para detener la actividad de las enzimas y así evitar una excesiva hidrólisis del almidón. La temperatura se controla muy cuidadosamente para secar la malta lo más rápido posible sin destruir las enzimas producidas durante el malteado (Hornsey; 1999).

Aunque las reacciones enzimáticas se han iniciado durante el proceso de germinación o “malteado”, la conversión masiva de los almidones en maltosa y otros azúcares tienen lugar durante el proceso siguiente, llamado “infusión” (Ahokas y Naskali, 1990).

2.1.5 Infusión

Durante este proceso se eliminan los vástagos del grano. La malta desecada se muele para que el cocimiento sea mas fácil, además de que permite que se pueda mezclar con otros cereales (maíz y arroz). Posteriormente se le añade agua a la mezcla y se eleva la temperatura a 65 °C con la finalidad de hidrolizar los almidones de cadena larga (conocidos como maimilo) para proporcionar una mezcla homogénea. Este cocimiento se lleva a cabo por un período de tiempo determinado para producir azúcares fermentables y no fermentables. Los azúcares no fermentables se encargan de darle cuerpo a la cerveza, es decir, que no sea simplemente agua; y los azúcares fermentables son las que se adicionan junto con la levadura en las cámaras frías para la producción de alcohol (Ahokas y Naskali, 1990).

La finalidad de la infusión consiste en proporcionar las condiciones adecuadas para la actuación de las enzimas sobre las proteínas y almidones, los cuales, se convierten en dextrinas, maltosa y pequeñas cantidades de otros azúcares. Finalizando el proceso, el mosto se cuele, existen unos filtros lauther que sirven para separar el mosto dulce de la masilla. Estos filtros tienen un falso fondo en el cual cae el líquido y se va quedando la masilla (Dahlen *et al.*, 2005).

2.1.6 Maceración

Seguidamente el mosto se hierva con lúpulo, que proporciona el característico aroma y sabor; el amargor del mosto tiene lugar por el ingreso de determinadas sustancias amargas del lúpulo, como los ácidos α o humulona, ácidos β o lupulona, resinas blandas alfa, resinas blandas beta, resinas duras. El cuadro 1 muestra el contenido de amargor de los principales ácidos que proporciona el lúpulo.

Los taninos son compuestos aromáticos presentes en el lúpulo que se encargan dar el sabor final a la cerveza; el aroma característico esta dado por los aceites del lúpulo los cuales son una mezcla de aceites con punto de ebullición de 127 a 300 °C. Los ácidos α o humulonas son mezclas de humulona, comulona, adhumolona, pre-humulona y post-humulona; los cuales se encuentran en concentraciones muy bajas y pueden transformarse en ácidos iso- α que son más solubles y proporcionan un sabor más amargo al mosto (Suzuki *et al.*, 2005).

Cuadro 1.- Principales ácidos presentes en el lúpulo.

Acido	Unidades de amargor
Ácido α	100
Acido β	0
Resina blanda α	36
Resina blanda β	29
Resina dura	12

Fuente: (Suzuki *et al.*, 2005).

2.1.7 Fermentación

El mosto se fermenta mediante la adición de levaduras, principalmente las del género de *Saccharomyces*, dentro de las que destacan *Saccharomces cerevisiae* (fermentación alta) y *Saccharomyces uvarum* (fermentación baja). Las demás especies se clasifican como levaduras salvajes como la *Candida*, *pichia*, *cloequera*, *pongue*, etc. ya que deterioran el sabor de la cerveza (Peyroche *et al.*, 2001).

2.2 Subproductos de la industria cervecera

2.2.1 Masilla

La masilla es el subproducto resultante del proceso de prensado y filtrado del mosto obtenido tras la sacarificación del grano de cereal (cebada, básicamente) malteado (Dahlen, *et al.*, 2005).

La masilla de cerveza esta conformada por el residuo insoluble (siendo la testa, y cáscara del grano de cebada), que a su vez están compuesta por celulosa, hemicelulosa y péptidos; aun después de haber pasado por un proceso enzimático la masilla contiene un 12 % de extracto de almidón y proteínas que han sido desdobladas a glucosa y aminoácidos respectivamente, gracias a dicho proceso.

Es un producto húmedo cuyo contenido en materia seca es de un 20-25 %. No se observan diferencias significativas en la composición química correlacionadas con el contenido de materia seca, aunque éste es variable. El residuo puede ser comercializado directamente como grano húmedo de cervecería (GHC) o grano seco de cervecería (GSC). En el mercado recibe otros nombres como el de masilla de cerveza, y es el término equivalente a lo que el mundo anglosajón conoce como “wet brewers’s grains” (Cuadro 2).

2.2.2 Características nutricionales

Debido a su naturaleza fibrosa y bajo contenido de energía, la masilla de cerveza es adecuada para los rumiantes, en particular en las vacas lecheras, para

balancear el consumo de los altos contenidos de almidón en la dieta (Dhiman *et al.*, 2003).

Cuadro 2. Valor nutritivo de la masilla de cerveza.

	B. Húmeda %	B. Seca %
Humedad	75.2	
Proteína Bruta	5.4	21.77
Fibra bruta	5.2	20.97
Cenizas	1.1	4.44
Grasa bruta	2.7	10.89
Proteína degradable		10.23
Proteína de paso		11.53
Proteína soluble		1.17
Fibra ácido detergente		22.2
Fibra neutro detergente		47.4

Fuente: Cervecería Cuauhtémoc, 2007.

2.2.3 Contenido de proteína

Reaño (1992) reporta que, el contenido de proteína cruda es relativamente alto (21 – 25 %) y es menos degradable en el rumen que otros derivados de fuentes vegetales, de manera que es a menudo utilizado en la alimentación de ganado lechero y de carne que necesitan más proteína de paso. La degradabilidad efectiva de la proteína es de 68 %, siendo la velocidad de degradación de un 7 %/h. Se trata pues de un alimento de elevado contenido proteico, siendo ésta una proteína que escapa, en buena parte, de la degradación ruminal. Tiene un bajo contenido de lisina (cuadro 3) y es una buena fuente de vitaminas hidrosolubles, el contenido de nutrientes puede variar de planta a planta en función del contenido de sustrato que se este utilizando (cebada, trigo, maíz, etc.), proporciones que son fermentadas y proceso fermentativo que se utilizan (Adesipe, 1983).

La masilla de cerveza es un subproducto rico en proteína, el cual representa el 21 % en base seca (cuadro 2); el extracto etéreo representa un 10.89 %; es un subproducto rico también en fibra, con un contenido en fibra detergente neutro (FDN) del 47.4 % y el contenido de fibra detergente ácido (FDA) del 22.2 %, aunque se trata de un fibra muy poco efectiva (15 %); El contenido en lignina es de un 5 % y el de cenizas de un 4.44 %; En el residuo mineral destaca el contenido en P (6 g/kg), siendo más bajo el contenido en Ca^{2+} (3 g/kg).

2.2.4 Contenido de minerales

Los subproductos de cervecería también representan un recurso natural de Se disponible (Conrad y Moxon, 1979). Segerson *et al.*, (1977) mencionan que de 75 a 100 mg de Se en combinación con la vitamina E incrementa la tasa de fertilización de óvulos de animales mantenidos en un adecuado plan de nutrición.

2.2.5 Contenido de energía

El contenido en energía metabolizable de este subproducto es de 3.267 Mcal/kg (cuadro 4).

Cuadro 3. Perfil de aminoácidos de la masilla de cerveza.

Aminoácidos	(mg/g)
Aspartico	1,64
Glutamico	0,27
Serina	0,2
Glicina	0,14
Alanina	0,84
Metionina	1,55
Valina	1,06
Fenilalanina	0,95
Leucina	0,87
Isoleucina	1,23
Lisina	5,1

Fuente: Cervecería Cuauhtémoc, 2007.

2.2.6 Tiempo de preservación

Dixon (1983) reporta que la masilla de cervecería húmeda puede ser almacenada durante 10 días en la primavera, 5 días en verano y 30 días en invierno, y recomienda proteger la superficie con plástico o algún otro material que cubra la superficie expuesta para minimizar el deterioro y prolongar el almacenamiento del material.

Cuadro 4. Contenido de Nutrientes digestibles totales y energía de la masilla de cerveza.

	En base seca
Nutrientes digestibles totales (%)	83,46
Energía digestible (Mcal/kg)	3,680
Energía metabolizable (Mcal/kg)	3,267
Energía neta de mantenimiento (Mcal/kg)	2,249
Energía neta de lactancia (Mcal/kg)	1,925

Fuente: Cervecería Cuauhtémoc, 2007.

2.3 Levadura

La levadura líquida de cerveza es un subproducto muy valioso de la industria cervecera, gracias a su alto contenido de proteína con buen valor biológico y alta digestibilidad.

La típica levadura cervecera es oval o esférica con un diámetro de 2 a 8 μ m y una longitud de 3 a 15 μ m. Estructuralmente, *Saccharomyces cerevisiae* esta compuesta por (Peyroche *et al.*, 2001):

- Pared celular: está constituida por polisacáridos (80-90 %), glucanos, mananos, y pequeños porcentajes de quitina, además de proteínas, lípidos y fosfatos. La función de la pared celular es mantener la estructura celular.
- Membrana plasmática: la función de la membrana plasmática es mantener la permeabilidad selectiva y regular la nutrición celular mediante la absorción de carbohidratos y compuestos nitrogenados.
- Material celular o extracto: está constituido por componentes intracelulares, el componente celular es rico en inositol, glutamato que tiene efectos positivos sobre la palatabilidad, y nucleótidos que tienen beneficios en el sistema inmune.

La utilidad industrial de la levadura en la producción de cerveza, es gracias a su capacidad de generar dióxido de carbono y etanol durante el proceso de fermentación. Básicamente este proceso se lleva a cabo cuando esta levadura se encuentra en un medio muy rico en azúcares (como la D-glucosa) (Framcois y Parrou, 2001).

2.3.1 Características nutricionales

Las levaduras y sus medios de cultivos pueden contener nutrientes (ácidos orgánicos, vitaminas del grupo B, enzimas, aminoácidos) que estimulan el crecimiento de bacterias que digieren la celulosa y utilizan el ácido láctico (Callaway y Martin, 1997; Nisbet y Martin, 1991).

2.3.2 Contenido de proteína

El contenido de proteína de la levadura fresca es de 483 g/kg en MS, y posee un alto valor biológico que se debe al buen perfil de aminoácidos (Cuadro 6). Es buena fuente de la mayoría de las vitaminas del complejo B (Burgstaller, 2007).

Cuadro 5. Contenido de nutrientes de la levadura de cerveza.

	B. Húmeda %	B. Seca %
Humedad	80.15	
Proteína Bruta	9.60	48.36
Fibra bruta	0.28	1.41
Cenizas	1.37	6.90
Grasa bruta	0.01	0.05
Proteína degradable		24.44
Proteína de paso		22.56
Proteína soluble		1.17
Fibra neutro detergente		7
C.N.F.		42

Fuente: FEDNA, 2004; Cervecería Cuauhtémoc, 2007

Cuadro 6. Perfil de aminoácidos de la levadura de cerveza.

Aminoácidos	mg/g
Aspartico	1,86
Glutamico	6,63
Serina	1,54
Glicina	1
Alanina	1,98
Metionina	0,14
Valina	1,06
Fenilalanina	0,66
Leucina	1,75
Isoleucina	1,17
Lisina	7,75

Fuente: Cervecería Cuauhtémoc, 2007.

2.3.3 Contenido de minerales

La levadura de cerveza se caracteriza por su alto contenido de fósforo (cuadro 7), el cual proviene principalmente de las nucleoproteínas por lo que es muy disponible (Burgstaller, 2007) y además presenta bajo contenido de calcio (Black, *et al.*, 1991) y sodio.

Cuadro 7.- Contenido promedio de minerales en los subproductos de cervecería en comparación con otros ingredientes (kg/MS).

Ingrediente	Ca	P	Mg	Na	Mn	Cu	Zn
	g	g	g	g	mg	mg	mg
Levadura de cerveza	2.6	17.0	2.6	2.4	59	64	92
Grano de cervecería	3.8	6.7	2.2	0.4	40	24	138
Pasta de soya	3.1	7.0	3.0	0.2	33	19	70
Harina de pescado	54.9	35.6	2.9	6.8	21	7	86
Cebada	0.8	3.9	1.3	0.3	18	6	32
Maíz	0.4	3.2	1.0	0.3	9	4	31
Trigo	0.7	3.8	1.3	0.2	35	7	65
Avena	1.2	3.5	1.4	0.4	48	5	36

Fuente: Burgstaller, 2007.

2.3.4 Contenido de energía

De acuerdo a los datos bromatológicos (cuadro 5) se calculó los Nutrientes digestibles totales y la producción de energías (cuadro 8).

Cuadro 8.- Contenido de Nutrientes digestibles totales y energía de la levadura de cerveza.

	En base a materia seca
Nutrientes digestible totales (%)	76.03
Energía digestible (Mcal/kg)	3.352
Energía metabolizable (Mcal/kg)	2.936
Energía neta de mantenimiento (Mcal/kg)	1.978
Energía neta de lactancia (Mcal/kg)	1.743

Fuente: Cervecería Cuauhtémoc, 2007.

2.4 Empleo de subproductos de la industria cervecera en la alimentación para ganado

2.4.1 Generalidades

Los subproductos derivados de la fabricación de la cerveza pueden ser un alimento rentable para rumiantes en base a la respuesta de producción de leche (Dhiman *et al.*, 2003) por su alto contenido de proteína, grasa, y fibra digerible (Wadhwa, 1995).

Hay dos factores que limitan el uso de este tipo de alimentos. En primer lugar, por su alto contenido de humedad (aproximadamente 50-70 %), y en segundo lugar, por la estabilidad aeróbica en climas cálidos (2-7 días) por lo que es recomendable ofrecerlo al ganado en fresco debido a que al fermentarse es extremadamente desagradable (no apetecible) y causa la reducción del consumo de alimento suministrado en los animales (De Boer *et al.*, 1995).

2.4.2 Subproductos de cervecería como alimento para rumiantes

Recientemente, el interés en los subproductos de cervecería para la alimentación de rumiantes ha aumentado, debido al contenido de proteína de paso (Merchen *et al.*, 1979; Waller *et al.*, 1980). Rounds y Klopfenstein (1975) encontraron que del 48 al 61 % de proteína de la masilla pasó por el rumen al

intestino delgado en comparación la pasta de soya solo paso en un rango de 24 al 31 %.

Cuando se alimenta el ganado lechero con subproductos de cervecería y los sabores de los subproductos se van a la leche, es preferible alimentarlas después de la ordeña. Siendo preferible ofrecer la masilla fresca pues tendrán un sabor dulce no agrio, ya que después de haber sido almacenada por unos días se altera el equilibrio ácido base en el animal. Suministrando buffers se suele curar este trastorno (Reaño, 1992).

Por otra parte, la masilla de cerveza es rica en proteína, eficiente ingrediente en la alimentación de las vacas lecheras, pero se debe tener especial cuidado en ofrecer una dieta balanceada, para no producir depresiones en el consumo y/o la producción de leche (Rodríguez y Chacón, 1997).

En la alimentación de rumiantes la masilla de cerveza ha resultado ser un sustituto de la harina de gluten de maíz en raciones para novillonas en crecimiento. Alimentar con masilla de cerveza con 30 % de materia seca no presenta reducción en la producción de leche en ganado lechero (Deswysen, 1982).

2.4.2.1 Fermentación ruminal

Los microorganismos del rumen degradan una parte de la proteína contenida en el alimento proporcionado al animal, y el nitrógeno no proteico es degradado a proteína microbiana (Chandler, 1989). Cuando se adiciona gran cantidad de proteína altamente degradable a dietas de ganado lechero, la tasa de degradación puede exceder la tasa de síntesis microbiana, causando una ineficaz utilización del nitrógeno de la dieta y una excesiva absorción de amoníaco en el rumen (Stern y Satter, 1980).

En la formulación de raciones, la cantidad de proteína degradable en el rumen (PDR) y la disponibilidad ruminal de carbohidratos debe ser la adecuada para maximizar la síntesis proteica microbiana evitándose la pérdida de N en los procesos de fermentación (Hoover *et al.*, 1991; Polan, 1992; Russell *et al.*, 1992). Un exceso de RDP en la dieta no contribuye a la fermentación ruminal causando pérdidas de N, reducción del crecimiento microbiano y excreción de ≥ 25 % de la proteína total (Nolan, 1975). Sin embargo, la energía puede ser gastada por la vaca para metabolizar el exceso de urea facilitando la excreción de N.

Independientemente de los carbohidratos disponibles en el rumen, esta pérdida de energía puede ocurrir cuando se alimenta con fuentes de proteína altamente degradables, utilizándola como suplemento proteico exclusivo en la dieta (Nocek y Russell, 1988).

2.4.3 Producción de leche

Actualmente, la proteína para raciones lecheras es caracterizada como proteína cruda (PC). Sin embargo, esta caracterización no considera la disponibilidad de proteína, la proteína degradable en el rumen, la calidad de proteína o el perfil de aminoácido y la proteína indigestible, la cual incluye el nitrógeno encapsulado en la lignina. El cambio de la cantidad de proteína en la dieta vía PC ha causado variables respuestas en la producción de leche. Algunos aumentos en la producción de leche han ocurrido cuando la PC fue incrementada de 12 a 14 % en la dieta (Grieve *et al.*, 1974; Polan *et al.*, 1976).

La disponibilidad de proteína puede ser incrementada por altos consumos de alimento, optimización de la fermentación ruminal, crecimiento microbiano en el rumen y por la suplementación con proteína de paso (Clark *et al.*, 1992).

Por consiguiente, la producción de leche de vacas altamente productoras puede ser limitada. El reemplazo parcial de proteína degradable con las fuentes de proteína que son más resistentes a la degradación microbiana en el rumen se reducen las pérdidas de N en el rumen y se aumenta el flujo de proteína indegradable en el rumen (PIR) al intestino delgado (Cozzi y Polan, 1994).

2.4.3.1 Contenido de ac. grasos en la leche

Ha *et al.* (1987, 1990); Ip *et al.* (1994) mencionan que la composición de ácidos grasos de la grasa de la leche de vacas alimentadas con dietas que contienen GSC o GHC (granos secos de cervecería o granos húmedos de cervecería) era idéntica excepto ac. linoléico, y linolénico, los ácidos grasos eran más bajos en materia grasa de la leche de las vacas alimentadas con GHC en comparación con GSC. Recientemente se ha demostrado que el ácido linoléico conjugado (CLA, por sus siglas en inglés) tiene propiedades contra el cáncer. El CLA fue mayor en la grasa de la leche de las vacas alimentadas con masilla de cerveza, siendo superior a la media de contenido de CLA de la leche de las vacas lecheras alimentadas con dietas típicas que contiene 50 % de forraje y 50 % de

grano (0.70 vs 0.45 % de CLA en la grasa de la leche, respectivamente) (Dhiman *et al.*, 2002).

El aumento de CLA en la leche de las vacas alimentadas con masilla de cerveza puede deberse al aumento de la oferta de fibra digestible de la masilla de cerveza (Dhiman *et al.*, 1999).

2.4.4 Consumo de fibra

La fibra de la masilla de cerveza sustituye satisfactoriamente una proporción del forraje de la ración en las dietas para vacas lecheras en lactación (Davis *et al.*, 1983). Rodríguez y Chacón, (1997) en una prueba de suplementación con masilla, con un 30 % de MS en ganado de doble propósito reporta una sustitución del forraje del 15.38 %, así mismo, reportan un consumo máximo de 15.44 kg de GHC con 30 % de MS.

Allen (2000) señala que el consumo de materia seca de vacas en lactancia se mantiene cuando la fibra de la masilla sustituye fuentes de forraje, pero el aumento de la degradabilidad del almidón en el rumen deprime el consumo de materia seca. Afroozyeh (2005) señala que la degradabilidad ruminal de la materia seca de GSC y GHC es del 39.3 % y 42.6 %. Por lo tanto, si FDN (presumiblemente del consumo de almidón degradable en el rumen) se reduce con el aumento de la concentración de masilla de cerveza en la dieta, el consumo de materia seca no debería deprimirse. Basado en la fibra efectiva, el NRC (1989) recomienda que al menos el 75 % del FDN total de la dieta provenga del forraje. Al respecto Firkins (1997) determina que utilizar una concentración > 15 % de FDN que no proviene del forraje deprime la ingestión de materia seca en vacas lactantes. Sin embargo, Davis *et al.*, (1983) aseveran que, el consumo de materia seca no se ve afectada por la disminución de FDN del forraje, debido al incremento de la FDN total de la masilla de cerveza en la dieta. En cambio, cuando la masilla sustituye al concentrado el consumo de materia seca disminuye linealmente. Younker *et al.*, (1998) señalan, que el consumo de materia seca disminuye cuando la masilla de cerveza fue deshidratada y sustituye concentrado, no siendo así cuando sustituye forraje, es decir cuando GSC sustituye forraje, el CMS aumenta (4.9 %), pero cuando se sustituye concentrado el CMS disminuye considerablemente (un 9.3 %) debido al efecto combinado de llenado de forraje de los granos deshidratados de cervecería.

Firkins *et al.*, (2002), mencionan, que el consumo de materia seca no se ve afectada por la disminución de la FDN del forraje y la FDN total con el aumento de GHC en la dieta.

Varios investigadores han estudiado el valor nutritivo de los granos de cervecería en la alimentación de vacas lecheras. Por lo tanto, Conrad y Rogers (1977) reportan que las vacas producen más leche por unidad de MS para raciones que contengan GHC que GSC al 20 % de MS de la dieta, con TMR (ración totalmente mezclada) a diferentes contenidos de humedad.

El contenido de MS de la dieta se ha demostrado que influye en el consumo del alimento y la maximización del consumo de materia seca es una preocupación primordial en la alimentación de vacas lecheras para lograr la máxima producción. Davis *et al.*, (1983) encontraron que la alimentación de las vacas con 0, 20, 30, y 40 % de GHC en base MS, el CMS se redujo en los tratamientos con 30 y 40 %; sin embargo, el rendimiento de 0 y 20 % de las dietas fue similar.

Las vacas alimentadas con dietas que contienen GSC y GHC presentan consumos similares de alimento, consumo de energía, producción de leche, producción de energía en la leche, la eficacia de utilización del alimento (FCM / CMS) y la composición de la leche (cuadro 9) (Dhiman *et al.*, 2003).

Murdock *et al.*, (1981) emplearon vacas en los primeros 140 días de lactancia, y no encontraron diferencias significativas en el CMS, producción y composición de la leche de las vacas alimentadas con GHC al 15 y 30 % de MS de la dieta, cuando GHC sustituyó la harina de soya y cebada en las raciones basadas en heno de alfalfa y ensilaje de maíz. Hoffman *et al.*, (1988) no observaron cambio en la ingestión de alimentos, producción y composición de la leche de las vacas alimentadas con dietas que contenían 21.5 % GSC y 23.5 % GHC con 69.9 y 47.3 % de MS de la dieta total, al comienzo de la lactancia. Sin embargo, la producción de leche y el CMS se redujeron cuando GHC sustituyó la harina de soya en más del 20 % de MS de la dieta en las vacas alimentadas con dietas basadas en ensilaje de maíz (Davis *et al.*, 1983).

Cuadro 9. Influencia en la alimentación de GCS Vs GCH en vacas lecheras en el consumo de MS, energía, en producción y composición de la leche.

Parámetro	Tratamiento ¹			
	GCS	GCH	SEM	P
IMS, kg/d	25.6	25.1	0.3	0.24
ENI consumo, Mcal/d	43.2	42.5	0.3	0.24
Producción de leche, kg/d	42.3	42.8	0.6	0.60
Grasa %	3.19	3.17	0.04	0.78
Proteína %	3.04	3.02	0.02	0.41
Producción de grasa, kg/d	1.33	1.35	0.03	0.73
Producción de proteína, kg/d	1.28	1.28	0.02	0.74
Lactosa, %	4.76	4.76	0.02	0.88
Sólidos no grasos, %	8.59	8.57	0.03	0.66
Urea en la leche, mg/dl	15.88	15.38	0.25	0.15

¹ La dieta de las vacas contenía granos de cervecera secos (GCS) y granos de cervecera húmedos (GCH) al 15 % de la dieta en base a materia seca.

Los cálculos de grasa, proteína, lactosa y contenido de leche se realizaron utilizando la ecuación de Turrell y Rued (1965).

Fuente: Dhiman *et al.*, 2003.

El aumento de la masilla de cerveza en la inclusión de la dieta no afecta la producción, grasa y proteínas de la leche, condición corporal, o cambio de peso vivo. Aparentemente, la disminución de la concentración de ENI con el aumento de la masilla de cerveza no es suficiente para afectar el consumo de ENI ni el desarrollo de la lactancia de manera significativa, haciendo énfasis en el consumo de materia seca para regular la cantidad de leche producida (Davis *et al.*, 1983).

Rodríguez y Chacón (1997) mencionan, al suplementar a vacas de doble propósito con 9 kg de masilla de cerveza se obtiene un contenido de grasa en leche de 4.037 %.

2.4.5 pH ruminal y concentración de ácidos grasos volátiles (AGV).

El pH ruminal y la concentración de AGV en un período de 12 horas son ligeramente superiores en vacas alimentadas con GSC. El análisis estadístico de los datos por hora sugiere que la alimentación con dietas que contienen GSC o GHC no tiene ninguna influencia sobre el pH ruminal, el total de AGV, y concentración de acetato, propionato, isobutirato, butirato, isovalerato y valerato (Dhiman *et al.*, 2003).

Davis *et al.* (1983) observaron un aumento del pH ruminal y una disminución en la concentración de AGV cuando se agregaron concentraciones del 20, 30, y 40 % de GHC a la dieta de vacas lecheras mediante la sustitución de la harina de soya encontrando que los cambios en las características de la fermentación ruminal se deben a un mayor contenido de fibra (GHC) en la dieta (Davis, 1983).

Al respecto Hutjens, (2003) menciona que raciones altas en forrajes favorecen un pH por arriba de 6.0 y estimula la producción de mayores cantidades de saliva. El pH > 6.6 en el rumen favorece la producción de acetato, una proporción alta acetato: propionato aumenta la preproducción de propionato (a más de tres) y un porcentaje más alto de grasa en la leche.

Dhiman *et al.* (2002) en un estudio, el cual constaba de dos tratamientos GSC y GHC con un contenido de FDN de 40.4 y 42 % de MS de la dieta, las concentraciones diarias de amoníaco ruminal fueron 4.96 y 5.44 mM en GSC y GHC, respectivamente. La poca variación en la concentración del pH ruminal indica que la tasa de degradación de proteínas en el rumen es igual en las dietas que contienen GSC o GHC. La relación acetato: propionato en el líquido ruminal fue 3.1:1 y 3.0:1 en GSC y en GHC, respectivamente, siendo esta relación característica de la fermentación ruminal general. Bajo condiciones optimas, la proporción acetato: propionato debe ser mayor a 2.2 a 1. Sin embargo, la producción de ácido propiónico es energéticamente eficiente y proporciona los precursores necesarios de la glucosa para vacas altas productoras (Hutjens, 2003).

2.5 *S. cerevisiae*

Al incluir levadura de cerveza en vacas productoras es conveniente combinarla con otros ingredientes ricos en energía, para lograr un buen efecto en la producción de leche, dado que el contenido de energía de la levadura de cerveza es muy bajo, es decir, se debe utilizar en combinación con un ensilaje de maíz o remolachas para lograr cubrir los requerimientos (Burgstaller, 2007).

Se han realizado distintos estudios, que han mostrado que cuando se suplementa el cultivo de levadura en el período de transición (21 días antes del parto) y en las primeras ocho semanas postparto, se presenta un aumento en la producción de leche y en el consumo de la materia seca (García, 2005).

2.5.1 *S. cerevisiae* como probiótico

Basados en la creciente preocupación por aumentar el rendimiento del ganado lechero, se hace necesario el uso de aditivos que estimulen la homeostasis de los microorganismos ruminales. Los rumiantes establecen una simbiosis con los microorganismos ruminales, mediante la cual, la vaca aporta nutrientes y un medio ruminal adecuado para la supervivencia de los microorganismos y la fermentación de los alimentos, y los microorganismos aportan la capacidad de utilizar la fibra y proteína microbiana sintetizada en el rumen, y que constituyen la fuente principal de energía y proteína, respectivamente, para el animal. Sin embargo, esta relación de simbiosis es ineficiente en algunos aspectos, como el energético (pérdidas de metano) como proteico (pérdidas de nitrógeno amoniacal) (Van Nevel y Demeyer, 1988). Estas pérdidas no sólo reducen la producción, sino que contribuyen a la emisión de sustancias contaminantes al medio ambiente (Tamminga, 1996; Weimer, 1998).

En la actual producción animal, se requiere el empleo de aditivos seguros y eficaces en la optimización de la fermentación ruminal para aumentar la productividad del ganado lechero. La optimización de la fermentación ruminal, debe centrarse en la formulación correcta de raciones y en un manejo adecuado de los programas de alimentación. Sin embargo, cuando estas estrategias ya están implementadas, es posible obtener beneficios adicionales mediante el uso de aditivos que modulen la fermentación ruminal.

Una alternativa disponible para modular la fermentación ruminal, es la utilización de aditivos que estimulan el crecimiento de grupos bacterianos específicos (como los aditivos microbianos y los ácidos orgánicos).

Los aditivos microbianos (“direct feed microbials” o “probiotics”) son definidos como “el cultivo de células microbianas o componentes de las células microbianas que tienen un efecto benéfico sobre la salud y bienestar del hospedero” (Salminen *et al.*, 1999).

Los probióticos engloban a microorganismos viables, los extractos de su cultivo, preparaciones enzimáticas o varias combinaciones de los anteriores. Existen, de forma genérica, dos tipos principales de aditivos microbianos para rumiantes:

- Levaduras vivas (*Saccharomyces cerevisiae*).
- Cultivos de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) sin garantía de su viabilidad: contienen la levadura, el medio de cultivo y sus productos de fermentación.

La comparación de los resultados publicados en revistas científicas es compleja porque los productos utilizados no son iguales ni tienen los mismos efectos en el metabolismo ruminal. Además, las dosis se expresan indistintamente en g/día o CFU/día. Por esta razón, no es extraño que los resultados sean variables.

2.5.2 *S. cerevisiae* en la fermentación ruminal

La adición de *S. cerevisiae* incrementa el número total de bacterias, particularmente las fibrinolíticas (*F. succinogenes*, *R. albus*), tanto in vitro como in vivo (Dawson *et al.*, 1990; Carro *et al.*, 1992; Callaway y Martin, 1997; Lila *et al.*, 2004). También se ha observado la estimulación del crecimiento del hongo *Neocallimastix frontalis* (Chaucheyras *et al.*, 1995). Además, *S. cerevisiae* parece estimular la utilización de lactato por *M. elsdenii* (Chaucheyras *et al.*, 1996) y *S. ruminantium* (Callaway y Martin, 1997), resultando en una mayor síntesis de propionato (Plata *et al.*, 1994; Calaway y Martin, 1997; Lila *et al.*, 2004).

La reducción de la concentración de ácido láctico resulta en un incremento en el pH ruminal que favorece el crecimiento de las bacterias fibrinolíticas y resulta en un incremento en la digestión de la fibra y en la producción de AGV (Dawson *et al.*, 1990; Lila *et al.*, 2004; Carro *et al.*, 1992; Doreau y Jouany, 1998; Chaucheyras-Durand y Fonty, 2001). El efecto de *S. cerevisiae* sobre la concentración de N amoniacal es muy variable y se ha observado tanto una reducción (Carro *et al.*, 1992; Chaucheyras-Durand y Fonty, 2001) como un aumento (Kung *et al.*, 1997).

Los efectos de las levaduras sobre la fermentación ruminal se han explicado mediante dos mecanismos de acción. Las levaduras y sus medios de cultivos pueden contener nutrientes (ácidos orgánicos, vitaminas del grupo B, enzimas, aminoácidos) que estimulan el crecimiento de bacterias que digieren la celulosa y utilizan el ácido láctico (Callaway y Martin, 1997; Nisbet y Martin, 1991).

Nisbet y Martin (1991) sugirieron que el crecimiento de *S. ruminantium* aumenta con la suplementación de un filtrado de cultivo de levaduras e indicaron que la presencia de ácidos orgánicos podría ser responsable de dichos efectos. Callaway y Martin (1997) también justificaron los efectos de *S. cerevisiae* por la presencia de factores solubles de crecimiento. Este modo de acción sería común a los cultivos que contienen levaduras vivas e inactivas. Sin embargo, también hay evidencia de que las levaduras vivas, mediante su actividad de respiración, consumen el oxígeno residual disponible en el medio ruminal, protegiendo a las bacterias anaeróbicas más estrictas. Newbold *et al.*, (1996) compararon varias cepas de *S. cerevisiae* y observaron una fuerte correlación entre la capacidad de las levaduras de consumir oxígeno y el crecimiento bacteriano, lo que les permitió concluir que el efecto de estimulación de *S. cerevisiae* sobre las bacterias ruminales podía atribuirse, al menos parcialmente, a su actividad respiratoria. Dawson *et al.*, (1990) también observaron que el crecimiento de *F. succinogenes* in vitro mejoraba en presencia de cepas vivas de *S. cerevisiae*, mientras que el extracto con células inactivas no tuvo efectos. Parece ser, además, que las células vivas de *S. cerevisiae* compiten por la glucosa con *S. bovis*, reduciendo su disponibilidad y la consecuente producción de ácido láctico (Chaucheyras-Durand *et al.*, 1996). El impacto de cada uno de estos mecanismos sobre el efecto final de las levaduras y sus cultivos es difícil de evaluar, pero es probable, que los diferentes productos disponibles en el mercado, hayan seleccionado cepas que manifiestan mayoritariamente uno de estos mecanismos de acción.

Yoon y Stern (1995) propusieron un mecanismo de acción para las levaduras y hongos mediante el cual el aumento del pH ruminal y/o la disminución de la disponibilidad de oxígeno estimulan el aumento del crecimiento de las bacterias celulolíticas. Como consecuencia, aumenta la degradabilidad de la fibra, disminuye el llenado ruminal, y aumenta la ingestión de materia seca y la producción, sin que mejore necesariamente la eficacia de utilización de nutrientes.

2.5.3 Beneficios de suplementar con *S. cerevisiae* a rumiantes

Algunos de los beneficios asociados con la levadura *S. cerevisiae* figuran el aumento de la digestibilidad de la MS, FDN (Williams *et al.*, 1991; Carro *et al.*, 1992) y la producción de leche (Williams *et al.*, 1991; Piva *et al.*, 1993; Kung *et al.*, 1997).

Kumura *et al.* (2004) mencionan que *S. cerevisiae* puede sobrevivir condiciones ácidas y crecer en la presencia de bilis.

En el caso de la alimentación con levadura de cerveza a vacas lecheras, García *et al.*, (2005) mencionan que vacas primíparas que consumieron 56 g/día de cultivo de levadura, produjeron 3.02 kg de leche/día, en vacas de segundo parto produjeron 1.92 kg y en vacas de tercer parto 0.267 kg más. Ofrecer en la dieta de vacas lecheras 56 g/día de levadura de cerveza incrementa un 0.04 % el contenido de grasa en la leche (García *et al.*, 2005).

Yoon y Stern (1995) resumieron 12 estudios de lactación en los que se suplementaron *S. cerevisiae* y concluyeron que el incremento en la ingestión de materia seca (media de 0.32 kg) justificaba plenamente el aumento de la producción de leche corregida (media de 0.58 kg). Los efectos eran más pronunciados al principio de la lactación en animales alimentados con raciones ricas en concentrado.

La levadura también ha demostrado estimular la utilización del hidrógeno y bacterias acetògenicas en el rumen (Chaucheyras *et al.*, 1995). La levadura (*S. cerevisiae*) incrementa la concentración de bacterias celulolíticas (Newbold *et al.*, 1995), la proporción de propionato (Mutsvangwa *et al.*, 1992; Newbold y Al., 1995) y decrece la concentración del lactato (Newbold *et al.*, 1990).

Varios autores se han dado a la tarea de investigar la composición química de varios tipos de levadura (Bressani 1968; Bush 1960; Carter y Phillips 1944; East *et al.*, 1966; Kanazawa 1975; Kleyn y Hough 1971). La mayoría de los estudios sobre la levadura de cerveza se ha utilizado el producto deshidratado, pero a causa de los elevados costos energéticos para deshidratar y tomando en cuenta el potencial como fuente alterna de proteína, se ha incitado a investigar la viabilidad de la levadura líquida como ingrediente, en particular para raciones de rumiantes.

Siendo práctico, la composición de la levadura permanece estable almacenada durante cortos períodos de tiempo de al menos 2 a 3 semanas (Steckley *et al.*, 1979).

Steckley *et al.*, (1979) utilizaron levadura de cerveza almacenada a diferentes temperaturas 4.4, 21 y 30 °C, almacenada a diferentes tiempos 0, 7, 14, 21, 28 y 35 días, en los cuales se evaluaron el contenido de MS, pH, PC, amoníaco y el N soluble. Durante las primeras 2 semanas de almacén, declinó el pH de 5.2 para el día 0 a 5.18, 4.7, 4.85 incrementándose al final de la prueba (35 días) a 5.25, 5.0, 5.4 almacenadas en 4.4, 21 y 30 °C respectivamente. El contenido de MS y proteína verdadera disminuyó linealmente a los 35 días almacenada a una temperatura de 4.4 °C, mientras que a altas temperaturas la disminución fue más rápida siendo a los 7 días y de ahí permaneció constante. La pérdida de MS ascendió a 4.9, 13.2 y 10.4 % en la levadura almacenada a 4.4, 21 y 30 °C. El contenido de PC en base seca varió inversamente con la MS. La N soluble incrementó a través del tiempo a altas temperaturas. Estos cambios fueron acompañados por una reducción en el número de células vivas. Concluyendo que en la levadura almacenada a 21 °C, decrece el contenido de MS y proteína verdadera, sin embargo se incrementa la PC en base seca, amoníaco y el N soluble, ocurriendo la mayor parte de los cambios en las primeras 2 semanas de almacén.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del área de estudio

El presente trabajo se realizó en las instalaciones y laboratorios de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, localizadas en las coordenadas 25° 22' N y 101° 00' O, con una altitud sobre el nivel de mar de 1742 m. La zona de estudio tiene un clima BWhw (x')(e); de muy seco a semicálido con invierno fresco, extremoso, con lluvias en verano y una precipitación media anual de 298.5 mm, siendo los meses de junio a octubre los más lluviosos y marzo el más seco, con una temperatura media anual de 19.8 °C (García, 1983).

3.2. Prueba de alimentación

Participaron en este estudio, 16 vacas Holstein multíparas y 16 vaquillas Holstein primíparas con un peso vivo inicial promedio de 650 kg y 450 kg respectivamente. Las vacas fueron alojadas en un área que cuenta con: corrales individuales acondicionados con comederos y patio de ejercicio en el cual se encuentra el bebedero. Se sometieron a un período de adaptación de 15 días previos al parto, para el inicio de la prueba de alimentación, las dietas a evaluar se les proporcionó gradualmente en un 25, 50, 75 y 100 %.

Las dietas se formularon en base a las recomendaciones del NRC (2001) para ganado lechero y fueron isoprotéicas e isoenergéticas. Las dietas estuvieron integradas a base de alfalfa, sorgo rolado, semilla de algodón, harinolina, salvadillo, ensilaje de maíz, premezcla de minerales traza, calcio al 39 % y bicarbonato de sodio (cuadro 10). Cada dieta se ofreció en un sistema integral totalmente mezclado (TMR), preparadas en un carro mezclador vertical de 760 m³.

El ganado se alimentó tres veces al día 7 am, 12 pm y 4 pm, distribuyéndose la dieta en 50, 30, y 20 %, respectivamente. Se ofreció 10 % más del consumo previsto de la dieta (3.6 % PV). Las dietas se formularon en programación lineal elaborada en Excel (Microsoft Windows, 2007), al 18 % de PC y con 1.71 ENI (Energía neta de lactancia) para satisfacer los requerimientos establecidos de NRC

2001, que estipulan que deben ser de al menos de 35 kg de leche, con 3.5 % de grasa y 3.2 % de proteína.

Cuadro 10. Dietas experimentales utilizando subproductos de cervecería.

Ingrediente	T1	T2	T3	T4
Sorgo rolado	38.59	30.09	28.93	34.33
Salvadillo	5.00	5.00	4.00	5.00
Harinolina	12.11	8.61	6.77	8.37
S. algodón	13.00	13.00	13.00	13.00
Silo maíz	5.00	5.00	5.00	5.00
Alfalfa	25.00	23.00	22.00	24.00
Masilla	0.00	14.00	13.00	0.00
Levadura	0.00	0.00	6.00	9.00
Prem.	0.60	0.60	0.60	0.60
Minerales				
Bicarbonato	0.70	0.70	0.70	0.70

Los animales se distribuyeron al azar en cuatro tratamientos, formando dos bloques por tratamiento, el primero conformado por 4 vaquillas de primer parto y el segundo por 4 vacas de más de tres partos, dando un total de 8 repeticiones por tratamiento.

3.3 Comportamiento productivo

3.3.1 Producción de leche

La producción de leche se evaluó semanalmente, utilizando medidores mecánicos (WAIKATO), al mismo tiempo se recolectaron muestras individuales de leche (100 g), en los ordeños de mañana y tarde, durante el periodo de la prueba (120 días). La composición de la leche (porcentaje de proteína, grasa, sólidos totales, sólidos no grasos, densidad, acidez) se determinó semanalmente, por los métodos de Gerber, (Bradley *et al.*, 1992; AOAC, 1984).

3.3.2 Análisis sensorial de la leche

Para el análisis sensorial se realizó una prueba de comparaciones múltiples (Anzaldúa, 1999), utilizando una muestra de leche de cada tratamiento pasteurizada a 85 °C por 15 min.

32 jueces consumidores evaluaron 4 atributos de calidad: Color, textura, olor y sabor sometiendo los resultados a un análisis de varianza.

3.3.3 Separación y cuantificación de Caseína, α lacto-albúmina y β lacto- globulina en la leche.

En 100 mL de leche se disolvió 1 mL de agua y 3 gotas de la enzima renina con el fin de precipitar las proteínas presentes en la leche, en el precipitado estarán presentes las caseínas y en el sobrenadante las globulinas y albuminas.

A 1 gr de caseína + grasa se le adicionó 20 ml de una solución de hidróxido de sodio al 1 % o bicarbonato de sodio al 5 %, en este proceso la caseína se disuelve mientras que la grasa queda suspendida. El líquido se filtra a través de papel filtro # 42 humedecido con agua destilada; la grasa se adhiere al papel filtro el cual se desecha.

Con el sobrenadante se hará la separación de las proteínas del suero de leche.

Separación de proteínas con solución de sulfato de amonio.

Se añadió en un tubo de ensayo 5 ml de suero de leche, adicionando igual volumen de solución saturada de sulfato de amonio agitándolo suavemente, en este paso las β lactoglobulinas se precipitaron, se dejó reposar la mezcla por 7 minutos, posteriormente se filtró en un tubo de ensayo de 20 ml, en el filtrado quedaron las α lactoalbuminas y sobre el filtro las β lactoglobulinas, el contenido del papel filtro se disolvió en 5 ml de agua destilada y se volvió a filtrar, el filtrado resultante se colocó en un matrón de aforación de 10 ml, se realizó el mismo procedimiento con el filtrado de las β lactoglobulinas.

Se conservaron en refrigeración los filtrados proteicos para su posterior cuantificación por el método de Bradford, la determinación del contenido proteico se realizó en un espectrofotómetro a 550 nm, utilizando albumina sérica bovina como estándar.

3.4 Aumento de peso

El peso se tomó antes del período de adaptación y al inicio del experimento y posteriormente cada 30 días, en una báscula mecánica con capacidad de 1000 kg.

3.5 Consumo de MS

El consumo de MS se estimó diariamente, pesando lo ofrecido en una báscula de reloj (Nuevo León), ofreciéndolo a las vacas en corrales individuales, otorgándoles un tiempo de consumo de 90 min. Posterior a este tiempo se prosiguió a pesar el rechazo.

3.6 Composición nutritiva de las raciones

La composición nutritiva de las raciones se estimó mensualmente por medio de un análisis bromatológico Wendee (A.O.A.C. 1980), el análisis de fibras (FDN, FDA y FC) fueron determinadas en un micro digestor (ANKOM²⁰⁰), que utiliza el mismo principio de la metodología propuesta por (Goeting y Van Soest, 1984).

3.7. Determinación de actividades enzimáticas en la levadura de cerveza.

La levadura caracterizada metabólicamente como *Saccharomyces cerevisiae* inactiva (LI) fue proporcionada por Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma S.A DE C.V.

Se monitorearon las cinéticas de actividad enzimática empleando pectina (P), almidón (Sigma), Carboximetil celulosa (CMC) (Golden bell) y albumina (Sigma, Aldrich) como sustrato. Para la cinética enzimática se colocaron 240 µl de sustrato al 1% disuelto en buffer AAANA 50mM pH 5.0 y se adicionaron 10 µl de extracto enzimático centrifugado (C) y sin centrifugar (SC). Las cinéticas fueron monitoreadas por tiempos de 0, 5, 10, 15, 30, 45 y 60 min mediante la liberación de azúcares reductores (Somogyi-Nelson) para los polisacáridos y proteínas totales (Biuret) para la albúmina, a 39 °C. Una unidad (U) de actividad celulasa se definió como la cantidad de AR en mg/ml liberados en 60 min a 39 °C empleando CMC al 1%, una unidad (U) de actividad pectinasa se definió como la cantidad de AR en mg/ml liberados en 60 min a 39 °C empleando pectina al 1%, una unidad (U) de actividad amilasa se definió como la cantidad de AR en mg/ml liberados en 60 min a 39 °C empleando almidón al 1%, una unidad (U) de actividad proteasa se definió como la cantidad de AR en mg/ml liberados en 60 min a 39 °C empleando albumina al 1%.

3.8 Producción de AGV's

Se extrajo líquido ruminal a 5 vacas de cada tratamiento por medio de sonda y bomba de vacío, posteriormente se centrifugó el líquido ruminal por 5 min a 3500 rpm, para eliminar los residuos de alimento, se vertió en reactores de 100 ml en una proporción 5:1 de saliva de McDougal - líquido ruminal, agregando 0.5 g de alimento correspondiente al tratamiento y repetición, se incubó a 39 °C en condiciones de anaerobiosis, las cinéticas fueron monitoreadas por tiempos de 0, 6, 12, 18, 24, 36, 48, 72, 96 h. En el tiempo indicado se extrajo el líquido del reactor por medio de jeringas de 5 ml vertiéndolo en tubos eppendorf realizado por duplicado, conservándolas en un congelador a -15° C.

3.8.1 Preparación de muestras de AGV's.

Las muestras fueron almacenadas en un congelador a -15°C. Para la cuantificación de los AGVs por Cromatografía de gases (Perkin Elmer), se tomó con una pipeta automática una alícuota de líquido ruminal, de 1 ml. y se colocó en un tubo eppendorf de 1.5 ml. Se Agregó 100 µl. de una solución 2:1 v/v de ácido ortofosfórico al 85 % y ácido fórmico al 25 %. La mezcla ácida digirió las proteínas que contaminan a la columna del cromatógrafo de gases. Se Agitó bien mediante un agitador Vortex. Después de 30 minutos, el contenido fue centrifugado a 4,500 rpm por 45 minutos. La lectura de AGV's se realizó siguiendo la metodología de Tejada (1992) y Castellanos *et al.*, (1990).

3.9 Diseño experimental

Para analizar las variables (CMS, CPV, producción de leche, peso inicial y pérdida de peso) se empleó un diseño de parcelas divididas, donde la parcela grande es el número de parto (primípara o múltipara), y la parcela chica es el nivel de inclusión del subproducto (tratamientos).

Diseñándose el modelo siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_k + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$i = 1, 2, 3, \dots$ a = niveles del factor 1.

$j = 1, 2, 3, \dots$ b = niveles del factor 2.

$k = 1, 2, 3, \dots, n$ = repetición o bloques.

Y_{ijk} = La k -ésima observación del i -ésimo tratamiento.

μ = Estima a la media poblacional.

ρ_k = Efecto del k -ésimo bloque.

α_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor A.

ϵ_{ik} = Error del factor A, $E(a)$.

β_j = Efecto debido al j -ésimo nivel del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de interacción entre los factores 1 y 2.

ϵ_{ijk} = Efecto aleatorio de variación o error del modelo $E(b)$.

Para analizar las variables registradas se utilizó el procedimiento PROC GLM de SAS (1999)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Consumo de MS

El consumo de materia seca es el primer factor limitante en la mayoría de las raciones lecheras y el factor clave para aumentar la energía.

En el cuadro 11 se presenta el consumo de MS de los diferentes tratamientos en la prueba de alimentación.

En los tratamientos 1, 2, 4 el pico de consumo se observó a los 56 días excepto el tratamiento 3 que fue a los 49 días, coincidiendo con lo reportado por Hutjens (2003) quien menciona, que el momento de alcanzar el pico de ingestión de MS puede tomar de 5 a 10 semanas. Sin embargo, no existe diferencias significativas en el consumo de MS entre tratamientos y número de parto ($P > 0.05$). No obstante, aritméticamente la MS ingerida en vaquillas de primer parto fue mayor en el t_2 (22.04 kg/d) y menor en el t_4 (18.73 kg/d), obteniendo resultados mayores a los reportados por Hutjens (2003) quien reporta consumos en vaquillas de primer parto de 18.6 kg/d a las 5 semanas de lactancia, caso contrario, en la vacas multíparas el mayor consumo se obtuvo en el t_4 (24.80 kg/d), seguida por el t_3 (23.17 kg/d) y el menor consumo se obtuvo en el t_2 (18.20 kg/d), coincidiendo con Wohlt *et al.*, (1991) quienes mencionan, que la adición de levadura de cerveza incrementa el consumo de MS, sin embargo, West *et al.*, (1994) quienes alimentaron vacas Jersey con niveles de 0, 15, 30 % masilla y 30 % masilla + levadura, presentaron un mayor consumo en el tratamiento en el que se mezclan los dos subproductos. Dhiman *et al.*, (2003), alimentaron vacas Holstein en producción temprana con dietas conteniendo 15 % de masilla fresca obtuvieron un consumo de 25.1 kg de MS. Cuando se presentan consumos por arriba de 23 kg de MS la vaca se encuentra en una excelente salud ruminal indicativo del buen aprovechamiento de los nutrientes aportados en la dieta.

Utilizando vacas en los primeros 140 días de lactancia, Murdock *et al.* (1981) no encontró diferencias en la ingestión de materia seca de vacas alimentadas con masilla fresca al 15 y 30 % de MS de la dieta cuando la masilla remplazaba la pasta de soya en dietas basadas en heno de alfalfa y silo de maíz. Huffman *et al.* (1988)

no observaron cambios en el consumo de alimento de vacas alimentadas con dietas conteniendo 23.5 % de masilla del total de la MS.

El ganado a medida que presenta mayores consumos producirá más kilos de leche como lo menciona Hutjens (2003), por cada kg adicional de materia seca consumida, se sostendrá la producción de 2.5 kg más de leche si se usan los nutrientes para producción de leche. Si la respuesta en leche es de menos de 2 a 2.5 kg, las vacas pueden estar ganando peso corporal o creciendo, como sucede con las vacas jóvenes. Las vacas alimentadas con subproductos de cervecería presentan el comportamiento anteriormente mencionado, tomando en cuenta que en el presente estudio la vacas llegaron al parto en buena condición corporal, por lo que en la etapa temprana de la lactancia el consumo de alimento se destino a producción de leche, lo cual permite al productor obtener más utilidades por la venta de leche, debido a que las dietas conteniendo la mezcla de subproductos de cervecería (siendo el caso de t_3) son 18.56 % mas económicas que una dieta convencional.

4.2 Consumo de MS en relación al peso vivo (CPV)

El consumo de alimento en relación al peso vivo no presentó significancia estadística ($P > 0.05$) entre tratamientos y numero de lactancia. En vaquillas de primer parto el CPV fluctuó de 2.6 (t_3) a 3.1 % (t_2) del PV, y en las vacas multíparas el CPV se mantuvo en un rango de 2.3 (t_2) a 3.4 % (t_4) del PV, coincidiendo con lo reportado por West *et al.*, (1994) quienes reportan, el mayor consumo (3.55 % del PV) en vacas Jersey adicionadas con levadura, y al adicionar 15 % de masilla reportan un consumo de 3.35 % del PV. Armentano *et al.*, (1986) en una prueba de alimentación utilizando vacas Holstein al inicio de lactancia suplementándolas con GSC y GHC en niveles de 17 y 20 % respectivamente reportan, un CPV de 3.1 y 2.8 % (GSC Vs GHC), la diferencia originada por el contenido me MS de GSC.

Cuadro 11. Respuesta productiva de la lactancia de vaquillas y vacas alimentadas con dietas conteniendo subproductos de cervecera.

	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Peso ¹ kg	609.62 ± 86.67	597.81 ± 54.88	609.37 ± 47.04	560.25 ± 57.51
Peso ² kg	750.87 ± 92.75	697.62 ± 59.45	632.50 ± 79.13	644.37 ± 38.15
perdida de peso ¹ kg	0.890 ± 0.286	0.417 ± 0.273	0.478 ± 0.338	0.223 ± 0.166
perdida de peso ² kg	2.056 ± 1.91	1.252 ± 0.680	0.302 ± 0.273	0.796 ± 0.486
C PV ¹ %	2.9 ± 0.68	3.1 ± 0.56	2.6 ± 0.59	2.8 ± 0.38
C PV ² %	2.5 ± 0.37	2.3 ± 0.42	3.1 ± 0.66	3.4 ± 0.41
CMS ¹ kg/d	19.94 ± 2.44	22.04 ± 3.87	18.97 ± 5.16	18.73 ± 4.47
CMS ² kg/d	19.65 ± 2.85	18.20 ± 3.99	23.17 ± 3.71	24.80 ± 2.93
Producción leche ¹ kg/d	28.33 ± 4.07	30.68 ± 6.71	23.72 ± 8.03	28.70 ± 5.84
Producción leche ² kg/d	32.22 ± 8.39	29.71 ± 4.53	40.86 ± 4.11	38.42 ± 4.75
Proteína ¹ %	3.31 ± 0.29	3.4 ± 0.18	3.4 ± 0.15	3.37 ± 0.22
Proteína ² %	3.22 ± 0.22	3.29 ± 0.19	3.36 ± 0.19	3.37 ± 0.18
Grasa ¹ %	3.5 ± 0.55	3.36 ± 0.64	3.54 ± 0.63	3.2 ± 0.42
Grasa ² %	3.41 ± 0.65	3.42 ± 0.71	2.94 ± 0.87	3.2 ± 0.61
Costo / kg producido ¹	2.91	2.54	2.69	2.43
Costo / kg producido ²	2.51	2.17	1.90	2.40
Costo / kg de alimento	3.18	2.74	2.59	2.87

¹ vaquillas de primíparas; ² vacas múltíparas; CPV consumo peso vivo; CMS consumo materia seca.

4.3 Producción de leche

La producción de leche se muestra en el cuadro 11, el pico de lactancia se presentó a los 42 días en el t₁ y t₂, a los 35 días en el t₃ y a los 49 días en el t₄, coincidiendo con Block y Burchard (1998) quienes mencionan que el pico de producción ocurre de 35 a 50 días después del parto; la producción de leche para vaquillas de primer parto fue de 28.33, 30.68, 23.72, 28.70 kg/d para los tratamientos 1, 2, 3 y 4 respectivamente, presentando diferencia significativa (P < 0.05) entre el número de lactancia, pues la producción de las vaquillas primíparas en relación a las vacas múltíparas fue del 78 %. Hutjens (2003) reporta que las vaquillas de primer lactancia deben alcanzar los niveles pico a un 75 % o más que las vacas de mayor edad en el mismo hato, así mismo menciona que si las vaquillas de primer lactancia tienen un pico de mas de 75 % con respecto a las vacas mayores, estarán alcanzando un pico más alto en relación con las vacas de más edad; la producción de vacas múltíparas es de 32.22, 29.71, 40.86, 38.42 kg/d

para los tratamientos 1, 2, 3 y 4 respectivamente, presentándose la máxima producción en el t₃, el cual contiene la mezcla de subproductos, seguida por el t₄ que contiene levadura, coincidiendo por lo mencionado por West *et al.*, (1994); Williams *et al.*, (1991) mencionan que la adición de productos de levadura y masilla de cerveza a dietas de ganado lechero mejora la ingestión de materia seca y la producción de leche en vacas, especialmente cuando las dietas son altas en concentrado. Poland *et al.*, (1985) reporta una producción de 28.4 kg / d en vacas Holstein alimentadas con dietas al 14.8 % de PC adicionando 13 % de masilla húmeda. Dhiman *et al.*, (2003) reporta producciones de 40.7 kg en vacas Holstein alimentadas con una ración totalmente mezclada (TMR) adicionando 15 % de masilla húmeda. Conrad and Rogers (1977) reportan que las vacas producen mas leche por unidad de materia seca para raciones conteniendo masilla húmeda que masilla seca al 20 % de la materia seca de la dieta cuando el TMR tiene el mismo contenido de humedad. El contenido de materia seca de la dieta tiene una gran influencia en el consumo de alimento y maximizar la ingestión de materia seca es primordial en la alimentación de vacas lecheras para obtener una alta producción.

West *et al.*, (1994) mencionan que los efectos positivos en la producción de leche debido a la levadura, podrían ser resultado de un mejor ambiente ruminal que es estimulado por la mejor utilización del lactato al predominar bacterias ruminales del genero *Selenomonas ruminantium* al presentarse en el ambiente ruminal un pH cerca a lo neutro.

Murdock *et al.*, (1981) en su estudio en el cual adiciono 15 y 30 % de masilla húmeda a dietas de vacas lecheras, no encontró efecto en la producción y calidad de la leche cuando la masilla sustituyó la pasta de soya. Huffman *et al.* (1988) no encontró efecto en la producción y composición de leche en vacas alimentadas con dietas que contenían 23.5 % de masilla húmeda. Sin embargo, la producción de leche y la ingestión de materia seca fue reducida cuando la masilla remplazó a la pasta de soya en más de 20 % de MS de la dieta en vacas alimentadas con dietas a base de silo de maíz (Davis *et al.*, 1983).

4.3.1 Calidad de la leche

La calidad de la leche se monitoreo al mismo tiempo que la producción, en el cuadro 11 se muestra el contenido de proteína y grasa de la leche. No hubo diferencia significativa entre tratamientos y número de lactancia ($P > 0.05$) en la calidad de la leche; el t₄ fue el que presentó el mayor contenido de proteína tanto en

primíparas como en multíparas (3.7 %), tal y como lo reportan Rulquin y Verite (1993) quienes mencionan que el principal interés al adicionar levadura de cerveza a las dietas de ganado lechero, es por que la levadura incrementa en paso de metionina y lisina al duodeno, siendo estos dos aminoácidos los limitantes en dietas de ganado lechero y es debido a este efecto que el contenido de proteína aumente en la leche; el contenido de grasa en las vaquillas de primer parto se obtuvo en el t_3 (3.54 %), y en las vacas multípara se obtuvo en el t_2 (3.42 %) coincidiendo con lo reportado por West *et al.*, (1994) quienes mencionan, que la adición de masilla por arriba de 30 % deprime el contenido de grasa, mostrando un aumento al adicionarle cultivos de levadura. Dhiman *et al.*, (2003) reporta, un contenido de 3.02 % de proteína y 3.17 % de grasa en vacas alimentadas con dietas conteniendo 15 % de masilla húmeda. Firkins *et al.*, (2002) reportan, un contenido de 3.14 % de proteína y 3.50 % de grasa en vacas alimentadas con dietas conteniendo 17.29 % de masilla húmeda, el contenido de grasa en el presente estudio en las vaquillas fue mayor en el tratamiento que contiene 13 % de masilla y 6 % de levadura, y en las vacas multíparas fue mayor en el tratamiento con 14 % de masilla, concordando con lo reportado por Poland *et al.*, (1985) en su investigación en la cual alimenta a vacas Holstein con 13, 20 y 29 % de masilla húmeda obteniendo el mayor contenido de grasa con la adición de 13 % de masilla.

En la actualidad en nuestro país son pocas las empresas que pagan bonos por contenido de grasa, sin embargo, al productor que procesa su propia leche obtendrá mayores ingresos, dado que la leche de vacas alimentadas con la mezcla de subproductos cervecera (siendo el caso del t_3) su contenido de grasa es mayor obteniendo un rendimiento hasta de 60 % más en el caso de queso panela (Reboyoso, 2009).

4.3.1.1 Contenido de Caseína, α lacto-albúmina y β lacto- globulina en la leche.

Durante la lactancia, la glándula mamaria tiene una alta prioridad para utilizar aminoácidos. El metabolismo de aminoácidos en la glándula mamaria es sumamente complejo. Los aminoácidos pueden ser convertidos a otros aminoácidos u oxidados para producir energía. La mayoría de los aminoácidos absorbidos por la glándula mamaria son utilizados para sintetizar proteínas de la leche. La leche contiene aproximadamente 30 g de proteína por kg., pero hay diferencias importantes entre razas y dentro la misma raza de vacas.

Cuadro 12. Contenido de proteínas en la leche de vacas suplementadas con subproductos de cervecería.

Tratamiento	Caseína (mg/ml)	α lacto-albumina (mg/ml)	β lacto-globulina (mg/ml)
1	4.397	2.307	2.197
2	5.035	2.365	2.218
3	4.793	1.997	2.370
4	4.873	2.180	2.760

La proteína principal en la leche es caseína y esta forma 90 % de la proteína en la leche, como podemos observar, que los tratamientos adicionados con subproductos de levadura (cuadro 12) presentan un mayor contenido de caseína siendo el t₂ el que presenta el mayor contenido de caseína el cual fue de 5.035 mg/ml, la razón por la cual se debe este efecto es por que en principio los subproductos de cervecería presentan un alto contenido de ac, glutámico, metionina y lisina (cuadro 3 y 6), y el efecto de adicionar subproductos de cervecería a la dieta, es de incrementar el paso de aminoácidos al duodeno (Putmaun *et al.*, 1997); así mismo, las sustancias nitrogenadas que encontramos en el suero dulce son principalmente la β lacto-globulina y la α lacto-albumina. Estas proteínas constituyen aproximadamente un 20 % del total de la proteína láctea, son mas hidratadas que la caseína y su composición en aminoácidos es muy diferente a estas, contiene menos ácido glutámico y prolina pero son más ricas en aminoácidos azufrados (cisteina y metionina), además la α lacto-albumina contiene importantes cantidades de triptófano (Schwab *et al.*, 1992), de igual forma que el contenido de caseína, el contenido de las proteínas del suero de leche fueron mayor en los tratamientos adicionados con subproductos de levadura, pero en el caso particular de la α lacto-albumina la mayor concentración en el t₂ se debió al contenido de metionina de la masilla pues es mayor al de la levadura (1.55 Vs 0.14 mg/g), y el motivo por el cual el contenido de β lacto-albumina haya sido mayor en el t₄, es por el efecto descrito por (Schwab *et al.*, 1993) el cual dice que al suplementar subproductos de levadura se incrementa el paso de metionina al duodeno en un 14.5 %.

4.3.2 Análisis sensorial de la leche

El análisis sensorial no mostró deferencia significativa ($P > 0.05$) entre tratamiento, lo cual significa que no se detecto la presencia de los subproductos en

la leche (cuadro 12), sin embargo en la leche adicionada con levadura de cerveza (t_4) se percibió un sabor mas fresco y dulce, coincidiendo con lo reportado por Besong *et al* ., (1996) quienes mencionan que al adicionar levadura de cerveza aumenta el contenido de rivoflavina en la leche, ya que es un antioxidante que evita la oxidación de la proteína y grasa de la leche, contribuyendo a que la leche tenga un mejor sabor.

Cuadro 13. Resultados de evaluación sensorial de leche de vacas suplementadas con subproductos de cervecería.

Tratamiento	Atributo			
	Color	Textura	Olor	Sabor
2	5.25	5.25	5.59	5.75
3	4.90	4.72	5.50	6.03
4	4.60	4.66	5.16	6.21

Rango de aceptabilidad, 5 – no hay diferencia; 4 – diferencia ligera negativa; 6 – diferencia ligera positiva.

4.4 Pérdida de peso de las vacas durante los primeros 120 días de lactancia.

La pérdida de peso durante la lactancia fue significativa ($P < 0.05$), para número de lactancia, es decir, las vacas multíparas perdieron más peso que las vaquillas primípara (cuadro 11), así mismo, se presentó una significancia ($P < 0.05$) entre los tratamientos, la mayor pérdida de peso registrada en primíparas (0.890 kg/d) fue en el tratamiento testigo. Hutjens (2003) menciona que la pérdida máxima de peso es de 0.900 kg/d para evitar efectos negativos sobre la reproducción y efectos metabólicos, lo cual quiere decir que en el grupo de primíparas estamos dentro del rango aceptable de pérdida de peso, pues aun con esta pérdida de peso se obtuvo una producción de leche aceptable (28.33 kg/d), para el caso de las vacas multíparas la mayor pérdida de peso (2.056 kg/d) también se registro en el tratamiento testigo, tomando en cuenta que 1 kg de peso perdido aporta aproximadamente 5 Mcal de energía neta y 320 g de proteína disponible para producción de leche, y para producir 1 kg de leche al 3.5 % de grasa, las vacas requieren 0.69 Mcal de energía y 84 g de proteína cruda (Block y Burchard, 1998). Por lo tanto en el caso del tratamiento testigo de las multíparas con una pérdida de 2.056 kg/d de peso, esa pérdida de peso es capaz de mantener 14.9 kg de leche en base energética y 7.8 kg en base proteica. En otras palabras, las vacas en el tratamiento testigo son deficientes en proteína para la producción de leche aún y

cuando las dietas fueron balanceadas al mismo contenido de proteína (18%), pero la causa de esta deficiencia no es por el contenido de proteína en la dieta, sino por la proteína de paso de la misma, es por ello que solo se presentó este efecto en el testigo y no en los tratamientos conteniendo subproductos de cervecería, pues estos últimos la proteína de paso es del 52 % para la masilla y 46 % para la levadura (Reaño, 1992; Burgstaller, 2007).

4.5 Costos de producción

En cuadro 11 se muestran los costos por kg de alimento balanceado, los cuales fueron de \$ 3.18, \$ 2.74, \$ 2.59 y \$ 2.87 MN, para el tratamiento 1, 2, 3 y 4, respectivamente. West *et al.*, (1994) mencionan que el costo por kg de MS decrece cuando se adicionan subproductos de cervecería a la dieta ya que estos sustituyen a ingredientes costosos como el maíz y la pasta de soya. Por otro lado, el costo / kg de leche producido incluyendo los costos fijo, variables, depreciaciones y financieros fue mayor en el testigo tanto en primíparas como en multíparas (\$ 2.91 MN, \$ 2.51 MN), esto debido a que el costo del alimento es el mas elevado de los tratamientos, en el caso de los tratamientos conteniendo subproductos de cervecería, el costo / kg de leche fue mas bajo en el t₄ en primíparas (\$ 2.43 MN), y en el t₃ para multíparas (\$ 1.90 MN), siendo estos costos mas bajos a los reportados por OEIDRUS (2008) quien en su estudio de rentabilidad lechera realizado en el estado de Jalisco, reporta un costo de producción promedio de \$ 3.93 MN, con un máximo de \$ 4.93 MN y un mínimo de \$ 3.12 MN, utilizando un concentrado al 18 % de proteína con un costo de \$ 3.30 MN, si se utilizara la dieta del t₃, producir un kg de leche seria 52 % menos costoso, obteniendo mayor utilidad; en el mismo estudio OEIDRUS (2008) reporta una utilidad de \$ 0.32 MN con un máximo de \$ 0.93 MN y un mínimo de -\$ 0.07 MN, esta utilidad con un precio de venta de la leche de \$ 4.25 MN, encontrándose el 93.60 % de las empresas con utilidad y solo el 6.40 % con perdidas, por lo cual utilizando dietas adicionadas con subproductos de cervecería y con el mismo precio de venta, se tendría una utilidad promedio de \$ 2.01 MN con un máximo de \$ 2.35 MN y un mínimo de \$ 1.74 MN, con lo que la utilización de los subproductos en las dietas de ganado lechero ayudaría a aumentar la rentabilidad en las pequeñas y medianas empresas así mismo se recuperaría el 30 % del mercado nacional que se perdió a partir del la entrada del Tratado de Libre Comercio en el 2003, al ser más competitivos se tendrían similares costos de producción a los de la competencia.

4.6 Identificación de enzimas y su actividad presente en levadura inactiva

Para poder utilizar la levadura en la alimentación de ganado ésta tiene que ser inactivada, es decir inhibir la actividad celular para que al ser ingerida por el animal no exista competencia por nutrientes con la flora microbiana ruminal.

En el caso de Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma S.A de C.V. la levadura es inactivada térmicamente; tratamiento que no afecta a un gran número de enzimas importantes para la degradación de nutrientes, siendo las de mayor número las pectinolíticas que degradan cascarillas de cereales, seguidas por las celulolíticas que degradan los carbohidratos estructurales contenidos en forrajes y finalmente las amilolíticas que degradan el almidón contenido en los cereales. Aunado a esto, la actividad proteasa en la levadura utilizada en esta investigación fue significativamente alta, obteniéndose 10.8 g/dl. La Figura 1 muestra la cuantificación de actividades enzimáticas en levadura inactiva, donde se puede observar que las enzimas pectinolíticas presenta mayor actividad intracelular a los 60 min siendo de 528 mg/L (U) en LISC, así mismo, las enzimas celulolíticas son extracelulares por lo que muestran su mayor actividad en LIC siendo de 423 U de actividad celulasa a los 60 min, sin embargo, la actividad amilasa presenta mayor actividad extracelular a los 10 min siendo de 345 U en LISC. Shigechi *et al.*, (2004) en su investigación sobre producción de etanol utilizando *S. cerevisiae* reportan que esta levadura no contiene enzimas amilasas y celulasas y que deben de ser adheridas estas al sustrato para maximizar el proceso. Con lo cual el alto contenido de enzimas pectinasas, amilasas y celulasas de la levadura de cerveza agotada se atribuye al contacto de esta con el mosto el cual contiene gran cantidad de estas enzimas, por lo tanto, es el mosto el que le transfiere la carga enzimática a la levadura.

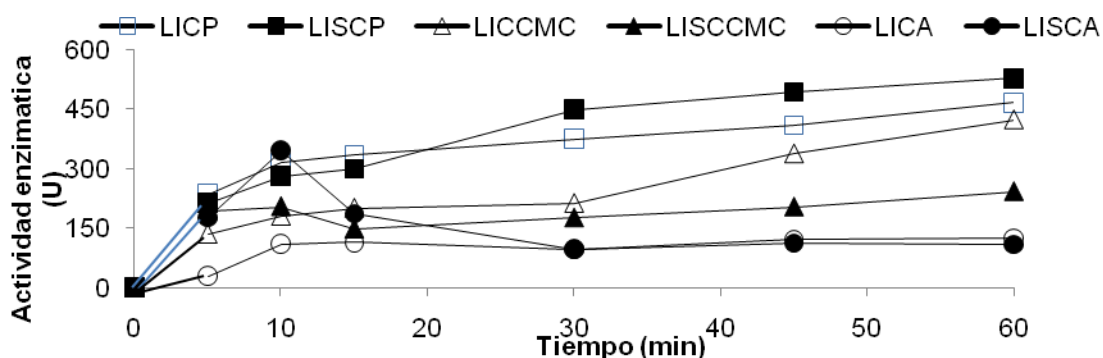


Figura 1.- Actividad enzimática en levadura de cerveza inactiva.

LIC = levadura inactiva centrifugada; LISC = levadura inactiva sin centrifugar; P = Pectinasa; CMC = carboximetil celulasa; A = amilasa.

La figura 2 muestra la actividad proteasa la cual presentó un máximo de 1.07 g/dl en LIC, y de 10.8 g/dl en LISC a los 30 y 60 min respectivamente, lo que demuestra que la proteasa es extracelular, confirmando lo reportado por Yoon (1995) la levadura puede ser empleada como probiótico debido a sus altos contenidos de enzimas.

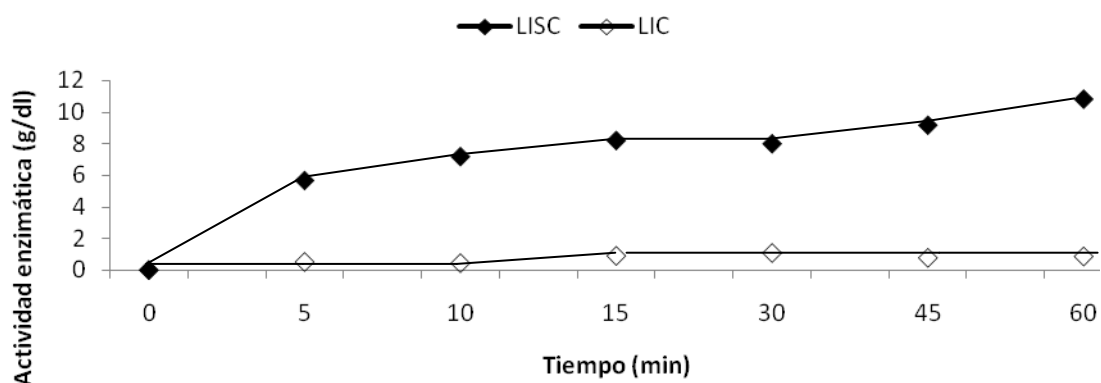


Figura 2. Actividad proteasa en levadura inactiva.

4.7 Producción de AGV's

La cinética correspondiente al ac. acético se observa en la figura 3, la concentración de ac. acético en los diferentes tratamientos no mostro diferencia significativa ($P > 0.05$), sin embargo aritméticamente el control (sin adición de subproductos) registro la mayor producción de ac. acético en comparación con los tratamientos conteniendo subproductos de cervecería, debido a que en el tratamiento control la fuente de fibra la aporto la alfalfa, semilla de algodón y silo de maíz, en los tratamientos con masilla la fuente de fibra se integró por la alfalfa, semilla de algodón, silo de maíz y masilla que sustituyó parte de la alfalfa, coincidiendo con (Davis *et al.*, 1983), la masilla ya que esta formada por la testa y cáscara del grano de cebada, funciona dentro de la dieta como fibra química (NDF) (Dahlen, 2005). En el tratamiento con levadura presenta una concentración ligeramente mayor a los tratamientos con masilla, por la acción de las enzimas fibrolíticas presentes en la levadura tal y como lo reportan Dawson *et al.*, (1990) quienes mencionan, la reducción de la concentración de ácido láctico resulta en un incremento en el pH ruminal que favorece el crecimiento de las bacterias fibrolíticas y resulta en un incremento en la digestión de la fibra y en la producción de AGV's.

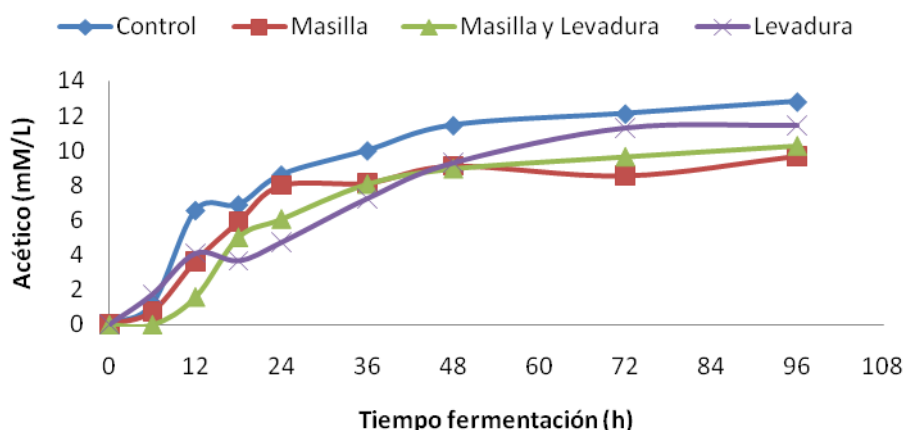


Figura 3.- Concentración de ac. acético en dietas de vacas lecheras adicionadas con subproductos de cervecera.

La cinética de ac. propiónico se muestra en la figura 4, presentando diferencia significativa ($P < 0.05$) entre tratamientos, presentando la mayor concentración en el tratamiento conteniendo levadura, coincidiendo con (Mutsvangwa *et al.*, 1992) quienes mencionan que la adición de levadura en dietas para ganado lechero incrementa la concentración de ac. propionico; en cambio en el tratamiento control y los adicionados con masilla presentaron una concentración de ac. propionico inferior, debido al mayor contenido de fibra en relación al tratamiento con levadura.

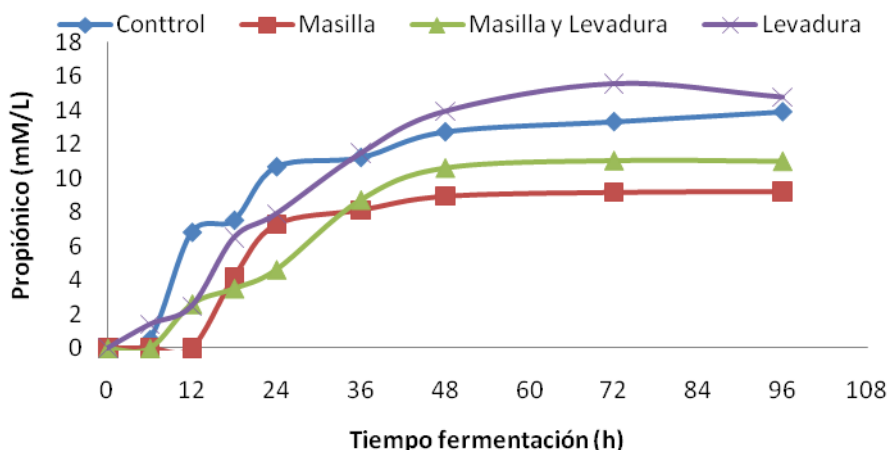


Figura 4.- Concentración de ac. propionico en dietas de vacas lecheras adicionadas con subproductos de cervecera

La producción de ac. butírico, se muestra en la figura 5, la cual no mostró diferencia significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos, la tendencia de producción de ac. butírico fue inversa a la de ac. acético, es decir en el t_1 fue donde se reporta la mayor concentración de ac. acético y la menor de ac. butírico, de forma inversa en

el t_4 se reportó la menor concentración de ac. acético y la mayor de ac. butírico, coincidiendo con lo reportado por Mwenya *et al.*, (2005) quienes al mezclar levadura de cerveza en una dieta conteniendo almidones fácilmente degradables la concentración molar del ac. butírico fue mas alta.

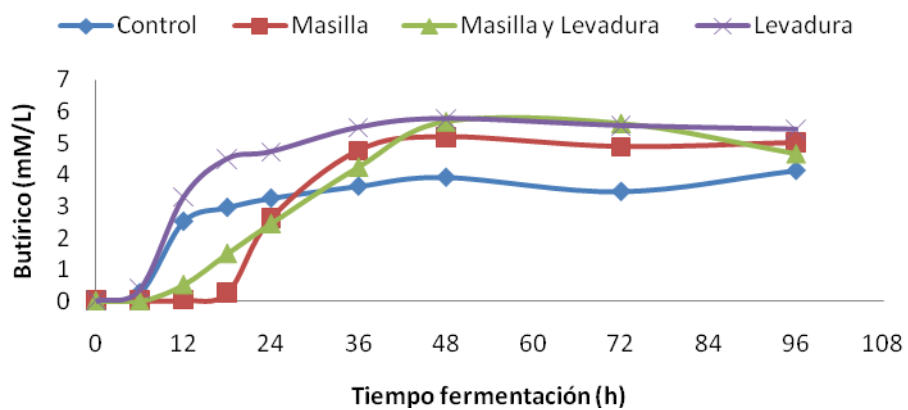


Figura 5.- concentración de ac. butírico en dietas de ganado lechero adicionadas con subproductos de cervecería.

5. Conclusiones

La inclusión de masilla y levadura en la dieta ayuda a darle una mejor consistencia y palatabilidad, teniendo menos mermas por volatibilidad del alimento en la descarga del carro mezclador a los pesebres.

La utilización de subproductos de cervecería en dietas para ganado lechero aumento el consumo de MS en primíparas, fue específicamente la adición de masilla la que estimulo en mayor consumo, y en multíparas fue la adición de levadura a la dieta la que estimulo el mayor consumo de MS.

La adición de la mezcla de subproductos de cervecería (masilla y levadura) potencializo la respuesta en producción de leche, pues durante el presente estudio mantuvo una producción de 40.86 kg/d.

La adición de subproductos de cervecería no afecto la calidad de la leche, en cambio la mejoro al mezclar 13 % de masilla y 6 % levadura obteniendo un alto contenido de grasa (3.54 %).

La adición de subproductos de cervecería en dietas de ganado lechero no afecta los atributos organolépticos en la leche.

La utilización de masilla de cerveza aumenta el contenido de caseína en la leche.

Los tratamientos adicionados con subproductos de cervecería presentaron una menor pérdida de peso en relación al testigo (0.302 Vs 2.056 kg/d).

En el presente estudio, los mejores resultados se obtuvieron en el t₃, en el cual se incorporaron simultáneamente masilla (13 %) y levadura (6 %) en las dietas experimentales, logrando una mayor eficiencia al menor costo, con la oportunidad de incrementar la utilidad hasta un 30 % respecto a una dieta convencional utilizada en establos lecheros.

La levadura de cerveza inactiva en dietas de ganado lechero, actúa en el metabolismo como probiotico natural debido al contenido de enzimas que ayudan a

eficientar el proceso de degradación y asimilación de los nutrientes contenidos en la dieta por el metabolismo del rumiante.

La utilización de subproductos de cervecería no presentó efecto significativo en la producción de ac. acético y butírico, en cambio en la producción de ac. propionico si, ocasionando mayores producciones de leche, como el ac. propionico es glucogénico hay mayor cantidad de energía disponible para producción de leche.

6. Literatura citada

- Adesipe**, Y.M., Olayiwole, M.B., Fulani, I., J. 1983. Economic analysis of intensive beef production based on different sources of protein rations in Northern Nigeria. *World Review of Animal Production*. 19: 1, 71-77
- Afrooziyeh**, M., y Pirmohammadi, R. 2005. Nutritive Value of wet dried and ensiled brewer`s grains. *J. Clin. Nutr.* 14 (Suppl):S63.
- Ahokas** H, Naskali L. 1990. Geographic variation of α -amylase, β -amylase, β -glucanase, pullulanase and chitinase activity in germinating *Hordeum spontaneum* barley from Israel and Jordan. *Genetica* 82: 73–78
- Allen**, M. S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 83:1598-1624. Association of Official Analytical Chemists. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15 th. AOAC, Arlington, VA.
- Armentano**, L. E., Herrington, t. A., Polan, C. E., Moe, A. J. Herbein, J. H. and Umstadt P. 1986. Ruminal Degradation of Dried Brewers Grains, Wet Brewers Grains, and Soybean Meal. *J Dairy Sci* 69:2124-2133
- Association** of Official Analytical Chemists. 1984. *Official Methods of Analysis*. 14th ed. AOAC, Washington, DC
- Black**, H., Edwards, S., Kay, M. and Thomas, S. 1991. *Distillery By-products as Feeds for livestock*. Aberdeen, The Scottish Agricultural College.
- Bressani**, R. 1968. The use of yeast in human foods. Page 90 in *Single cell Protein*. R. I. Mateles and S. R. Tannenbaum, Ed. Cambridge, MA.
- Burgstaller**, G. 2007. Levadura de cerveza, un ingrediente proteico de alto valor para los animales domésticos. *Boletín informativo. Unión de cerveceros Babáros*. Escuela Superior General de Kassel, Witzenhausen, Inglaterra.
- Bush**, L. J. 1960. Torula yeast in dairy cattle rations. *Oklahoma Tech. Bull.* T86.

- Callaway**, E. S., and S. A. Martin. 1997. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* culture on ruminal bacteria that utilize lactate and digest cellulose. *J. Dairy Sci.* 80:2035–2044
- Carro**, M. D., P. Lebzien, and K. Rohr. 1992. Effects of yeast culture on rumen fermentation, digestibility and duodenal flow in dairy cows fed a silage based diet. *Livest. Prod.Sci.*32:219–229.
- Carter**, H. E. and G. E. Phillips. 1944. The nutritive value of yeast proteins. *Fed. P roc.* 3:123.
- Castellanos**, A. Llamas, G. Shimada A. 1990. Manual de Técnicas de Investigación en Rumiología. Primera Edición. Sistema de educación Continua en Producción animal en México A.C. México D.F.
- Cervecería** 2007. Análisis de laboratorio Kjendhal y perfil de aminoácidos. Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma S.A de C.V. Monterrey Nuevo León. Reporte de laboratorio.
- Chandler**. P. 1989. Achievement of optimum amino acid balance possible. *Feedstuffs* 61(26): 14.
- Chaucheyras**, F., Fonty, G., Bertin, G., Salmon, J.M. y Gouet P. 1996. *Canadian Journal of Microbiology* 42: 927-933.
- Chaucheyras-Durand**, F., and G. Fonty. 2001. Establishment of cellulolytic bacteria and development of fermentative activities in the rumen of gnotobiotically-reared lambs receiving the microbial additive *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077. *Reprod. Nutr. Dev.* 41:57–68.
- Clark**. J H . T. H Klusmeyer. and M R Cameron 1992. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows *J Dairy Sci.* 75:2304
- Conrad**, H. R. and A. L. Moxon. 1979. Transfer of dietary selenium to milk. *J. Dairy Sci.* 62:404.
- Conrad**, H. R., and J. A. Rogers. 1977. Comparative nutritive value of brewers wet and dried grains for dairy cattle. Pages 26-33 in U.S. Brewers Assoc. Feed Conf., St. Louis, MO.

- Cozzi**, G., Polan, C. E. 1994. Corn Gluten Meal or Dried Brewers Grains as Partial Replacement for Soybean Meal in the Diet of Holstein Cows. *J Dairy Sci* 77:825-834
- Dahlen**, C. R., Zehnder, C. M., Hachmeister, K., Adikema, M. E., Dicostanzo, A., Lamb, G. C., Miller, L. R. AND Chester-Jones, H. 2005. Effects of Including Malting Industry Byproducts in Feedlot Diets on Performance and Beef Quality *The Professional Animal Scientist* 21:22–29
- Davis**, C. L., D. A. Grenawalt, and G. C. McCoy. 1983. Feeding value of pressed brewers' grains for lactating dairy cows. *J. Dairy Sei.* 66:73-79.
- Dawson**. K. A., K. E. Newman, and J. A. Boling. 1990. Effects of microbial supplements containing yeast and lactobacilli on roughage-fed ruminal microbial activities. *J. Anim. Sci.* 68:3392.
- De Boer**, E., and P.V. Nelson. 1995. Introduction to Food Borne Fungi. Eds. Samson et al. Central bureau voor Schimmecultures, Barn, The Netherlands.
- Deswysen**, A.G., and Vanbelle, M. 1982. Brewers' yeast and brewers' grains, fresh or ensiled: a feed of high palatability for sheep. *Proceedings of the International Colloquium on Tropical Animal Production for the Benefit of Man.* 1982, 370
- Dhiman**, T. R., G. R. Anand, L. D. Satter, and M. W. Pariza. 1999. Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. *J. Dairy Sci.* 82:2146-2156.
- Dhiman**, T. R., Zaman, M. S., MacQueen, I. S., and Boman R. L. 2002. Influence of corn processing and frequency of feeding on cow performance. *J. Dairy Sci.* 85:217-226.
- Dhiman**, T.R., Bingham, H. R., Radloff, H. D. 2003. Production Response of Lactating Cows Fed Dried Versus Wet Brewers' Grain in Diets with Similar Dry Matter Content^{1,2}. *J. Dairy Sei.* Vol. 86, Iss. 9; pg. 2914
- Dixon**, R., and J. Combellas. 1983. A note on preservation of wet brewers grains. *Trop. Anim. Prod.* 8: 151.
- Doreau**, M., and J. P. Jouany. 1998. Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on nutrient digestion in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81:3214–3221.

- East**, E., Smith, B. J., and Borsden D. G. 1966. Page 62 in Yeast products and their role in food development. Food Manufacture. Sept. 1966.
- Firkins**, J. L. 1997. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. J. Dairy Sci. 80:1426–1437.
- Firkins**, J. L., Harvatine, D. I., Sylvester, J. T. and Eastridge. M. L. 2002. Lactation Performance by Dairy Cows Fed Wet Brewers Grains or Whole Cottonseed to Replace Forage. J. Dairy Sci. 85:2662–2668
- Francisco**, C. C., C. S. Chamberlain, D. N. Waldner, R. P. Wettemann, and L. J. Spicer. 2002. Propionibacteria fed to dairy cows: Effects on energy balance, plasma metabolites and hormones, and reproduction. J. Dairy Sci. 85:1738–1751.
- García**, A. J., Gutiérrez, J., López H. A. y Ramos, M. N. 2005. Efecto de la inclusión de cultivo de levadura “DIAMONDV XP” en dietas para ganado lechero. Monterrey, México. Boletín.
- García**, E. 1983. Modificaciones al sistema de clasificación de Koopen. Segunda edición. Instituto de Geografía UNAM. México D.F.
- Goering**, H. K., and Van Soest P. J. 1970. Forage Fiber Analyses (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications). 2668 FIRKINS ET AL. Pages 1–20 in Anonymous (Ed.) Agric. Handbook No. 379. ARSUSDA, Washington, DC
- Grieve**, D. G., Macleod G. K. and Stone J. B. 1974. Effect of diet protein percent for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 57:633.
- Ha**, Y. L., Storkson, J. and Pariza M. W. 1990. Inhibition of benzo(a)pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. Cancer Res. 50:1097-1101.
- Ha**, Y. L., Grimm N. K. and Pariza M. W. 1987. Anticarcinogens from fried ground beef: Heat-altered derivatives of linoleic acid. Carcinogenesis 8:1881-1887.
- Hoover**. W H.. and Stokes S. R. 1991. Balancing carbohydrates and protein for optimum rumen microbial yield. J. Dairy Sci. 74:3630

- Hornsey** Ian. 1999. Elaboración de cerveza (Microbiología, Bioquímica y tecnología). Editorial Acribia S.A. Zaragoza España. Pp. 15-29.
- Hough** J. S. 1990. Biotecnología de la cerveza y de la malta.). Editorial Acribia S.A. Zaragoza España Pp. 9-29)
- Huffman**, P. C., and Armentano, L. E. 1988. Comparison of brewers wet and dried grains and soybean meal as supplements for dairy cattle. Nutr. Rep. Intl. 38:655-663.
- Hutjens**, M. 2003. Guía de alimentación. Ed. Hoard's Dairyman en español, USA. Pg 11-12.
- Ip**, C., M. Singh, Thompson, H. J. and Scimeca, J. A. 1994. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. Cancer Res. 54:1212-1215.
- Johnson**, C. O. L. E., Hurber, J. T., and King, K. J. 1997. Storage and utilization of brewers grains in diets for lactating cows. J. Dairy Sci. 66:73-79.
- Kanazawa**, M. 1975. The production of yeast from n-paraffins. Page 438 in Single cell Protein II. S. R. Tannenbaum and D.I.C. Wang, Ed. MIT Press, Cambridge, MA.
- Kleyn**, J., and Hough. 1971. Microbiology of brewing. Annual review of microbiology. 25 : 583.
- Kumura**, H., Tanoue, Y., Tsukahara, M., Tanaka, T. and Shimazaki, K. 2004. Screening of Dairy Yeast Strains for Probiotic Applications J. Dairy Sci. 87:4050–4056
- Kung**, Jr., L. E., Kreck, M. and Tung, R. S. 1997. Effects of a live yeast culture and enzymes on in vitro ruminal fermentation and milk production of dairy cows. J. Dairy Sci.80:2045–2051
- Lila**, Z.A., Mohammed, N., Yasui, T., Kurokawa, Y., Kanda, S. y Itabashi, H. 2004. Effects of a twin strain of *Saccharomyces cerevisiae* live cells on mixed ruminal microorganism fermentation in vitro. J. Anim. Sci. 82: 1847-1854.
- Merchen**, N., Hanson, T. and Klopfenstein, T. 1979. Ruminal bypass of brewers dried grains protein. J. Anim. Sci. 49:192.

- Murdock**, F. R., Hodgson, A. S. and Riley, Jr R. E. 1981. Nutritive value of wet brewers grains for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 64:1826-1832.
- Mutsvangwa**, T., Edwards I. E., Topps, J. H. and Paterson, G. F. M. 1992. The effect of dietary inclusion of yeast culture (Yea-Sacc) on patterns of rumen fermentation, food intake and growth of intensively fed bulls. *Anim. Prod.* 55:35–41.
- National Research Council.** 1989 Nutrient Requirements of Dairy Cattle 6th rev. ed. Natl Acad SCI. Washington, DC
- National Research Council.** 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Newbold**, C. J., Williams, P. E., McKain, V N., Walker, A. and Wallace, R. J. 1990. The effects of yeast culture on yeast numbers and fermentation in the rumen of sheep. *Proc. Nutr. Soc.* 49:47A.
- Newbold**, C. J., Wallace, R. J. and McIntosh, F. M. 1995. Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers in vitro and in sheep. *J. Anim. Sci.* 73:1811–1818.
- Newbold**, C. J., Wallace, R. J. and McIntosh, F. M. 1996. Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. *Br. J. Nutr.* 76:249–261.
- Nisbet**, D. J., and Martin, S. A. 1991. Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on lactate utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. *J. Anim. Sci.* 69:4628.
- Nocek**. J E. and Russell. J. B. 1988 Protein and energy as an integrated system Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *J. Dairy Sci.* 71:2070.
- Nolan**. I . V. 1975 Quantitative models of nitrogen metabolism in sheep. Page 416 in *Digestion and Metabolism in the Ruminant* I. w. MacDonald. And A.C.I. Warner, ed. Univ. New England Pub1 Unit. Armidale. New South Wales. Aust.

- Peyroche**, A., Courbeyrette, R., Rambourg, A. and Jackson, C. L. 2001. The ARF exchange factors Gea1p and Gea2p regulate Golgi structure and function in yeast *Journal of Cell Science* 114, 2241-2253
- Piva**, G., Belladonna, S., Fusconi, G. and Sicbaldi, F. 1993. Effects of yeast on dairy cow performance, ruminal fermentation, blood components, and milk manufacturing properties. *J. Dairy Sci.* 76:2717–2722.
- Polan**, C. E., Miller, C. N. and McGilliard, M. L. 1976. Variable dietary protein and urea for intake and production in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 59: 1910.
- Polan**, C. E 1992. Protein and amino acids for lactairng cows Page 236 in *Large Dairy Herd Management* H H. Van Horn and C J.
- Reaño**, A., Meléndez, A., Márquez, J., and Combellas, J. 1992. Influence of fish meal and dehydrated brewers grains on intake, live-weigth gain and rumen digestión of growing cattle consuming fresh cut forage. Venezuela. *Livestock Research for Rural Development* 4(2): 67.
- Rodríguez**, J. y Chacón, C. 1997. Evaluación del consume y la calidad de la leche en vacas mestizas de mediana producción a diferentes niveles de suplementación con nepe húmedo de cervecería. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 5(Supl. 1): 154-156.
- Rounds**, W., and Klopfenstein, T.1975. Brewers dried grains in ruminant rations. *J. Anim. Sci.* 41: 415. (Absrr.)
- Russell**, J B. OConnor, J. D.. I). Fox, G .,Van Soest, P J. and Sniffen, C. J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I . Ruminal fermentation *J. Anim. Sci* 70:355 1
- Salminen**, S., Ouwenhand, A., Benno, Y.and. Lee, Y. K. 1999. Probiotics: How should they be defined? *Trends Food Sci. Technol.* 10:107–110.
- SAS/STAT** User's Guide. 1999–2000. Version 8.1 Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Segerson**, E. C., Murray, F. A., Moxon, A. L., Redman D. R. and Conrad, H. R. 1977. Selenium/ vitamin E: Role in fertilization of bovine ova. *J. Dairy Sci.* 60:1001.
- Shigechi**, H., Koh, J., Fujita, Y., Matsumoto, T and Bito, Y., Ueda, M., Satoh, E., Fukuda, H. and Kondo A. Direct Production of Ethanol from Raw Corn Starch via Fermentation by Use of a Novel Surface-Engineered Yeast Strain

Codisplaying Glucoamylase and α -Amylase. Applied and environmental microbiology, Vol. 70, No. 8, p. 5037–5040.

- Steckley**, J. D., Grieve, D. G., Macleod, G. K. and Moran, Jr. E. T. 1979. Brewer's yeast slurry. I. Composition as affected by length of storage, temperature, and chemical treatment. *J. Dairy Sci.* 62:941
- Stern**, M. D., and Satter, L. D. 1980. In vivo estimation of protein degradability in the rumen. Pages 57-71 in Protein requirements for cattle. F. N. Owens, ed. Misc. Publ. 109, Oklahoma State Univ., Stillwater.
- Suzuki**, K., Iijima, K., Ozaki, K., and Yamashita, H. 2005. Isolation of a Hop-Sensitive Variant of *Lactobacillus lindneri* and Identification of Genetic Markers for Beer Spoilage Ability of Lactic Acid Bacteria. American Society for Microbiology. p. 5089–5097
- Tamminga**, S. (1996) A review on environmental impacts of nutritional strategies in ruminants. *J. Anim Sci.* 74: 3112-3124.
- Tejada**, I. 1992. Control de calidad y análisis de alimentos para animales. Secretaria de Educación Pública. México D.F. Pp.313.
- Van Nevel**, C.J. y Demeyer, D.I. 1988. In: The Rumen Microbial Ecosystem. P.N. Hobson (Ed.). Elsevier Applied Science. London, UK. pp: 387-443
- Wadhwa**, D. R. 1995. Clinico-biochemical therapeutic studies on brewers`grains toxicity in buffaloes. *Indian J. Vet. Med.* 15:87-89.
- Wallace**, R. J., and Newbold, C. J.1992. Probiotics for ruminants. Page 317 in Probiotics: The Scientific Basis. R. Fuller, ed. Chapman and Hall, London, U.K
- Waller**, J., T. Klopfenstein, and Poos, M.1980. Distillers feeds as protein sources for growing ruminants. *J. Anim. Sci.* 51:1154.
- Wallwork**, M.A.B ., Jenner, C.F., Logue, S.J. and Sedgley, M. 1998. Effect of High Temperature During Grain-filling on the Structure of Developing and Malted Barley Grains. *Annals of Botany* 82: 587-599.
- Weimer**, P. J. 1998. Manipulating ruminal fermentation: a microbial ecological perspective. *J. Anim. Sci.* 76: 3114-3122.

- West**, J. W., Ely, L. O. and Martin, S. A. 1994. Wet brewers grains for lactating dairy cows during hot, humid weather. *J. Dairy Sci.* 77:196-204.
- Williams**, P. E. V., Tait, C. A. G., Innes, G. M. and Newbold, C. J. 1991. Effects of the inclusion of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet of cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of sheep and steers. *J. Anim. Sci.* 69:3016–3026.
- Yoon**, I. K., and Stern, M. D. 1995. Influence of direct-fed microbials on ruminal fermentation and performance of ruminants: A review. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 8:533–555
- Yunker**, R.S., Winland, S.D., Firkins, J.L., and Hull, B.L. 1998. Effects of replacing forage fiber or nonfiber carbohydrates with dried brewers grain. *J. Dairy Sci.* 81:2645-2656.

tipo de vaquilla	tratamiento	vaquilla	Cons tco	Cons MS	Cons PV	Prod leche	peso inicial	Perdida kg
1	1	1	20,159	16,84	2,66	34,09	675	1,167
1	1	2	17,29	14,45	2,74	25,77	552,5	0,716
1	1	3	23,13	19,33	3,97	25,17	519	0,581
1	1	4	19,17	16,02	2,46	28,31	692	1,098
1	2	1	23,68	19,79	3,15	30,51	646,75	0,264
1	2	2	24,37	20,36	3,26	40,22	642	0,785
1	2	3	23,86	19,94	3,77	26,4	538	0,455

1									
1	2	4	16,25	13,58	2,4	25,6	564,5	0,166	
1	3	1	26,62	22,25	3,47	24,54	649	0,464	
1	3	2	16,84	14,07	2,62	31,66	573	0,683	
1	3	3	17,2	14,37	2,08	12,59	651	0,008	
1	3	4	15,24	12,74	2,45	26,1	564,5	0,76	
1	4	1	24,06	20,11	3,2	37,05	641	0,175	
1	4	2	20,47	17,11	2,86	23,43	560	0,01	
1	4	3	16,53	13,81	2,86	27,25	511	0,336	
1	4	4	13,85	11,58	2,28	27,07	529	0,373	
2	1	1	17,33	14,48	2,28	22,77	723	4,276	
2	1	2	22,62	18,9	2,75	42,36	790	0,376	
2	1	3	21,57	18,02	2,86	28,81	637	0,541	
2	1	4	17,1	14,29	2,09	34,94	853,5	3,03	
2	2	1	12,38	10,34	1,76	29,98	699	1,655	
2	2	2	19,17	16,02	2,25	24,51	771,5	0,636	
2	2	3	19,82	16,56	2,75	35,52	626	2	
2	2	4	21,42	17,9	2,51	28,81	694	0,718	
2	3	1	28,67	23,95	3,96	38,79	599	0,1	
2	3	2	20,88	17,44	2,39	36,11	751	0,331	
2	3	3	22,23	18,57	3,25	43,79	588	0,678	
2	3	4	20,93	17,49	2,91	44,76	592	0,1	
2	4	1	28,29	23,64	3,78	39,64	678,5	0,71	
2	4	2	26,02	21,74	3,66	35,76	676	0,773	
2	4	3	23,18	19,37	3,17	44,54	607	0,26	
2	4	4	21,72	18,15	2,9	33,76	616	1,44	

7. ANEXO A. MATRIZ DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

```

proc glm;
  classes tipo trat vaquilla;
  model Ctco      CMS      CPV      Prodleche      pesoini      Perdida = tipo
vaquilla tipo*vaquilla trat trat*tipo;
  test H= tipo vaquilla E= tipo*vaquilla;
  means tipo trat trat*tipo;run;

```

7.1 Anexo B. Análisis de parcelas divididas de cada variable.

Sistema SAS 10:43 Thursday, June 3, 2009 1

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
tipo	2	1 2
trat	4	1 2 3 4

vaquilla 4 1 2 3 4

Número de observaciones 32

Sistema SAS 10:43 Thursday, June 3, 2009 2

Procedimiento GLM

Variable dependiente: Ctco

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	279.1264492	21.4712653	1.74	0.1354
Error	18	221.4998818	12.3055490		
Total correcto	31	500.6263310			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Ctco Media
0.557554	16.95549	3.507927	20.68903

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	18.9281663	18.9281663	1.54	0.2308
vaquilla	3	80.9653151	26.9884384	2.19	0.1241
tipo*vaquilla	3	39.8977338	13.2992446	1.08	0.3823
trat	3	19.4411951	6.4803984	0.53	0.6696
tipo*trat	3	119.8940388	39.9646796	3.25	0.0462

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	18.9281663	18.9281663	1.54	0.2308
vaquilla	3	80.9653151	26.9884384	2.19	0.1241
tipo*vaquilla	3	39.8977338	13.2992446	1.08	0.3823
trat	3	19.4411951	6.4803984	0.53	0.6696
tipo*trat	3	119.8940388	39.9646796	3.25	0.0462

Sistema SAS 10:43 Thursday, June 3, 2009 3

Procedimiento GLM

Variable dependiente: CMS

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	194.7086156	14.9775858	1.74	0.1362
Error	18	154.7825313	8.5990295		
Total correcto	31	349.4911469			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	CMS Media
0.557120	16.96230	2.932410	17.28781

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	13.14562812	13.14562812	1.53	0.2322
vaquilla	3	56.43818438	18.81272812	2.19	0.1248
tipo*vaquilla	3	27.88705937	9.29568646	1.08	0.3822
trat	3	13.59968438	4.53322813	0.53	0.6692
tipo*trat	3	83.63805938	27.87935313	3.24	0.0464

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	13.14562813	13.14562813	1.53	0.2322
vaquilla	3	56.43818438	18.81272813	2.19	0.1248
tipo*vaquilla	3	27.88705938	9.29568646	1.08	0.3822
trat	3	13.59968438	4.53322813	0.53	0.6692
tipo*trat	3	83.63805938	27.87935313	3.24	0.046

Sistema SAS 10:43 Thursday, June 3, 2009 4

Procedimiento GLM

Variable dependiente: CPV

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	5.51417500	0.42416731	1.62	0.1680
Error	18	4.70201250	0.26122292		
Total correcto	31	10.21618750			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	CPV Media
0.539749	17.87453	0.511100	2.859375

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	0.02880000	0.02880000	0.11	0.7437
vaquilla	3	1.70876250	0.56958750	2.18	0.1257
tipo*vaquilla	3	0.19242500	0.06414167	0.25	0.8634
trat	3	0.70213750	0.23404583	0.90	0.4623
tipo*trat	3	2.88205000	0.96068333	3.68	0.0316

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	0.02880000	0.02880000	0.11	0.7437
vaquilla	3	1.70876250	0.56958750	2.18	0.1257
tipo*vaquilla	3	0.19242500	0.06414167	0.25	0.8634
trat	3	0.70213750	0.23404583	0.90	0.4623
tipo*trat	3	2.88205000	0.96068333	3.68	0.0316

Sistema SAS 10:43 Thursday, June 3, 2009 5

Procedimiento GLM

Variable dependiente: Prodleche

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	1115.664716	85.820363	2.46	0.0394
Error	18	629.190506	34.955028		
Total correcto	31	1744.855222			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Prodleche Media
0.639402	18.72066	5.912278	31.58156

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	443.2008781	443.2008781	12.68	0.0022
vaquilla	3	19.7742094	6.5914031	0.19	0.9028
tipo*vaquilla	3	222.6334094	74.2111365	2.12	0.1329
trat	3	64.4491844	21.4830615	0.61	0.6144
tipo*trat	3	365.6070344	121.8690115	3.49	0.0374

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	443.2008781	443.2008781	12.68	0.0022
vaquilla	3	19.7742094	6.5914031	0.19	0.9028
tipo*vaquilla	3	222.6334094	74.2111365	2.12	0.1329
trat	3	64.4491844	21.4830615	0.61	0.6144
tipo*trat	3	365.6070344	121.8690115	3.49	0.0374

Sistema SAS 10:43 Thursday, June 3, 2009 6

Procedimiento GLM

Variable dependiente: pesoini

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	158992.4785	12230.1907	4.29	0.0025
Error	18	51306.3633	2850.3535		
Total correcto	31	210298.8418			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	pesoini Media
0.756031	8.370698	53.38870	637.8047

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	60660.79883	60660.79883	21.28	0.0002
vaquilla	3	33777.25586	11259.08529	3.95	0.0251
tipo*vaquilla	3	22610.74023	7536.91341	2.64	0.0805
trat	3	27552.72461	9184.24154	3.22	0.0473
tipo*trat	3	14390.95898	4796.98633	1.68	0.2062

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	60660.79883	60660.79883	21.28	0.0002
vaquilla	3	33777.25586	11259.08529	3.95	0.0251
tipo*vaquilla	3	22610.74023	7536.91341	2.64	0.0805
trat	3	27552.72461	9184.24154	3.22	0.0473
tipo*trat	3	14390.95898	4796.98633	1.68	0.2062

Sistema SAS 10:43 Thursday, June 3, 2009 7

Procedimiento GLM

Variable dependiente: Perdida

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	13.70633991	1.05433384	1.73	0.1395
Error	18	10.98019106	0.61001061		
Total correcto	31	24.68653097			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Perdida Media
0.555215	97.38171	0.781032	0.802031

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	2.86980903	2.86980903	4.70	0.0437
vaquilla	3	1.77573384	0.59191128	0.97	0.4284
tipo*vaquilla	3	1.45369184	0.48456395	0.79	0.5129
trat	3	5.65043934	1.88347978	3.09	0.0534
tipo*trat	3	1.95666584	0.65222195	1.07	0.3869

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	2.86980903	2.86980903	4.70	0.0437
vaquilla	3	1.77573384	0.59191128	0.97	0.4284
tipo*vaquilla	3	1.45369184	0.48456395	0.79	0.5129
trat	3	5.65043934	1.88347978	3.09	0.0534
tipo*trat	3	1.95666584	0.65222195	1.07	0.3869

Sistema SAS 10:43 Thursday, June 3, 2009 8

Procedimiento GLM

Nivel de		-----Ctco-----		-----CMS-----		-----CPV-----	
tipo	N	Media	Dev std	Media	Dev std	Media	
1	16	19.9199375	3.91773337	16.6468750	3.2739837	2.8893750	0.5400428
2	16	21.4581250	4.09445677	17.9287500	3.42112043	2.8293750	0.6225053

Nivel de		-----Prodleche-----		-----pesoini-----		-----Perdida---	
tipo	N	Media	Dev std	Media	Dev std	Media	
1	16	27.8600000	6.24212037	594.265625	60.3700718	0.502562	0.3501719
2	16	35.3031250	6.91468651	681.343750	79.5696171	1.101500	1.1540484

Nivel de		-----Ctco-----		-----CMS-----		-----CPV-----	
trat	N	Media	Dev std	Media	Dev std	Media	
1	8	19.7961250	2.46086108	16.5412500	2.05560862	2.726250	0.566289
2	8	20.1187500	4.17972466	16.8112500	3.49383718	2.731250	0.640076
3	8	21.0762500	4.73319867	17.6100000	3.95395281	2.891250	0.630633
4	8	21.7650000	4.77615207	18.1887500	3.98977779	3.088750	0.480697

Nivel de		-----Prodleche-----		-----pesoini-----		-----Perdida---	
trat	N	Media	Dev std	Media	Dev std	Media	
1	8	30.2775000	6.4481686	680.250000	112.278989	1.473125	1.411992
2	8	30.1937500	5.3285644	647.718750	75.178293	0.834875	0.655026
3	8	32.2925000	10.8986156	620.937500	61.521447	0.390500	0.299707
4	8	33.5625000	7.1628002	602.312500	63.744433	0.509625	0.454790

Nivel de		Nivel de		-----Ctco-----		-----CMS-----		-----CPV-----	
tipo	trat	N	Media	Dev std	Media	Dev std	Media		
1	1	4	19.9372500	2.43853991	16.6600000	2.03756390	2.95750	0.68519	
1	2	4	22.0400000	3.87104637	18.4175000	3.23401067	3.14500	0.56536	
1	3	4	18.9750000	5.16736877	15.8575000	4.32013406	2.65500	0.58824	
1	4	4	18.7275000	4.47552138	15.6525000	3.74048459	2.80000	0.38192	
2	1	4	19.6550000	2.85143823	16.4225000	2.38123742	2.49500	0.36900	
2	2	4	18.1975000	3.99191161	15.2050000	3.33823806	2.31750	0.42405	
2	3	4	23.1775000	3.71461416	19.3625000	3.10244393	3.12750	0.65809	
2	4	4	24.8025000	2.93139756	20.7250000	2.44908827	3.37750	0.41347	

Nivel de		Nivel de		-----Prodleche-----		-----pesoini-----		-----Perdida---	
tipo	trat	N	Media	Dev std	Media	Dev std	Media		
1	1	4	28.3350000	4.07091718	609.625000	86.6711938	0.89050	0.28621	
1	2	4	30.6825000	6.71230897	597.812500	54.8776575	0.41750	0.27281	
1	3	4	23.7225000	8.02615049	609.375000	47.0449696	0.47875	0.33795	
1	4	4	28.7000000	5.83823033	560.250000	57.5115930	0.22350	0.16627	
2	1	4	32.2200000	8.38944972	750.875000	92.7491015	2.05575	1.91439	
2	2	4	29.7050000	4.53427319	697.625000	59.4493832	1.25225	0.67983	
2	3	4	40.8625000	4.10862000	632.500000	79.1306936	0.30225	0.27314	
2	4	4	38.4250000	4.75162779	644.375000	38.1518348	0.79575	0.48646	

Sistema SAS 10:43 Thursday, June 3, 2009 9

Procedimiento GLM

Nivel de		-----Ctco-----			-----CMS-----		-----CPV-----	
tipo	trat	N	Media	Dev std	Media	Dev std	Media	
2	3	4	23.1775000	3.71461416	19.3625000	3.10244393	3.12750	0.658097
2	4	4	24.8025000	2.93139756	20.7250000	2.44908827	3.37750	0.41347

Nivel de		-----Prodleche-----			-----pesoini-----		-----Perdida--	
tipo	trat	N	Media	Dev std	Media	Dev std	Media	
2	3	4	40.8625000	4.10862000	632.500000	79.1306936	0.30225	0.27314
2	4	4	38.4250000	4.75162779	644.375000	38.1518348	0.79575	0.48646

Sistema SAS 10:43 Thursday, June 3, 2009 10

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
tipo	2	1 2
trat	4	1 2 3 4
vaquilla	4	1 2 3 4

Número de observaciones 32

Sistema SAS

10:43 Thursday, June 3, 2009 11

Procedimiento GLM

Variable dependiente: Ctco

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	279.1264492	21.4712653	1.74	0.1354
Error	18	221.4998818	12.3055490		
Total correcto	31	500.6263310			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Ctco Media
0.557554	16.95549	3.507927	20.68903

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	18.9281663	18.9281663	1.54	0.2308
vaquilla	3	80.9653151	26.9884384	2.19	0.1241
tipo*vaquilla	3	39.8977338	13.2992446	1.08	0.3823
trat	3	19.4411951	6.4803984	0.53	0.6696
tipo*trat	3	119.8940388	39.9646796	3.25	0.0462

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	18.9281663	18.9281663	1.54	0.2308
vaquilla	3	80.9653151	26.9884384	2.19	0.1241
tipo*vaquilla	3	39.8977338	13.2992446	1.08	0.3823
trat	3	19.4411951	6.4803984	0.53	0.6696
tipo*trat	3	119.8940388	39.9646796	3.25	0.0462

Tests de hipótesis usando el MS Tipo III para tipo*vaquilla como un término de error

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	18.92816628	18.92816628	1.42	0.3186
vaquilla	3	80.96531509	26.98843836	2.03	0.2879

Sistema SAS 10:43 Thursday, June 3, 2009 12

Procedimiento GLM

Variable dependiente: CMS

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	194.7086156	14.9775858	1.74	0.1362
Error	18	154.7825313	8.5990295		
Total correcto	31	349.4911469			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	CMS Media
0.557120	16.96230	2.932410	17.28781

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	13.14562812	13.14562812	1.53	0.2322
vaquilla	3	56.43818438	18.81272812	2.19	0.1248
tipo*vaquilla	3	27.88705937	9.29568646	1.08	0.3822
trat	3	13.59968438	4.53322813	0.53	0.6692
tipo*trat	3	83.63805938	27.87935313	3.24	0.0464

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	13.14562813	13.14562813	1.53	0.2322
vaquilla	3	56.43818438	18.81272813	2.19	0.1248
tipo*vaquilla	3	27.88705938	9.29568646	1.08	0.3822
trat	3	13.59968438	4.53322813	0.53	0.6692
tipo*trat	3	83.63805938	27.87935313	3.24	0.0464

Tests de hipótesis usando el MS Tipo III para tipo*vaquilla como un término de error

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	13.14562813	13.14562813	1.41	0.3199
vaquilla	3	56.43818438	18.81272813	2.02	0.2886

Sistema SAS 10:43 Thursday, June 3, 2009 13

Procedimiento GLM

Variable dependiente: CPV

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	5.51417500	0.42416731	1.62	0.1680
Error	18	4.70201250	0.26122292		
Total correcto	31	10.21618750			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	CPV Media
0.539749	17.87453	0.511100	2.859375

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	0.02880000	0.02880000	0.11	0.7437
vaquilla	3	1.70876250	0.56958750	2.18	0.1257
tipo*vaquilla	3	0.19242500	0.06414167	0.25	0.8634
trat	3	0.70213750	0.23404583	0.90	0.4623
tipo*trat	3	2.88205000	0.96068333	3.68	0.0316

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	0.02880000	0.02880000	0.11	0.7437
vaquilla	3	1.70876250	0.56958750	2.18	0.1257
tipo*vaquilla	3	0.19242500	0.06414167	0.25	0.8634
trat	3	0.70213750	0.23404583	0.90	0.4623
tipo*trat	3	2.88205000	0.96068333	3.68	0.0316

Tests de hipótesis usando el MS Tipo III para tipo*vaquilla como un término de error

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	0.02880000	0.02880000	0.45	0.5508
vaquilla	3	1.70876250	0.56958750	8.88	0.0530

Sistema SAS 10:43 Thursday, June 3, 2009 14

Procedimiento GLM

Variable dependiente: Prodleche

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	1115.664716	85.820363	2.46	0.0394
Error	18	629.190506	34.955028		
Total correcto	31	1744.855222			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Prodleche Media
0.639402	18.72066	5.912278	31.58156

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	443.2008781	443.2008781	12.68	0.0022
vaquilla	3	19.7742094	6.5914031	0.19	0.9028
tipo*vaquilla	3	222.6334094	74.2111365	2.12	0.1329
trat	3	64.4491844	21.4830615	0.61	0.6144
tipo*trat	3	365.6070344	121.8690115	3.49	0.0374

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	443.2008781	443.2008781	12.68	0.0022
vaquilla	3	19.7742094	6.5914031	0.19	0.9028
tipo*vaquilla	3	222.6334094	74.2111365	2.12	0.1329
trat	3	64.4491844	21.4830615	0.61	0.6144
tipo*trat	3	365.6070344	121.8690115	3.49	0.0374

Tests de hipótesis usando el MS Tipo III para tipo*vaquilla como un término de error

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	443.2008781	443.2008781	5.97	0.0922
vaquilla	3	19.7742094	6.5914031	0.09	0.9614

Sistema SAS 10:43 Thursday, June 3, 2009 15

Procedimiento GLM

Variable dependiente: pesoini

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	158992.4785	12230.1907	4.29	0.0025
Error	18	51306.3633	2850.3535		
Total correcto	31	210298.8418			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	pesoini Media
0.756031	8.370698	53.38870	637.8047

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	60660.79883	60660.79883	21.28	0.0002
vaquilla	3	33777.25586	11259.08529	3.95	0.0251
tipo*vaquilla	3	22610.74023	7536.91341	2.64	0.0805
trat	3	27552.72461	9184.24154	3.22	0.0473
tipo*trat	3	14390.95898	4796.98633	1.68	0.2062

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	60660.79883	60660.79883	21.28	0.0002
vaquilla	3	33777.25586	11259.08529	3.95	0.0251
tipo*vaquilla	3	22610.74023	7536.91341	2.64	0.0805
trat	3	27552.72461	9184.24154	3.22	0.0473
tipo*trat	3	14390.95898	4796.98633	1.68	0.2062

Tests de hipótesis usando el MS Tipo III para tipo*vaquilla como un término de error

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tipo	1	60660.79883	60660.79883	8.05	0.0658
vaquilla	3	33777.25586	11259.08529	1.49	0.3748