



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
Facultad de Ciencias Veterinarias
Instituto de Zootecnia

Suplementación de vacas lecheras alimentadas con dietas en base a ensilaje de pradera con fuentes de almidón de distinta degradabilidad ruminal

Tesis de Grado presentada como parte
de los requisitos para optar al Grado
de LICENCIADO EN MEDICINA
VETERINARIA

Mónica Cecilia Thompson Willer
Valdivia Chile 1998

PROFESOR PATROCINANTE

Soledad Espindola Gómez



Firma

COLABORADOR

Rubén Pulido Fuenzalida



Firma

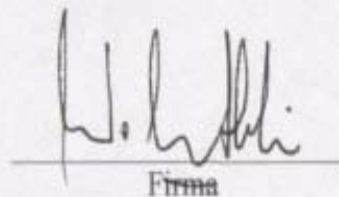
PROFESORES CALIFICADORES

Pedro Contreras Barriga



Firma

Wolfgang Stehr Wilckens



Firma

FECHA DE APROBACION: 24 de Agosto de 1998.

A mis padres, abuelos y hermano
con mucho cariño y gratitud.

INDICE

	Página
1. Resumen	1
2. Summary.....	2
3. Introducción.....	3
4. Material y Método.....	10
5. Resultados.....	16
6. Discusión.....	22
7. Bibliografía.....	29
8. Anexos.....	35
Agradecimientos.....	50

1. RESUMEN

El objetivo de este estudio fue comparar el efecto de la suplementación de maíz y/o trigo molido, a vacas lecheras alimentadas con dietas basadas en ensilaje de pradera, sobre producción y composición de leche, condición corporal y peso vivo. Se utilizaron 45 vacas multíparas, Frisón Negro, en su segundo tercio de lactancia. El estudio tuvo una duración de 120 días, comprendiendo el período entre los 90 y los 210 días de lactancia promedio.

Se conformaron al azar tres grupos experimentales. El grupo 1 (M) fue suplementado con maíz molido como fuente de almidón de lenta degradabilidad ruminal, el grupo 2 (MT), con maíz molido y trigo molido como fuentes de almidón de lenta y rápida degradabilidad ruminal y, el grupo 3, (T) con trigo molido como fuente de almidón de rápida degradabilidad ruminal. Las dietas contenían aproximadamente un 65% de voluminoso y un 35% de concentrado y, en cada dieta, a su vez, el maíz y/o el trigo molido representaba el 20% de la materia seca total de la dieta. Las dietas utilizadas fueron formuladas para ser similares en su concentración energética y proteica.

La suplementación amilácea de distinta degradabilidad de vacas lecheras en condiciones de alimentación invernal en el sur de Chile, a través de sólo maíz, sólo trigo o ambos no afectó significativamente la producción de leche, ni la concentración y producción de materia grasa y proteína lácteas. Tampoco afectó significativamente la condición corporal y peso vivo de las vacas, ni la variación de éstos a lo largo del período experimental.

Palabras claves: maíz, trigo, almidón, producción de leche, composición de leche.

2. SUMMARY

The objective of this study is to compare the effects of the supplementation of dairy cows fed grass silage with ground corn or ground wheat upon milk production, milk composition, body condition and body weight. There were used forty five multiparous dairy cows in their second third of lactation. The study was carried out for 120 days from day 90 to day 210 of lactation.

There were randomly form three groups. The first group received ground corn as source of starch of slowly ruminal degradability, the second group received ground corn and ground wheat as sources of starch of slowly and rapidly ruminal degradability and the third group received ground wheat as source of starch of rapidly ruminal degradability. The diets contained about 65% of forage and 35% of concentrate with approximately 20% of the starch source in the total dry matter of the diet. The diets were formulated to be isoenergetic and isonitrogenous.

Under winter conditions in the south of Chile the supplementation of dairy cows with only corn, only wheat or both there were no significant differences neither in milk production nor in fat and protein concentrations and productions. There were no significant differences neither in body condition and body weight nor in their variation throughout the experimental period.

Key words: corn, wheat, starch, milk production, milk composition.

3. INTRODUCCION

3.1 Los carbohidratos en rumiantes.

Los carbohidratos cumplen un rol de indiscutida importancia en rumiantes, ya que de su fermentación a nivel ruminal se originan ácidos grasos volátiles que proveen la principal fuente de energía para el animal (Russell y col., 1992).

Los hidratos de carbono estructurales o fibrosos se definen genéricamente como aquellos que se encuentran en la pared de las células vegetales y que son selectivamente retenidos en una solución neutra detergente, denominada fibra detergente neutra (FDN). Los hidratos de carbono no fibrosos o no estructurales (HCNE) incluyen el almidón, el azúcar y la pectina, y son típicamente fermentados con mayor facilidad en el rumen (Stern y col., 1994).

El almidón es uno de los carbohidratos no estructurales presente en granos, tubérculos, raíces y brotes de plantas y constituye la forma de almacenamiento de glucosa de los vegetales, que a su vez corresponde a una de las fuentes de mayor densidad energética usada en producción de leche. El almidón está compuesto de dos moléculas principales, amilosa y amilopectina. La amilosa es un polímero de unidades de α -1,4-D-glucosa. La amilopectina es un polímero ramificado con cadenas lineales de α -1,4-D-glucosa que tienen una ramificación en α -1,6 cada 20 a 25 residuos de glucosa (Nocek y col., 1991).

3.2 Importancia del almidón como fuente energética.

El almidón es la principal fuente de energía metabolizable utilizada en producción de leche, por lo tanto su utilización por los microorganismos ruminales y su digestión en el tracto digestivo total contribuye a aumentar la eficiencia en la utilización de la energía consumida para la producción de leche (Theurer, 1986).

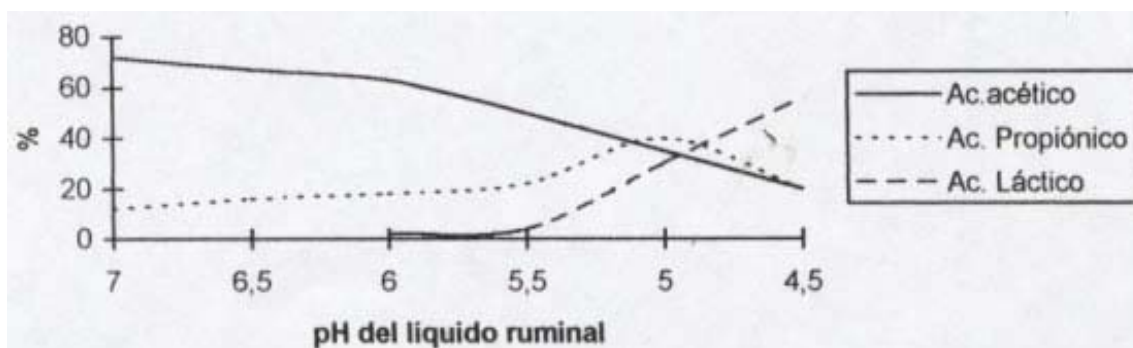
La contribución de los carbohidratos no estructurales y, principalmente, el almidón al metabolismo ruminal ha recibido una creciente atención en los últimos años (Nocek y col., 1991) y, la importancia de los hidratos de carbono no estructurales en relación a la producción animal se hace evidente con el desarrollo de programas computacionales que incluyen carbohidratos no estructurales en la formulación y evaluación de raciones (Russell y col., 1992; Sniffen y col., 1992) y en el establecimiento de patrones de utilización de nutrientes en vacas lecheras (Baldwin y col., 1994).

Entre los granos utilizados en producción de leche se encuentran el maíz, la cebada, la avena, el sorgo, el trigo y el triticale. Sin embargo, existen diferencias geográficas y estacionales, entre otras, que influyen sobre la elección del grano de cereal a usar como fuente energética en la suplementación de vacas lecheras.

El almidón es hidrolizado a glucosa en el rumen por la acción de amilasas y otras carbohidrasas extracelulares o asociadas a la superficie de las bacterias. Un gran número de bacterias ruminales son capaces de digerir almidón y azúcares, siendo las más importantes: *Bacteroides amylophilus*, *Streptococcus bovis*, *Succinomonas amylolitica*, *Selenomonas ruminantum* y diferentes especies de lactobacilos. Los protozoos también juegan un papel importante en el catabolismo de los hidratos de carbono no estructurales, ya que fagocitan los granulos de almidón y los digieren intracelularmente, por lo que reducen su disponibilidad para otras especies microbianas. Por último, los hongos parecen disponer de una escasa actividad amilolítica (De Blas y col., 1995).

Los microorganismos amilolíticos dan lugar a una proporción más elevada de ácido propiónico (35-45 mol/100 mol AGV) en el rumen, que los que fermentan celulosa o hemicelulosa (15-25 mol/100 mol AGV). La formación de ácido propiónico, a partir de piruvato, puede realizarse a través de dos vías metabólicas: vía succinato o vía lactato. La primera de ellas es la más importante en condiciones normales de alimentación, mientras que la segunda, un 50% menos eficaz desde un punto de vista energético, sólo es predominante cuando los animales consumen dietas con altos niveles de concentrados. En estas condiciones, el ácido láctico se acumula en el rumen como consecuencia de un desequilibrio entre las bacterias que producen y las que utilizan el ácido láctico (por ejemplo, *Selenomonas ruminantum* o *Megasphaera elsdenii*, menos tolerantes a la acidez ruminal). La acumulación de lactato hace que disminuya el pH del rumen (Figura 1), lo que favorece el crecimiento de las bacterias ácido tolerantes, como *Streptococcus bovis* y lactobacilos (De Blas y col., 1995).

Figura 1. Relación entre la orientación de las fermentaciones y el pH del líquido del rumen (Kaufman y col., 1979).



El almidón que no es digerido en el rumen por los microorganismos llega al intestino delgado, donde puede hidrolizarse a glucosa por las amilasas pancreáticas y, posteriormente al ciego e intestino grueso donde puede ser fermentado por la flora allí residente. Según O'Mara y col. (1997), poco se sabe acerca del grado o la eficiencia de la digestión en el intestino grueso de rumiantes. Probablemente hay absorción de ácidos grasos volátiles, pero se pierde materia microbiana y energía en las fecas. En este sentido, la digestión en el intestino grueso sería menos beneficiosa para la vaca que la fermentación ruminal, siendo la digestibilidad intestinal del almidón inversamente proporcional a la digestibilidad ruminal para un grano de cereal.

En vacas lecheras se ha medido el flujo de almidón hacia el duodeno y se han obtenido niveles tan altos como 5,8 kg/d (ó 242 g/h) a partir de dietas basadas en maíz. Sin embargo, el flujo de almidón de dietas basadas en cebada fue de sólo 1,9 kg/d (McCarthy y col., 1989). Este estudio sugiere que las vacas lecheras tienen una gran capacidad para digerir el almidón a nivel postruminal. La digestión del almidón en el intestino delgado por vía enzimática en lugar de la vía fermentativa tiene ventajas desde un punto de vista de eficacia energética, ya que disminuyen la formación de metano y el calor de fermentación, pérdidas que representan un 12 a 20% de la energía ingerida (Orskov, 1986). Por otra parte, se producen cambios en los productos finales de la digestión (% glucosa/ácidos grasos volátiles) que afectan en forma significativa al metabolismo del animal y a la composición de sus productos (De Blas y col., 1995).

La eficiencia de la utilización del alimento amiláceo en el tracto digestivo depende de una serie de factores que incluyen el lugar, la velocidad y la cantidad de digestión de su almidón (Orskov, 1986). Las estrategias de alimentación y el procesamiento de los granos constituyen métodos potenciales para la manipulación del uso del almidón en el tracto digestivo total de la vaca lechera (Espíndola y col., 1997).

El factor de mayor importancia que parece explicar las diferencias de digestión entre los diferentes granos de cereales es la matriz proteica que envuelve los granulos de almidón. La velocidad de degradación ruminal de la proteína de la matriz determina la velocidad de hidrólisis del almidón, ya que la superficie de almidón en contacto con las amilasas aumenta a medida que esa matriz es degradada (Stern y col., 1994). El procesamiento de los granos persigue romper esa matriz proteica que envuelve los granulos de almidón y, de esta manera, permitir el acceso de dichas enzimas al almidón (Hale, 1973; Kotarski, 1992), con el fin de aumentar la digestión del almidón en el rumen y en el tracto digestivo total (Owens y col., 1986; Theurer, 1986). Satter (1986) indicó que la matriz proteica del grano de cebada, del trigo y de la avena es más degradable a nivel ruminal que la matriz del maíz y sorgo. Según McAllister y col. (1995) y Satter (1986), la menor degradabilidad del maíz y el sorgo en comparación con otros granos de cereales es en gran parte debida a la resistencia del germen y del endospermo córneo a la colonización bacteriana y a su posterior digestión.

Según Orskov (1986), más del 90% del almidón del trigo y/o de la cebada es degradado a nivel ruminal, a diferencia del maíz en que más del 40% de su almidón no es degradado. Posteriormente, Herrera-Saldafia y col. (1990) determinaron in vivo e in vitro que la velocidad de degradación ruminal del almidón de diferentes cereales era, de mayor a menor, avena > trigo > cebada > maíz > sorgo.

El procesamiento de los granos de cereales mejora la eficiencia de utilización de nutrientes al aumentar la digestión del almidón en el tracto digestivo total de los rumiantes. Los métodos de procesamiento van desde procesos físicos que quiebran los granos y reducen su tamaño, como son el roleado en seco y el molido, hasta procedimientos que incluyen la exposición de los granos a calor húmedo y presión, como es el roleado al vapor (Espíndola y col., 1997). Claramente, estos métodos afectan el lugar, la cantidad y la velocidad de la digestión del almidón en el tracto digestivo de vacas lecheras (Huber y col., 1981, Theurer, 1986; Zinn, 1991; 1994).

3.3 Maíz y trigo: sus características nutricionales y productivas.

El maíz es un cereal ampliamente utilizado en alimentación de vacas lecheras. Posee aproximadamente un 62% de almidón, de lenta degradabilidad ruminal, por lo que es principalmente digerido a nivel intestinal obteniéndose glucosa (Orskov, 1986). Su contenido de fibra cruda es bajo, 2,6%, poco lignificado y su proteína varía entre un 7,5% (Anrique y col., 1995) y un 9% (N.R.C., 1989).

El trigo contiene aproximadamente un 60% de almidón, por lo que su aporte energético es comparable al del maíz. Sin embargo, no es tan usado en alimentación de vacas lecheras, probablemente debido a que es rápidamente degradado a propionato y lactato a nivel ruminal (Faldet y col., 1989; Orskov, 1986). Su contenido de fibra cruda es similar a la del maíz, 2,4%. Sin embargo, su contenido de proteína cruda es algo mayor (N.R.C., 1989).

Oltjen y col. (1967), en un estudio llevado a cabo para comparar diversos granos de cereal utilizados en la alimentación de rumiantes en cuanto a su metabolización a nivel ruminal, determinaron que las raciones basadas en trigo originaban valores de pH del líquido ruminal menores que los obtenidos con raciones basadas en maíz (5.3 vs 6.0). Además, determinaron en su ensayo que las concentraciones totales de ácidos grasos volátiles fueron significativamente mayores en el caso de raciones basadas en trigo.

En un estudio realizado por Faldet y col. (1989), en el que incorporaron distintas cantidades de trigo a las raciones de vacas lecheras, observaron que había una disminución lineal ($p < 0,001$) en la producción de leche a medida que la cantidad de trigo en la ración iba en aumento (28.8, 28.0 y 27.3 kg/d), con diferencias de importancia práctica. En este estudio se incorporó 0, 40 y 60% de trigo al concentrado de vacas que recibían una dieta con un 55%

de concentrado y un 45% de ensilaje de sorgo (base M.S.). Previamente, Cunningham y col. (1970), observaron una menor producción de leche de vacas cuando el trigo representaba 66,7% que cuando era 33,3% del concentrado en el que el trigo reemplazaba al maíz.

Casper y col. (1990), usando dos fuentes de almidón de distinta degradabilidad a nivel ruminal como son el maíz, de baja degradabilidad ruminal, y la cebada, de alta degradabilidad ruminal, observaron que al alimentar vacas lecheras con dietas basadas en maíz aumentó la producción de leche, probablemente debido a una mayor ingesta de materia seca y a un mayor pasaje de almidón y aminoácidos al duodeno. Asimismo, estos investigadores establecieron que existían diferencias significativas en el porcentaje de materia grasa a favor de las vacas alimentadas con dietas basadas en maíz en relación con aquellas que recibieron la dieta basada en cebada. El porcentaje de proteína láctea no fue afectado por el tratamiento. En un estudio similar, DePeters y col. (1985) determinaron que no existían diferencias en cuanto a la producción de leche y a la concentración de materia grasa y proteína lácteas. No obstante, en dicho estudio fue posible establecer tendencias. En relación al maíz, se observó una tendencia a una mayor producción de leche con un mayor porcentaje de proteína y, al usar cebada, a un mayor porcentaje de materia grasa.

Estudios *in vivo* (Aldrich y col., 1993; Herrera-Saldana y col., 1990) e *in vitro* (Russell y col., 1983), indican que el crecimiento bacteriano es máximo cuando las tasas de fermentación del almidón y la proteína están sincronizadas. DePeters y col. (1992), a su vez, sugirieron que sería importante sincronizar las tasas de degradación de los componentes de la dieta -carbohidratos y proteína- en el rumen, para optimizar el crecimiento microbiano y la digestión ruminal.

3.4 Síntesis de leche y sólidos

Para la producción de un litro de leche se necesita del pasaje de unos 500 litros de sangre a través de la glándula mamaria, absorbiéndose de ella los precursores de los sólidos lácteos. Estos precursores provienen de los procesos de fermentación, digestión y absorción de nutrientes provenientes de la dieta (Beachler, 1995). Cerca del 65% de ellos sufren cambios químicos importantes producto del metabolismo mamario, luego de ser extraídos por la glándula mamaria desde la circulación general (Figura 2).

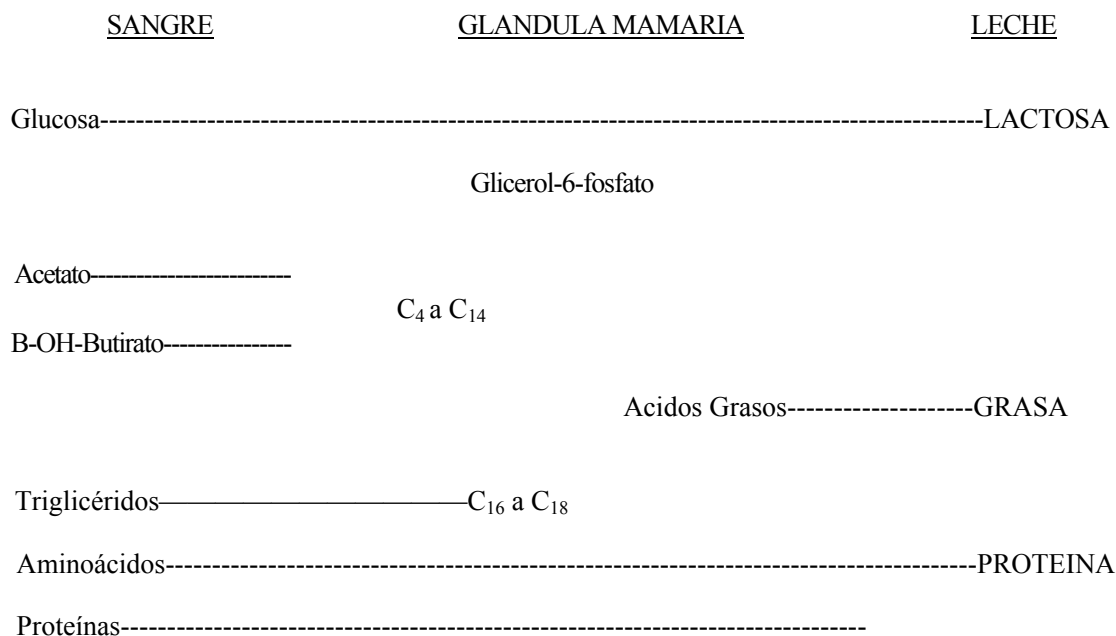


Figura 2. Esquema simplificado del metabolismo mamario (Bondi, 1987).

La grasa está formada por triglicéridos (96-98%) que poseen ácidos grasos de cadena larga (C₁₆ a C₁₈), que derivan de los triglicéridos del plasma sanguíneo, los de cadena corta (C₄ a C₁₄), que se sintetizan en la glándula mamaria a partir de acetato y β-OH-butirato y, finalmente, los de longitud intermedia que se sintetizan por ambos mecanismos (Casado y col., 1985 y Maynard y col., 1989). Estos ácidos grasos corresponden al acético, butírico y propiónico; en relación de los dos primeros con el tercero de 4:1.

Huber y col. (1966), señalaron que la formación de ácido acético y butírico no altera la proteína de la leche, pero sí causan un marcado incremento en la concentración de materia grasa. Cambios en la concentración de materia grasa de la leche pueden ser explicados en términos de cambios en el balance de los productos resultantes de la fermentación ruminal, a favor de la producción de ácido acético en comparación con la de propiónico (Bines, 1982).

Las proteínas de la leche provienen mayoritariamente de los aminoácidos de la sangre (Huber y col., 1966), los que a su vez vienen del intestino delgado, siendo algunos originados por la hidrólisis de las proteínas del alimento (proteína no degradable ruminalmente), y otros, de la proteína microbiana sintetizada a partir de la proteína degradada en el rumen.

Alais (1985), divide las proteínas en dos grupos, las caseínas que representan el 75% y las proteínas del suero (lactoalbúminas y lactoglobulinas), el 20% aproximadamente. El restante 5% corresponde a nitrógeno no proteico.

La caseína es sintetizada a partir de los aminoácidos provenientes de la ración, a diferencia de las proteínas del suero que provienen de la sangre, no siendo influenciadas por la alimentación. El nitrógeno no proteico está constituido en su mayoría por la urea proveniente de la sangre, por lo que también es influenciado por la ración (Miller, 1990).

La grasa y proteína lácteas se correlacionan positivamente, es así como en un rebaño la relación grasa:proteína fluctúa entre 1,1 y 1,2. Si la relación es mayor a 1,3 es posible pensar en un problema de depresión proteica y si, por el contrario, esta relación fuera menor a 1,0 existiría una depresión grasa. Sin embargo, son muchos los factores que pueden determinar cambios en esta relación (Espíndola, 1997; Santibañez y col., 1996).

Según Nocek y col. (1991), el consumo de glucosa por parte de la glándula mamaria es el principal determinante de la tasa de secreción de leche. Ese consumo es una función lineal de la disponibilidad de glucosa en el plasma y ésta a su vez de la producción de leche (Kronfeld y col., 1963). Este autor calculó que la glándula mamaria requiere la captura de 72 g de glucosa para producir 1 kg de leche. Así, una vaca que produce 30 kg de leche requiere aproximadamente 2,2 kg/d de glucosa en la glándula mamaria. Con estos fundamentos, la manipulación de la dieta con el fin de aumentar el suministro de glucosa hacia la glándula mamaria parece ser una estrategia muy útil para aumentar los rendimientos productivos.

Según los antecedentes revisados, en el presente estudio se ha planteado la hipótesis de que en raciones de vacas lecheras basadas en ensilaje de pradera, la mezcla de cereales de distinta degradabilidad afectarían la fermentación ruminal y, por lo tanto, la proporción de ácidos grasos volátiles y los precursores para la síntesis de leche y de sus componentes, aumentando, de esta manera, la producción de leche y sólidos lácteos. Para evaluar el efecto de la degradabilidad de la fuente de almidón del grano se plantearon los siguientes objetivos.

- a) Medir y comparar la producción de la leche.
- b) Medir y comparar las concentraciones de materia grasa y proteína en leche.
- c) Medir y comparar las variaciones de la condición corporal y peso vivo de las vacas.

Los resultados permitirán aportar información a productores, asesores e investigadores en relación a la suplementación de vacas lecheras alimentadas con dietas en base a ensilaje de pradera con fuentes de almidón de distinta degradabilidad ruminal.

4. MATERIAL Y METODO

4.1 Descripción del lugar del ensayo.

El estudio se llevó a cabo en un predio de la X Región, ubicado en la comuna de Osorno. El predio posee una superficie de 360 hectáreas, de las cuales 180 están orientadas a la producción de leche. La producción anual de leche del predio durante 1997 fue de 1450000 kilos con un promedio de 200 vacas en ordeña al año y 240 vacas masa. El rebaño tiene un promedio de producción estandarizado por lactancia de 7500 kilos por vaca.

La alimentación del rebaño se basa en praderas naturales mejoradas, ballicas anuales y bianuales, ensilajes de pradera de corte directo, col forrajera y alimentos concentrados disponibles en el mercado.

El predio cuenta con un control lechero oficial a cargo de Cooprinsem, empresa que posee un completo laboratorio en el que se analizan las muestras de leche tomadas en terreno.

4.2 Animales.

Se utilizaron para el estudio 45 vacas multíparas de raza Frisón Negro ($\geq 75\%$ Holstein Friesian), de pedigree, que promediaban 90 ± 25 días de lactancia al inicio del estudio.

Se eliminaron 3 vacas durante el primer mes del ensayo, por razones no atribuibles al ensayo (pododermatitis séptica).

4.3 Grupos experimentales.

A partir de los 90 días de lactancia se conformaron tres grupos de 15 vacas cada uno. La selección de las vacas integrantes de cada grupo se hizo al azar, obteniendo de este modo grupos similares y comparables entre sí. Los grupos experimentales resultantes fueron diferenciados por la fuente de almidón con que fueron suplementados.

- Grupo 1 (**M**): Grupo suplementado con maíz molido como fuente de almidón de lenta degradación ruminal.
- Grupo 2 (**MT**): Grupo suplementado con maíz molido y trigo molido como fuentes de almidón de lenta y rápida degradación ruminal.
- Grupo 3 (**T**): Grupo suplementado con trigo molido como fuente de almidón de rápida degradación ruminal.

4.4 Características de las dietas y del manejo de las vacas.

Para cada grupo se formularon dietas isoproteicas e isoenergéticas, de acuerdo al nivel productivo y días de lactancia de las vacas. Los alimentos considerados a lo largo del período experimental y sus características nutricionales se observan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química de los ingredientes utilizados (base M.S.).

Ingrediente	M.S. %	P.C. %	E.M. Mcal/kg	F.D.A. %	F.D.N. %
Afrecho de raps ³	90,00	38,00	2,60	21,00	34,00
Col forrajera ³	12,10	13,10	2,32	25,30	40,30
Concentrado comercial ⁴	88,00	21,00	3,10	13,00	31,40
Ensilaje de pradera ¹	18,20	12,10	2,40	42,10	62,30
Harina de pescado ³	90,80	69,00	2,50	1,60	1,90
Maiz molido ²	85,70	9,00	3,44	3,00	8,80
Pradera junio ³	17,20	19,50	2,15	23,20	38,20
Pradera septiembre ³	15,00	20,00	2,42	26,70	41,70
Semilla de algodón ²	90,00	22,00	3,80	35,00	48,00
Trigo molido ¹	85,50	12,70	3,38	7,90	13,70

M.S. = materia seca

P.C. = proteína cruda

E.M. = energía metabotizable

F.D.A = fibra detergente ácido

F.D.N = fibra detergente neutro

¹Según Laboratorio Nutrición Animal, UACH

²Según NRC, 1989

³Según tabla "Composición de alimentos para el ganado en la zona sur", UACH, 1995

⁴Según análisis nutricional garantizado

Las raciones fueron administradas por ingredientes. Durante los dos períodos de estabulación parcial (días 1 a 30 y 91 a 120 del ensayo), los alimentos voluminosos fueron entregados una vez al día y los alimentos concentrados dos veces al día, después de cada ordeña. Entre los días 31 y 90 del ensayo, los voluminosos fueron suministrados dos veces al día y los concentrados, cuatro veces al día. Los alimentos concentrados fueron entregados sobre el ensilaje y luego mezclados con éste. En todo momento las vacas tenían libre acceso al agua.

Como se aprecia en el Cuadro 2, los voluminosos, representados por el ensilaje de pradera, la pradera y las coles forrajeras, constituyeron a lo largo del período de tratamiento alrededor de un 65% de la materia seca de la ración y los concentrados, alrededor de un 35%.

Cuadro 2. Composición porcentual promedio de los ingredientes usados en las dietas durante todo el ensayo (base M.S.).

Ingrediente	Grupo M %	Grupo MT %	Grupo T
Voluminosos	65	65	65
Maíz y/o trigo	21	22	22
Concentrado proteico animal	1	1	1
Concentrado proteico vegetal	12	11	11
Aditivos	1	1	1

Entre los voluminosos, la col forrajera se consideró sólo durante los primeros 30 días de acuerdo a la disponibilidad de ésta en el predio. Igual situación ocurrió con la pradera, que fue incluida entre los días 1 a 30 y 91 a 120 de tratamiento. La col forrajera representó alrededor de un 5,8% de la M.S. de la dieta de cada grupo durante los primeros 30 días del ensayo. La pradera, a su vez, representó un 16,6% entre los días 1 a 30 y un 42,5% entre los 91 a 120 días (ver cuadro 3).

Los concentrados proteicos se incluyeron para cubrir los requerimientos de proteína de las vacas según producción y etapa de lactancia. Como concentrado proteico de origen animal se incluyó harina de pescado como fuente de proteína no degradable, hasta los 90 días de tratamiento. Entre los alimentos concentrados de origen vegetal se utilizó afrecho de raps, semilla de algodón y un concentrado comercial. El afrecho de raps se utilizó todos durante todo el período experimental y en cantidades según requerimientos. La semilla de algodón se

utilizó durante 60 días, entre los 31 y 90 días del ensayo. El concentrado comercial se utilizó los primeros 60 días del ensayo. Esto se detalla en el cuadro 3.

Los aditivos incluidos en las dietas fueron sales minerales y bicarbonato de sodio. La sal mineral utilizada se incluyó a razón de 200 gramos/vaca/día, para todas las vacas y durante la totalidad del período experimental. El bicarbonato de sodio se dio a razón de 150 gramos/vaca/día durante los primeros 60 días del ensayo, período en el cual las vacas estuvieron recibiendo entre 4,3 y 5,0 kg de M.S. de trigo y/o maíz. Su nivel de inclusión fue alrededor de un 0,68% del total de materia seca consumida.

Cuadro 3. Alimentos utilizados mensualmente durante el ensayo.

Alimentos	Días 1 a 60	Días 31 a 60	Días 61 a 90	Días 91 a 120
Afrecho de raps	●	●	●	●
Col forrajera	●			
Concentrado comercial	●	●		
Ensilaje de pradera .				
Harina de pescado	●	●	●	
Maíz molido	●	●	●	●
Pradera junio	●			
Pradera septiembre				●
Semilla de algodón		●	●	
Trigo molido	●	●	●	●

En el cuadro 4 se observa la composición química promedio de las dietas utilizadas durante el ensayo. En el anexo 1 se detallan las dietas utilizadas por cada grupo a lo largo del período experimental.

Cuadro 4. Composición química promedio de las dietas.

Item	Grupo M	Grupo MT	Grupo T
% (base M.S.)			
Materia seca	24,67	24,60	24,49
Proteína cruda	15,00	15,22	15,27
F.D.A.	28,22	28,63	29,20
F.D.N.	43,34	43,73	44,30
E.M.,Mcal/kg	2,67	2,67	2,67

El experimento consideró un período de adaptación a la suplementación con grano de aproximadamente 10 días. Así, se tomó como día inicial del ensayo (día 1) el día 1° de Junio de 1997, que corresponde en promedio a los días 90, 93 y 92 de lactancia para los grupos M, MT y T, respectivamente.

Las vacas permanecieron los períodos comprendidos entre los días 1 y 30 y entre los 91 y 120 días de tratamiento en un sistema de estabulación parcial con pastoreo diurno. Se estableció un sistema de pastoreo por rotación con cerco eléctrico. La disponibilidad de pradera por vaca se estimó en alrededor de 20 y 50 kilos diarios entre los días 1 y 30 y entre los días 90 y 120 del ensayo, respectivamente. Durante el pastoreo las vacas de los tres grupos se mantuvieron juntas. Entre los 31 y 90 días de tratamiento las vacas fueron mantenidas en estabulación permanente.

4.5 Toma de Muestras y Obtención de Datos

4.5.1 Producción láctea.

Se midió la producción de leche de dos ordeñas seguidas cada 15 días durante todo el período experimental. Para su medición se utilizaron medidores proporcionales de leche tipo Waikato.

4.5.2 Composición de la leche.

Las muestras de leche para análisis químico se obtuvieron cada 30 días por medio de medidores proporcionales tipo Waikato durante dos ordeñas seguidas y fueron tomadas por contralores de una empresa privada, a cargo del control lechero del predio.

Para la determinación de la composición de la leche, los métodos empleados por dicho laboratorio fueron los siguientes:

- Materia grasa: Método infrarojo - Milkoscan 4000.
- Proteína: Método infrarojo - Milkoscan 4000.
- Urea: Método infrarojo - Milkoscan 4000.

4.5.3 Condición Corporal.

Se calificó cada vaca al inicio del período experimental y cada 30 días hasta el fin del período experimental. Para este fin se utilizó una escala de 5 puntos que va desde 1 a 5 (Wildman y col., 1982)

4.5.4 Peso.

Cada vaca fue pesada el día del inicio del tratamiento y después cada 30 días hasta el final. lista determinación se llevó a cabo conjuntamente con la determinación de condición corporal. Estas mediciones se llevaron a cabo cada vez a la misma hora.

4.6 Análisis estadístico

Se analizaron los datos mediante una descripción estadística basada en parámetros de posición y dispersión (promedios y desviación estándar).

Los promedios de producción y composición de leche, condición corporal, peso vivo, cambio de peso vivo/día y cambio de condición corporal en el período se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) en un diseño completamente al azar con una significancia de $p < 0,05$.

5. RESULTADOS

El efecto de la suplementación de diferentes fuentes de almidón, a través de maíz y/o trigo, sobre la producción y la composición de leche de vacas multíparas entre los 90 y 210 días de lactancia se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Producción y composición de leche de los grupos experimentales.

Item	Grupo M	Grupo MT	Grupo T
Producción			
Leche, kg/d	22,25 ± 3,90	21,89 ± 2,81	22,09 ± 3,69
Materia grasa, g/d	804,6 ± 170,5	803,0 ± 120,8	785,0 ± 125,8
Proteína, g/d	687,7 ± 112,1	689,7 ± 76,2	674,5 ± 109,4
Composición			
Materia grasa, %	3,61 ± 0,32	3,68 ± 0,44	3,57 ± 0,34
Proteína, %	3,10 ± 0,18	3,16 ± 0,15	3,06 ± 0,18
Urea, mg/l	293,6 ± 115,8	317,5 ± 52,6	339,3 ± 123,3

Como se puede observar no hubo diferencias significativas en la producción de leche, como tampoco en los porcentajes de materia grasa y proteína debido a las diferencias en la degradabilidad de las fuentes de almidón con que fueron suplementadas las vacas. Respecto a la producción de sólidos lácteos, expresados en gramos por día, las diferencias existentes no son estadísticamente significativas.

Las curvas de producción de leche de las vacas durante el período de tratamiento para cada grupo están representadas en el gráfico 1. El día 90 corresponde al inicio del período experimental y el día 210, al final de dicho período.

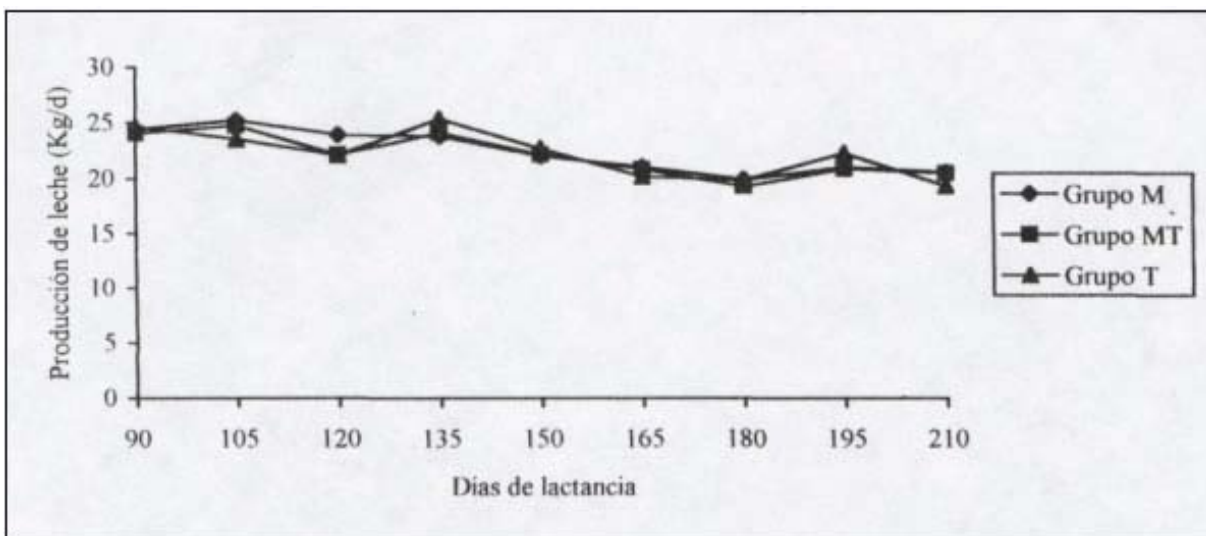


Gráfico 1. Producción de leche durante el período experimental.

Como se puede observar en el gráfico 1, las respuestas en producción de leche frente a los distintos tratamientos son similares a lo largo del período experimental. Al evaluar la producción por grupo de cada quincena se observan pequeñas diferencias que, sin embargo, no son consistentes a lo largo del período experimental. En el anexo 2 se encuentran las producciones de leche individuales durante el período.

El gráfico 2 muestra la variación mensual del contenido de materia grasa de los 3 grupos durante el período experimental. En el anexo 3 se encuentran los datos individualizados de materia grasa.

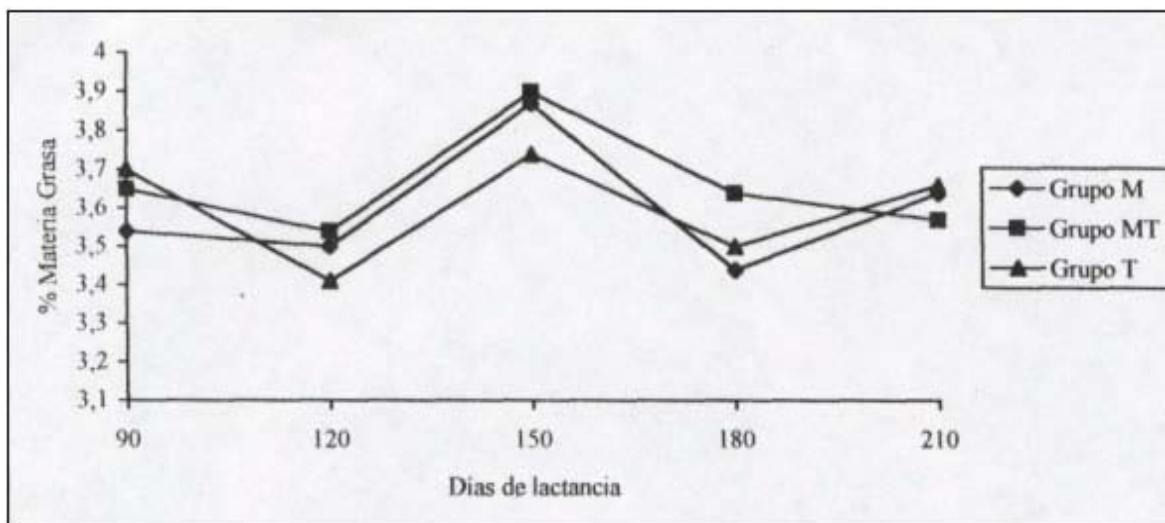


Gráfico 2. Concentración de materia grasa en la leche durante el periodo experimental

La variación mensual en la concentración de proteína se puede observar en el gráfico 3. En el anexo 4 están los datos individuales de proteína.

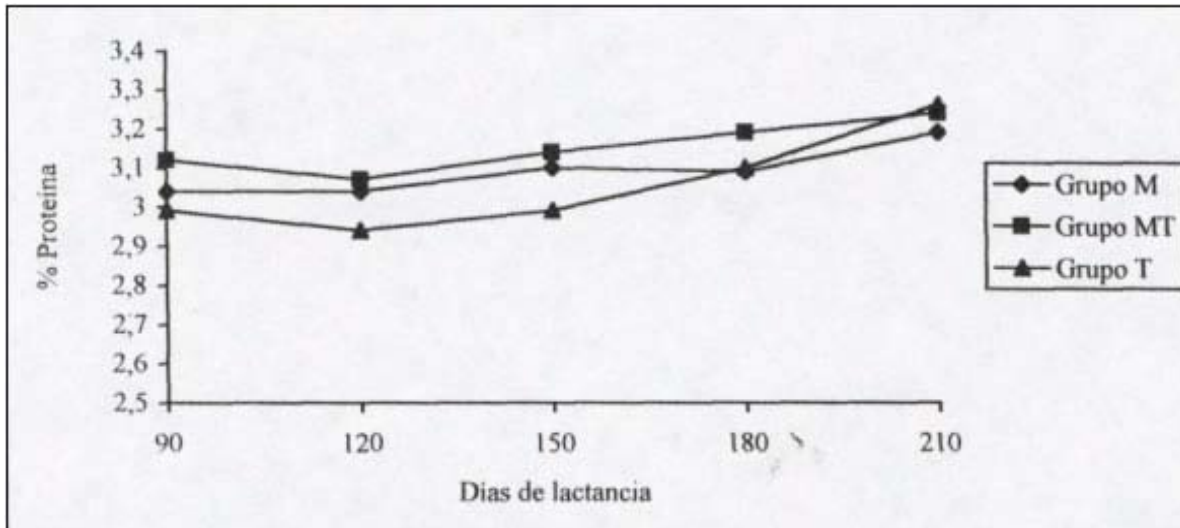


Gráfico 3. Concentración de proteína en leche durante el período experimental.

En el gráfico 4 se encuentran las concentraciones de urea láctea obtenidos durante el estudio. Los valores correspondientes a los 120 y 150 días de lactancia no fueron incluidos debido a que esta información fue entregada incorrectamente, debido a una falla en la calibración del equipo del laboratorio, detectada tardíamente para el ensayo.

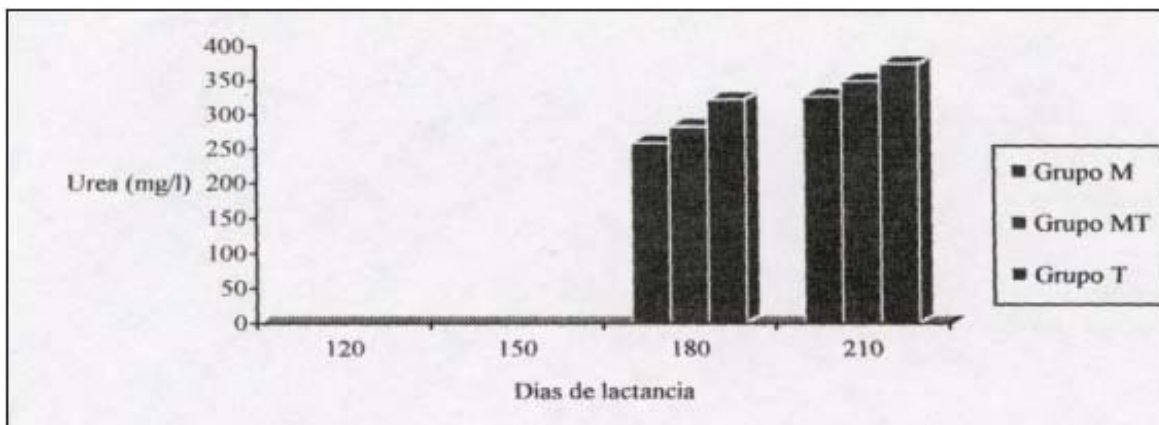


Gráfico 4. Concentración de urea láctea a los 180 y 210 días de lactancia.

Como se aprecia en el gráfico 4, las concentraciones de urea en leche reflejan un comportamiento similar en las dos mediciones que fue posible evaluar. En el grupo 1 (M) en ambas mediciones se encuentran las concentraciones más bajas de urea, en tanto que en el grupo 3 (T), las más altas. No obstante, las diferencias no son significativas ni constituyen una tendencia. En el anexo 5 se detallan los valores individuales de urea a través del período experimental.

La tabla 2 muestra los promedios de peso vivo (P. V.) y condición corporal (C.C.) de las vacas durante el período experimental. También se han incluido los valores de cambio de peso vivo y cambio de condición corporal, para visualizar de esta manera la evolución de estos dos parámetros a lo largo del período experimental. El cambio de peso vivo corresponde a su variación diaria y, el cambio de condición corporal evidencia la variación de ésta durante todo el período.

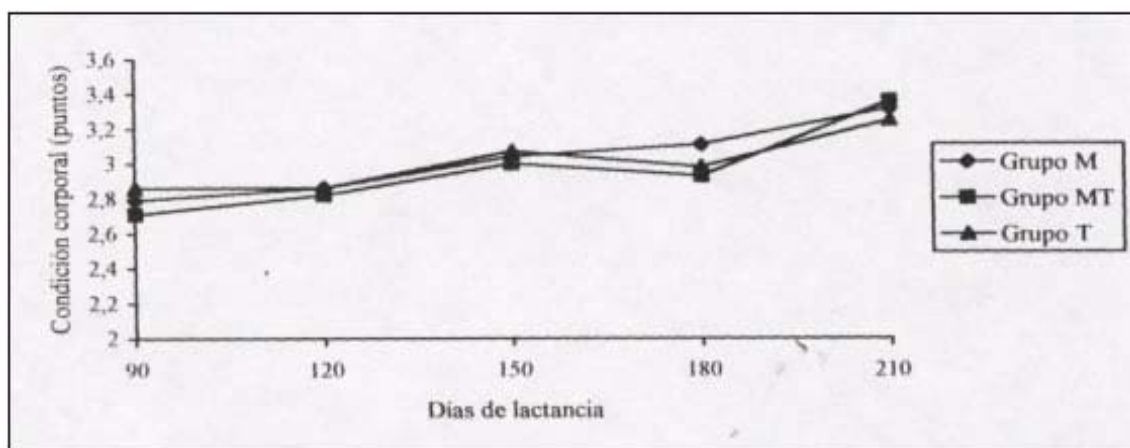
Tabla 2. Peso vivo, condición corporal y sus variaciones durante el período experimental.

Ítem	Grupo M	Grupo MT	Grupo T
Promedios de:			
P.V., kg/vaca	575,0 ± 38,2	575,5 ± 29,5	586,1 ± 53,0
C.C., puntos	3,08 ± 0,30	3,03 ± 0,27	3,04 ± 0,25
Variación de:			
P.V. *	0,019 ± 0,259	0,139 ± 0,145	0,156 ± 0,199
C.C. **	0,529 ± 0,300	0,557 ± 0,285	0,443 ± 0,409

* Cambio de P.V. diario (kg/vaca/día)

** Cambio de C.C. del período

El gráfico 5 muestra la evolución de la condición corporal de cada uno de los grupos durante el ensayo. En el anexo 6 se muestran los datos individuales de condición corporal durante el estudio.

**Gráfico 5.** Condición corporal de las vacas durante el período experimental.

En relación al comportamiento del peso vivo de las vacas, en el gráfico 6 es posible apreciar su evolución durante el estudio. Si bien el peso vivo promedio del grupo 3 (T) parece ser más alto que el de los otros grupos, esta diferencia no es estadísticamente significativa. En el anexo 7 se muestran los valores de peso vivo individuales a lo largo del estudio.

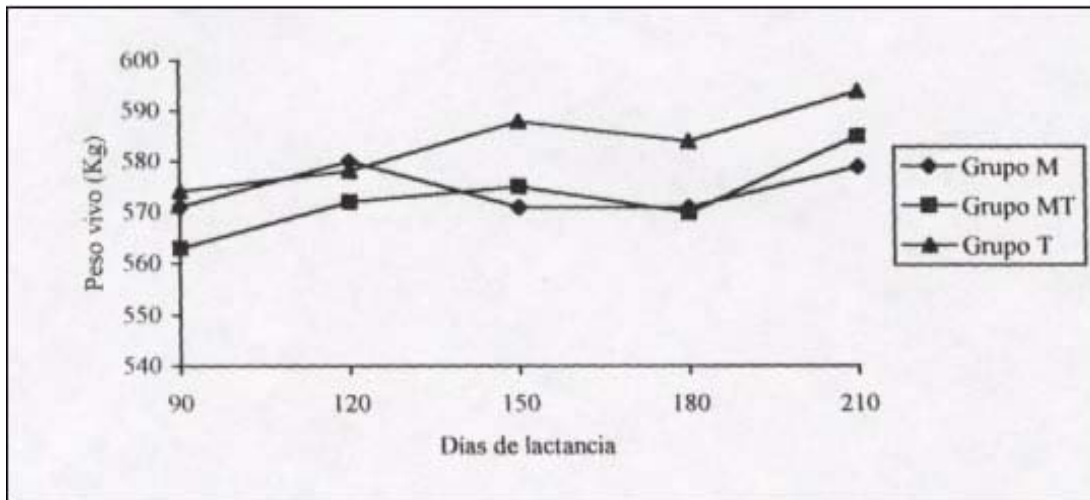


Gráfico 6. Peso vivo de las vacas durante el período experimental.

6. DISCUSION

6.1 PRODUCCION DE LECHE.

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que la suplementación de granos de diferente degradabilidad ruminal de las fuentes de almidón utilizadas en un nivel de inclusión del 20% de la materia seca de la dieta, no afectó significativamente la producción de leche (Kg/d). En este estadio se observaron promedios diarios de 22,3, 21,9 y 22,1 kilos de leche para los grupos que recibieron maíz, maíz y trigo y trigo, respectivamente. Resultados similares obtuvieron O'Mara y col. (1997) y Petit y col. (1996), utilizando maíz y trigo como fuentes de almidón, quienes no encontraron diferencias significativas entre las producciones diarias de leche de las vacas alimentadas con uno u otro grano. Por su parte, Faldet y col. (1989) y Nalsen y col. (1987), observaron tendencias en producción de leche en favor de las vacas que recibieron las raciones que tenían maíz como fuente de almidón en relación con aquéllas que tenían trigo ($p < 0,005$ y $p < 0,06$, respectivamente).

Resultados similares al obtenido en el presente estudio fueron reportados por Casper y col (1989), DePeters y col. (1985), Grings y col. (1991) y Khorasani y col. (1994), Yang y col. (1997), quienes compararon dos fuentes de almidón de distinta degradabilidad ruminal, como son el maíz y la cebada, cuyo comportamiento a nivel ruminal es similar al del trigo. No obstante, investigadores como McCarthy y col. (1989) y Yang y col. (1997), reportan producciones de leche significativamente mayores para los grupos alimentados con las dietas que contenían maíz como fuente de almidón.

Es interesante destacar que entre los estudios en que se han comparado maíz y trigo, se utilizaron diferentes relaciones voluminoso:concentrado y distintos porcentajes de inclusión de la fuente de almidón en la dieta. O'Mara y col. (1997) y Petit y col. (1997), consideraron en sus respectivos trabajos una relación voluminoso:concentrado de aproximadamente 60:40 y porcentajes de inclusión de grano de un 20 y un 30% (base M.S.), respectivamente. Tanto la relación voluminoso:concentrado como el porcentaje de inclusión de grano son similares a las utilizadas en el presente estudio, en el que se consideró una relación voluminoso:concentrado de aproximadamente 65:35, con alrededor de un 20% de incorporación de la fuente de almidón en la dieta (base M.S.). Al igual que en el presente estudio, estos investigadores obtuvieron producciones de leche similares para los grupos tratados. Sin embargo, Faldet y col. (1989) y Nalsen y col. (1987), quienes consideraron una relación voluminoso:concentrado de 50:50 y un 30% de inclusión de maíz o de trigo (base M.S.), obtuvieron producciones de leche mayores, expresadas como tendencias, en favor de las vacas que recibieron las dietas que contenían maíz como fuente de almidón. Esto indicaría que sería necesario incorporar una mayor proporción de uno u otro grano a la ración y/o una menor relación

voluminoso:concentrado, para que el efecto de la degradabilidad de la fuente de almidón sobre la producción de leche sea evidente.

La producción de leche tiene una respuesta variable (Lykos y col., 1997; Overton y col., 1995; Poore y col., 1993), pero en muchas ocasiones las diferencias observadas fueron el resultado de un consumo de materia seca deprimido con las dietas que contenían carbohidratos no estructurales rápidamente fermentables. Los dos primeros investigadores usaron bicarbonato de sodio a un nivel de 0.8 y 1% de la dieta (base M.S.), respectivamente, y Poore y col., (1993), no utilizaron buffer. Dichos investigadores obtuvieron diversos consumos de materia seca y producciones de leche.

Estudios que muestran mayor producción de leche a medida que aumenta la degradación ruminal del almidón, usualmente muestran una mayor digestión total del almidón a través del tracto y una mayor digestibilidad de la materia orgánica comparada con dietas en las que una mayor proporción de almidón fluye al duodeno (Chen y col., 1995; Herrera-Saldaña y col., 1990; Overton y col., 1995). Por su parte, Chen y col. (1994) y Poore y col. (1993), observaron que a medida que aumenta la degradabilidad ruminal del almidón, además de aumentar la digestibilidad total de éste en el tracto digestivo, aumenta también la producción de proteína microbiana, dando por resultado una mayor respuesta productiva por parte de las vacas.

Nalsen y col. (1987), observaron un menor consumo de materia seca en vacas que consumían dietas que contenían trigo que en aquéllas que recibían maíz como concentrado; sin embargo, otros (Faldet y col., 1989 y O'Mara y col., 1997), reportaron que, tanto el maíz como el trigo no tenían efecto sobre el consumo de materia seca en vacas en lactancia temprana y media. Eisenbeisz y col. (1990), reportaron un menor consumo de materia seca, expresado como porcentaje del peso vivo, en vacas alimentadas con cebada que en aquellas que fueron alimentadas con maíz durante los inicios de la lactancia; sin embargo, esta relación no fue verdadera para vacas a mitad o final de lactancia. De Visser y Groot (1980), atribuyeron la variación en el consumo de materia seca a las diferencias en el pH ruminal y a las concentraciones de ácidos propiónico y láctico.

Overton y col. (1995), concluyeron que la disminución en el consumo de materia seca observada cuando cebada reemplaza a maíz en la dieta fue la principal razón para la menor producción de leche de vacas alimentadas con cebada. En nuestro estudio, se les ofreció igual cantidad de alimento a los tres grupos de vacas y, aparentemente, los rechazos fueron similares a lo largo del período experimental entre los distintos grupos.

McCarthy y col. (1989), sugirieron que cuando las dietas se basan en maíz, el cambio en el lugar de digestión del almidón hacia el intestino, probablemente aumentaba la disponibilidad de glucosa para la síntesis de lactosa y, por lo tanto, aumentaba la producción de leche. Sin embargo, Taniguchi y col. (1995), concluyeron que el almidón digerido en el rumen era más eficientemente utilizado. Esto debido a que su digestión en el intestino delgado requiere más energía para mantener las funciones metabólicas asociadas con el transporte de nutrientes y el metabolismo de los tejidos viscerales.

En dos estudios (Faldet y col., 1989 y Nalsen y col., 1987), en los cuales se consideró el uso de bicarbonato de sodio (1% del concentrado, tal como ofrecido en la dieta), se estableció una mayor producción de leche, expresada como tendencia, a favor de las vacas que recibieron la ración que contenía maíz como fuente de almidón. En relación con raciones con almidón altamente fermentable, Aldrich y col. (1993), señalan que las vacas alimentadas con dichas fuentes tienen variaciones diurnas en las concentraciones de ácidos grasos volátiles ruminales y pH que son sustanciales, especialmente cuando las raciones son administradas dos veces al día (French y col., 1990). Este menor pH puede inhibir el crecimiento microbiano y la digestión de fibra (DePeters y col., 1985 y McCarthy y col., 1989), lo que tiene un efecto negativo en el suministro de proteína al intestino del huésped. Sin embargo, las vacas alimentadas con almidón de más lenta degradación pueden estabilizar la fermentación ruminal y reducir la variación en el pH ruminal y la concentración de ácidos grasos volátiles. Esta estabilización de la fermentación ruminal puede estimular el crecimiento microbiano y la síntesis de proteína microbiana. Estudios *in vivo* (Aldrich y col., 1993 y Herrera-Saldaña y col., 1990) e *in vitro* (Russell y col., 1983), indican que el crecimiento bacteriano es máximo cuando las tasas de fermentación del almidón y la proteína están sincronizadas.

Nocek y col. (1991), analizaron datos de 14 experimentos para determinar los efectos del lugar de digestión del almidón sobre la producción de leche a un consumo de energía constante. Estos investigadores concluyeron que la producción de leche era máxima aumentando el consumo tanto de almidón ruminalmente disponible como de almidón postruminalmente disponible. Por lo tanto, no es sorprendente que la producción de leche de vacas alimentadas con dietas basadas en cebada sea similar a la de vacas alimentadas con maíz en algunos estudios (Casper y col., 1990; De Peters y col., 1985), pero diferente en otros (Casper y col., 1989; McCarthy y col., 1989). Las variaciones en la respuesta probablemente se relacionan con diferencias en el consumo de almidón y el lugar de su digestión.

6.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE

En el presente estudio no se encontraron diferencias significativas en la composición química porcentual de la leche en lo que se refiere a materia grasa y proteína. Tampoco se encontraron diferencias significativas en la producción de proteína y materia grasa, expresada en gramos/día (Tabla 1). Estos resultados concuerdan con aquéllos obtenidos en los trabajos de Nalsen y col. (1987), O'Mara y col. (1997) y Petit y col. (1997), quienes no encontraron diferencias significativas tanto en la concentración como en la producción de proteína y materia grasa de la leche de vacas suplementadas con trigo o maíz.

La concentración de materia grasa de la leche es más influenciada a través de la dieta que la concentración de proteína (Alais, 1985; De Peters y col., 1992; Kesler y col., 1964; Sutton, 1989). Esto se ve reflejado al comparar los gráficos 2 y 3, que muestran las curvas de

concentración de materia grasa y proteína. En ellos se observa claramente que las curvas de materia grasa fueron más influenciadas por la dieta que las de proteína.

Faldet y col. (1989), reportaron un aumento en la concentración de materia grasa de la leche ($p < 0,05$), a medida que la proporción de trigo en la ración aumentó; sin embargo, el cambio fue relativamente pequeño y pudo haber sido un reflejo de la disminución en la producción de leche. En contraste, Cunningham y col. (1970), observaron una menor concentración de materia grasa en leche cuando el trigo constituía un 66,7% que cuando era 33,3% del concentrado de la dieta (base M.S.). Una disminución en la concentración de materia grasa puede ser atribuida a una más rápida fermentación ruminal del almidón del trigo comparada con la del maíz (Waldo, 1973), asociada con un menor pH ruminal, mayor concentración de ácidos grasos volátiles y una proporción molar de ácidos grasos volátiles alterada a favor del ácido propiónico.

Diversos investigadores (Mayne y col., 1984; O'Mara y col., 1997; Sloan y col., 1987), señalan que al incluir cebada o trigo en cantidades moderadas a las dietas para vacas lecheras, en lugar de otra fuente de almidón de más lenta digestión tuvo sólo un leve efecto sobre producción y/o composición de leche. La ausencia de diferencias en producción de leche y sólidos, al comparar maíz molido y trigo molido, observada por O'Mara y col. (1997), explica el fracaso del grupo trigo en alterar sustancialmente los patrones de fermentación ruminal, como lo demuestra la ausencia de alguna diferencia en la proporción de ácido propiónico u otro ácido graso volátil importante entre los tratamientos maíz y trigo.

Sin embargo, otros investigadores reportaron aumentos en la producción o en la concentración de proteína cuando las vacas son suplementadas con alimentos que contienen grandes cantidades de almidón. De un aumento en la proporción del ácido propiónico entre los ácidos grasos volátiles ruminales se esperaría un aumento en la producción o concentración de proteína (Rook y col., 1961).

En el presente estudio no se hicieron mediciones de ácidos grasos volátiles, pH o concentración de amoníaco a nivel ruminal, por lo que es posible pensar que las cantidades de cereal suplementadas, no fueron suficientes para provocar cambios en el ambiente ruminal. Esto se ve reflejado en la ausencia de diferencias en producción o composición de leche. En el estudio llevado a cabo por Espíndola y col. (1997), en el que se usó un 20% de trigo -similar a lo utilizado en el presente estudio- ya sea roleado en seco o al vapor, no se observaron diferencias en la concentración de ácidos grasos volátiles o en la proporción molar de algún ácido graso volátil individual en el líquido ruminal de vacas lecheras.

Según McCarthy y col. (1989), el mayor porcentaje molar de propionato y el menor porcentaje molar de acetato cuando cebada reemplaza maíz en la dieta, está de acuerdo con una mayor fermentación ruminal del almidón y una disminución de la degradación de la fibra. Al utilizar dietas con cebada como fuente de almidón hay una tendencia a disminuir la concentración de materia grasa de la leche, probablemente debido a una mayor producción de leche, pero sin disminuir la producción final de materia grasa.

En numerosos estudios (Casper y col., 1990; De Peters y col., 1985; Weiss y col., 1989), se ha reportado una menor concentración grasa en la leche en vacas alimentadas con dietas con cebada como fuente de almidón en relación con las vacas que recibieron maíz. Según Beauchemin y col. (1997), la menor concentración de materia grasa en vacas alimentadas con altas cantidades de cebada comparada con la de vacas que recibieron maíz, es un reflejo de las diferencias en las características de digestión ruminal de estas fuentes de carbohidratos. La cebada, contrariamente al maíz, es en general completamente fermentada en el rumen, lo que da por resultado un menor pH ruminal y una mayor proporción molar de propionato (Nocek y col., 1991). La lenta fermentación del maíz da por resultado un mayor suministro de glucosa al duodeno que el resultante de dietas basadas en cebada (McCarthy y col., 1989). Así, la forma química de los precursores gluconeogénicos para la síntesis de leche en dietas con un alto contenido de cebada difiere de la de dietas basadas en maíz.

Yang y col. (1997), usando maíz y cebada como fuentes de almidón, obtuvieron relaciones acetato:propionato similares para ambos cereales, lo que concuerda con los resultados de Nocek y col. (1991), quienes concluyeron que, pese a que la fuente de almidón influenciaba las concentraciones de acetato y propionato a nivel ruminal para algunas dietas, las diferencias eran pequeñas. Sin embargo, Overton y col. (1995), reportaron que la disminución de la concentración de materia grasa era el resultado de una disminución en la relación acetato:propionato, cuando la cebada, rápidamente fermentable, reemplaza al lentamente fermentable maíz en la dieta.

En este estudio se incluyó bicarbonato de sodio, a un nivel de 0,68% de la dieta (base M.S.), el que fue suministrado a los tres grupos de vacas. Se incorporó para evitar una disminución del pH ruminal en las dietas que tenían trigo como fuente de almidón (grupo 3), sin embargo, se utilizó en las dietas de los tres grupos para estuvieran en las mismas condiciones.

La concentración de proteína en la leche es difícil de alterar a través de la manipulación de la dieta (Thomas, citado por Yang y col., 1997); por lo tanto, la ausencia de efecto de la fuente de grano sobre la concentración de proteína no fue sorprendente (DePeters y col., 1985; Grings y col., 1992). Emery (1978) señala al respecto que aumentando el consumo de energía neta aumenta la concentración de proteína. Similarmente, Bachman (1992), señala que a medida que aumenta la concentración energética de la dieta aumenta también la concentración de proteína en la leche, así como también la producción de leche.

Herrera-Saldaña y col. (1989) y Poore y col. (1993), mostraron que un aumento en la fermentación ruminal de los carbohidratos no estructurales, aumentaba la producción de leche y la concentración proteica de la leche; sin embargo, en el estudio llevado a cabo por Lykos y col. (1997), se observó la misma respuesta cuando las degradabilidades de los carbohidratos no estructurales no eran alteradas, pero aumentaba la absorción de éstos a nivel intestinal.

Un aumento en la degradabilidad de los carbohidratos no estructurales en el rumen ha demostrado aumentar el contenido de proteína láctea debido a un mayor flujo de proteína microbiana al duodeno (Chen y col., 1995) o a más energía metabolizable; sin embargo, al

aumentar la degradación ruminal de carbohidratos no estructurales no siempre resulta en una reducción del contenido de grasa de la leche (Espíndola y col., 1997; Overton y col., 1995; Poore y col., 1993).

DePeters y col. (1992), sugirieron que a medida que aumenta la fermentabilidad de los carbohidratos de la dieta, el contenido de proteína generalmente aumenta; sin embargo, previamente, DePeters y col. (1985) y Casper (1990), no observaron cambios en la proteína cuando la cebada reemplaza al maíz en la dieta.

Las concentraciones de materia grasa en leche obtenidas en el presente estudio, 3,61, 3,68 y 3,57% para los grupos 1, 2 y 3, respectivamente y, las de proteína en leche, 3,10, 3,16 y 3,06% para los grupos 1, 2 y 3, respectivamente son representativas de la mayor parte de la leche producida en la zona sur del país. De la totalidad de las vacas que cuentan con control lechero oficial a cargo de Cooprinsem (junio de 1997 a julio de 1998), el promedio de concentración de materia grasa y proteína es de un 3,7 y un 3,2%, respectivamente.

La mayoría de los ensilajes de la zona sur del país son de corte directo, por lo que contienen baja materia seca y se dificulta lograr buena calidad fermentativa. Debido a la fermentación durante el ensilado, la proteína sufre transformaciones quedando una alta proporción como nitrógeno no proteico. Ello contribuye a que la proteína de los ensilajes se degrade demasiado rápido en el rumen para ser bien aprovechada por los microorganismos, especialmente si no existe un adecuado suministro de energía (Anrique y col., 1995). Esto es particularmente importante cuando los ensilajes constituyen la base de la alimentación, como en el presente estudio. El ensilaje utilizado en este estudio (Tabla 1), corresponde a un ensilaje de pradera de corte directo característico de la zona sur del país (Anrique y col., 1995).

En relación a la concentración de urea en leche, no se obtuvieron diferencias significativas entre los grupos. En las mediciones realizadas, llama la atención que el grupo 1 (M) obtuvo los valores de urea más bajos, mientras que el grupo 3 (T) obtuvo los más altos y el grupo 2 (MT) obtuvo valores intermedios. Las concentraciones de urea en leche obtenidas para los 3 grupos están dentro de parámetros normales (De Peters y col., 1992).

6.3 CONDICION CORPORAL Y PESO VIVO.

En el presente estudio la diferente degradabilidad de la fuente de almidón no se reflejó en diferencias estadísticamente significativas sobre la condición corporal (C.C.) y el peso vivo (P.V.), como tampoco sobre la variación diaria del peso vivo, ni sobre la variación de la condición corporal a lo largo del período experimental. Esto se refleja en la tabla 2.

Pocos estudios que comparan maíz y trigo como fuentes de almidón mencionan los efectos de la fuente de almidón sobre la condición corporal y/o sobre el peso vivo. O'Mara y

col. (1997) observó una menor variación del peso vivo, expresada en kg/d, en el grupo "maíz molido" comparado con el grupo "trigo molido", -0,08 y +0,3, respectivamente. Este estudio tuvo una duración de 56 días y en él no se observaron diferencias productivas entre los grupos. Por su parte, Nalsen y col. (1987), observaron diferencias significativas en la variación de la condición corporal entre los grupos de vacas que recibieron maíz y trigo, siendo estas variaciones de +0,4 para el grupo maíz y --0,03 para el grupo trigo. Llama la atención que el grupo maíz alcanzara una mayor condición corporal a través del período experimental dado que en este grupo se observó una tendencia a mayor producción de leche.

6.4 CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio, el uso de maíz y/o trigo molido como fuente amilácea en vacas lecheras alimentadas con ensilaje de pradera entre los 90 y los 210 días de lactancia, permite concluir lo siguiente:

- ◆ No afecta significativamente la producción de leche.
- ◆ No afecta significativamente la concentración y la producción de materia grasa y proteína, ni tampoco la concentración de urea en leche.
- ◆ No afecta significativamente la condición corporal y peso vivo, ni la variación de éstos a lo largo del período experimental.

7. BIBLIOGRAFIA

Alais, C. 1985. Ciencia de la leche. 4^a ed, Reverte. Barcelona.

Aldrich, J.M., L.D. Muller, G.A. Varga, L.C. Griel. 1993. Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow, and performance of dairy cows. *J Dairy Sci.*, 76:4,1091-1205.

Anrique, R., X. Valderrama, R. Fuchslocher. 1995. Composición de alimentos para el ganado en la zona sur. Fundación Fondo de Investigación Agropecuaria. Universidad Austral de Chile, Valdivia.

Bachman, K.C. 1992. Managing milk composition. En: Large Dairy Herd Management. American Dairy Science Association. Champaign, Illinois.

Baldwin, R.L., R.S. Emery, J.P. McNamara. 1994. Metabolic relationships in the supply of nutrients for milk protein synthesis: Integrative modelling. *J. Dairy Sci.*, 77:9,2821-2836.

Baechler, E. 1995. Efecto de la nutrición-alimentación sobre la composición láctea. Seminario calidad de leche bovina. Colegio Médico Veterinario de Osorno A.G. Pág.:122-150.

Beauchemin, K.A., 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.*, 80:8,1629-1639.

Bines, J.A. 1982. Factors affecting milk composition. *Span*:59-62.

Bondi, A.A. 1987. The nutritional requirement for milk production. Animal nutrition. A. Wiley and Sons. Pág.: 437-470.

Butendiek, N. 1998. Actualidad y desafíos del sector lechero nacional. *Agroanálisis* 4:8.

Casado, P., J.A. García. 1985. Calidad de leche. *Industrias Lácteas Españolas*, 81:1-300.

Casper, D.P., D.J. Shingoethe. 1989. Lactational response of dairy cows to diet varying in ruminal solubilities of carbohydrate and crude protein. *J. Dairy Sci.*, 72:4,928-941.

Casper, D.P., D.P. Schingoethe, W.A. Eisenbeisz. 1990. Response of early lactation dairy cows fed diets varying in source of nonstructural carbohydrate and crude protein. *J.Dairy Sci.*, 73:4,1039-1050.

Chen, K.H., J.T. Huber, C.B. Theurer, R.S. Swingle, J. Simas, S.C. Chan, J. Sullivan. 1994. Effect of steam flaking of corn or sorghum grains on performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 77:4,1038-1043.

Chen, K.H., J.T. Huber, J. Simas, C.B. Theurer, P. Yu, S.C. Chan, F. Santos, Z. Wu, R.S. Swingle. 1995. Effect of enzyme treatment or steam-flaking of sorghum grain on lactation and digestión in dairy cows. *J.Dairy Sci.*, 78:8,1721-1727.

Cunningham, M.D., F.L. Alhright, W.T. Howard. 1970. Percent protein and amounts of soft red winter wheat for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 53:12,1787-1790.

De Blas, C., P.G. Rebollar y J. Méndez. 1995. Utilización de cereales en dietas de vacuno lechero. En: Avances en nutrición y alimentación animal. XI Curso de especialización. Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal, Barcelona.

DePeters, E.J. y S.J. Taylor. 1985. Effects of feeding corn or barley on composition of milk and diet digestibility. *J. Dairy Sci.*, 68:8,2027-2032.

DePeters, E.J., J.P. Cant. 1992. Nutricional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: A review. *J. Dairy Sci.*, 75:8,2043-2070.

DePeters, E.J., J.D. Ferguson. 1992. Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. *J Dairy Sci.*, 75:11,3192-3209.

De Visser, H., A.M. de Groot. 1980. The influence of the starch and sugar content of concentrates on feed intake, rumen fermentation, production and composition of milk. Página 41 en Proc. IV Int. Conf. Prod. Disease Farm Anim. D. Giesecke, G. Dirksen, and M. Stan gassing, ed. Fotodruck Frank OHG, Munich, Germany.

Eisenbeisz, W.A., D.J. Schingoethe, D.P. Casper, R.D. Shaver, R.M. Cleale. 1990. Lactational evaluation of recombinant bovine somatotropin with corn and barley diets. *J Dairy Sci.*, 73:5,1269-1279.

Emery, R.S. 1978. Feeding for increased milk protein. *J. Dairy Sci.*, 61:2,825-828.

Espíndolit, M.S., E.J. PpPeters, J.G. Eadel, R.A. Zínn, H. Perez-Monti. 1997. Effects on nutrient digestión of wheat processing and method of tallow addition to the diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80:6,1160-1171.

Espíndola, M.S. 1997. Síntesis y composición de leche. Factores que la afectan - Parte 1. En: *Boletín informativo N° 68*, COLUN.

Faldet, M.A., T. Nalsen, L.J. Bush, G.D. Adams. 1989. Utilization of wheat in complete rations for lactating cows. *J Dairy Sci.*, 72:5,1243-1251.

French, N., .I.J. Kennelly. 1990. Effects of feeding frequency on ruminal parameters, plasma insulin, milk yield, and milk composition in Holstein cows. *J Dairy Sci.*, 73:7,1857-1863.

Grings, E.E., R.E. Roffler, D.P. Deitelhoff. 1992. Evaluation of corn and barley as energy sources for cows in early lactation fed alfalfa-based diets. *J Dairy Sci.*, 75: 1, 193-200.

Hale, W.H. 1973. Influence of processing on the utilization of grains (starch) by ruminants. *J. Anim. Sci.*, 37:1075-1083.

Herrera-Saldaña, R.E., J.T. Huber. 1989. Influence of varying protein and starch degradabilities on performance of lactating cows. *J Dairy Sci.*, 72:6,1477-1483.

Herrera-Saldaña, R.E., J.T. Huber, M.H. Poore. 1990. Dry matter, crude protein, and starch degradability of five cereals. *J Dairy Sci.*, 73:9,2386-2393.

Huber, J.T., R.L. Boman. 1966. Nutritional factors affecting the solids-non-fat content of milk. *J Dairy Sci.*, 49:7,817-821.

Huber, J.T., L. Kung, Jr. 1981. Protein and nonprotein nitrogen utilization in dairy cattle. *J. DairySci.*, 64:6,1170-1195.

Kesler, E.M., S.L. Spahr. 1964. Physiological effects of high level of concentrate feeding. *J Dairy Sci.*, 47:10,1122-1128.

Khorasani, G.R., De Boer, G., Robinson, B., Kennely, J.J. 1994. Influence of dietary protein and starch on production and metabolic responses of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 77:3,813-824.

Kotarski, S.F., R.D. Waniska, K.K. Thurn. 1992. Starch hydrolysis by the ruminal microflora.. *J Nutr.* 122:178-188.

Kronfeld, D.S., S. Donogue, J.M. Naylor, K. Johnson, C.A. Bradley. 1980. Metabolic effects of feeding protected tallow to dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 63:2,545-552.

Lizana, C. 1996. Información productiva del control lechero oficial. *Cooprinforma*, 33:3.

- Lykos, T., G.A. Varga, D. Casper. 1997.** Varying degradation rates of nonstructural carbohydrates: Effects on ruminal fermentation, blood metabolites, and milk production and composition in high producing Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 80:12,3341-3355.
- Maynard, L.A., J.K. Loosli, H.F. Hintz, R.G. Warner. 1989.** Nutrición animal. 4ª ed. Ed. McGraw Hill. México.
- Mayne, C.S., F.J. Gordon. 1984.** The effect of type of concentrate and level of concentrate feeding on milk production. *Anim. Prod.*, 39:65-76.
- McAllister, T.A., L.M. Rodé, D.J. Major, K.J. Cheng, J.G. Buchanan-Smith. 1990.** Effect of ruminal microbial colonization on cereal grain digestion. *Can. J. Anim. Sci.*, 70:581-589.
- McCarthy, R.D., T.H. Klusmeyer, J.L. Vicini, J.H. Clark. 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.*, 72:8, 2002-2016.
- Miller, T.K., W.H. Hoover, W.W. Poland, Jr., R.W. Wood, W.V. Thayne. 1990.** Effects of low and high fill diets on intake and milk production in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 73:11, 2453-2461.
- National Research Council. 1989.** Nutrient requirements of dairy cattle. 6th. Rev. Ed. Natl. Acad. Sci., Washington, D. C.
- Nalsen, T., L.J. Bush, G.D. Adams. 1987.** Substituting wheat for corn in a concentrate mixture for dairy cows on a weight basis. *Anim. Sci. Res. Report*, 149-152.
- Nocek, J.E. y 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.*, 74:10, 3598-3629.
- Oltjen, R. R., A S. Kozak, P. A. Putnam y R. P. Lehmann. 1967.** Metabolism, plasma aminoacids and salivary studies with steers fed corn, wheat, barley and milo all-concentrate rations. *J. Anim. Sci.*, 26:1415-1420.
- O'Mara, F. P., J. J. Murphy y M. Rath. 1997.** The effect of replacing dietary beet pulp with wheat treated with sodium hydroxide, ground wheat, or ground corn in lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 80:3,530-540.
- Orskov, E.R. 1986.** Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.*, 63:1624-1633.

- Overton, T.R., M.R. Cameron, J.P. Elliott, J.H. Clark, D.R. Nelson. 1995.** Ruminal fermentation and passage of nutrients to the duodenum of lactating cows fed mixtures of corn and barley. *J. Dairy Sci.*, 78:9:1981-1998.
- Owens, F.N., R.A. Zinn, Y.K. Kim. 1986.** Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *J. Anim. Sci.*, 63:1634-1641.
- Petit, H. V., G. T. D. Santos. 1996.** Milk yield and composition of dietary eos fed concentrate based on high moisture wheat or high moisture corn. *J. Dairy Sci.*, 79:12, 2292-2296.
- Poore, M.H., J.A. Moore, R.S. Swingle, T.P. Eck, W.H. Brown. 1993.** Response of lactating Holstein cows to diets varying in fiber source and ruminal starch degradability. *J. Dairy Sci.*; 76:8,2235-2243.
- Rook, J.A.F., C. Line. 1961.** The effect of the plane of energy nutrition of the cow on the secretion in milk of the constituents of the solids-not-fat fraction and on the concentrations of certain blood-plasma constituents. *Br. J. Nutr.*, 15:109-117.
- Russell, J.B., J.D. O'Connor, D.G. Fox, P.J. Van Soest, C.J. Sniffen. 1992.** A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.*, 70:3551-3581.
- Russell, J.B., C.J. Sniffen, P.J. Van Soest. 1983.** Effect of carbohydrate limitation on degradation and utilization of casein by mixed rumen bacteria. *J. Dairy Sci.*, 66:2,763-775.
- Santibañez, F., P. Pantoja. 1996.** Medición de urea en leche a través del control lechero. *Cooprinforma* 33:6-9.
- Satter, L.D. 1986.** Protein and fiber digestion, passage and utilization in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 69:1,27-34.
- Sloan, B.K., P. Towlinson, D.G. Armstrong. 1987.** A note on concentrate energy source for dairy cows in midlactation. *Ann. Prod.*, 45:321-323.
- Sniffen, C.J., J.D. O'Connor, P.J. Van Soest, D.G. Fox, J.B. Russell. 1992.** A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, 70:3562-3577.
- Stern, M.D., S. Calsamiglia y M.I. Endres. 1994.** Dinámica del metabolismo de los hidratos de carbono y del nitrógeno en el rumen. En: Nuevos sistemas de valoración de alimentos y programas alimenticios para especies domésticas. Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal, Barcelona.

- Sutton, J.D. 1989.** Altering milk composition by feeding. *J. DairySci.*, 72:10, 2801-2814.
- Taniguchi, K., G.B. Huntington, B.P. Glenn. 1995.** Net nutrient flux by visceral tissues of beef steers given abomasal and ruminal inclusions of casein and starch. *J. Anim. Sci.*, 73:236-245,
- Theurer, C.B. 1986.** Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *J. Anim. Sci.*, 63:1649-1662.
- Waldo, D.R.. 1973.** Extent and partition of cereal grain starch digestion in ruminants. *J. Anim. Sci.*, 37:1062-1074.
- Weiss, W.P., G.R. Fisher, G.M. Erickson. 1989.** Effect of source of neutral detergent fiber and starch on nutrient utilization by dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 72:9, 2308-2315.
- Wildman, E.E., G.M. Jones, P.E. Wagner, R.L. Boman, H.F. Troutt, T.N. Lesch. 1982.** A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. DairySci.*, 65:2, 495-510.
- Yang, W.Z., K.A.Beauchemin, K.M. Koenig,, L.M.Rode. 1997.** Comparison of hull-less barley, barley or corn for lactating cows: Effects on extent of digestion and milk production. *J. DairySci.*, 80:10, 2475-2486.
- Yang, W.Z., K.A.Beauchemin, B.I.Farr, L.M.Rode. 1997.** Comparison of barley, hull-less barley, and corn in the concentrate of dairy cows. *J. DairySci.*, 80:11,2885-2895.
- Zinn, R.A. 1990.** Influence of steaming time on site of digestion of flaked corn in steers. *J. Anim. Sci.*, 68:776-784.
- Zinn, R.A. 1994.** Influence of flake thickness on the feeding value of steam-rolled wheat for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, 72:21-32.

8. ANEXOS

Anexo 1. Ingredientes y composición química (base M.S.) de las dietas utilizadas durante el período experimental.

Dieta días 1 a 31 del período experimental.

Composición	Dieta		
	M	MT	T
Ingredientes, %			
Ensilaje de pradera	42	42	42
Pradera	16	17	17
Col forrajera	6	6	6
Maíz molido	23	12	
Trigo molido		12	24
Harina de pescado	1	1	2
Afrecho de raps	4	2	1
Concentrado comercial	6	6	6
Sal mineral	1	1	1
Bicarbonato de sodio	1	1	1
M.S, %	24,15	23,95	23,84
P.C., %	14,98	15,03	15,13
F.D.A., %	25,23	25,77	26,27
F.D.N.,%	39,96	40,50	40,95
E.M., Mcal/kg	2,60	2,60	2,60

Dieta días 31 a 60 del período experimental.

Composición	Dieta		
	M	MT	T
Ingredientes, %			
Ensilaje de pradera	51	52	52
Maíz molido	22	12	
Trigo molido		12	23
Harina de pescado	2	2	2
Atrecho de raps	7	7	5
Semilla de algodón	11	9	11
Concentrado comercial	5	4	5
Sal mineral	1	1	1
Bicarbonato de sodio	1	1	1
M.S.,%	29,81	29,51	29,41
P.C., %	15,85	16,00	16,10
F.D.A., %	28,10	28,35	29,17
F.D.N.,%	42,87	43,09	43,91
E.M., Mcal/kg	2,79	2,77	2,78

Dieta días 61 a 90 del período experimental.

Composición	Dieta		
	M	MT	T
Ingredientes, %			
Ensilaje de pradera	66	65	66
Maíz molido	19	10	
Trigo molido		10	19
Harina de pescado	2	1	1
Afrecho de raps	4	4	4
Semilla de algodón	8	9	9
Sal mineral	1	1	1
M.S.,%	24,97	25,18	24,96
P.C., %	14,47	14,43	14,39
F.D.A., %	32,06	32,52	33,20
F.D.N.,%	48,05	48,51	49,32
E.M., Mcal/kg	2,70	2,71	2,70

Dieta días 91 a 120 del período experimental.

Composición	Dieta		
	M	MT	T
Ingredientes, %			
Ensilaje de pradera	36	36	36
Pradera	42	43	43
Maíz molido	19	8	
Trigo molido		11	20
Afrecho de raps	2	1	
Sal mineral	1	1	1
M.S.,%	19,76	19,75	19,73
PC, %	15,29	15,41	15,46
F.D.A.,%	27,50	27,88	28,16
F.D.N.,%	42,48	42,80	43,01
E.M., Mcal/kg	2,58	2,58	2,58

Anexo 2. Producción individual de leche durante el período experimental (Kg/d).

Grupo 1 (M).

Número	Día 105	Día 120	Día 135	Día 150	Día 165	Día 180	Día 195	Día 210
57468	22,7	22,8	22,0	20,8	20,6	19,6	20,3	19,6
57398	21,8	19,6	18,8	21,0	15,4	13,2	15,4	10,6
58491	27,4	24,6	25,8	22,8	23,2	22,6	25,0	23,6
57456	24,6	23,0	26,0	21,3	19,3	20,0	18,9	21,8
59220	19,6	17,6	15,6	12,8	11,8	12,0	11,7	11,3
61109	23,0	20,0	20,7	17,0	16,5	14,2	15,5	14,0
56107	32,2	29,4	23,2	21,1	23,9	22,0	22,3	20,8
57464	21,2	24,4	23,0	23,5	22,6	21,4	22,6	24,2
57428	22,4	22,1	22,5	20,5	22,2	21,0	21,8	18,8
58478	28,6	26,2	28,0	24,9	24,6	22,6	23,8	23,4
57448	30,8	33,6	32,0	29,0	26,8	23,0	27,5	28,2
57442	31,7	25,0	28,4	26,3	24,6	23,4	25,8	23,6
60195	24,6		24,0	24,4	23,8	23,2	23,6	23,2
59895	22,8	23,1	24,0	23,8	20,2	21,6	21,1	26,5

Grupo 2 (MT).

Número	Día 105	Día 120	Día 135	Día 150	Día 165	Día 180	Día 195	Día 210
57397	27,2	24,0	30,0	23,0	22,8	21,8	24,0	24,2
56029	24,4	21,6	22,5	23,4	20,8	17,8	19,6	19,2
59185	25,4	22,0	24,3	21,7	19,2	18,2	19,1	19,2
59206	33,6	26,9	30,6	29,7	25,8	26,4	26,9	26,0
59196	17,4	17,5	19,6	19,0	18,6	17,4	16,0	16,6
56007	19,4	18,6	20,4	16,4	16,0	14,2	15,4	15,8
59191	25,6		25,3	22,7	21,0	20,6	20,8	20,6
56105	25,2	20,7	22,3	24,8	23,9	18,0	20,6	20,2
59886	22,0	24,0	23,5	19,6	19,1	19,4	20,7	19,0
60162	25,4	24,2	25,3	23,9	22,0	22,0	21,8	21,6
59182	24,1	22,4	23,6	22,4	21,1	19,8	22,6	20,8
57460	26,4		25,2	22,9	19,6	17,4	22,0	21,4
60191	22,4	20,4	20,9	18,9	17,7	16,6	20,2	20,2
55288	28,0	24,0	24,6	22,8	25,1	21,0	23,4	23,4

Grupo 3 (T).

Número	Día 105	Día 120	Día 135	Día 150	Día 165	Día 180	Día 195	Día 2 10
58467	21,2	20,4	22,5	20,7	16,6	16,8	18,4	15,6
56112	18,0	19,0	20,6	17,7	15,4	15,2	16,3	14,6
59222	25,4	22,6	27,0	23,7	22,7		26,3	21,6
61091	22,4	20,5	26,3	21,0	22,7	21,0	25,9	22,6
59913	22,9	21,9	22,8	18,9	18,7	20,0	20,3	19,2
56116	24,5	25,5	29,0	24,4	20,8	23,0	23,5	19,8
59217	24,4	21,2	22,4	24,7	20,4	19,2	22,5	22,2
59216	22,5	20,6	23,3	19,0	16,9	20,4	21,4	20,6
61096	17,6	16,3	19,4	18,9	16,2	16,2	17,6	14,4
58470	27,4	23,7	28,9	24,7	21,3	21,8	21,1	17,6
58468	32,4	30,4	36,0	30,8	24,7	27,0	28,0	23,6
60181	19,8	19,0	22,0	19,4	16,5	13,0	20,4	18,4
56005	23,2	21,6	21,8	25,1	22,2	19,8	24,1	22
58460	28	27,4	33,6	29,6	28,2	25,6	27,4	

Anexo 3. Concentración de materia grasa individual durante el período experimental (%).

Grupo 1 (M).

Número	Día 120	Día 150	Día 180	Día 210
57468	3,6	4,2	3,3	3,8
57398	3,4	3,6	3,3	2,9
58491	3,5	3,9	3,5	3,8
57456	3,8	4,5	3,7	4,1
59220	3,8	4,6	4,1	3,9
61109	3,0	3,0	3,2	3,0
56107	3,2	4,2	3,2	3,3
57464	3,7	4,1	3,4	4,0
57428	3,2	3,4	3,0	3,7
58478	3,2	3,8	3,2	3,6
57448	3,9	4,2	4,1	3,7
57442	3,6	4,0	3,8	4,1
60195		3,7	3,1	3,0
59895	3,6	3,0	3,3	4,0

Grupo 2 (MT).

Número	Día 120	Día 150	Día 180	Día 210
57397	3,7	3,8	4,3	3,6
56029	3,5	3,5	3,5	3,3
59185	3,3	3,7	3,2	3,3
59206	2,9	3,5	2,9	3,0
59196	3,3	3,7	3,3	3,3
56007	3,3	3,8	3,6	3,4
59191		3,5	3,2	3,8
56105	3,4	3,6	3,5	3,2
59886	3,3	3,8	3,5	3,7
60162	3,6	3,5	3,0	3,4
59182	4,2	4,5	3,8	3,8
57460		4,6	4,5	4,0
60191	4,4	4,9	4,9	4,5
55288	3,6	4,2	3,8	3,7

Grupo 3 (T).

Número	Día 120	Día 150	Día 180	Día 210
58467	4,3	4,0	4,0	4,3
56112	3,2	3,4	2,9	3,1
59222	3,0	3J		3,1
61091	3,1	3,3	3,0	3,4
59913	3,0	4,0	3,2	3,5
56116	3,1	3,7	3,2	3,1
59217	3,7	4,1	4,2	4,0
59216	4,1	4,4	4,1	4,0
61096	3,6	3,5	3,4	4,0
58470	3,1	3,8	3,3	3,5
58468	3,1	3,6	3,7	3,6
60181	3,5	3,8	3,7	4,2
56005	3,6	3,5	3,6	3,8
58460	3,4	3,5	3,2	

Anexo 4. Concentración individual de proteína en la leche durante el período experimental (%).

Grupo 1 (M).

Número	Día 120	Día 150	Día 180	Día 210
57468	3,1	3,1	3,1	3,2
57398	2,8	3,0	3,0	2,8
58491	3,0	3,0	3,0	3,1
57456	3,2	3,3	3,2	3,4
59220	3,5	3,6	3,6	3,7
61109	3,1	3,1	3,3	3,3
56107	2,9	2,9	2,9	3,1
57464	2,9	3,0	2,9	3,0
57428	2,9	2,9	3,0	3,1
58478	2,9	3,0	3,0	3,2
57448	3,0	3,2	3,1	3,1
57442	3,0	3,1	3,1	3,3
60195		3,2	3,0	3,2
59895	3,1	3,0	3,1	3,1

Grupo 2 (MT).

Número	Día 120	Día 150	Día 180	Día 210
57397	3,1	3,1	3,1	3,2
56029	2,9	3,2	3,4	3,3
59185	3,0	3,0	3,0	3,2
59206	2,8	2,9	2,9	3,0
59196	2,9	3,0	3,1	3,2
56007	3,2	3,3	3,3	3,4
59191		3,0	3,1	3,3
56105	3,2	3,2	3,3	3,2
59886	3,1	3,1	3,2	3,3
60162	2,9	3,0	3,0	3,1
59182	3,1	3,3	3,3	3,4
57460		3,1	3,1	3,0
60191	3,4	3,4	3,5	3,6
55288	3,2	3,3	3,3	3,2

Grupo 3 (T).

Número	Día 120	Día 150	Día 180	Día 210
58467	3,3	3,2	3,4	3,6
56112	2,8	3,0	2,8	3,2
59222	2,8	2,9		3,1
61091	2,9	2,8	3,0	3,1
59913	2,8	2,9	3,0	3,1
56116	3,0	3,0	3,1	3,2
59217	3,0	3,1	3,2	3,3
59216	3,0	3,1	3,2	3,3
61096	2,9	3,1	3,2	3,4
58470	2,9	3,0	3,1	3,3
58468	3,0	3,0	3,1	3,3
60181	2,6	2,8	2,9	3,0
56005	3,4	3,2	3,4	3,5
58460	2,7	2,7	2,9	

Anexo 5. Valores individuales de urea en leche durante el período experimental (Mg/l).**Grupo I (M).**

Número	Día 120	Día 150	Día 180	Día 210
57468			170	360
57398			370	520
58491			330	340
57456			280	390
59220			150	210
61109			10	160
56107			430	290
57464			420	540
57428			360	350
58478			260	360
57448			240	320
57442			180	210
60195			80	150
59895			350	390

Grupo 2 (MT).

Número	Día 120	Día 150	Día 180	Día 210
57397			390	430
56029			250	330
59185			340	390
59206			280	420
59196			320	390
56007			320	370
59191			280	400
56105			160	290
59886			320	330
60162			250	250
59182			240	270
57460			320	400
60191			250	320
55288			260	320

Grupo 3 (T).

Número	Día 120	Día 150	Día 180	Día 210
58467			360	360
56112			160	360
59222				130
61091			410	490
59913			570	600
56116			240	250
59217			320	550
59216			350	320
61096			280	210
58470			270	430
58468			350	510
60181			400	510
56005			210	170
58460			280	

Anexo 6. Condición corporal individual durante el período experimental (puntos).**Grupo 1 (M).**

Número	Día 1	Día 31	Día 61	Día 91	Día 121
57468	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5
57398	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
58491	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0
57456	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5
59220	3,5	3,0	4,0	4,0	4,0
61109	3,0	3,5	3,5	3,0	4,0
56107	3,0	3,0	2,5	2,5	3,0
57464	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0
57428	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5
58478	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5
57448	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5
57442	2,5	2,5	3,0	3,5	3,0
60195	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0
59895	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0

Grupo 2 (MT).

Número	Día 1	Día 31	Día 61	Día 91	Día 121
57397	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5
56029	2,5	2,5	3,0	2,5	3,0
59185	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5
59206	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5
59196	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0
56007	2,5	3,0	3,5	3,0	3,5
59191	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0
56105	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5
59886	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0
60162	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0
59182	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5
57460	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5
60191	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
55288	3,0	3,0	3,5	3,0	3,5

Grupo 3 (T).

Número	Dial	Día 31	Día 61	Día 91	Día 121
58467	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
56112	3,5	3,0	4,0	3,5	4,0
59222	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5
61091	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0
59913	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5
56116	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5
59217	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0
59216	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5
61096	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5
58470	3,0	3,0	3,5	3,0	3,0
58468	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
60181	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
56005	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5
58460	2,5	2,5	3,0	2,5	3,0

Anexo 7. Peso vivo individual durante el período experimental (Kg).

Grupo 1 (M).

Número	Día 1	Día 31	Día 61	Día 91	Día 121
57468	590	585	600	600	600
57398	600	580	580	555	540
58491	530	575	540	540	550
57456	530	550	540	530	535
59220	600	590	605	620	640
61109	565	570	570	585	600
56107	615	600	550	550	560
57464	510	520	500	500	510
57428	570	570	560	580	600
58478	625	630	620	620	640
57448	620	635	635	620	625
57442	575	600	590	580	580
60195	485	530	500	500	520
59895	580	585	600	610	600

Grupo 2 (MT).

Número	Dial	Día 31	Día 61	Día 91	Día 121
57397	525	540	550	550	560
56029	575	560	580	570	595
59185	625	640	640	630	650
59206	590	590	610	600	600
59196	550	555	565	565	590
56007	550	560	560	560	585
59191	530	535	530	560	570
56105	575	595	575	580	600
59886	560	580	585	570	585
60162	535	560	570	550	550
59182	560	565	570	565	590
57460	515	520	530	520	530
60191	555	565	570	565	560
55288	630	645	620	590	620

Grupo 3 (T).

Número	Día 1	Día 31	Día 61	Día 91	Día 121
58467	570	580	600	580	605
56112	640	615	650	630	610
59222	545	545	565	580	600
61091	495	525	505	515	520
59913	585	585	590	590	600
56116	635	640	645	650	665
59217	530	530	555	555	565
59216	630	625	640	620	620
61096	510	505	510	510	540
58470	605	620	645	645	660
58468	620	660	665	665	660
60181	485	510	500	490	500
56005	595	615	600	600	610
58460	585	540	560	550	560

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a:

- Dra. Soledad Espíndola, mi profesora patrocinante, por su constante apoyo en la realización de este trabajo.
- Dr. Rubén Pulido, por su colaboración en el desarrollo de este estudio y, especialmente, en la evaluación estadística de los datos.
- Sr. Víctor Hugo y Sra. Hilda Willer, por facilitar todo lo necesario para el desarrollo de este estudio. A Andrés Willer, por su ayuda computacional.
- Dr. Augusto Espinoza, por su asesoría en el desarrollo de este estudio.