

# GRASA PROTEGIDA COMO COMPLEMENTO ENERGÉTICO A SOILING DE ALFALFA TIERNA PARA VACAS LECHERAS DE ALTA PRODUCCIÓN<sup>1</sup>

## Protected lipid as an energetic complement to young alfalfa soiling fed to high yielding cows

Carlos Pedraza G.<sup>2</sup>, Soledad Peña J.<sup>3</sup>, Ignacio Ruiz N.<sup>2</sup> y Mónica Lobos W.<sup>4</sup>

### S U M M A R Y

An experiment was carried out at La Platina Regional Research Center, Santiago, Chile, in order to evaluate: 1) the inclusion and effects of feeding rumen non-degradable (by-pass) fat on composition of milk and yield in cows fed with it; 2) Productive response of cows fed only young alfalfa soiling plus by-pass fat.

Twenty four high yielding Holstein Friesian cows were allotted to the following treatments: T<sub>1</sub> = young alfalfa soiling plus concentrate (and minerals) and 600 g of by-pass fat; T<sub>2</sub> = young alfalfa soiling plus concentrate (and minerals) and 1,000 g of by-pass fat; and T<sub>3</sub> = young alfalfa soiling plus 1,600 g of by-pass fat (and minerals).

Milk yield and food intake were controlled daily whereas protein, milk fat, total solids, solids not-fat and body weight were controlled weekly. Blood biochemical parameters (BUN, GGT, triglycerides) were measured monthly.

The results obtained were the following: milk yield (L/day): T<sub>1</sub> = 31.25a; T<sub>2</sub> = 29.25a and T<sub>3</sub> = 29.25a; milk fat (%): T<sub>1</sub> = 2.46a; T<sub>2</sub> = 2.65a and T<sub>3</sub> = 2.67a; dry matter intake (kg/animal/day): T<sub>1</sub> = 23.5a; T<sub>2</sub> = 23.2a and T<sub>3</sub> = 20.6b; food conversion (kg D.M./L milk/day): T<sub>1</sub> = 0.73ab; T<sub>2</sub> = 0.74a and T<sub>3</sub> = 0.64b. No significant differences were found (P > 0.05) in live weight variation among treatments.

It can be concluded that the addition of by-pass fat shown a better response (feed efficiency and feeding cost) when it was included as the only energy complement to rations of young alfalfa soiling. The remarkable facts of the three results are: the highly positive effect of combining alfalfa soiling with fat instead of concentrate; contrary to literature, a high content of fat in the diet did not produce any negative effect; either in the milk yield or in the milk components; likewise body weight and biochemical blood parameters were not effected; the daily milk yield of 29.2 L, reached exclusively with alfalfa soiling plus protected lipid, can be considered as an excellent result from the biological and income-cost relation.

**Key words:** lactating cows, by-pass fat, feed and nutrition, milk production, alfalfa soiling.

### INTRODUCCIÓN

Aunque el uso de grasas en la alimentación de vacas lecheras no es reciente, últimamente se han desarrollado nuevas técnicas para lograr una ma-

yor eficiencia en su utilización por parte del animal; esta mayor eficiencia se refiere al uso de grasas protegidas (grasa "by-pass"), las cuales no son degradadas en el rumen, sino en el intestino, lo que produce una muy alta utilización de ellas. Dichas grasas tienen un elevado valor energético, siendo recomendables para vacas de alto potencial productivo.

De acuerdo a una investigación realizado en la Estación Experimental La Platina (Ruiz *et al.*, 1995) se ha demostrado que la alfalfa tierna (20-25% botón) tiene un alto potencial de producción de leche, siendo su principal limitante la deficiencia de energía. Dicha producción, utilizando sólo

<sup>1</sup>Recepción de originales: 16 de marzo de 1994.

Parte de la tesis presentada por la segunda autora para optar al título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad Austral de Chile. Trabajo presentado en la XIX Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA), Temuco, Chile, 19 al 21 de octubre de 1994.

<sup>2</sup>Centro Regional de Investigación La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

<sup>3</sup>Actividad particular. Catedral 1465, Depto. 73, Santiago, Chile.

<sup>4</sup>ENERPRO, S.A., Departamento Técnico. Américo Vespucio 1640, Santiago, Chile.

alfalfa tierna, alcanzó niveles de 22,9 L/vaca/día y con alfalfa tierna y concentrado, 27,5 L/vaca/día, por lo que se deduce que la producción parece estar limitada por el nivel energético de la alfalfa.

Como consecuencia de lo anterior, un adecuado complemento al soiling de alfalfa, sería aquel alimento que posea una alta concentración energética, aun cuando fuese pobre en otros elementos nutritivos; tal sería el caso de las grasas protegidas. Con esta premisa se planificó el presente experimento, cuyo objetivo fue evaluar la respuesta de vacas lecheras alimentadas con dietas que incluían diferentes niveles de grasa protegida.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental La Platina del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), actualmente Centro Regional de Investigación La Platina, ubicado en la Comuna de La Pintana, Región Metropolitana.

Se utilizaron vacas de la raza Holstein Friesian, clasificadas como vacas de alta producción láctea dentro del rebaño de La Platina, cuyo promedio de producción anual es de 7.000 litros/vaca.

Se seleccionaron 24 vacas de dos o más partos que iniciaron su lactancia, sin manifestar síntomas clínicos de enfermedad. Los animales fueron asignados a los siguientes tratamientos:

T<sub>1</sub>: Soiling de alfalfa más concentrado con 660 g de grasa protegida.

T<sub>2</sub>: Soiling de alfalfa más concentrado con 1.000 g de grasa protegida.

T<sub>3</sub>: Soiling de alfalfa más 1.600 g de grasa protegida.

Se contempló un periodo pre-experimental equivalente a los primeros 25 días de lactancia, donde las vacas consumieron una ración común que incluía 700 g/día de grasa protegida, 80 kg de alfalfa tierna, 14,5 kg de ensilaje de maíz y 0,2 kg de sales minerales. Al finalizar este periodo, los animales fueron asignados a los diferentes tratamientos, mediante un bloqueo por producción de leche diaria. Para ello, se optó por considerar el promedio del día 15 al 25 de lactancia de cada animal. Las vacas ingresaron en forma diferida a sus respectivos tratamientos, a medida que se fueron produciendo las pariciones. El periodo experimental abarcó desde el 25 de septiembre de 1992 hasta el 6 de junio de 1993, aunque la etapa de control a cada vaca fue de solo 14 semanas.

En las tres raciones, el aporte de energía, proveniente de las grasas (Cuadro 1), constituyó diferentes proporciones de la energía total. Cabe mencionar que dos de los tratamientos planteados en este trabajo utilizaron alimentos concentrados además de la grasa protegida; sin embargo, uno de los puntos de mayor interés en el desarrollo de esta investigación, fue detectar el comportamiento productivo de aquel grupo de animales que recibía grasa protegida como único complemento energético al soiling de alfalfa (T<sub>3</sub>).

**CUADRO 1. Aporte energético de las grasas en cada ración (% del total)**

**TABLE 1. Energetic contribution of the fat to each ration (% of the total)**

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Energía metabolizable, %			
Aportada en la ración	7	10	25
Suplemento de la ración	13	24	100

Las raciones experimentales fueron determinadas por programación lineal, raciones de mínimo costo (RAMICO), considerando los requerimientos nutricionales de los animales recomendados por el National Research Council (1988).

El concentrado experimental de T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> fue formulado de acuerdo a los requerimientos nutritivos de vacas de 550 kg de peso, 40 L/día de leche y 3,5% materia grasa. Ello significó una ración de: 21,31 kg de materia seca, 2,87 Mcal/kg m.s. de energía metabolizable, 17,32% de proteína b.m.s., 137,2 g de calcio y 86,6 g de fósforo. El T<sub>3</sub>, también para vacas de 550 kg de peso, tuvo requerimientos diarios de 3,5% de materia grasa y 30 L/día de leche, lo que significó una dieta compuesta por: 18,43 kg de materia seca, 2,69 Mcal/kg de m.s. de energía metabolizable, 16,46% de proteína b.m.s., 108,5 g de calcio y 69 g de fósforo. Este tratamiento fue formulado para 30 litros de leche, debido a las limitantes planteadas tanto en el volumen máximo de consumo de alfalfa verde como también en la cantidad máxima de grasa a ingerir diariamente (1.600 g/día).

La grasa protegida utilizada en el ensayo es de origen marino, aceite crudo de pescado (estearina), la cual por medio del método de hidrogenación, deriva en un producto de nombre comercial "Beef Flakes" apto para el consumo de bovinos.

La superficie de pradera utilizada para soiling, se encontraba en la segunda temporada de explotación. La variedad de alfalfa usada, fue la Pierce, que se caracteriza por no presentar período de latencia. El corte de efectuó cuando las plantas alcanzaban 20 a 25% botón, siguiendo la misma metodología usada en la investigación previa (Ruiz, *et al.*, 1995). El uso de la alfalfa se organizó de manera tal que todos los días, se dispusiera de suficiente cantidad, y en un estado fenológico parecido. Como base se tomó un potrero de 4 ha, dividido en 20 potreros de 150 m de largo, por 9 m de ancho. Diariamente se usó un potrero (la mitad en la mañana y la mitad en la tarde), para mantener homogénea la calidad durante el ensayo; además, y a objeto de regular el estado fenológico de la vegetación, se tuvo sectores adicionales de pradera que se usaron cuando fue necesario.

Los animales permanecieron en corrales con piso de cemento y alojamiento con comedero individual techado. Allí fueron alimentados dos veces al día, la primera ración a las 08:00 AM después de la primera ordeña, en sus corrales de alojamiento con las raciones completas. En T<sub>1</sub> se suministró 70 kg de alfalfa tierna, 9,5 kg de concentrado con 660 g de grasa protegida y 0,2 kg de sales minerales, por vaca al día; en T<sub>2</sub>, 80 kg de alfalfa tierna, 8,6 kg de concentrado con 1.000 g de grasa protegida y 0,2 kg de sales minerales, por vaca al día; y en T<sub>3</sub>, 110 kg de alfalfa tierna y 0,2 kg de sales minerales, por vaca al día.

#### Composición de alimentos

**Concentrado.** T<sub>1</sub>: 4,47 kg de maíz, 5,04 kg de alforfón, 0,33 kg de afrecho de raps y 0,2 kg de sales minerales. T<sub>2</sub>: 4 kg de maíz, 4,6 kg de alforfón y 0,2 kg de sales minerales.

**Alfalfa:** 24,9% de P.T., 2,21 Mcal/kg de m.s. de energía metabolizable, 1,87 g de calcio y 0,34 g de fósforo.

El suministro de alimentos se hizo en forma tal que hubiese un sobrante aproximado de 5%.

La ordeña se realizó tres veces al día, con un intervalo de 8 horas entre cada una.

En el período pre-experimental se comprobó la no degradabilidad ruminal de la grasa utilizada en el rumen, mediante la técnica de boisas de polietileno intra-rumen. Además se determinó el no incremento del extracto etéreo en el estiércol fresco, asumiéndose entonces su eventual asimilación por parte del animal.

#### Evaluaciones

**Producción láctea:** se determinó diariamente en cada ordeña usando medidor volumétrico.

**Composición láctea:** se midió semanalmente: proteína total, materia grasa, sólidos totales y sólidos no grasos para cada vaca, en las tres ordeñas del día.

**Consumo de alimento:** diariamente se pesó la cantidad de alimento ofrecido y rechazado por cada animal experimental, mientras que dos veces a la semana se tomaron muestras de residuo y de alfalfa para análisis bromatológico.

**Peso vivo:** las vacas fueron pesadas 24 a 48 horas antes del parto e inmediatamente después del parto, en las primeras doce horas, y luego cada semana durante todo el ensayo. Los datos de peso vivo fueron ajustados por covariancia según peso inicial, post-parto.

**Determinación de enzimas y componentes sanguíneos:** mensualmente se realizaron análisis de triglicéridos en sangre, con el objeto de determinar una posible acción secundaria de las grasas; además, en cada animal se determinó el nivel de transaminasas hepáticas (GGT) y contenido de urea en sangre (NUS).

**Relación ingreso-costos:** se evaluó económicamente las distintas raciones, a valores de septiembre de 1993 (dólar \$ 410), con precios sin IVA, considerando el valor promedio de los últimos diez años en los costos unitarios de los ingredientes del concentrado, para así darle mayor estabilidad a la relación económica.

**Análisis bromatológico:** en alfalfa se tomaron muestras de suministro y sobrante por dos días consecutivos en la semana, para medir el contenido de materia seca, colocando las muestras en horno de ventilación forzada, a 65 °C, por 48 horas. A muestras compuestas acumuladas por tratamiento, durante dos semanas se les realizó los siguientes análisis en el laboratorio de bromatología: proteína total (P.T.), fibra cruda, extracto etéreo, fibra detergente ácido, digestibilidad de materia seca, calcio, fósforo, cenizas, valor "D" y energía metabolizable (E.M.); esta última se determinó por la fórmula basada en el valor "D".

Para el caso de los concentrados las muestras se tomaron aproximadamente cada 15 días, efectuándose los mismos análisis antes señalados para la alfalfa.

**Análisis estadístico:** la experiencia se realizó en un diseño de bloques completamente al azar, considerando como factor de bloqueo, la producción de leche, que, como se ha mencionado, corresponde a la presentada por cada animal en los últimos diez días de pre-ensayo. Los parámetros de producción de leche, análisis de componentes de leche, consumo de materia seca, eficiencia de producción y niveles sanguíneos fueron analizados mediante ANDEVA y covariancia, según correspondiera.

## RESULTADOS

### Producción de leche

El aporte energético de las grasas en cada ración, como porcentaje del total (Cuadro 1), significó un 100% en el suplemento aportado a la alfalfa en el (T<sub>3</sub>).

Tanto para leche sin corregir como corregida se observaron sólo pequeñas diferencias entre los tratamientos, que no fueron estadísticamente significativas (P > 0,05) (Cuadro 2).

Los valores obtenidos por proyección de la lactancia a 305 días, realizados mediante la función de Wood (1967), figuran en el mismo Cuadro 2. El desarrollo de estas regresiones múltiples permitió determinar coeficientes de regresión de 0,96; 0,83 y 0,91 para T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, respectivamente (P < 0,0001).

Al comparar entre estos valores se aprecia pequeñas diferencias entre lo estimado y lo realmente medido, siendo el T<sub>3</sub>, el que logró la mayor diferencia y un 5% de subestimación.

### Rendimientos y componentes de la leche

**Materia grasa.** Tanto la concentración, como la producción diaria (kg) de materia grasa, obtenidos en los tres tratamientos, no difirieron significativamente entre sí (P > 0,05) (Cuadro 3), produciéndose sólo una leve tendencia favorable al T<sub>3</sub>.

**Sólidos totales.** El porcentaje y rendimiento diario de sólidos totales fue similar en los tres tratamientos experimentales. En términos generales, los niveles de sólidos totales obtenidos en los tratamientos de la experiencia, se encontraron en el límite de lo considerado normal para leche de buena calidad (11,91%) (Larson, 1985).

**Sólidos no grasos.** Los valores de este parámetro de composición láctea, que básicamente representa a la proteína y la lactosa de la leche, reflejaron una pequeña diferencia significativa (P ≤ 0,05) a favor del T<sub>2</sub>, respecto de T<sub>1</sub> (Cuadro 3).

**Proteína.** Los valores registrados en el porcentaje de proteína de la leche (Cuadro 3), no difirieron estadísticamente entre sí, sólo se observó una aparente tendencia a que éstos fueran mayores en los tratamientos que incluyeron concentrado. Como valor absoluto, el porcentaje encontrado en el T<sub>3</sub> se encuentra en un nivel normal para leche de vacas Holstein (3,3 a 3,5%).

### Consumo y conversión de alimentos

El consumo de materia seca registrado en el desarrollo del experimento (Cuadro 4 y Figura 1), muestra claras diferencias (P ≤ 0,05) en el comportamiento de la variable consumo a lo largo del período analizado (125 días). En los tratamientos

**CUADRO 2. Producción diaria de leche corregida al 4% de m.g. y sin corregir del período de lactación experimental (125 días); y producción real y proyectada a 305 días**

**TABLE 2. Yield of 4% fat corrected milk and non-corrected milk during the first 125 days of lactation; true and estimated milk production in 305 day of lactation**

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Producción de leche			
Sin corregir, L/vaca/día	31,25a	29,25 a	29,25 a
Corregida (4% materia grasa), L/vaca/día	23,12 a	23,00 a	22,96 a
Proyectada a 305 días <sup>1</sup> , L	7.808	7.308	7.308
Acumulada a 305 días, L	7.891	7.251	7.710
Diferencia, L	83	-58	402

<sup>1</sup>Según fórmula de Wood (1967).

Cifras con una letra en común no difieren significativamente entre tratamientos (P > 0,05), según la Prueba de Duncan.

**CUADRO 3. Composición de leche y producción de componentes en los diferentes tratamientos**

**TABLE 3. Milk yield and milk composition in the different treatments**

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Materia grasa, %	2,46 a	2,65 a	2,67 a
Materia grasa, kg/día	0,71 a	0,73 a	0,75 a
Sólidos totales, %	10,9 a	11,4 a	11,0 a
Sólidos totales, kg/día	3,08 a	3,09 a	3,05 a
Sólidos no grasos, %	8,32 b	8,74 a	8,45 ab
Sólidos no grasos, kg/día	2,57 a	2,35 a	2,26 a
Proteína, %	3,71 a	3,86 a	3,44 a
Proteína, kg/día	1,15 a	1,13 a	1,01 a

Cifras con una letra en común, no difieren significativamente entre tratamientos ( $P > 0,05$ ), según la Prueba de Duncan.

T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> la curva determinada sigue un curso ascendente en el tiempo, registrándose máximos de consumo alrededor de los días 60 a 90 de la lactancia. En contraste, la curva del tratamiento 3, tuvo un leve descenso al inicio del período experimental; posterior al día 50 de lactancia ó 25 del período experimental se produjo un aumento del consumo. Por otra parte, el mayor consumo registrado en T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> concuerda con lo previsto al formular las raciones, dado que en estos tratamientos se esperaba un mayor consumo de materia seca.

En el Cuadro 4 se aprecia que el T<sub>3</sub> (alfalfa más grasa), presentó la mejor conversión de alimento, siendo un 12% mejor que la expresada en el tratamiento con la menor conversión (T<sub>2</sub>).

En el mismo cuadro se aprecia un balance de E.M. y P.T. de acuerdo al consumo medido y lo requerido, según NRC (1988), considerando la variación de peso vivo, producción de leche y materia grasa obtenida. Para la E.M. los tratamientos 1 y 2 presentaron una diferencia positiva, es decir, un sobrante de E.M. que no fue utilizado; en cambio, en el T<sub>3</sub> la diferencia fue negativa, ya que el consumo fue menor a lo requerido para la producción obtenida.

**CUADRO 4. Consumo, eficiencia de conversión y balance de E.M. y P.T. de acuerdo con los antecedentes medidos en los diferentes tratamientos**

**TABLE 4. Intake, food efficiency and balance of M.E. and T.P. in the different treatments**

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
<b>Materia seca</b>			
Consumo, kg/día	22,5 a	21,8 b	18,84 c
Conversión, kg/L/día	0,73 ab	0,74 a	0,64 b
<b>Energía metabolizable, Mcal/día</b>			
Consumo	45,0	44,5	40,6
Requerimientos para la producción obtenida <sup>1</sup>	42,4	40,5	41,9
Diferencia	2,6	4,0	-1,3
<b>Proteína total, kg/día</b>			
Consumo	3,9	4,0	3,8
Requerimientos para la producción obtenida <sup>1</sup>	2,5	2,3	2,4
Diferencia	1,4	1,7	1,4
<b>Producción de leche teórica, L/vaca/día:</b>			
según consumo de E.M.	33,8	33,0	28,1
según consumo de P.T.	49,3	50,8	47,3

<sup>1</sup>Requerimientos según NRC (1988).

Cifras con una letra en común, no difieren significativamente entre tratamientos ( $P > 0,05$ ), según la Prueba de Duncan.

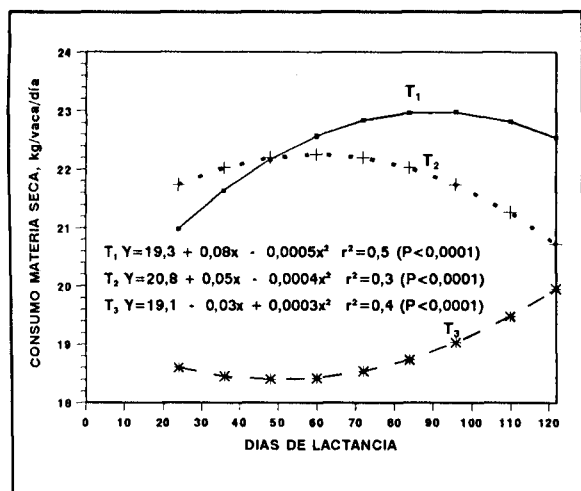


FIGURA 1. Consumo diario de materia seca durante el período experimental.

FIGURE 1. Daily dry matter intake during the experiment period.

En la P.T. las diferencias de los tres tratamientos fueron positivas. En el Cuadro 4 se indica la cantidad de leche que teóricamente, podría producirse con la diferencia de E.M. y P.T., según NRC (1988). Para calcular dicho valor se estimó que, para producir un litro de leche, se necesitaría 1,07 Mcal de E.M. y 78 g de P.T. Con ello, en  $T_1$  y  $T_2$  la E.M. alcanzaría para producir adicionalmente 2,5 y 3,7 L de leche, respectivamente, y en  $T_3$  habría un déficit equivalente a 1,2 litros. En cambio la P.T. habría alcanzado para generar 18; 21,5 y 18 L de leche adicional a la producida en  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$ , respectivamente, esto, producto de un elevado nivel de proteína de la ración, especialmente en el soiling de alfalfa.

### Variación de peso vivo

A partir de la Figura 2, que muestra el ajuste cuadrático de la curva, y su variación en el tiempo, se detectó una pérdida de peso vivo en los tres tratamientos (Cuadro 5). Esta situación corresponde a una conducta fisiológica normal en vacas lecheras de alto nivel de producción, consecuencia del inicio de la lactancia, etapa altamente exigente en requerimientos nutritivos y coincidente con una depresión en el apetito, y por ende, del consumo de materia seca. Ello resulta, por consiguiente, en una pérdida de peso promedio, para  $T_1$  (hasta el día 79 de lactancia) de 0,64 kg/día, para  $T_2$  (hasta el día 90) de 0,83 kg/día y para  $T_3$  (hasta el día 87 de lactancia) de 0,78 kg/día. Posteriormente a este período, la tendencia es a mantener el peso, salvo el  $T_1$  donde se observa una recuperación a partir del día 90.

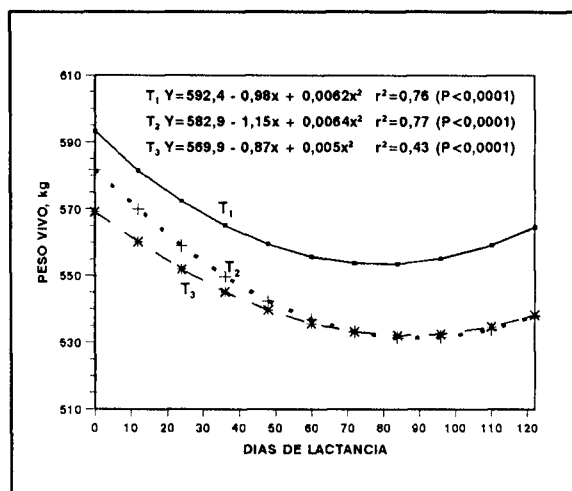


FIGURA 2. Variación de peso vivo durante el período experimental.

FIGURE 2. Live weight variations during the experiment period.

### CUADRO 5. Efecto de las diferentes dietas en la variación de peso vivo de las vacas. Datos ajustados por covariancia, en base al peso inicial

TABLE 5. Effect of the different rations on the live-weight changes of the cows. Information data adjusted by covariance based on the initial weight

	$T_1$	$T_2$	$T_3$
Peso vivo			
Inicial (post-parto), kg	604	606	600
Final, kg	566	529	558
Variación en el período (125 días), kg	-53 a	-73 a	-48 a
Ganancia promedio, kg	-0,42	-0,58	-0,38

Cifras con una letra en común, no difieren significativamente entre tratamientos ( $P > 0,05$ ), según la Prueba de Duncan.

### Observaciones del parámetro reproductivo

A pesar que el objetivo del presente ensayo no fue evaluar el efecto de las grasas sobre los parámetros reproductivos de los animales se pudo apreciar que  $T_2$ , con alto concentrado (9 kg) y alta grasa protegida (1,0 kg) fue el que presentó mayores problemas, ya que de las ocho vacas, dos no presentaron celo y otras dos no se preñaron. En los otros dos tratamientos las vacas se preñaron en los lapsos de tiempo considerados normales (entre 60-100 días post-parto). En todo caso, es importante destacar que el número de animales utilizados fue muy bajo para una conclusión definitiva en parámetros reproductivos.

### Parámetros sanguíneos

**Gamma glutaril transferasa (GGT).** Como se aprecia en el Cuadro 6, el nivel de GGT, evolucionó entre los rangos considerados normales para la especie. Las diferencias entre tratamientos, fueron poco apreciables.

**Triglicéridos.** No hubo efecto sobre el nivel de los triglicéridos sanguíneos (Cuadro 6), lo cual significa que las grasas utilizadas en la experiencia fueron asimiladas normalmente, ya que tampoco se detectaron en las fecas, según los análisis realizados.

**Nitrógeno ureico sanguíneo (NUS).** Esta variable presentó diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 6), diferencias que, a pesar que se produjeron entre niveles considerados normales, confirman un mayor y significativo valor del nivel de N ureico en la sangre de los animales de T<sub>3</sub>.

**CUADRO 6. Parámetros bioquímicos determinados en la sangre**

**TABLE 6. Biochemical blood parameters**

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	Rango normal
<b>Parámetros bioquímicos, %</b>				
NUS <sup>1</sup>	16,4 b	16,8 b	20,7 a	8-30 <sup>3</sup>
GGT <sup>2</sup>	18,8 a	19,9 a	16,6 a	15-39 <sup>4</sup>
Triglicéridos	15,4 a	19,0 a	16,1 a	5-22 <sup>5</sup>

<sup>1</sup>Nitrógeno ureico sanguíneo.

<sup>2</sup>Gamma glutaril transferasa.

<sup>3</sup>Kaneko, 1989.

<sup>4</sup>Universidad de California, 1988.

<sup>5</sup>Wahlefeld y Bergmeyer, 1974.

### Relación ingreso-costo

De acuerdo a los cálculos efectuados, se concluye que el tratamiento que presentó una mejor relación entre el costo de alimentación y producción de leche diaria fue el T<sub>3</sub>, seguido del T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> (Cuadro 7).

**CUADRO 7. Costos de alimentación en los diferentes tratamientos**

**TABLE 7. Feeding cost per liter of milk in the different treatments**

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Costo alimento diario <sup>1</sup> , \$	1.841	1.882	1.396
Producción de leche, L/día	31,25	29,25	29,25
Costo alimentación, \$/L	59,0	63,3	47,7
Precio leche <sup>2</sup> \$/L	95	95	95
Relación costo alimento diario y precio leche <sup>2</sup> , %	56	60	50

<sup>1</sup>Ingredientes más preparación.

<sup>2</sup>Fuente: Boletín Económico y de Mercado SNA, septiembre de 1993.

### DISCUSIÓN

Experiencias efectuadas con anterioridad (Ruiz *et al.*, 1995) han detectado que el consumo de alfalfa en un estado de prebotón posibilita una buena respuesta en las vacas que la utilizan. En dicha experiencia, el consumo de proteína excedió en alto grado lo requerido para la producción que presentaron las vacas, de modo que teóricamente habría alcanzado para producir aproximadamente el doble de la producción de leche obtenida; en cambio, el consumo de energía fue relativamente bajo, un tanto inferior a lo necesitado para la producción que presentaron las vacas, cuyos valores registrados fueron de 21 y 17,2 kg de leche sin corregir y corregida al 4% de m.g., respectivamente.

Según la literatura (Palmquist, 1991; Church, 1993; Jenkins y Jenny, 1992; y Grummer, 1991), los niveles de grasa usualmente utilizados fluctúan entre los 600-1.000 g/vaca/día; cantidades mayores son consideradas negativas para la productividad y fisiología del animal. Los niveles utilizados en un tratamiento de este ensayo (1.600 g/vaca/día) sobrepasan los recomendados por la literatura como niveles óptimos de inclusión de grasa protegida. Sin embargo, ellos no produjeron efectos negativos en ninguno de los parámetros estudiados.

Lo planteado en esta experiencia, constituye una nueva alternativa de alimentación que no incorpora granos (almidón) en los concentrados, como tradicionalmente se ha considerado en la alimentación de bovinos lecheros. Esto último, debido a que la microflora ruminal de vacas de alta producción necesita para su normal funcionamiento una fuente energética extra disponible a ese nivel.

En la revisión de literatura efectuada no se encontraron antecedentes acerca del uso de raciones similares a las del presente experimento, ni relacionadas con el uso específico de forraje tierno y grasa.

A la luz de la información obtenida en esta experiencia, se puede concluir la buena respuesta lograda con la incorporación de grasa protegida, especialmente en el tratamiento 3 (soiling sin concentrado en base a granos) dado que aquella, se constituyó en el principal aporte energético, además del que naturalmente ofrece el forraje. En el presente experimento la adición de grasa protegida, como complemento energético a soiling de alfalfa tierna, permitió producciones de leche parecidas (alrededor de 30 litros) a las obtenidas en dietas que incorporaron altos niveles de concentrados (9 kg/día). Debe destacarse, además, que en el tratamiento mencionado, el índice de conversión fue el mejor, lo cual repercutió en que el costo de producción de leche fuera el más bajo.

Los valores de materia grasa, establecidos en este ensayo, corresponden, en términos generales, a valores bajos de materia grasa. Esta situación, si bien no es adecuada, es común de encontrar en animales Holstein en los primeros estados de la lactancia. Este resultado contrasta con ensayos realizados en otros países donde al adicionar grasas en la alimentación de vacas en lactancia se alteran los componentes químicos de la leche, ya que sube la materia grasa al adicionar grasa protegida a dietas de vacas altamente productivas (Palmquist y Conrad, 1978; Jenkins y Jenny, 1992; Aseltine, 1990; Wrenn *et al.*, 1978).

Los resultados de los parámetros composicionales de la leche, no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, situación considerada favorable, en el sentido de no detectarse un efecto negativo, de las grasas en las dietas.

Los animales sometidos a dieta de soiling de alfalfa y grasa protegida, manifestaron similar comportamiento en el cambio de peso vivo que el observado en los otros tratamientos. Esta situación, le otorga mayor relevancia al uso de la grasa protegida, como único complemento a la dieta basada en alfalfa tierna. El haber detectado una pérdida de peso significativamente superior, en estos animales, podría interpretarse como una consecuencia metabólica destinada a compensar el eventual déficit energético dietario, sin embargo, esto no ocurrió.

Tradicionalmente el uso de soiling se recomienda en un estado de madurez poco más avanzado que

el usado en el presente experimento. Un factor para utilizar el forraje en un estado más avanzado de madurez es el reducir la incidencia de meteorismo. A pesar que el objetivo del experimento no estuvo dirigido en este sentido (control de meteorismo) se pudo derivar como una conclusión secundaria, la ausencia total de tal fenómeno en vacas que consumieron hasta 110 kg diarios de alfalfa tierna.

Relacionado con el consumo de materia seca total, algunos autores señalan que el consumo se ve afectado negativamente en dietas suplementadas con niveles mayores a 600 g/día de grasa protegida (Gagliostro y Chilliard, 1992; Bines, *et al.*, 1978; Cummins y Sartin, 1987; Palmquist y Conrad, 1978). La ración en base a forraje y grasa, presentó una menor cifra diaria que los tratamientos que incluían concentrado, aún así, el valor absoluto es satisfactorio (18,8 kg de m.s./día ó 3,4% del peso vivo), ya que es un tanto mayor al consumo medido para soiling solo, en un experimento previo (Ruiz *et al.*, 1995) en que se logró una cifra de 17,12 kg de m.s./día ó 3,18% del peso vivo.

El incremento de consumo a partir del día 50 de lactancia podría estar señalando que los animales se acostumbraron paulatinamente a un alto nivel de grasa ofrecido, situación que favoreció un aumento en el consumo de la alfalfa soiling. En consecuencia, se produce la incógnita acerca de lo que ocurriría con la curva de consumo, en un período posterior a los 125 días que duró el experimento.

Según la literatura (Grummer, 1991; Carrol *et al.*, 1990), no se encontraron efectos de la alimentación con grasa protegida, en parámetros de reproducción. Contrario a esto, Ferguson *et al.*, (1990), Sklan y Tinsky (1992), Grummer y Carroil (1991), observaron una mejora significativa en la tasa de concepción desde el segundo servicio, así como en el lapso parto-preñez.

Los mayores niveles de nitrógeno ureico en la sangre, registrados en el T<sub>3</sub>, podrían explicarse como un excesivo nivel de nitrógeno soluble en rumen, derivado de la alta ingesta de alfalfa tierna que se caracteriza por su elevada concentración de proteína degradable.

Respecto al parámetro sanguíneo GGT, supuestamente, un alto nivel de grasa dietaria provocaría un recargo en la funcionalidad hepática, que podría traducirse en un alza de la enzima GGT.



El hecho que los parámetros bioquímicos sanguíneos se hayan encontrado dentro de los límites normales para la especie, se considera como un resultado muy favorable, puesto que la adición de grasa en las dietas experimentales, eventualmente, podría haber provocado una alteración en los niveles sanguíneos en cualquiera de los tres parámetros controlados.

Dentro de las interrogantes que persisten en el presente trabajo, está probar el suministro de los mismos tratamientos durante la lactancia completa de los animales y conocer el nivel máximo de tolerancia de grasa por los animales, sin afectar los parámetros productivos y reproductivos.

## RESUMEN

En el Centro Regional de Investigación La Platina del INIA se desarrolló un experimento a objeto de evaluar aspectos como: la incorporación y el efecto sobre producción y composición de leche de vacas alimentadas con grasa protegida; y la respuesta productiva de vacas que reciben como única ración, soiling de alfalfa tierna más grasa no degradable a nivel ruminal.

Se utilizaron 24 vacas Holstein Friesian, de alta producción, que fueron asignados a los siguientes tratamientos: T<sub>1</sub> = soiling de alfalfa tierna + concentrado y 600 g de grasa protegida; T<sub>2</sub> = soiling de alfalfa tierna + concentrado y 1.000 g de grasa protegida; T<sub>3</sub> = soiling de alfalfa tierna + 1.600 g de grasa protegida.

Se controló diariamente, desde el día 25 a 125 de lactancia en forma individual, la producción de leche y el consumo de alimentos; semanalmente se hizo para proteína, materia grasa, sólidos totales, sólidos no grasos y peso corporal; y una vez al mes, parámetros bioquímicos sanguíneos (NUS, GGT, triglicéridos).

Los resultados obtenidos fueron: producción de leche (L/día): T<sub>1</sub> = 31,25 a; T<sub>2</sub> = 29,25a y T<sub>3</sub> = 29,25a; materia grasa (%): T<sub>1</sub> = 2,46a; T<sub>2</sub> = 2,65a;

T<sub>3</sub> = 2,67a; consumo (kg de m.s./animal/día): T<sub>1</sub> = 23,5a; T<sub>2</sub> = 23,2a; T<sub>3</sub> = 20,6b; conversión de alimentos en leche (kg de m.s./L/día): T<sub>1</sub> = 0,73ab; T<sub>2</sub> = 0,74a; T<sub>3</sub> = 0,64b. No se registraron diferencias significativas (P > 0,05) en la variación de peso vivo, entre tratamientos. Se concluye que la adición de grasa protegida, obtuvo una mejor respuesta, en eficiencia y costo de alimentación, cuando se incluyó como único complemento energético en raciones de soiling de alfalfa tierna.

Se destacan los tres siguientes resultados: el efecto altamente positivo de combinar alfalfa con grasa, en vez de hacerlo con concentrado; la ausencia de efecto negativo en: la producción y componentes de leche, el peso vivo y en algunos parámetros bioquímicos sanguíneos, al adicionar niveles de grasa (resultados contrarios a la literatura); la producción diaria de leche lograda, 29,2 L, al usar sólo soiling de alfalfa y grasa protegida, se puede considerar como un excelente resultado tanto desde el punto de vista biológico como de la relación ingreso-costo.

**Palabras claves:** vacas en lactancia, grasa protegida, alimentación y nutrición, producción de leche, soiling de alfalfa.

## LITERATURA CITADA

- ASELTINE, M. 1990. Feeding of fat natural toxicans are topics of discussion. *Feedstuffs*, November. Vol. 26: 12-18.
- BINES, I., BRUMBY, P., STORRY, I., FULFORD, R. and BRAITHWAITE, G. 1978. The effect of protected lipids on nutrients intake, blood and rumen metabolites and milk secretion in dairy cows during early lactation. *Journal Agricultural Science, Cambridge* 91: 135-150.
- CARROL, J., JERRED, M., GRUMMER, R., COMBS, D., PIERSON, R. and HAUSER, E. 1990. Effect of fat supplementation and immature alfalfa to concentrate ratio on plasma progesterone, energy balance, and reproduction of dairy cattle. *Journal Dairy Science* 73: 2.855-2.863.
- CHURCH, D. 1993. El rumiante fisiología digestiva y nutrición. Ed. Acribia, Saragoza, España. 641 p.
- CUMMINS, K. and SARTIN, J. 1987. Response of insulin, glucagon, and growth hormone to intravenous glucose challenge in cows fed high fat diets. *Journal of Dairy Science* 70: 277-283.
- FERGUSON, J., SKLAN, D., CHALUPA, W. and KRONFELD, S. 1990. Effect of hard fats on *in vitro* and *in vivo* rumen fermentation, milk production, and reproduction in dairy cows. *Journal Dairy Science* 73: 2.864-2.879.
- GAGLIOSTRO, G. y CHILLIARD, Y. 1992. Utilización de lipidos protegidos en la nutrición de vacas lecheras. *Revista Argentina de Producción Animal* 12: 1-15.
- GRUMMER, R. 1991. Effect of feed on the composition of milk fat. *Journal of Dairy Science* 74: 3.244-3.257.

- GRUMMER, R. and CARROLL, D. 1991. Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. *Journal Animal Science* 69: 3.938-3.952.
- JENKINS, T. and JENNY, B. 1992. Nutrients digestion and lactation performance of dairy cows fed combinations of prilled fat and canola oil. *Journal of Dairy Science* 75: 796-803.
- KANEKO, J.J. 1989. *Clinical biochemistry of domestic animals* Academic Press. New York. p.: 886-889.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1988. *Nutrients requirements of dairy cattle*. Sixth revised edition, National Academy Press, Washington DC. USA. 157 p.
- PALMQUIST, D. 1991. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. *Journal Dairy Science* 74: 1.354-1.360.
- PALMQUIST, D. and CONRRAD, R. 1978. High fat rations for dairy cows. Effects on feed. Intake, milk and fat productions and plasma metabolites. *Journal of Dairy Science* 61: 890-901.
- RUIZ N. I., MUÑOZ M. S., MEDINA V. F., PEDRAZA G., C., CHAHÍN A., G., SILVA G., M. y PEÑA J., S. 1995. Potencial de produccion de leche del soiling de alfalfa. Programa Praderas. *Agricultura Técnica* 55: 55-60.
- SKLAN, D. and TINSKI, M. 1993. Production and reproduction responses by dairy cows fed varying undegradable protein coated with rumen bypass fat. *Journal Dairy Science* 76: 216-223.
- UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA. 1988. *Veterinary medical taching hospital*. Davis, California. p.: 1-3.
- WAHLEFELD, A.W. and BERGMAYER, H.V. 1974. *Methoden der enzymatischen analyse*. 3ª Ed. 1.878 p.
- WOOD, 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature (London)* 216: 164-165.
- WRENN, R., BITMAN, J., WATERMAN, R., WEYANT, J., WOOD, D., STROZINSKI, L. and HOOVEN, N. 1978. Feeding protected and unprotected tallow to lactating cows. *Journal of Dairy Science* 61: 49-58.