EVALUACIÓN DE LA MEZCLA ENSILAJE DE MAÍZ CON ENSILAJE DE TRÉBOL ROSADO EN DIFERENTES PROPORCIONES, EN LA ALIMENTACIÓN INVERNAL DE VACAS LECHERAS EN LA ZONA SUR, CHILE[1]

Evaluation of corn silage and red clover silage mixed in different proportions in the winter feed of dairy cows in Southern Chile

Sergio Hazard T.[2], María Sol Morales S.[3], Norberto Butendieck B.[2], Patricia Gómez A.[4] y Pablo Mardones M.[2]

ABSTRACT

Corn silage mixed in different proportions with red clover silage was evaluated using dairy cows at the Carillanca Regional Research Center of the National Agricultural Research Institute (INIA), located in Temuco, Chile (38° 41' South lat., 72° 25' West long. at 200 m.o.s.l.). Eight autumn calving cows were assigned to each treatment for 70 days. The treatments consisted of three isonitrogenous rations: TI 100% corn silage; TII 66% corn silage and 33% red clover silage; and TIII 33% corn silage and 66% red clover silage. In addition, all cows received 4 kg of alfalfa and 6 kg concentrate. The experimental design was a completely randomized block design and the statistical analysis was performed using repeated means. There was a significant statistical difference ($P < 0.05$) observed in milk production between TIII and the other treatments, which disappeared when corrected to 3.5% milk fat. There were no treatment differences in milk composition. There were significant differences in dry matter intake and live weight between TI and the other treatments. The body condition was significantly different between treatments and the cows in TIII were the only ones who lost body condition as a result of being lighter from the beginning of the experiment. Finally, blood serum measures showed a significant difference for the enzyme aspartate amino transferace (AST) between TIII and the other treatments. There were no treatment differences in serum protein and serum albumin.

Key words: corn silage, red clover silage, winter feeding, dairy cows, *Zea mayz*, *Trifolium pratense*.

RESUMEN

En el Centro Regional de Investigación Carillanca del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), ubicado en Temuco (38° 41' lat. Sur y 72° 25' long. Oeste, a 200 m.s.n.m.) se evaluó ensilaje de maíz solo y mezclado con trébol rosado. Se utilizaron 8 vacas lecheras por tratamiento durante 70 días. Los tratamientos fueron: TI 100% ensilaje de maíz; TII 66% ensilaje de maíz y 33% ensilaje de trébol rosado; y TIII 33% ensilaje de maíz y 66% ensilaje de trébol rosado. Los animales

[1]Recepción de originales: 16 de diciembre de 1999.
Trabajo presentado a la XXIV Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal.
[2]Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación Carillanca, Casilla 58 D, Temuco, Chile. E-mail: shazard@carillanca.inia.cl
[3]Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Casilla 2, Correo 15, Santiago, Chile.
[4]Casilla 40, Villarrica, Chile.

recibieron además 4 kg de heno de alfalfa y 6 kg de concentrado en raciones isoproteicas. El diseño estadístico fue de bloques completamente al azar y el análisis estadístico se realizó como medidas repetidas. Hubo diferencias significativas en la producción diaria de leche por vaca entre el TIII y el resto de los tratamientos ($P < 0,05$), diferencias que desaparecieron al corregir la leche a 3,5% de MG. No se presentaron diferencias significativas en términos de composición de la leche. En consumo de materia seca total y peso vivo de los animales durante el ensayo hubo diferencias significativas entre el TI y el resto de los tratamientos. La condición corporal fue estadísticamente significativa entre tratamientos, y las vacas de TIII fueron las únicas que perdieron condición corporal, como consecuencia que desde un comienzo fueron las más livianas. En el plasma sanguíneo se encontraron diferencias significativas en el contenido de aspartato amino transferasa (AST) entre el TIII y el resto de los tratamientos. No hubo diferencias significativas en proteínas plasmáticas y albúmina.

Palabras claves: ensilaje de maíz, ensilaje de trébol rosado, alimentación invernal, vacas lecheras, *Zea mayz*, *Trifolium pratense*.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a datos entregados por ODEPA (1999), la leche recepcionada en planta durante el año 1999 alcanzó a 1.469.716.292 litros, lo que implica una disminución del 3,9% respecto a la temporada anterior. De este total, la zona sur (IX y X Región) produjo un 77,2%. Este porcentaje es superior al logrado en la temporada anterior en el que el aporte de estas mismas regiones, con respecto a la producción nacional fue de un 65,7%.

Dentro de las innovaciones tecnológicas que han permitido el aumento de producción de leche se encuentra el manejo alimenticio de las vacas lecheras de la zona sur, entre la que se destaca la incorporación del ensilaje de maíz (*Zea mays* L.) en las raciones. Este alimento comenzó a ser utilizado en algunas lecherías alrededor de los años ochenta, transformándose rápidamente en un forraje suplementario muy importante para explotaciones ganaderas intensivas. Desde entonces han surgido investigaciones en torno a las mejores variedades, época de siembra y cosecha, composición nutritiva, suplementación necesaria y otros. Los resultados obtenidos han motivado la introducción del cultivo en los sistemas de producción lechera, transformándose en la fuente más importante de energía que ingieren los animales durante el período invernal. Sin embargo, es conocido que la principal limitación de este alimento es su bajo aporte en proteína, la cual es necesario suplementar a través de algún forraje con alto contenido de proteína y/o concentrados. Este aspecto es muy importante porque incide en los costos de producción, ya que la proteína es el componente más costoso dentro de las raciones de las vacas lecheras.

Una opción es utilizar ensilaje de maíz suplementado con ensilaje de trébol rosado (*Trifolium pratense* L.). Este cultivo representa el 8,8% de la superficie total destinada a praderas y aproximadamente el 45% está bajo riego (INE, 1997). Está bien adaptado en la zona sur, y en general los productores hacen un buen manejo del cultivo, obteniendo alta producción de materia seca y proteína cruda por hectárea y muchas veces sin uso de fertilización nitrogenada. Otro de los aspectos importantes a considerar es que los productores de semillas, que además son ganaderos, deben realizar un corte obligado del trébol rosado entre los meses de marzo y abril, época en que el clima limita su conservación como heno, pero no como ensilaje.

El objetivo del presente ensayo fue evaluar sobre la producción de leche el efecto del suministro de ensilaje de maíz mezclado con ensilaje de trébol rosado en diferentes proporciones, en la alimentación invernal de vacas

lecheras estabuladas con parto de otoño. Además de los aspectos productivos, se evaluó la composición de la leche, consumo de materia seca, peso y condición corporal de las vacas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el Proyecto Producción de Leche, del Centro Regional de Investigación CRI Carillanca, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), durante el período comprendido entre el 16 de mayo y el 9 de agosto de 1994. Este Centro de Investigación se encuentra ubicado a 20 km de la ciudad de Temuco (38° 41′ latitud Sur y 72° 25′ longitud Oeste, a 200 m.s.n.m.).

Se utilizaron 24 vacas de la raza Frisón Negro Chileno que habían pasado el pico o punto máximo de producción de leche (6.500 L/lactancia en promedio), paridas en el otoño y seleccionadas para configurar los diferentes tratamientos según fecha de parto, producción anterior y número ordinal de parto. Los animales se estabularon en un corral colectivo separados por tratamiento. Los corrales estaban provistos de techo, piso de cemento, cubículos individuales con colchonetas rellenas con paja, agua a discreción y comederos colectivos.

El diseño estadístico utilizado correspondió a bloques completos al azar con 8 repeticiones, utilizándose como factor de bloqueo la producción inicial, días de lactancia y número ordinal de parto. El tratamiento TI consumió 100% de MS de ensilaje de maíz; el tratamiento TII 66% de MS de ensilaje de maíz y el resto ensilaje de trébol rosado. Finalmente en el TIII estas últimas proporciones se invirtieron (Cuadro 1). Adicionalmente se agregaron 300 gramos de sales minerales/vaca/día, las que se mezclaron con el o los ensilajes de cada tratamiento.

El ensilaje de maíz se obtuvo de una variedad semiprecoz Pioneer 3929, el que fue sembrado a inicios de noviembre. La cosecha se realizó aproximadamente a los 130 días, cuando el grano de maíz se encontraba al estado pastoso a duro (28,14% de MS). Para la elaboración del ensilaje de trébol rosado se utilizó una pradera de segundo año. Al momento de la cosecha el trébol rosado se encontraba con un 30% de floración; se cortó con una segadora y se premarchitó durante 12 horas en el mismo potrero.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el ensayo
Table 1. Treatments used in the experiment

	TI	TII	TIII
Ensilaje de maíz[1]	100	66	33
Ensilaje de trébol rosado[1]	–	33	66
Heno de alfalfa[2]	4	4	4
Concentrados[2]	6	6	6
Sales minerales[3]	0,3	0,3	0,3

[1]Expresado como % de materia seca del forraje consumido, ya sea heno o ensilaje.
[2]Expresado como kg tal como ofrecido.
[3]Sales minerales que se mezclaron con el o los ensilajes.

En las raciones se utilizó heno que correspondió a alfalfa de segundo corte proveniente de la zona central. Este heno fue sometido a una serie de análisis de laboratorio, con el objeto de determinar: MS, PC (A.O.A.C., 1970) y Energía metabolizable mediante el método Fibra Detergente Ácido Modificado (Van Soest y Wine,1967). Los valores obtenidos se presentan en el Cuadro 2.

Las raciones fueron isoproteicas y se trató de ajustarlas a un 15,5% de proteína cruda (PC). Este ajuste se logró a través de los diferentes componentes del concentrado, los cuales se confeccionaron con los mismos ingredientes, pero variando en su proporción según el tratamiento y el nivel de consumo de ensilaje a través del tiempo. Los concentrados se elaboraron con grano de maíz, afrecho de soya, cebada, harina de pescado, cuya composición química se indica en el Cuadro 3.

Previo al ensayo propiamente tal, todos los animales del rebaño fueron estabulados en co-

Cuadro 2. Composición nutritiva de los ensilajes de maíz, de trébol rosado y heno de alfalfa utilizado en el experimento. Temuco, Chile
Table 2. Nutritional composition of corn silage, red clover silage and alfalfa hay used in the experiment. Temuco, Chile

Análisis	Ensilaje de maíz	Ensilaje trébol rosado	Heno alfalfa
Materia Seca (%)	28,14	39,44	84,5
Proteína Cruda (%)	8,35	15,69	21,0
Proteína Verdadera (%)	54,08	58,19	–
Energía Digestible (Mcal kg^{-1} MS.)	3,29	2,72	2,68
Energía Metabolizable (Mcal kg^{-1} MS)	2,68	2,23	2,20
Total Nutrientes Digestibles (%)	74,50	61,70	–
Fibra Detergente Neutro (%)	46,90	52,10	–
Nitrógeno Amoniacal (%)	4,73	6,99	–
pH	3,68	4,80	–
Proteína degradable (%)	52,70	58,70	–

Cuadro 3. Composición nutricional de los insumos utilizados en los concentrados del ensayo
Table 3. Nutritional composition of the inputs used in the experimental concentrates

Insumo	Materia Seca (%)	Proteína (%)	Energia Metabolizable (Mcal kg^{-1} MS)
Maíz	86,3	9,0	3,34
Afrecho Soya	89,5	51,11	3,00
Cebada	89,0	10,72	3,13
Harina Pescado	92,5	75,40	2,49

rrales colectivos techados, donde recibieron una ración de ensilaje de pradera, ensilaje de maíz, heno, sales minerales comerciales y concentrado. Una semana antes de iniciar el período pre-experimental, los animales seleccionados para el ensayo se estabularon en sus respectivos corrales, separados por tratamiento. El período preexperimental tuvo una duración de 15 días y el objetivo fue acostumbrar a los animales a la ración experimental, la que se incorporó gradualmente. Además, en este período se midió el consumo diario de ensilajes, lo que permitió ajustar el racionamiento de ensilaje de acuerdo al objetivo del ensayo.

El período experimental tuvo una duración de 70 días. En este período los animales tuvieron acceso a comederos colectivos por tratamiento, lugar donde recibieron alimentación en dos raciones diarias (08:30 y 14:30 horas), suministrando en cada oportunidad 2 kg/animal de heno de alfalfa y 2 kg de concentrado. Con este procedimiento, se trataba que los animales consumieran prácticamente todo el heno y el concentrado que consideraba cada tratamiento. Posteriormente se les ofrecieron a discreción los diferentes ensilajes, permitiéndose un rechazo de ensilaje de 7 a 10%. El resto del concentrado se suministró a razón de un kg durante la ordeña de la mañana y 1 kg en la de la tarde. Diariamente se controló el consumo voluntario por corral restando a lo ofrecido el material voluminoso y el concentrado rechazado.

Para estimar el consumo de forraje, se asumió un rechazo uniforme de los ensilajes y demás componentes de la ración; es decir, el rechazo

conservó las mismas proporciones en que había sido ofrecido. Así, los kilogramos rechazados se restaron como porcentaje a lo ofrecido, y se obtuvo un consumo promedio de materia seca por animal y por día, obteniéndose de esta manera un consumo promedio por día del grupo de vacas de cada tratamiento.

Las vacas fueron ordeñadas 2 veces al día, determinando la producción de leche individual por vaca, utilizando medidores totales de tipo electrónico. Tres veces por semana, se obtuvo una muestra compuesta en un 60% por la leche de la ordeña de la mañana y un 40% por la obtenida en la ordeña de la tarde, la que se preservó con dicromato de potasio a 5 °C. Estas muestras se fueron mezclando en proporciones iguales hasta obtener una muestra compuesta quincenal, la que se envió al Laboratorio de Nutrición Animal del CRI Carillanca para la determinación de proteína cruda (A.O.A.C., 1970), antes de haber recibido su ración de la mañana y después de la ordeña, materia grasa (Milkotester) y sólidos totales (A.O.A.C., 1970).

Los animales se pesaron individualmente antes de haber recibido su ración de la mañana y después de la ordeña, durante dos días consecutivos al inicio, final y cada quince días. Asimismo, se determinó en cada tratamiento la condición corporal de los animales al inicio, mitad y final de la experiencia, mediante el método descrito por Wernli *et al.* (1984). Los animales fueron calificados individualmente por tres personas para obtener una condición corporal promedio.

Por otra parte, al inicio, mitad y final del período experimental (1, 35 y 70 días) se obtuvieron muestras de sangre de la vena caudal de todos los animales, después de la ordeña de la mañana, mediante un tubo al vacío. Las muestras fueron centrifugadas a 3.500 rpm durante 15 min, obteniendo suero, el que fue congelado y trasladado hasta la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile. Se determinó la concentración de albúmina por el método del Verde Cresol, proteínas plasmáticas y la enzima aspartato amino transferasa, con el método de cinética, los tres de Boehringer Mannhein (Figallo, 1994).

Al inicio del ensayo se tomaron muestras de los dos ensilajes. Posteriormente se colectaron 3 muestras semanales, las que conformaron una muestra compuesta representativa de quince días, que fueron secadas en horno y molidas. Esta muestra fue analizada para determinar: MS (A.O.A.C., 1970), PC (A.O.A.C., 1970), proteína verdadera (Bateman, 1970), Total nutrientes digestibles (Bateman, 1970), Fibra Detergente Neutro (Goering y Van Soest, 1972), Nitrógeno amoniacal (Bateman, 1970), pH (Bateman, 1970), La proteína degradable se estimó de acuerdo al método propuesto por Becker (1961) y la energía metabolizable de los forrajes se estimó mediante el método Fibra Detergente Acido Modificado (Van Soest y Wine, 1967) (Cuadro 2). Los análisis se hicieron en el Laboratorio de Nutrición Animal del CRI Carillanca.

En relación al modelo y análisis estadístico se puede señalar que la producción diaria de leche, peso de los animales, componentes lácteos y los indicadores bioquímicos plasmáticos, se evaluaron en un análisis de varianza de medidas repetidas (Barrales y Flores, 1990). Cada animal fue considerado como una repetición y en el caso del consumo de ensilajes, se utilizó cada medición diaria como una repetición. Las diferencias entre tratamientos se evaluaron a través de la Prueba de Duncan.

El consumo diario de ensilaje fue analizado ajustando los valores obtenidos a un modelo cuadrático, del que se obtuvo la curva de regresión correspondiente, cuyos valores beta se sometieron a un test de homogeneidad.

Para comparar las observaciones de condición corporal de los animales del ensayo, se utilizó el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal–Wallis (Siegel, 1972). A objeto de analizar diferencias entre los tratamientos y el tiempo, se utilizó como análisis comparativo el Test de Nemenyi (Siegel, 1972).

La producción diaria de leche se analizó utilizando a la producción inicial del período preexperimental como covariable. Para efectos de análisis la leche se corrigió a un 3,5% de materia grasa. Por otra parte, el peso de los animales fue covariado de acuerdo al peso registrado al inicio del período preexperimental. Se sometió luego a un análisis de covarianza y se elaboró una curva de regresión. La totalidad de los análisis mencionados se realizaron en el Centro Regional de Investigación La Platina, INIA, en el Programa de Biometría, que dispone del programa estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento del trébol rosado fue de 7.442 kg de MS ha^{-1}; el material fue almacenado en un silo tipo canadiense, el que se cubrió con plástico y fardos de paja. Por otra parte, el rendimiento del ensilaje de maíz fue de 14.294 de MS ha^{-1} y se almacenó en un silo torre. La composición química de los ensilajes utilizados se muestra en el Cuadro 2.

El rendimiento del ensilaje de trébol rosado puede ser considerado normal para esta especie en nuestro país (Ortega *et al.*, 1991). También es concordante con los rendimientos obtenidos en el extranjero por Thomas *et al.* (1985), Hoden *et al.* (1987) y Giovanni (1992). Asimismo, los valores reportados por los investigadores Lessard y Fisher (1980), Atwal y Erfle (1988), Moran y Wamungai (1992), son coincidentes con los encontrados en este ensayo para el ensilaje de maíz. Por otra parte, los parámetros fermentativos de pH y $N - NH_3$ del trébol rosado fueron mayores a los del maíz. Esto demuestra la mayor proteólisis ocurrida en este forraje, y con ello, la mayor dificultad en disminuir el pH. Sin embargo, estos valores se enmarcan dentro de lo recomendado y señalado por Thomas *et al.* (1985) y Giovanni (1992), lo que demuestra una correcta preservación del cultivo, corroborando además que el premarchitamiento permite ensilar este tipo de leguminosas sin necesidad de utilizar aditivo.

El Cuadro 4 entrega los resultados de producción de leche neta, observándose que existen diferencias significativas ($P < 0,05$) entre TIII y el resto de los tratamientos. En el caso de la producción de leche corregida a un 3,5% de MG, la situación es distinta, ya que no se detecta un efecto debido al tratamiento.

Cuadro 4. Producción de leche (L) promedio y corregida de las vacas del ensayo
Table 4. Mean daily milk production (L) and fat corrected milk

Tratamiento	Producción promedio	Producción corregida
I	23,78 a ± 4,51	23,31 a ± 4,51
II	23,65 a ± 4,84	23,32 a ± 4,78
III	22,61 b ± 2,70	22,30 a ± 3,36

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las comparaciones.

Estos resultados se podrían explicar por la buena calidad de los ensilajes utilizados en este experimento. Estos datos concuerdan con lo publicado por Hoden *et al.* (1987) y Atwal y Erfle (1988), quienes no encontraron diferencias significativas en producción de leche, al comparar una ración mixta de ensilaje de maíz-ensilaje de leguminosas, con ensilaje de maíz como único forraje. Por otra parte, Montgomery *et al.* (1976), Lessard y Fisher (1980), Dulphy *et al.* (1984), Thomas *et al.* (1985), Bando y Deoka (1990) y Chenais *et al.* (1993), señalan un efecto benéfico en producción de leche al incluir ensilaje de leguminosas en la ración, ya que estimulan el consumo y permite buenas producciones de leche. A objeto de ejemplificar la importancia de la calidad del ensilaje en la producción del animal tenemos el caso informado por Moran y Wamungai (1992), quienes utilizando una ración compuesta de 60% de ensilaje de maíz y 40% de ensilaje de trébol rosado debieron suspender el ensayo a las 8 semanas de iniciado, debido a que la producción de leche decreció dramáticamente. Esto se debió a deficiencias nutricionales provocadas por un

inadecuado premarchitamiento, lo que derivó en la producción de gran cantidad de efluentes, con pérdidas severas en azúcares, y por lo tanto, de energía, lo que finalmente se tradujo en un ensilaje pobremente fermentado, con alto pH (4,39) y nitrógeno amoniacal (10%).

El Cuadro 5 muestra lo que ocurre con la composición porcentual promedio de la leche durante todo el ensayo en los diferentes tratamientos. Las distintas dietas a las que se sometieron los animales no tuvieron efecto ($P > 0,05$) sobre la composición láctea, en términos de sólidos totales, PC y MG de la leche. Sin embargo, las vacas que consumieron ensilaje de trébol rosado presentan una tendencia hacia un mayor contenido de materia grasa y menor proteína láctea, situación que es explicada por un mayor consumo de FDN que realizaron las vacas de los tratamientos que consumieron ensilaje de leguminosa. Sobre el particular, Montgomery *et al.* (1976), Lessard y Fisher (1980) y Atwal y Erfle (1988) trabajaron suplementando el ensilaje de maíz con ensilaje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) o trébol rosado y sus resultados son coincidentes con los de este ensayo. Sin embargo, Thomas *et al.* (1985), Hoden *et al.* (1987), Chenais *et al.* (1993) encontraron una situación desfavorable en la composición láctea con el uso de leguminosas como ensilaje.

Sin embargo, al analizar los contenidos de MG, PC y sólidos totales de la leche de todas las vacas en su conjunto, independiente del tratamiento, en las diferentes quincenas del ensayo se encontraron diferencias significativas a través del tiempo ($P < 0,05$) (Cuadro 6). En general, se observa una cierta tendencia a que estas variables tendieron a aumentar al acercarse el final de la experiencia. La excepción lo constituye el contenido de MG, la que aumentó entre los días 30 y 60 y no así entre la primera y segunda quincena. Lo normal es que, en la medida que disminuye la producción de leche, se incrementa el contenido

Cuadro 5. Composición porcentual promedio, por tratamiento de la leche de las vacas en ensayo
Table 5. Average milk composition percentage, per treatment of the milk in the experiment

Producción	T I	T II	T III
Materia grasa	3,37 a ± 0,45	3,51 a ± 0,45	3,49 a ± 0,43
Proteína	3,47 a ± 0,34	3,37 a ± 0,32	3,32 a ± 0,22
Sólidos totales	11,4 a ± 0,86	11,7 a ± 0,72	11,8 a ± 0,75

Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las comparaciones.

Cuadro 6. Composición porcentual promedio a través del tiempo de la leche del total de las vacas independientemente del tratamiento
Table 6. Average composition percentage pattern of the milk for all the cows independent of the treatment throughout the experiment

Día	Materia grasa	Proteína	Sólidos totales
15	3,46 b ± 0,39	3,25 b ± 0,20	11,4 c ± 0,68
30	3,14 c ± 0,42	3,28 b ± 0,30	11,1 c ± 0,70
45	3,33 b ± 0,46	3,32 b ± 0,29	11,7 b ± 0,48
60	3,83 a ± 0,18	3,61 a ± 0,32	11,9 ab ± 0,62
70	3,52 b ± 0,41	3,49 a ± 0,25	12,2 a ± 0,95

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las comparaciones.

de materia grasa y proteína cruda (Hazard, 1997). Por su parte, Baechler (1995), señala que el aumento en materia grasa y proteína de la leche es un indicador de la normalidad fisiológica en el ciclo productivo de los animales.

El consumo de ensilaje base materia seca (BMS) y tal como ofrecido (T.C.O.) se analizó basándose en los datos obtenidos como consumo promedio de ensilaje por vaca/día/tratamiento, observándose diferencias significativas ($P < 0,05$) al someter los beta de las regresiones al Test de Homogeneidad (Cuadro 7). Es posible que estas diferencias detectadas hubiesen cambiado si el ensilaje de maíz utilizado hubiera contenido un mayor porcentaje de materia seca (32-33%). Sin embargo, los resultados obtenidos en este experimento son coincidentes con los entregados por Montgomery *et al.* (1976), Lessard y Fisher (1980) y Hoden *et al.* (1987), quienes observaron un consumo voluntario superior para raciones que contenían ensilaje de leguminosas. En cambio, Chenais *et al.* (1993), indica una situación inversa a lo aquí señalado. Finalmente, Atwal y Erfle (1988) no detectaron variaciones significativas en el consumo con el uso de este tipo de forraje.

Por otra parte, al expresar el consumo de MS en relación al peso vivo (PV) y consumo expresado por unidad de peso metabólico, no se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$). De acuerdo a los datos obtenidos en este ensayo, el consumo de MS promedio fue superior a las estimaciones entregadas por NRC (1988) de 3,13% del PV, para vacas con 550 kg, 23 L de leche día^{-1} y 3,3% de MG, ya que en este ensayo se encontraron consumos promedios que equivalen a un 3,54 a 3,74% del PV.

Con respecto a la variable PV de los animales, se determinaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tres tratamientos y a lo largo del tiempo. Sin embargo, esto se debería a que las vacas del tratamiento I fueron más livianas desde el comienzo del ensayo, lo que también se refleja en el peso metabólico (Cuadro 7).

Además, se determinó que existieron diferencias significativas ($P < 0,05$) por tratamiento, en la condición corporal (CC) de las vacas utilizadas en la experiencia (Cuadro 8). Al someter los datos al Test de Nemenyi (Siegel, 1972), se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las tres fechas analizadas, lo que se observa en el cuadro anteriormente señalado. Existe una tendencia a aumentar la CC a través del tiempo en el tratamiento I y una disminución en el tratamiento III. En el caso del TI es el único que no bajó su CC durante el ensayo, dado que el tipo de energía aportada en forma de almidón conlleva a la formación de precursores de glucosa, y por lo tanto estimulación de la insulina, lo que implica que la vaca no responda con una mayor pro-

Cuadro 7. Consumo de alimentos de los animales por tratamiento
Table 7. Feed intake of the animals per treatment

	T I	T II	T III
Consumo MV ensilaje[1]	35,84	38,30	38,28
Consumo MS ensilajes	10,33 b	11,83 a	11,39 a
Consumo MS heno	3,38	3,38	3,38
Consumo MS concentrado	5,28	5,28	5,28
Total MS	18,99 b	20,49 a	20,05 a
Consumo MS como % peso vivo	3,74 a	3,63a	3,54 a
Consumo MS/unidad de peso metabólico	0,177a	0,177a	0,173 a

Letras distintas en una misma fila, indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las comparaciones.
[1]MV: Materia verde.

Cuadro 8. Peso vivo, peso metabólico, ganancia diaria de peso promedio y condición corporal de los animales del ensayo

Table 8. Mean body weight, metabolic weight and daily weight gains and body condition of the animals of the experiment

	T I	T II	T III
Peso vivo promedio ensayo, kg	508,05 b ± 31,91	564,58 a ± 61,13	566,45 a ± 56,35
Ganancia diaria de peso, kg d^{-1}	0,377 b	0,572 a	0,274 a
Peso metabólico, kg	107,01	115,82	116,10
Condición corporal día 1	3,18	3,31	3,52
Condición corporal día 35	3,29	3,29	3,37
Condición corporal día 70	3,31	3,49	3,44
Condición corporal promedio por tratamiento	3,26 c ± 0,22	3,36 b ± 0,23	3,44 a ± 0,26

Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las comparaciones.

porción de leche, sino que tiende a engordar y por lo tanto, a aumentar su CC. Por otra parte, las vacas del TIII fueron las únicas que terminaron el período experimental con menos CC que al inicio.

Dado que el peso y la CC se encuentran asociados, es necesario analizarlos en conjunto, y desde este punto de vista, se observa que las vacas del tratamiento III si bien presentaron un mayor peso inicial, fueron a su vez las que presentaron una disminución en su CC, lo que se refleja en que presentaron una menor ganancia de PV (Cuadro 7). Estos resultados no son coincidentes con los existentes en la literatura, ya que varios investigadores no han encontrado variaciones en PV o CC significativas, al utilizar raciones a base de ensilaje de leguminosas y ensilaje de maíz (Montgomery *et al.*, 1976; Lessard y Fisher, 1980; Hoden *et al.*, 1987; Atwal y Erfle, 1988; Bando y Deoka, 1990; Chenais *et al.*, 1993). Los animales utilizados por estos investigadores estaban en su segundo tercio de lactancia, y si bien no se encontraron diferencias significativas en peso vivo, en todos los ensayos se observó ganancia de peso entre las dietas experimentales. En el caso de Chenais *et al.* (1993), ocurrieron pérdidas de peso (-118 g $día^{-1}$) cuando los animales consumieron ensilaje de alfalfa y ensilaje de maíz, contrariamente a lo observado con el régimen mixto basado en ensilaje de trébol rosado y ensilaje de maíz, donde las variaciones de peso vivo (+38 g $día^{-1}$) son comparables a las observadas con ensilaje de maíz como único alimento (-189 a +300 g $día^{-1}$).

Para efectos de explicar estas diferencias, se calcularon de acuerdo al NRC (1988) los requerimientos nutritivos considerando el PV promedio de las vacas de cada tratamiento, y produciendo 23 L de leche $día^{-1}$ con un 3,5% de MG. El requerimiento de energía metabolizable y proteína cruda fue de 44,71 Mcal; 2,918 kg, 44,89 Mcal; 2,925 kg y 44,71 Mcal; 2,926 kg, para los tratamientos TI; TII y TIII respectivamente. El requerimiento tabular de proteína degradable es de 1,635 kg. De acuerdo a estos valores y comparándolos con la ingesta de los diferentes nutrientes (Cuadro 9) se puede inferir que los animales del TI, TII y TIII consumieron un exceso de proteína de 0,012 kg, 0,205 kg y 0,124 kg $día^{-1}$, respectivamente, lo que en porcentaje representa un 0,4; 7,0 y 4,2%. Para la energía metabolizable, existieron aportes superiores en 11,76; 12,92 y 8,16 Mcal $día^{-1}$, equivalentes a un 26,3; 28,8 y 18,2%, para los tratamientos I, II y III, respectivamente. Estos excesos de nutrientes ingeridos se reflejan en la ganancia diaria de peso (Cuadro 8), ya que el grupo con mejor respuesta fue el tratamiento II y el de menor

Cuadro 9. Consumo promedio diario de nutrientes y concentración de EM y PC de las raciones de las vacas alimentadas con las tres raciones experimentales

Table 9. Average daily intake of nutrients and concentration of ME and PC of the rations of the cows fed the three experimental rations

Nutriente	T I	T II	T III
Energía metabolizable total consumida día (Mcal)	56,47	57,81	53,08
Concentración energética (Mcal EM kg^{-1} MS consumida)	2,97	2,82	2,65
Proteína cruda total consumida día (kg)	2,93	3,13	3,05
Porcentaje de proteína cruda kg^{-1} de MS consumida	15,4	15,3	15,3
Proteína degradable total diaria consumida (kg)	1,672	1,885	1,909

ganancia, el III. Sin embargo, es necesario destacar que los animales de este último grupo fueron las que de un comienzo presentaron el mayor PV y mejor condición corporal.

Wernli *et al.* (1984) señalan que es común observar en vacas, cuyo potencial productivo es sobrepasado por el suministro de dietas de alto valor nutritivo, un desvío en la utilización de los nutrientes hacia la síntesis de tejidos de reserva, como el adiposo y proteína tisular lábil. Por lo tanto, este excedente en nutrientes se refleja en un mejoramiento de la condición corporal y ganancia de peso.

De los indicadores bioquímicos plasmáticos medidos durante el ensayo, sólo la enzima Aspartato Amino Transferasa (AST) presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos y a través del tiempo como consecuencia del uso de las diferentes dietas (Cuadro 10). Cabe señalar que las vacas del TIII fueron las que presentaron los valores más altos de AST, lo que es coincidente con la pérdida de CC y menor ganancia de peso durante el ensayo.

La información respecto de las proteínas plasmáticas totales y albúmina es entregada en los Cuadros 11 y 12, respectivamente. En términos generales, los promedios mostrados por los indicadores plasmáticos se encuentran dentro de los rangos considerados normales. Para la especie bovina, Kaneko (1989), entrega los siguientes valores: AST, 51-86 UI L^{-1}; proteínas totales, 7,0-8,5 g dL^{-1} y albúmina 3,03-3,48 g dL^{-1}. Por su parte, Wittwer y Contreras (1980), señalaron para rebaños lecheros en relación a los mismos indicadores valores de: < 70 UI L^{-1}; 6,6-9,0 g dL^{-1} y 2,9-3,8 g dL^{-1}, respectivamente.

Si bien es cierto que el promedio de AST del tratamiento III se enmarca dentro de los rangos de

Cuadro 10. Aspartato amino transferasa (AST) de las vacas en estudio, agrupada por tratamiento y día de medición (UI L^{-1})

Table 10. Aspartate amino transferase (AST) blood serum of the cows per day and treatment (UI L^{-1})

Días	T I	T II	T III	Promedio días
1	42,14	40,50	55,13	46,09 a ± 11,36
35	37,25	35,63	48,75	40,54 b ± 9,45
70	36,75	41,00	46,88	41,54 b ± 9,88
Prom. tratam.	38,56 b ± 8,08	39,04 b ± 7,85	50,25 a ± 10,65	

Letras distintas dentro de una misma fila o columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las comparaciones.

Cuadro 11. Proteínas plasmáticas totales, ordenadas por día y tratamiento de las vacas sometidas al ensayo (g dL^{-1})
Table 11. Plasmatic protein blood serum levels per day and treatment of the experimental cows (g dL^{-1})

Días	T I	T II	T III	Promedio días
1	8,70	8,59	8,76	8,68 ± 0,44 a
35	8,45	8,36	7,93	8,25 ± 0,75 a
70	8,68	8,84	8,29	8,61 ± 0,57 a
Prom. tratam.	8,60 ± 0,69	8,60 ± 0,58	8,33 ± 0,57	

Letras distintas dentro de una misma fila o columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las comparaciones.

Cuadro 12. Albúmina de las vacas sometidas al ensayo, presentadas por tratamiento y día de medición (g dL^{-1})
Table 12. Blood serum albumin of the experimental cows per treatment and day (g dL^{-1})

Días	T I	T II	T III	Promedio días
1	4,06	4,16	4,07	4,10 ± 0,57 a
35	4,05	4,10	3,99	4,05 ± 0,53 a
70	4,16	3,94	4,17	4,09 ± 0,73 a
Prom. tratamiento	4,09 ± 0,62	4,07 ± 0,48	4,07 ± 0,37	

Letras distintas dentro de una misma fila o columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las comparaciones.

normalidad, el hecho que haya sido significativamente mayor en comparación al resto de los tratamientos (Cuadro 10), podría relacionarse con los elevados niveles de proteína degradable de la ración consumida por dichos animales (Cuadro 9) y pudo haber producido algún efecto negativo sobre la funcionalidad hepática. Sin embargo, es muy improbable dado que las vacas de este grupo iniciaron el ensayo con niveles de AST mayores a los registrados por las vacas de los otros tratamientos. Además, si se considera que las vacas del tratamiento III presentaron una disminución en los promedios de este indicador en los sucesivos análisis, no se puede afirmar que la ración con mayor nivel de inclusión de ensilaje de trébol rosado haya afectado negativamente la funcionalidad hepática ni el estado de salud de los animales.

CONCLUSIONES

El ensilaje de trébol rosado es una alternativa viable para sistemas de producción de leche invernal y de acuerdo a los resultados obtenidos en este ensayo se puede utilizar en niveles de hasta un 33% del total de la MS consumida como forraje, en atención a que se produce la mayor cantidad de leche y no se afecta su composición.

LITERATURA CITADA

A.O.A.C. 1970. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. 1015 p. 11th ed. Washington DC., USA.

Atwal, A.S., and J.D. Erfle. 1988. Comparison of wilted - alfalfa silage and alfalfa hay preservated with propionic acid in corn - silage - based diets for milking cows. Can. J. Anim. Sci. 68: 801-809.

Baechler, E. 1995. Efecto de la nutrición-alimentación sobre la composición láctea. p. 122-150. *In* Lanuza, F. (ed.) Seminario Calidad de Leche Bovina. Osorno, Chile. 23-24 junio 1995. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue, Osorno, Chile.

Bando, T., and K. Deoka. 1990. Effects of legume silage supplementation on feed intake and milk production of dairy cows fed corn silage-based diets. (CD CAB ABSTRACTS 1990-1991). Bulletin of the Hokkaido Prefectural Shintoku Animal Husbandry Experiment Station. 17:2-3, 13-19.

Barrales, L., y H. Flores. 1990. Mediciones en la unidad experimental primaria. Boletín de Biometría N° 9. 21 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental La Platina. Santiago, Chile.

Bateman, J.V. 1970. Nutrición Animal. Manual de métodos analíticos. 468 p. Centro Regional de Ayuda Técnica, México.

Becker, M. 1961. Análisis y valoración de piensos y forrajes. 209 p. Editorial Acribia, Madrid, España.

Chenais, F., A. Le Gall, et J.P. Jullien, 1993. Interét de l'introduction d'ensilage de légumineuses dans les rations á base d'ensilage de mais en production laitiére. Fourrages 134:259-265.

Dulphy, J.P., J.P. Andrieu, J. Bony, et J. Rouel. 1984. Conservation d'ensilage á base de tréfle violet et utilisation par des vaches laitiéres. Bulletin Techique Centre de Recherches Zoologiques et Veterinaires de Theix (INRA) 58:31-37.

Figallo S., R.M. 1994. Respuesta productiva de vacas lecheras alimentadas con raciones completas isoenergéticas e isonitrogenadas pero de diferente degradabilidad ruminal de su proteína. 115 p. Tesis de Magister en Ciencias Veterinarias. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Santiago, Chile.

Giovanni, R. 1992. Valeur alimentaire du tréfle violet utilisé en vert et selon trois modes d'ensilage. Fourrages 131:251-269.

Goering, H., y P. Van Soest. 1972. Análisis de fibra de forraje. 41 p. Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú.

Hazard T., S. 1997. Variación de la composición de la leche. Serie Carillanca N° 62. p. 33-44. *In* Curso-Taller Calidad de leche e interpretación de resultados de laboratorio. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco, Chile.

Hoden, A.; B. Marquis, et F.X De La Foye. 1987. Ensilages de mais et de tréfle violet pour vaches laitiéres. Bulletin Techique Centre de Recherches Zoologiques et Veterinaires de Theix (INRA) 67: 33–37

INE. 1997. VI Censo Nacional Agropecuario. Resultados preliminares. 443 p. Instituto Nacional de Estadísticas, Santiago, Chile.

Kaneko, J. J. 1989. Clinical biochemistry of domestic animals. p. 886-889. 4 ed. Academic Press, New York, USA.

Lessard, J., and L. Fisher. 1980. Alfalfa fed as formic - acid - treated silage, dehydrated pellets or hay in mixed rations with corn silage for lactating cows. Can. J. Anim. Sci. 60:945-951.

Montgomery, M., H. Baxter, and B. Bearden. 1976. Corn silage supplementation for maximun intake and milk production. J. Dairy Sci. 59:1915-1922.

Moran, J.B., and W.N. Wamungai. 1992. Maize silage for the pasture - fed dairy cows. A comparison between grazed annual pastures and feedlotting in the winter. Australian Journal of Experimental Agriculture 32:301-309.

N.R.C. 1988. Nutrient requirements of dairy cattle. 158 p. 6th ed. National Research Council. National Academy of Sciences, Washington D.C., USA.

ODEPA.1999. Mercados Agropecuarios N° 16. 80 p. Ministerio de Agricultura, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Santiago, Chile.

Ortega, F., O. Romero, y R. Galdamez. 1991. Evaluación de cultivares de trébol rosado (*Trifolium pratense* L.) en la IX Región. Agricultura Técnica (Chile) 51:138-144.

Siegel, S. 1972. Estadística no paramétrica. 346 p. Editorial Trilla, México.

Thomas, C., K. Aston, and S. Daley. 1985. Milk production from silage. 3. A comparison of red clover with grass silage. Animal Production 41:23-31.

Van Soest, P.J., and R.H. Wine. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. IV. The determination of plant cell wall constituents. Journal Assoc. of Official Analytical Chem. 50:55.

Wernli, C., C. Pedraza, I. Bustos, y A. Atria. 1984. Un método para calificar el estado de gordura en vacas y vaquillas. Investigación y Progreso Agropecuario La Platina N° 24 p. 50-57.

Wittwer, F., y P. Contreras. 1980. Consideraciones sobre el empleo de los perfiles metabólicos en el ganado lechero. Archivo de Medicina Veterinaria 12:180-188.