

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

**COMPORTAMIENTO DE VACAS LECHERAS EN PRODUCCION,
ALIMENTADAS CON DOS PROCESAMIENTOS DE
GRANO DE MAIZ Y DOS CALIDADES DE ALFALFA**

T E S I S

LUIS ALAN NAVARRO NAVARRO

NOVIEMBRE DE 1998

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

**COMPORTAMIENTO DE VACAS LECHERAS EN
PRODUCCION ALIMENTADAS CON DOS PROCESAMIENTOS
DE GRANO DE MAIZ Y DOS CALIDADES DE ALFALFA.**

TESIS

LUIS ALAN NAVARRO NAVARRO.

NOVIEMBRE DE 1998

**COMPORTAMIENTO DE VACAS LECHERAS EN PRODUCCION
ALIMENTADAS CON DOS PROCESAMIENTOS DE GRANO DE MAIZ Y DOS
CALIDADES DE ALFALFA.**

TESIS

**Sometida a la consideración del
departamento de agricultura y ganadería**

de la

Universidad de Sonora

por

Luis Alan Navarro Navarro

**Como requisito parcial para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo
con especialidad en Zootecnia
Noviembre de 1998**

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del consejo particular, aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

Ingeniero Agrónomo con Especialidad en:

Zootecnia

CONSEJO PARTICULAR

ASESOR: _____

DR. FRANCISCO YSUNZA BREÑA

CONSEJERO: _____

M.S JESUS ANAYA ISLAS

CONSEJERO: _____

M.S JORGE LUIS SANCHEZ BRICEÑO

AGRADECIMIENTOS

Al Patronato del Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora A.C. y al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. por su apoyo en la realización de esta investigación.

CONTENIDO.

Indice de Cuadros y Figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Introducción.....	1
Literatura revisada.....	3
1. Granos.....	3
2. Almidón.....	3
3. Gelatinización.....	4
4. Procesamiento de los granos.....	6
5. Interacción forraje-concentrado.....	7
5.1 Efectos de la disponibilidad del almidón.....	8
Materiales y métodos.....	12
Resultados y discusión.....	16
Conclusiones y recomendaciones.....	21
Bibliografía.....	22
Apéndice.....	27

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.

Cuadro 1. Análisis químico del concentrado con grano de maíz rolado y concentrado con grano de maíz molido.....	12
Cuadro 2. Composición del concentrado con grano de maíz rolado y concentrado con grano de maíz molido.....	13
Cuadro 3. Análisis químico de la alfalfa de alta calidad y la alfalfa de mediana calidad.....	14
Cuadro 4. Efecto del procesamiento del grano y la calidad de la alfalfa en la producción de vacas lecheras.....	15
Cuadro 5. Efecto del procesamiento del grano y la calidad de la alfalfa en el peso vivo y la condición corporal de vacas lecheras en producción.....	16
Cuadro 6 Efecto del procesamiento del grano de maíz en el consumo total, consumo de forraje y eficiencia de vacas Holstein en producción.....	17
Cuadro 7. Efecto del procesamiento del grano y la calidad de la alfalfa en el consumo de vacas lecheras en producción.....	18
Cuadro 8. Efecto del procesamiento del grano y la calidad de la alfalfa en la proporción de FDN en la dieta de vacas Holstein en producción.....	18
Figura 1. Utilización de puertas electrónicas Calan®.....	11

RESUMEN.

Veinticuatro vacas Holstein a su media lactancia (159 ± 25 días en leche) se utilizaron en un experimento de 40 días para estudiar el efecto de la calidad del forraje (CF) y la degradabilidad ruminal del almidón (DRA) (esperada por el procesamiento del grano (PG)) en su desempeño productivo. Forraje de alta y mediana calidad (heno de alfalfa con un contenido de: 35, 20 y 44, 18 % de Fibra Detergente Neutra, Proteína Cruda (PC) respectivamente) y grano de maíz con dos procesamientos (molido fino (M) (665 g/l) y rolado a vapor (R) (366 g/l)) fueron ordenados factorialmente en cuatro tratamientos. La dieta consistió en forraje más un concentrado (21% PC) que contenía: 50 % de grano (M o R), 17 % de semilla de algodón y 33 % de un suplemento base que contenía los demás ingredientes. Se suministraron diariamente 12 kg. de este concentrado por vaca en 4 servicios. El heno de alfalfa (el cual fue procesado en una cortadora de forrajes a un tamaño de partícula de 7.62 cm) se ofreció *ad libitum*. La CF y el PG no modificaron la producción de leche, pero el PG afectó la eficiencia de la producción de leche ($p < 0.10$) (1.15 vs 1.24, para M, R respectivamente) así como el consumo de materia seca (MS) ($p < 0.01$) (26.8 vs 24.8 kg. para M, R respectivamente). La disminución en el consumo de MS fue debida a una menor ingesta de forraje ($p < 0.05$) (14.05 vs 12.39 kg. para M, R respectivamente). Así aumentando la DRA tenemos una mejor utilización del grano y una mayor energía disponible, lográndose una mejora del 7% en la eficiencia alimenticia.

INTRODUCCION.

La naturaleza de los granos, como portadores de vida latente, hace que sean casi herméticos a su ambiente exterior, así es impensable suministrar granos sin procesar en la alimentación de animales domésticos. El método tradicional de procesamiento de granos ha sido el molido, el cual rompe y fracciona la estructura de estos, exponiéndolo a una mejor digestión. Otro método, muy utilizado en las engordas de ganado bovino, es el rolado a vapor, éste consiste en el cocido del grano a temperaturas que permiten la gelatinización del almidón y el subsecuente hojueleado del grano cuando pasa a través de dos rodillos a presión.

El forraje constituye del 40 al 50 % de la ración del ganado lechero estabulado, éste nos proporciona los requerimientos de fibra que necesita el animal para el buen funcionamiento de su tracto digestivo, además de mantenernos un nivel adecuado de grasa en la leche. La fibra requiere para su digestión de un ambiente ruminal adecuado, que puede ser perturbado por la digestión del grano, la cual aumenta cuando el grano es procesado.

Por lo general cualquier método de procesamiento de granos que tienda a aumentar su utilización digestiva, nos da como resultado un incremento en la digestibilidad ruminal de los mismos. Los factores antagónicos entre las digestibilidades de los polímeros, almidón y celulosa, son ya bien conocidos (Russell and Dombrowsky, 1980; Ørskov, 1982; Ørskov, 1986; Hoover, 1986; Ysunza, 1996; Caton and Dhuyvetter, 1997) así como sus efectos en la composición de la leche (Van Soest, 1963).

Cuando se incluye más del 30 % de concentrados en la dieta, se reduce la digestibilidad de la fibra (Ørskov, 1986). Este fenómeno sucede en parte por haber una mayor proporción de fibra del grano así como a condiciones adversas para la digestión de fibra. Al incluir grano, la fermentación ocurre más rápido, agotando rápidamente el nitrógeno y otros nutrientes del ambiente ruminal y baja el pH por una producción mayor de ácido particularmente el propiónico (Hoover, 1986).

El almidón representa del 70 al 80 % de la mayoría de los granos y alrededor del 30 al 35 % de la materia seca en las dietas de vacas lecheras altas productoras, por lo tanto una utilización eficiente de éste es fundamental para mejorar el desempeño de nuestras vacas (Allen, 1995).

De esta forma, un incremento en la disponibilidad del almidón que puede beneficiar directamente a las vacas lecheras, puede a su vez afectar la digestión de la fibra resultando en una caída de la grasa de la leche y en mayores requerimientos de fibra efectiva para prevenir trastornos digestivos. El objetivo del presente experimento fue validar la utilización del rolado a vapor del grano sobre la producción de vacas lecheras y conocer su interacción con dos henos de alfalfa que proporcionan distintas cantidades de fibra.

LITERATURA REVISADA.

1. Granos.

Los granos de cereales, constituyen el producto del óvulo fecundado de las plantas que pertenecen a la familia *poaceae*. Son la fuente primaria de energía dietética para los humanos y los animales no rumiantes (Cheeke, 1991). Las exigencias de energía de la vaca lechera alta productora son muy elevados para ser subsanados con dietas a base de solo forraje; de hecho ninguna vaca logra ingerir la cantidad necesaria de nutrientes para cubrir sus necesidades al inicio de su lactancia, por eso se hace necesaria la inclusión de granos en su alimentación. En el ganado de carne, la engorda intensiva en corrales, somete a los animales a dietas ricas en granos para poder lograr una máxima ganancia de peso en el menor tiempo posible (Martínez, 1994a) y se reduce el uso de ingredientes fibrosos solo para asegurar la motilidad del rumen y prevenir problemas digestivos. En el ganado lechero el uso de forrajes de alta calidad, como la alfalfa y los ensilajes, permiten un adecuado contenido de grasa en la leche, mientras que el uso de concentrados energéticos mantiene un alto nivel de producción (Ysunza, 1996).

2. Almidón.

Los granos de cereales almacenan energía en forma de almidón. La cantidad de almidón contenido en los granos varía entre el 60 y el 75 % de su peso (Hoseney, 1986). El almidón está compuesto por dos moléculas: amilosa y amilopectina. La amilosa es un polímero lineal compuesto por unidades de α -1-4-D-glucosa. La amilopectina es un

polímero ramificado, compuesto de cadenas lineales de α -1-4-D-glucosa que poseen un punto de ramificación α -1-6 cada 20 a 25 unidades (French, 1973).

3. Gelatinización.

El objeto del procesamiento de granos es aumentar la disponibilidad del almidón contenido en estos. La gelatinización ha sido utilizada para medir los cambios que ocurren durante el procesamiento del almidón (Hale, 1973). La gelatinización del almidón es el colapso (rompimiento) del orden molecular dentro del gránulo de almidón, manifestado en cambios irreversibles en sus propiedades tales como: la turgencia (hinchamiento) del gránulo, desvanecimiento de la cristalinidad, pérdida de birrefringencia (esta propiedad la posee porque los gránulos de almidón tienen un alto grado de orden molecular, y si estos la exhiben, se considera que se encuentran en un estado nativo) y solubilización del almidón (Atwell et al., 1988). La gelatinización del almidón puede ser causada mecánicamente, térmicamente, por agentes químicos, o por cualquier combinación de estos, también se considera que la presencia de agua libre es crítica en la gelatinización (Rooney and Pflugfelder, 1986).

Las fases que se dan durante cualquier proceso de gelatinización incluyen:

(a) durante la primera fase hay una absorción lenta de agua, donde el grano se hincha muy poco o casi nada. En este período el gránulo de almidón mantiene sus características de birrefringencia cuando la luz polarizada pasa a través de él.

(b) la siguiente fase, incluye una gran absorción de agua, pérdida de birrefringencia y en la mayoría de los casos un incremento significativo en la viscosidad de su masa.

(c) la fase final ocurre a elevadas temperaturas, el almidón pierde su característica granular, éste llega a formar estructuras amorfas y los enlaces glucosídicos entre las moléculas de almidón se rompen (Smith, 1970).

Básicamente la gelatinización del almidón tiene dos consecuencias importantes para su digestión:

(a) aumenta la habilidad de éste para absorber grandes cantidades de agua y;

(b) incrementa la velocidad a la cual las enzimas (amilasas) pueden degradar los enlaces de la estructura del almidón, convirtiéndolo así en carbohidratos más simples y más solubles (Smith, 1970). Estudios de digestibilidades *in vitro* indican que el tratamiento del almidón con calor y humedad resultan en una digestión más rápida de éste por los microorganismos ruminales (Salsbury et al., 1961).

En las plantas de alimentos, una manera rápida de conocer el efecto del procesamiento (especialmente rolado a vapor) es mediante la densidad a granel. Esta, tiene la ventaja de que es un método sencillo, rápido y de bajo costo, por lo tanto es utilizada como un control de calidad dentro de la planta (Xiong et al., 1990). Zinn (1990), encontró que la densidad del maíz rolado a vapor estaba inversamente relacionada ($P < .01$) a la digestibilidad enzimática *in vitro* del almidón pero también estaba directamente relacionada ($P < .01$) con el pH ruminal. De esta manera, densidades bajas promueven una mayor digestión del almidón de los granos pero no se tienen necesariamente los mejores desempeños productivos (Zinn, 1990; Moore et al., 1991; Yu et al., 1998).

4. Procesamiento de los granos.

El procesamiento de los granos en el pasado se había llevado a cabo por dos principales razones: la primera, para causar un incremento en la digestibilidad del alimento, y la segunda, para favorecer la inclusión de estos con otros ingredientes de la dieta (Ørskov, 1981). El término procesamiento puede ser subdividido en: físicos y químicos. Los procesamientos físicos consisten por lo general en romper, moler, rolar o peletizar los granos en seco. Modificaciones fisicoquímicas incluyen la aplicación de calor y agua que actúa hidratando las estructuras amorfas y cristalinas de los gránulos de almidón. Estas alteraciones en la estructura de los granos aumenta la digestión amilolítica por acción de los microorganismos y las enzimas pancreáticas. La magnitud que se logra en el procesamiento es inversa a los valores de digestibilidad del almidón de granos no procesados (o mínimamente procesados), así esta magnitud es más grande en granos de maíz y sorgo que con cebada (Theurer, 1986).

El primer obstáculo que enfrenta el tracto digestivo para digerir los granos es su testa, la cual es una cubierta altamente estructurada que representa una barrera formidable a la penetración microbiana y a la acción de las enzimas producidas por el tracto digestivo del rumiante. Algunos autores (Sullins, et al., 1971; Rooney and Pflugfelder, 1986) sugieren que la matriz proteica, en donde están incrustados los gránulos de almidón, también representa un problema similar, pudiéndose enfatizar éste, en el caso de granos con niveles altos de taninos (*v.gr.* variedades de sorgo resistentes a pájaros). Por otro lado la naturaleza misma del almidón, como un polímero termoplástico e insoluble en agua (French, 1973) dificulta su integración al sustrato ruminal.

Existen muchos métodos de procesamiento de granos, entre los que podemos mencionar: molido fino, molido grueso, el hojueado a vapor, el rolado (en seco o a vapor), el reconstituido, el micronizado, el reventado, el extruido, el irradiado y el químico con sosa, entre los más comunes. Pero en este caso solo haremos alusión al hojueado a vapor y al molido fino.

El método tradicional de procesamiento de granos ha sido el molido fino, utilizando para esto un molino de martillos. Este método parte del principio del fraccionamiento y lesionado mecánico de la estructura del grano, permitiendo así una mayor área de exposición a las enzimas. Por otra parte el hojueado a vapor, el cual es conocido en la región como rolado a vapor, consiste en el humedecimiento del grano para su posterior cocido, mediante una cámara de vapor (alimentada por calderas), a temperaturas que permiten la gelatinización del almidón y un subsecuente hojueado cuando el grano pasa a través de dos rodillos a presión.

5. Interacción forraje-concentrado.

Los tipos de poblaciones microbianas que se desarrollan en el tracto digestivo de los rumiantes son complejas y dependen del microambiente químico dado por los nutrientes o los tejidos que componen el substrato de estos. Una vez establecido es duradero y cambia solamente si los nutrientes lo hacen también. Por lo tanto, la naturaleza del alimento que se le proporciona al rumiante determina el tipo de población microbiana que se desarrollará en el rumen y así dicta el tipo de digestión a seguir (Cheng et al., 1991).

La alimentación con cereales pone en movimiento una sucesión ecológica que da origen a una fermentación en la cual la producción de ácidos y otros productos pueden exceder la capacidad digestiva y de absorción del rumiante y pueden conducir a trastornos metabólicos tales como: acidosis, timpanismo de corral de engorda y abscesos en el hígado (McAllister et al., 1990).

La ingesta de forraje induce a un patrón de fermentación muy diferente, el cual es más lento, menos ácido y produce menos trastornos digestivos (Cheng et al., 1991)

El pH óptimo para el funcionamiento ruminal es de 6.5 a 6.8 (Martinez, 1994b) pero las especies celulolíticas son especialmente más sensibles al pH bajo que las amilolíticas (Russell and Dombrowsky, 1980; Ørskov, 1982). El factor más importante que afecta la digestión de la fibra es el pH ruminal (Hoover, 1986), independientemente del tiempo de retención de sólidos, el pH deprime severamente la digestión de la fibra en una ración con 60 % de concentrado (Shriver et al., 1986). Una baja moderada del pH a 6.0 resulta en un pequeño decremento en la digestibilidad de la fibra, ya que el número de organismos fibrolíticos no es afectado. Una baja adicional a 5.5 ó 5.0 resulta en una depresión en la tasa de crecimiento de los microbios fibrolíticos y la digestión de la fibra puede ser completamente inhibida (Hoover, 1986).

5.1. Efectos de la disponibilidad del almidón.

En las dietas de ganado lechero la Academia Nacional de Ciencias (NRC, 1989) recomienda un mínimo de 25 a 28 % de fibra, medida como fibra detergente neutra (FDN), con un 75 % del total de la FDN suministrada como forraje. El valor de FDN *per se* tiene que ser utilizado con ciertas reservas, ya que como hace notar Ruíz et al (1995),

la digestibilidad de la fibra parece ser un factor importante que influencia la ingesta de materia seca y la producción de leche, cuando diferentes tipos de forrajes fueron adicionados a dietas conteniendo concentraciones similares de FDN. La concentración mínima y óptima de FDN puede depender, también, del tipo de cereal utilizado (Weiss et al., 1989). La FDN mide las características químicas, pero no las características físicas de la fibra tales como el tamaño de partícula y la densidad. Estas características físicas tienen influencia en la salud del animal, en la utilización y fermentación ruminal, en el metabolismo animal y en la composición de grasa en la leche, independientemente de la cantidad y composición de la FDN medida químicamente (Mertens, 1995).

Uno de los factores que pocas veces considerado cuando se balancean raciones es el de los carbohidratos no estructurales (CNE) contenidos en la dieta, el almidón es el componente principal de los CNE y compone el 30-35 % del total de la materia seca de la mayoría de las raciones del ganado lechero (Allen, 1995). Beauchemin et al.,(1997) comparando dietas con cebada o maíz, observaron que la relación entre la concentración de CNE y el desempeño de vacas lecheras no fue consistente. Sin embargo, cuando la disponibilidad ruminal de los CNE fue tomada en cuenta, se observó una relación curvilínea significativa la ingesta de CNE altamente disponibles en el rumen y la producción de leche y su contenido de grasa corregido al 4 %. La cebada es más extensivamente degradada en el rumen que el maíz (Waldo, 1973; Nocek and Tamminga, 1991), así es razonable esperar que los efectos de alterar los CNE pueden diferir entre dietas basadas en cebada o maíz (Beauchemin et al., 1997).

En adición a lo anterior, la concentración de FDN proveniente de forraje (FFDN) que fue necesaria para prevenir la caída de la grasa de la leche, fue más alta en dietas

basadas en cebada que en las de maíz (Weiss et al., 1989; Beauchemin et al., 1994; Beauchemin and Rode, 1997) presumiblemente a causa de la fermentación más rápida y extensiva de la cebada en el rumen (McCarthy et al., 1989). Ørskov (1981) concluye que una liberación más lenta del almidón interfiere menos en la digestión de la fibra.

Como se explicó, la principal fuente de almidón en las dietas de ganado lechero son los granos, el sitio principal de digestión de estos es el rumen. El procesamiento incrementa la degradación microbiana del almidón en el rumen, por lo tanto disminuye la cantidad de almidón que escapa de éste para ser digerido posteriormente. Así es interesante comentar que los granos que poseen una mayor digestibilidad ruminal, presentan una mayor digestibilidad total (Owens et al., 1986; Theurer, 1986).

Poore et al., (1993a) concluye que las dietas con más almidón ruminalmente degradable, presentaron más altas producciones de leche, una mejora en la eficiencia y en la persistencia de vacas lecheras. Santos et al., (1997) reporta que un aumento en la disponibilidad del almidón en el rumen disminuyó el consumo de materia seca (MS) sin detrimento en la producción de leche en vacas lecheras, resultando en un 10 a 19 % más eficientes.

De esta manera, el incremento en la digestión del almidón beneficia directamente a las vacas lecheras. Sin embargo el aumento en la digestibilidad ruminal del almidón puede impactar adversamente la digestibilidad de la fibra resultando en una caída de la grasa de la leche y en mayores requerimientos de fibra efectiva para prevenir trastornos digestivos.

Así, la utilización de grano rolado en la alimentación de vacas lecheras ha sido reservada, pero Poore et al (1993b) propone que con dietas bien balanceadas que

mantengan una relación 1:1 entre la FFDN y el almidón rápidamente degradado en la rumen (ARDR) (los cuales pueden ser calculados según Poore et al., (1990) como: $ARDR = A \times (32.124 + (.575) \times H)$, donde A = almidón contenido en la dieta, y H = porcentaje de almidón hidrolizado en 30 min. de incubación con amiloglucosidasa) se pueden evitar los trastornos antes citados. Aunque esto es explicable solo por el hecho de que existe una sustitución de fibra del forraje (con mayor digestibilidad) por fibra proveniente del grano (con menor digestibilidad), esto previo a los demás factores (pH, osmolaridad, velocidad de paso, etc.) que pudieran entorpecer su digestibilidad dentro del tracto digestivo del rumiante.

Otros factores descritos por Allen (1995), tienen una influencia en la efectividad de la fibra para mantener un nivel adecuado de grasa en la leche, como son: la adición de amortiguadores (buffers), la inclusión de grasa adicional en la dieta, el uso de raciones integrales o el número de servidas por día de alimento concentrado, el tamaño de partícula del forraje así como su digestibilidad, entre otros.

MATERIALES Y METODOS.

El presente experimento se realizó en el establo "El Peru" del Patronato del Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora A.C., ubicado en el kilómetro 11.5 de la carretera San Pedro El Saucito- Estación Pesqueira, con una localización geográfica en la carta detenal (INEGI, H12D31) correspondiente a San Miguel de Horcasitas, de: 29° 17' 43" latitud Norte y 110° 53' 37" longitud Oeste, a una altitud de 305 m. La prueba tuvo una duración de 40 días e inició el día 11 de abril de 1998 y terminó el día 20 de mayo de 1998.



Fig. 1. Utilización de puertas electrónicas Calan®.

Para la realización del experimento se utilizaron 24 vacas (cuatro de ellas primíparas) de raza Holstein Americano, las cuales se encontraban en su lactancia media (159 ± 25 días en leche (DEL)) al inicio de la prueba. Los animales fueron alojados en dos corrales con capacidad para 12 animales cada uno y equipados con puertas

electrónicas (Fig.1) (American Calan[®], Inc., North Wood, New Hampshire, U.S.A.) para permitir el monitoreo individual del consumo de alimento.

El concentrado fue formulado (Cuadro 1) para una vaca con una producción promedio de 32.5 kg. día⁻¹, para que con el sistema de alimentación implementado donde se suministraba el forraje y el concentrado por separado, se asegurara un consumo de 25 kg. de materia seca día⁻¹ (NRC, 1989). Si los requerimientos de la vaca fueran más altos, ésta los compensaría consumiendo más forraje.

Cuadro 1. Análisis químico del concentrado con grano de maíz Rolado y concentrado con grano de maíz molido.		
Concepto ¹	Dieta ²	
	CGR	CGM
% Materia seca.	88.49	90.96
% Proteína cruda.	19.67	19.63
% Cenizas.	7.21	7.24
% Materia orgánica.	92.79	92.76
% Fósforo ³	0.76	0.75
% Calcio ³	0.61	0.60
Energía neta Lac. Mcal /Kg ³	1.93	1.93
%Fibra detergente neutra ³	15.05	14.60

¹ Expresados en valores libres de humedad.

² CGR = concentrado grano rolado, CGM = concentrado grano molido.

³ Calculado de valores publicados (Ensminger et al., 1990).

El manejo que se les dio a las vacas fue el siguiente: dos ordeñas diarias regulares (0400, 1600 horas); el concentrado era pesado e integrado manualmente para cada vaca en las siguientes proporciones: semilla de algodón 2 kg., grano de maíz 6 kg. (molido fino (665 g/l.) o rolado a vapor (366 g/l.)) y 4 kg. de un concentrado base con los demás ingredientes enlistados en el Cuadro 2. Con esto se componían 12 kg. de concentrado por vaca que eran suministrados en cuatro servidas por día (0500, 1200, 1700, 2000 horas).

El heno de alfalfa era molido a un tamaño de partícula de 7.62 cm y era proporcionado *ad libitum*. Además las vacas tenían libre acceso a sal mineralizada y agua.

Cuadro 2. Composición del concentrado con grano de maíz rolado y concentrado con grano de maíz molido.		
Ingrediente.	% Dieta ¹	
	CGR ²	CGM ²
Maíz rolado.	48.86	—
Maíz molido.	—	50.28
Semilla de algodón.	17.79	17.30
Salvado de trigo.	4.25	4.13
Harina de pescado.	5.33	5.18
Harinolina.	12.43	12.09
Melaza.	8.48	8.25
Urea.	0.38	0.38
Bicarbonato de sodio.	1.34	1.30
Oxido de magnesio.	0.37	0.36
Ortofosfato de calcio.	0.28	0.28
Sal.	0.20	0.17
Minerales traza ³	0.10	0.09
Levadura ⁴	0.19	0.19

¹En base seca.

²CGM = concentrado grano molido, CGR = concentrado grano rolado.

³Minerales traza = 50 gr/ kg. de Mg., 50 gr/kg., de Fe., 40 gr/ kg. de Zn., 10 gr/kg de Cu., 100 ppm de Co., 500 ppm de I., 250 ppm de Se.

⁴Procreatin ® (*Saccharomyces cerevisiae*)

La calidad de la alfalfa fue determinada mediante la separación de dos lotes, los cuales provenían cada uno de un mismo corte y de un mismo cultivar, a estos se les determinó: proteína cruda, humedad, cenizas (A.O.A.C., 1984) y fibra detergente neutra (Van Soest et al., 1991) (Cuadro 3).

Los tratamientos fueron ordenados en bloques completamente al azar; fue integrado un lote de primíparas y el resto de las vacas fueron agrupadas de acuerdo a su producción, medida ésta durante un período de 10 días preprueba durante el cual las vacas consumían una dieta común. Se utilizó un arreglo factorial 2 por 2, donde el factor

“A” constituyó el procesamiento dado al grano y el factor “B” la calidad de la alfalfa. Se tuvieron 6 repeticiones por tratamiento considerando a una vaca como una unidad experimental.

Así se constituyeron cuatro tratamientos: 1) concentrado con grano rolado más alfalfa de calidad media, 2) concentrado con grano rolado más alfalfa de calidad alta, 3) concentrado con grano molido más alfalfa de al calidad media y 4) concentrado con grano molido más alfalfa de calidad alta.

Concepto ¹	Alfalfa	
	Calidad alta	Calidad media
% Materia seca.	93.06	94.87
% Cenizas.	12.31	10.48
% Materia orgánica.	87.69	89.52
% Proteína cruda.	20.30	18.48
% Fibra detergente neutra.	35.15	44.10

¹ Valores expresados como libres de humedad.

A las vacas se les determinó la condición corporal (donde 1= emaciada y 5 = obesa, medida en intervalos de 0.25) (Wildman et al., 1982) y el peso al inicio y al final de la prueba; se determinó el consumo de forraje y la producción diaria de leche.

Para la interpretación estadística de los datos se hizo un análisis de covarianza, utilizando como covariable la producción de leche previa, empleando el paquete estadístico NCSS, (1997).

para el consumo de alfalfa de alta calidad y calidad media respectivamente). Aunque durante el experimento se observaron algunas evidencias de rechazo hacia la alfalfa de mediana calidad.

Cuadro 4. Efecto del procesamiento del grano y la calidad de la alfalfa en la Producción de vacas lecheras.								
Concepto.	Molido		Rolado.		EEM	Efectos		
	Alta	Media	Alta	Media		Grano p.	Alfalfa. p.	Interacción p.
No. Animales	6	6	6	6	-	-	-	-
DEL inicial	154	124	134	143	10.16	0.97	0.33	0.07
Producción, Inicial	30.78	31.27	30.54	31.51	2.11	0.99	0.73	0.91
Producción.	31.07	30.72	31.37	30.37	0.73	0.97	0.37	0.66

Como se observa la mayor disponibilidad de energía derivada del forraje de alta calidad no fue lo suficiente para manifestar una diferencia en peso corporal, condición corporal y producción, aunque sí indicó cierta tendencia. Por otro lado, la mayor digestibilidad del almidón, producto de un mejor procesamiento del grano sí provocó diferencias en consumo de alimento (26.8 vs 24.8 kg d⁻¹ para grano molido (GM) y grano rolado (GR) respectivamente (p<0.01)) y como la producción se mantuvo estable se tuvo un aumento (p<0.10) en la eficiencia alimenticia para este mismo factor (1.15, 1.24 para GM y GR respectivamente). Cabe hacer mención que esta diferencia es debida a que hubo un menor consumo de alfalfa (p<0.05) (14.07 vs 12,39 kg d⁻¹ para GM y GR respectivamente) (Cuadro 6). El efecto individual de los tratamientos no permitió ver diferencias significativas para el consumo de alimento (Cuadro 7).

Estos resultados son comparables con los de otros autores, Poore et al., (1993), alimentando vacas con grano de sorgo rolado a vapor en comparación con grano de sorgo rolado en seco, encontraron un aumento de 3.4 kg d⁻¹. en la producción de leche para las vacas alimentadas con sorgo rolado a vapor, utilizando vacas que se encontraban cerca del pico de su lactancia (64 DEL) sin encontrar diferencias en el consumo de materia seca (MS); resultados similares fueron obtenidos por Moore et al., (1992). Otro experimento donde se utilizaron animales que se encontraban ya en su lactancia media (111 DEL) con los tratamientos mencionados antes, no presentaron aumentos en la producción de leche pero sí un menor consumo de MS resultando en un 10 a 19 % de mayor eficiencia (Santos et al., 1997). En contraste, Yu et al., (1998), utilizando vacas con 160 DEL encontró una mayor producción de leche (2.4 kg. d⁻¹) para grano rolado que para el molido, manteniéndose un mismo consumo de MS (27 kg. d⁻¹). En ninguno de los experimentos citados anteriormente, tanto como en el presente, se observaron cambios significativos en la condición corporal.

Cuadro 5. Efecto del procesamiento del grano y la calidad de la alfalfa en el peso Vivo (PV) y en la condición corporal (C.C) de vacas lecheras en producción.								
Concepto.	Molido		Rolado.		EEM ¹	Efectos		
	Alta	Media	Alta	Media		Grano p.	Alfalfa p.	Interacción p.
No,Animales	6	6	6	6	—	—	—	—
Peso inicial (kg).	624	600	589	607	25.00	0.59	0.89	0.41
Cambio P.V (kg).	34.33	16.00	30.33	20.00	10.12	0.99	0.17	0.70
C.C inicial.	3.33	3.09	3.19	3.30	0.13	0.76	0.65	0.21
C.C final.	3.69	3.43	3.43	3.40	0.17	0.39	0.39	0.49
Cambio C.C	0.37	0.34	0.24	0.09	0.15	0.22	0.57	0.71

¹ Error estándar de la media

Cuadro 6. Efecto del procesamiento del grano de maíz en el consumo total, Consumo de forraje y eficiencia de vacas Holstein en producción.				
Concepto	Maíz Rolado	Maíz Molido	EEM	p.
N. Animales	12	12	-	-
Cons.Total (kg MS d ⁻¹)	24.83	26.80	0.48	0.01
Cons.alfalfa.(kg MS d ⁻¹)	12.39	14.07	0.48	0.02
Eficiencia	1.15	1.24	0.03	0.08

Cuadro 7. Efecto del procesamiento de grano y la calidad de la alfalfa en el consumo de vacas lecheras en producción.								
Concepto.	Molido		Rolado.		EEM ¹	Efectos.		
	Alta	Media	Alta	Media		Grano p.	Alfalfa p.	Interacción p.
No, Animales.	6	6	6	6	-	-	-	-
Consumo (MS)	27.69	25.91	24.78	24.87	0.68	0.01	0.23	0.19
Cons.alfalfa (kg d ⁻¹)	14.96	13.18	12.35	12.43	0.68	0.02	0.23	0.19
Cons.grano (kg d ⁻¹)	5.41	5.41	5.12	5.12	-	-	-	-
Eficiencia.	1.11	1.19	1.26	1.22	0.05	0.08	0.70	0.26

¹ Error estándar de la media.

El alimento concentrado permitió un consumo adecuado de FDN (28.4 % promedio, proporción de FDN del consumo total de MS) en la ración, así como un FFDN (75.95 % promedio) que cumplía con las especificaciones recomendadas (NRC, 1989). Aunque la alfalfa de mediana calidad, como era de esperarse permitió consumos de FDN más altos ($p < 0.01$) (30.81 vs. 25.93 %, proporción de FDN del consumo total de MS). Pero, los tratamientos individuales y el procesamiento del grano, no proporcionaron

diferencias en el consumo de FDN. Así, la FFDN de la dieta fue mayor para la alfalfa de mediana calidad ($p < 0.05$) (78.03 vs. 73.87 %), como el grano rolado disminuyó el consumo de forraje, era de esperarse un efecto similar para este factor ($p < 0.10$) (74.62 vs 77.28 % para GR y GM respectivamente) (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto del procesamiento del grano y la calidad de la alfalfa en la proporción FDN en la dieta de vacas Holstein en producción.								
Concepto	Rolado		Molido		EEM ¹	Efectos.		
	Alta	Media	alta	Media		Grano p.	Alfalfa p.	Interacción p.
N. Animales	6	6	6	6	-	-	-	-
% FDN ²	26.30	30.81	25.56	30.82	0.50	0.48	0.01	0.47
%FFDN ³	76.03	78.53	71.72	77.54	1.52	0.09	0.01	0.29

1 Error estándar de la media.

2 Porcentaje de FDN de la dieta consumida.

3 Porcentaje de FDN que proviene del forraje.

A pesar de que los animales que consumieron la dieta basada en grano rolado presentaron una mejora del 7% en eficiencia alimenticia (producto de un menor consumo de forraje), no se obtuvieron diferencias significativas en el análisis económico ($p = 0.37$) (Apéndice, Cuadros 1, 2 y 3) para producción de leche tomando en cuenta sólo los costos de alimentación contra los litros de leche producidos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Una mayor disponibilidad del almidón (esperada por el rolado a vapor del grano de maíz) nos puede conducir a una mejor eficiencia alimenticia, medida esta como un aumento en la producción donde exista en potencial para ello, manteniendo el consumo estable o una disminución del consumo donde no exista ya un mayor potencial productivo.

Así se recomendaría utilizar dietas con una mayor disponibilidad energética en vacas con más potencial productivo, ya sea éste genético, utilizando vacas en su lactancia temprana o estimulado artificialmente con hormonas (somatotropina bovina).

A pesar de que no se encontró efecto alguno en la interacción de los tratamientos, de que ningún animal presentó síntomas clínicos de acidosis y de que hubo un consumo adecuado de FDN, se sugeriría llevar a cabo pruebas de digestibilidad de FDN y análisis de la composición de la leche, para detectar posibles efectos.

No obstante, los reportes consultados de experimentos previos sobre las mayores producciones o mejores eficiencias alimenticias, bajo las condiciones en las que se desarrollo el presente trabajo (Apéndice, Cuadros 5 y 6) resulta indistinto (según el análisis económico) la utilización de cualquiera de los procesamientos de grano. Dejando a criterio del productor (según sus facilidades, precios y disponibilidades) la utilización de uno u otro. Siempre teniendo en mente que en determinadas situaciones obtendremos mayores beneficios con el rolado a vapor.

BIBLIOGRAFIA.

1. Allen, M. 1995. Fiber requirements: finding an optimum can be confusing. *Feedstuffs*. 67(19):13
2. A.O.A.C. 1984. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 14th.Ed. Arlington, USA.
3. Atwell, W.A., L.F. Hood, D.R. Lineback, E. Varriano-Marston, and H.F. Zobel, 1988. The terminology associated with basic starch phenomena. *Cereal Foods World*. 33: 306-311.
4. Beauchemin, K.A., B.I. Farr, L.M. Rode, and C. Schalje. 1994. Optimal neutral detergent fiber concentration of barley-based diets for lactating dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 77: 1013
5. Beauchemin, K.A., L.M. Rode, and W.Z. Yang, 1997. Effects of nonstructural carbohydrates and source of cereals grain in high concentrate diets of dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 80: 1640-1650.
6. Beauchemin, K.A. and L.M. Rode, 1997. Minimum versus optimum concentrations of fiber in dairy cow diets based on barley silage and concentrates of barley or corn. *J. Dairy. Sci.* 80: 1629-1639.
7. Caton, J.S and D.V. Dhuyvetter, 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. *J. Anim. Sci.* 75: 533-542.
8. Cheeke, P.R. 1991. Applied animal nutrition, feeds and feeding. McMillan Publishing Co. USA. p.135-136.
9. Cheng, K.J., C.W. Forsberg, H. Minato, and J.W. Costerton. 1991. Microbial ecology and physiology of feed degradation within the rumen. *in: Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants. Proceedings of the seventh international symposium on ruminant physiology.* Academic Press Inc. p. 595-624.
10. Ensminger, M.E., J.E. Oldfield, and W.W. Heinemann, 1990. *Feeds & Nutrition.* The Ensminger publishig Co. USA.
11. French, D. 1973. Chemical and physical properties of starch. *J. Anim. Sci.* 37: 1048.
12. Hale, W.H. 1973. Influence of processing on the utilization of grains (starch) by ruminants. *J. Anim. Sci.* 37: 1075-1080.

13. Hoover, W.H. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *J. Dairy. Sci.* 69: 2755-2766.
14. Hoseney, R. 1990. Principles of cereal science and technology a general reference on cereal foods. American Association of cereal chemists, Inc. Second Printing. U.S.A. p 33
15. Martínez, A. 1994a. Bicarbonato de sodio para todo tipo de ganado bovino. *Avances en medicina veterinaria. Año IX. Num.1.*
16. Martínez, A. 1994b. Fisiología digestiva. *Avances en medicina veterinaria. Año IX. Num.1.*
17. Mertens, D.R. 1995. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 80: 1463-1481
18. McAllister, T.A., K.J. Cheng, L.M. Rode, and J.G. Buchanan-Smith. 1990. Use of formaldehyde to regulate digestion of barley starch. *Can. J. Anim. Sci.* 70:581-590.
19. McCarthy, R.D.Jr., T.H. Klusmeyer, J.L. Vicini, J.H. Clark, and D.R. Nelson. 1989. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *J. Dairy. Sci.* 72: 2002
20. McQueen, R.E. and O.H. Robinson. 1996. Intake behaviour, rumen fermentation and milk production of dairy cows as influenced by dietary levels of fermentable neutral detergent fiber. *Can. J. Anim. Sci.* 76: 357-365.
21. Moore, J.A., M.H. Poore, T.P. Eck, R.S. Swingle, J.T. Huber, and M.J. Arana. 1991. Sorghum grain processing and buffer addition for early lactation cows. *J. Dairy. Sci.* 75: 3465-3472.
22. NCSS, 1997. Quik start & self help manual. Statistical system for window. Published by Dr. Jerry L. Hintze. Kaysville, Utah.
23. Nocek, J.E. and S. Tamminga. 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *J. Dairy. Sci.* 74: 3598
24. NRC. 1989. National Research Council, Nutrient requirements of dairy cattle. 6th. rev. ed. Natl. Acad. Sci. Washington, D.C.
25. Ørskov, E.R. 1981. Recent advances in the understanding of cereal processing for ruminants. in: *Recent developments in ruminant nutrition. ed.: Haresing, W. and Cole, D.J.A.* Butterworths. p. 258-267.

26. Ørskov, E.R. 1982. Protein nutrition in ruminants. Academic Press. New York. p.20
27. Ørskov, E.R. 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 63: 1624-1633.
28. Owens, F.N., R.A. Zinn, and Y.K. Kim. 1986. Limits to starch digestion in the ruminat small intestine. *J. Anim. Sci.* 63: 1634-1648.
29. Poore, M.H., J.A. Moore, T.P. Eck, R.S. Swingle, and C.B. Theurer. 1990. Influence of steam flaking sorghum grain on starch and crude protein flow to the duodenum of lactating Holstein cows. *J. Dairy. Sci.* 73(suppl.1) 125.(Abstr.).
30. Poore, M.H., J.A. Moore, R.S. Swingle, T.P. Eck, and W.H. Brown, 1993a. Response of lactating Holstein cows to diets varying in fiber source and ruminal starch degradability. *J. Dairy. Sci.* 76: 2235-2243
31. Poore, M.H., J.A. Moore, T.P. Eck, R.S. Swingle, and C.B. Theurer 1993b. Effect of fiber source and ruminal starch degradability on site and extent of digestion in dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 76: 2244.
32. Ruiz, T.M., E. Bernal, C.R. Staples, L.E. Sollenberg, and R.N. Gallager. 1995. Effect of dietary fiber concentration and forage source on performance of lactating cows. *J. Dairy. Sci.* 78: 305
33. Russell, J.B. and D.B. Dombrowsky. 1980. Effects of pH on the efficiency of growth by pure cultures of rumen bacteria in continuous culture. *Appl. Environ. Microbiol.* 39: 604
34. Rooney, L.W. and R.L. Pflugfelder. 1986. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *J. Anim. Sci.* 63: 1607-1623.
35. Salsbury, R.L., J.A. Hofer, and R.W. Luecke. 1961. Effect of heating starch on its digestion by rumen microorganism. *J. Anim. Sci.* 20:569
36. Santos, F.A.P., J.T. Huber, C.B. Theurer, R.S. Swingle, Z. Wu, J.M. Simas, K.H. Chen, S.C. Chan, J. Santos, and E.J. DePeter. 1997. Comparison of barley and sorghum grain processed at different densities for lactating dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 80: 2098-2103
37. Shriver, B.J., W.H. Hoover, J.P. Sargent, R.J. Crawford, and V. Thayne. 1986. Fermentation of high concentrate diet as affected by ruminal pH and digesta flow. *J. Dairy. Sci.* 69: 413-419

38. Smith, O.B. 1970 Extrusion cooking systems. *in: Feed Manufacturing Technology. Ed. : Pfost, H.B. and Swinehart, C.E.* American Feed Manufacturers Association. Feed production council. p. 105
39. Sullis, R.D., L.W. Rooney and J.K. Riggs. 1971. Physical changes in the kernel during reconstitution of sorghum grain. *Cereal Chemistry*, 48: 567.
40. Theurer, C.B. 1986. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *J. Anim. Sci.* 63: 1649-1662
41. Van Soest, P.J. 1963. Ruminant fat metabolism with particular refence to factors affecting low milk fat and feed efficiency: a review. *J. Dairy. Sci.* 46:204.
42. Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, Neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Anim. Sci.* 74: 3583-3597.
43. Waldo, D.R. 1973. Extent and partition of cereal grain starch digestion in ruminants. *J. Anim. Sci.* 37: 1062
44. Weiss, W.P., G.R. Fisher and G.M. Erickson. 1989. Effects of source of neutral detergent fiber and starch on nutrient utilization by dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 72: 2308
45. Wildman, E.E., G.M. Jones, P.E. Wagner, R.L. Boman, H.F.Jr. Trout and T.N. Lesch. 1982. A dairy condition scoring system and its relationships to selected production characteristics. *J. Dairy. Sci.* 65: 495-501
46. Xiong, Y., S.J. Bartle, and R.L. Preston. 1990. Improved enzymatic method to measure processing effects and starch availability in sorghum grain. *J. Anim. Sci.* 68: 3861-3870.
47. Ysunza, F. 1996. El antagonismo en la digestion ruminal de los carbohidratos. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Asociación Civil. Hermosillo, Son. México. Boletín CIAD. Vol.5. Num. 6.
48. Yu, P., J.T. Huber, F.A.P. Santos, J.M. Simas and C.B. Theurer. 1998. Effects of ground, steam-flaked and steam-rolled corn grains on performance of lactating cows. *J. Dairy. Sci.* 81: 777-783
49. Zinn, R.A. 1990. Influence of flake density on the comparative feeding value of steam-flaked corn for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 68: 767-775

APENDICE

Cuadro 1. Costo del alimento concentrado.			
Concepto.	Cantidad Relativa.	Precio unitario. ¹	Costo. ¹
Grano de maíz.	50.00	1.60	0.80000
Semilla de algodón.	16.67	1.35	0.22505
Salvado de trigo.	4.16	1.15	0.04784
Harina de pescado.	5.00	5.00	0.25000
Harinolina.	11.67	2.30	0.26841
Melaza.	10.00	1.00	0.10000
Urea.	0.33	2.10	0.00693
Bicarbonato de sodio.	1.17	3.00	0.03510
Oxido de magnesio.	0.33	2.50	0.00825
Ortofosfato de calcio.	0.25	2.88	0.00720
Sal.	0.17	0.30	0.00051
Minerales traza. ²	0.08	5.00	0.00400
Levadura. ³	0.17	15.00	0.02550
SUBTOTAL.	100.00	-	1.77879
Costo de maquila.		0.41	0.41323
TOTAL.	100.00		2.19202

¹ Pesos.

² Minerales traza = 50 gr/kg. de Mg., 50 gr/kg. de Fe., 40 gr/kg. de Zn., 10 gr/kg de Cu., 100 ppm de Co., 500 ppm de I., 250 ppm de Se.

³ Procreatin ® (*Saccharomyces cerevisiae*)

Cuadro 2. Costo de un litro de leche en virtud del alimento consumido.						
Trat. ¹	Vaca #	Consumo de alfalfa. ²	Producción. ²	Costo de alimentación. ³	Ingresos. ⁴	Costo del litro de leche. ⁵
1	590	10.50	23.72	40.48	68.79	1.71
1	707	10.29	26.85	40.20	77.87	1.50
1	516	16.45	29.06	48.51	84.27	1.67
1	568	14.01	29.13	45.22	84.48	1.55
1	530	16.20	33.27	48.17	96.48	1.45
1	510	13.81	42.02	44.95	121.86	1.07
2	511	9.00	23.06	38.45	66.87	1.67
2	711	10.72	29.04	40.78	84.22	1.40
2	577	11.19	29.46	41.41	85.43	1.41
2	586	13.96	30.84	45.15	89.44	1.46
2	575	14.71	33.11	46.16	96.02	1.39
2	611	17.39	39.62	49.78	114.90	1.26
3	709	11.30	27.37	41.56	79.37	1.52
3	606	15.13	27.43	46.73	79.55	1.70
3	183	10.85	29.14	40.95	84.51	1.41
3	597	16.85	31.92	49.05	92.57	1.54
3	657	16.07	33.65	48.00	97.59	1.43
3	512	15.32	36.36	46.99	105.44	1.29
4	3191	11.60	20.28	41.96	58.81	2.07
4	32	15.76	28.22	47.58	81.84	1.69
4	651	17.86	31.37	50.42	90.97	1.61
4	640	15.27	31.41	46.92	91.09	1.49
4	526	16.63	32.52	48.75	94.31	1.50
4	554	16.91	40.50	49.13	117.45	1.21

¹Tratamiento: 1= Grano rolado + alfalfa calidad media; 2= Grano rolado + alfalfa calidad alta; 3= Grano molido + alfalfa calidad media; 4= Grano molido + alfalfa calidad alta.

²Kg. d⁻¹

³Costo de alimentación incluye el costo de la alfalfa (1.3 pesos/ kg) y el consumo de 12 kg d⁻¹ de alimento concentrado.

⁴Ingresos producto de la venta de leche fresca (2.9 pesos/l).

⁵Costo de un litro de leche tomando en cuenta solo la alimentación de la vaca, este costo no incluye gastos como: alimentación de vacas secas, sementales, costo de reemplazos, salarios y prestaciones del personal del establo, gastos generales, amortizaciones de bienes muebles e inmuebles, recuperaciones, donaciones de leche, etcétera. Pero podemos decir que, este costo es el 56.4 % del costo total de producción (sin incluir amortización de activos fijos).

Cuadro 3. Tabla de análisis de varianza para el costo de un litro de leche.

Concepto	Grados de libertad.	Suma de Cuadrados.	Cuadrados medios	F-ratio	Nivel de probabilidad.	Alfa=0.10
Alfalfa.	1	4.27E-03	4.27E-03	0.1	0.75506	0.114498
Grano.	1	3.53E-02	3.53E-02	0.83	0.374003	0.217278
Interacción.	1	4.51E-02	4.51E-02	1.06	0.31625	0.248595
S	20	0.853	0.04265			
Total (ajustado)	23	0.9376				
Total.	24					

Cuadro 4. Promedios y errores estándar de los tratamientos para el costo De un litro de leche..

Concepto	Número.	Media. ¹	Error estándar de la Media.
Total	24	1.5	-
Alfalfa			
Calidad media (a).	12	1.486667	5.96E-02
Calidad alta (b).	12	1.513333	5.96E-02
Procesamiento del grano.			
rolado (c).	12	1.461667	5.96E-02
molido (d).	12	1.538333	5.96E-02
Interacción.			
a,c	6	1.491667	8.43E-02
a,d	6	1.481667	8.43E-02
b,c	6	1.431667	8.43E-02
b,d	6	1.595	8.43E-02

¹Pesos

Cuadro 5. Características de las vacas (Holstein Americano) utilizadas en el experimento.

ID ¹	Peso (kg). ²	Trat. ³	CC. ⁴	Estado Reproductivo. ²	Lactancia #	Días en leche. ²	Producción diaria (kg). ⁵	Producción Ajustada. ⁶
707	438	1	3	gestante	1	153	26.26	-
590	552	1	3.5	gestante	3	152	25.36	4708
530	679	1	3	gestante	3	179	32.86	7816
516	655	1	3.75	No gestante	3	139	33.48	5947
568	659	1	3.5	gestante	4	150	29.94	8078
510	678	1	3	No gestante	6	90	41.18	7287
711	527	2	3	No gestante	1	180	26.06	-
586	593	2	3	gestante	2	114	31.6	7126
611	692	2	3	No gestante	2	89	38.2	8299
577	517	2	2.75	gestante	3	143	29.33	7289
575	547	2	3.5	No gestante	3	144	33.78	5330
511	643	2	4	gestante	4	137	24.28	5047
709	485	3	3.5	No gestante	1	129	28.26	-
606	640	3	3	gestante	2	143	30.66	7033
597	627	3	3	No gestante	2	138	32.16	7819
657	606	3	3	gestante	2	114	32.94	7254
512	636	3	3	No gestante	3	109	36.56	7180
183	614	3	3	No gestante	8	111	27.04	5725
651	619	4	3	gestante	1	169	29.96	-
640	600	4	3	gestante	2	119	30.6	7819
526	674	4	3.5	No gestante	3	169	34.38	7694
554	614	4	3	gestante	3	174	39.78	8630
3191	630	4	3.75	Gestante	5	149	22.38	8375
32	600	4	3.75	No gestante	5	142	27.57	5051

¹Arete de identificación.²Al inicio de la prueba.³Tratamiento: 1= Grano rolado + alfalfa calidad media; 2= Grano rolado + alfalfa calidad alta; 3= Grano molido + alfalfa calidad media; 4= Grano molido + alfalfa calidad alta.⁴Condición corporal (Wildman et al., 1982) al inicio de la prueba.⁵Producción de leche promedio de diez días preprueba.⁶Producción (kg de leche) de la lactancia anterior ajustada a 305 días.

Cuadro 6. Temperatura media, humedad relativa y precipitación durante el período de prueba.			
Día¹	Temperatura.²	% Humedad.³	Precipitación
1	21.50	51	0
2	20.50	68	0
3	22.50	60	0
4	18.50	56	0
5	19.00	60	0
6	19.50	56	0
7	20.50	42	0
8	22.50	40	0
9	22.50	35	0
10	27.00	47	0
11	29.00	42	0
12	28.50	49	0
13	27.50	47	0
14	25.00	49	0
15	23.00	62	0
16	22.00	61	0
17	24.00	41	0
18	27.00	42	0
19	26.50	48	0
20	26.00	51	0
21	27.00	45	0
22	26.00	45	0
23	26.00	52	0
24	24.50	54	0
25	26.00	55	0
26	29.00	53	0
27	24.50	56	0
28	24.00	61	0
29	26.50	56	0
30	25.00	56	0
31	25.00	52	0
32	23.00	64	0
33	23.00	65	0
34	25.00	61	0
35	28.00	61	0
36	25.50	40	0
37	29.00	37	0
38	30.50	38	0
39	29.50	50	0
40	31.00	52	0

¹Día del experimento.

²Temperatura media (°C)

³% humedad relativa, promedio de tres observaciones diarias (0800, 1200, 1900 horas).