

**TRABAJO ORIGINAL****SUPLEMENTACIÓN CON HARINA DE GIRASOL O DE COLZA "00" A VACAS LECHERAS ALIMENTADAS CON DIETAS EN BASE A SILAJE DE MAÍZ**

*Supplementation with sunflower meal or rapeseed meal "00" of dairy cows fed diets based on corn silage*

**MANCUSO<sup>1,2</sup>, W.A., SANTINI<sup>3,4</sup>, F.J., GAGLIOSTRO<sup>3</sup>, G.A. Y REARTE<sup>3</sup>, D.H.**

Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias.  
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - EEA Balcarce.

**RESUMEN**

Se evaluó el efecto de suplementar con harina de girasol (HG) o harina de colza "00" (HC), a vacas lecheras alimentadas con raciones completas en mezcla (RCM) isoproteicas e isoenergéticas, basadas en silaje de maíz. Se realizó un ensayo de producción para medir consumo de RCM, evolución del peso vivo y producción y composición de leche y otro para evaluar ambiente ruminal y degradabilidad **in situ** de las harinas. Los tratamientos fueron: THC (56% silaje de maíz, 30% HC, 13% grano de maíz y 1% sales minerales) y THG (similar, con HG en lugar de HC). Ambas RCM fueron similares: materia seca (MS): 44%, proteína (PB): 17% y fibra detergente neutro: 35%. Los tratamientos no afectaron consumo (22,4 kg MS vaca<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>), aumento de peso (649 g vaca<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>), ni producción (18,8 kg leche vaca<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>) y composición de leche (grasa: 4,01%, proteína: 3,46%). La producción de grasa butirosa tendió a ser mayor ( $p < 0,07$ ) y el contenido de N-ureico fue menor ( $p < 0,04$ ) en el THC que en el THG (0,783 y 0,730 kg vaca<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup> y 12,42 y 13,30 mg dl<sup>-1</sup>, respectivamente). El pH ruminal no se afectó (6,05) y tendió ( $p < 0,10$ ) a aumentar el nivel de N-NH<sub>3</sub> en el THG (10,52 mg dl<sup>-1</sup>) con relación al THC (6,91 mg dl<sup>-1</sup>). La proporción de propionato disminuyó ( $p < 0,02$ ) y aumentó ( $p < 0,01$ ) la relación C<sub>2</sub>:C<sub>3</sub> en el THG (20,99 moles 100 moles<sup>-1</sup> y 2,88) con respecto al THC (22,97 moles 100 moles<sup>-1</sup> y 2,58). La tasa de desaparición de MS y PB fueron menores ( $p < 0,04$ ) para HC (8,21 y 7,84% h<sup>-1</sup>) que para HG (10,09 y 12,21% h<sup>-1</sup>). La degradación total ( $p < 0,02$ ) y efectiva ( $p < 0,01$ ) resultaron inferiores para la PB de HC (92,93 y 56,86%) que para HG (97,80 y 73,58%). La HC constituyó un suplemento proteico similar a la HG, aunque de menor degradación ruminal.

**Palabras clave:** harina de colza "00", harina de girasol, silaje de maíz, vacas lecheras, ambiente ruminal.

Recibido: 26 de febrero de 2002

Aceptado: 20 de mayo de 2002

1. Trabajo realizado en el transcurso del XII° Curso de Posgrado en Producción Animal. Univ. Nac. Mar del Plata. Fac.Cs.Agr.
2. Dirección actual: AER INTA Paraná. Ruta 11 km 12,5 (3100) Paraná. E-mail: [aerparana@parana.inta.gov.ar](mailto:aerparana@parana.inta.gov.ar)
3. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Balcarce. C.C. 276 (7620). Balcarce, Bs.As.
4. Universidad Nac. de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. C.C. 276 (7620). Balcarce, Bs.As.

## SUMMARY

Dairy cows supplementation with sunflower meal (HG) or rapeseed "00" meal (HC), was evaluated in isonitrogenous and isocaloric total mixed rations (RCM) based on corn silage. Two experiments were carried out. In the first trial intake and quality of the RCM, were measured, as well as evolution of the live weight and milk yield and composition. In the second experiment ruminal environment and *in situ* degradability of the meals were studied. Treatments were: THC (56% corn silage, 30% HC, 13% corn grain and 1% minerals salt) and THG (the same, but with HG instead of HC). Both RCM were similar: dry matter (DM) 44%, protein (CP) 17%, and neutral detergent fiber (NDF) 35%. The treatments did not affect DM intake ( $22.4 \text{ kg cow}^{-1}\text{day}^{-1}$ ), body weight gain ( $649 \text{ g cow}^{-1}\text{day}^{-1}$ ) milk production ( $18.8 \text{ kg milk cow}^{-1}\text{day}^{-1}$ ) and composition (fat: 4.01%, protein: 3.46%). Fat production was higher ( $p < 0.07$ ) and Urea-N content of the milk was lower ( $p < 0.04$ ) in the THC than in THG ( $0.783$  y  $0.730 \text{ kg cow}^{-1}\text{day}^{-1}$  and  $12.42$  and  $13.30 \text{ mg dl}^{-1}$ , respectively). Neither ruminal pH (6.09) nor total volatile fatty acids (VFA) concentration ( $88 \text{ mmol l}^{-1}$ ) were affected. Concentration of N-NH<sub>3</sub> in rumen fluid was higher ( $p < 0.10$ ) in THG ( $10.52 \text{ mg dl}^{-1}$ ) than in THC ( $6.91 \text{ mg dl}^{-1}$ ). Propionate was lower ( $p < 0.02$ ) and the C2:C3 ratio was higher ( $p < 0.01$ ) in THG ( $20.99$  moles  $100 \text{ moles}^{-1}$  and  $2.88$ ) than in THC ( $22.97$  moles  $100 \text{ moles}^{-1}$  and  $2.58$ ). Dry matter and CP disappearance rate were lower ( $p < 0.04$ ) for HC ( $8.21$  and  $7.84\% \text{ h}^{-1}$ ) than for HG ( $10.09$  and  $12.21\% \text{ h}^{-1}$ ). Total ( $p < 0.02$ ) and effective ( $p < 0.01$ ) CP degradation were slower for HC ( $92.93$  and  $56.86\%$ ) than for the HG ( $97.80$  and  $73.58\%$ ). The HC was a protein supplement of similar chemical characteristic to the HG, although had lower ruminal degradation rate.

**Key words:** rapeseed "00" meal, sunflower meal, corn silage, dairy cows, ruminal environment.

## INTRODUCCIÓN

Lograr una producción estable a lo largo del año en los sistemas lecheros de Argentina, requiere mejorar el aprovechamiento y la calidad de las pasturas, al tiempo de complementarlas con otros alimentos que puedan reemplazarlas cuando su cantidad resulta limitante (Elizalde, Rearte y Santini, 1993). Los forrajes conservados y en particular el silaje de planta entera de maíz, adquiere en este esquema un rol preponderante debido al alto volumen de materia seca (MS) que puede aportar (Comerón, Romero, Bruno y Díaz, 1996). Sin embargo, si su contribución al total de la dieta supera el 35% de la MS total, puede afectar negativamente la producción individual de las vacas por problemas de baja digestibilidad y bajo tenor proteico (Morán y Stockdale, 1992; Stockdale, 1995). Además, es necesario balancear el aporte de algunos aminoácidos (AA), tales como lisina y metionina, considerados limitantes para la producción lechera cuando se

utiliza silaje y grano de maíz en altas proporciones, aún para raciones de vacas en lactancia media (Brunschwig, Augéard, Sloan y Tanan, 1995; O'Mara, Murphy y Rath, 1997).

Para cubrir dichas necesidades en proteína y AA, el concentrado más utilizado a nivel mundial es la harina de soja (HS), no obstante en Argentina por razones de costo se la reemplaza especialmente por harina de girasol (HG) (Castillo y Onetti, 1996; Fadel, 1999). Como suplemento proteico alternativo, aparece actualmente a nivel local la harina de colza "00" (HC) (Perea Muñoz, 1992), la cual posee una mayor proporción de aminoácidos esenciales (AAE) que la HG (Boila e Ingalls, 1994; Susmel, Antongiovanni, Stefanon, Mills, Hindle y Van Vurren, 1994) y una menor degradación ruminal de su proteína (Freer y Dove, 1984; Boila e Ingalls, 1995). Este mayor aporte de AAE y su menor desaparición a nivel ruminal, favorecerían una llegada más importante de ellos a duodeno, lo cual podría estimular el consumo (Froestschel, 1995) y mejo-

rar la respuesta productiva (Schwab, Bozak, Whitehouse y Mesbah, 1992a; Schwab, Bozak, Whitehouse y Mesbah, 1992b; Velle, Sjaastad, Aulie, Gronset, Feigenwinter y Framstad, 1997).

En trabajos donde se comparó HC con HG como suplementos proteicos para vacas lecheras, se alcanzaron producciones diarias de 27 y 25 kg de leche por vaca con HC y HG, respectivamente (Vincent, Hill y Campling, 1990). Cuando se utilizó como testigo a HS, su reemplazo por HG (Schingoethe, Rook y Ludens, 1977) no produjo diferencias en producción ni calidad de leche, mientras que al sustituirla por HC se lograron aumentos de 198 kg de leche por vaca y lactancia (Emanuelson, Ahlin y Wiktorsson, 1993), con una tendencia a aumentar el contenido de proteína verdadera y a disminuir el de urea en la leche de las vacas.

En Argentina no se ha evaluado la respuesta productiva de rodeos lecheros alimentados con HC de origen local como principal fuente de proteína de la dieta. El objetivo del trabajo fue evaluar la respuesta productiva y el efecto a nivel ruminal del reemplazo de HG por HC como suplementos proteicos, sobre vacas lecheras en lactancia media alimentadas con dietas isoenergéticas e isoproteicas, basadas en silaje de planta entera de maíz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos simultáneos en el tambo experimental de la Unidad Integrada Balcarce INTA-UNMdP, uno de respuesta productiva y consumo y otro de ambiente y digestión ruminal de los concentrados proteicos.

### Ensayo de respuesta productiva

El efecto de la fuente proteica sobre producción y composición de leche, variación de peso corporal y consumo fue estudiado durante 90 días, período que se dividió en 15 días de covarianza, 15 días de acostumbra-

miento y 60 días de mediciones experimentales.

Se utilizaron 38 vacas lecheras Holando Argentino, con un peso vivo promedio inicial de  $590 \pm 15$  kg y  $133 \pm 21$  días de lactancia. La producción promedio diaria de las vacas durante el período de covarianza fue de  $19,60 \pm 0,58$  kg de leche sin corregir.

Los animales se agruparon según su peso inicial, número de partos, nivel de producción durante el período de covarianza y semanas en lactancia. A partir de allí, se asignaron aleatoriamente 19 animales a cada uno de los siguientes tratamientos: harina de colza "00" (THC) y harina de girasol (THG), los cuales diferían solamente en el tipo de concentrado proteico ofrecido en la dieta (Cuadro 1). Las vacas se manejaron en cuatro corrales independientes, dos con diez y dos con nueve animales, a fin de facilitar su manejo y la distribución de la ración.

Las dietas se formularon como raciones completas en mezcla (RCM) isoproteicas e isoenergéticas y fueron suministradas una vez al día en comederos ubicados dentro de los corrales, donde las vacas permanecieron alojadas con abastecimiento de agua fresca en forma permanente. Se midió diariamente la cantidad de RCM ofrecida y rechazada en cada corral, estimándose el consumo grupal por diferencia entre oferta y rechazo.

Se estimó el consumo individual sobre 10 vacas tomadas al azar dentro de cada tratamiento, durante los últimos 15 días del ensayo, mediante el uso de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  como marcador externo indigestible (Le Du y Penning, 1982).

Sobre la RCM ofrecida y sus diferentes componentes se determinó: MS (secado en estufa a  $60^\circ$  hasta constancia de peso), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) (Tilley y Terry, 1963), proteína bruta (PB) (semi-MicroKjeldhal -Ovejero, 1987-), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) (Goering y Van Soest, 1970), carbohidratos solubles (CHS) (Bailey, 1958), extracto etéreo (EE) (Analysis of agr. material. 3th ed. Ref. Book 427. Her Majesty's Statio-

**CUADRO 1:** Composición de las dietas para las raciones completas en mezcla (RCM) de los tratamientos con harina de colza "00" (THC) y con harina de girasol (THG), expresados como porcentaje de la materia seca total.

**Table 1:** Diets composition for total mixed rations (RCM) for the treatments with rapeseed "00" meal (THC) and sunflower meal (THG), expressed as percentage of total dry matter.

COMPONENTES	TRATAMIENTOS	
	THC	THG
Silaje de maíz de planta entera	56	56
Harina de colza "00"	30	-----
Harina de girasol	-----	30
Grano de maíz	13	13
Sales minerales <sup>1</sup>	1	1

<sup>1</sup>Aporte de nutrientes: Ca 29%, P 2,5%, Mg 3,2%, S 0,30%, Zn 0,11%, Cu 250 PPM, Fe 150 PPM, , Mn 600 PPM, Co 15 PPM, I 75 PPM, Se 14 PPM.

nary Office, London, 1986.) y almidón (Mac Rae y Armstrong, 1968). Sobre una muestra de cada componente, integrada por siete submuestras tomadas cada 10 días a lo largo del período experimental, se analizó el perfil aminoacídico mediante hidrólisis ácida y posterior cromatografía de intercambio iónico en autoanalizador (Autoanalizador Beckman, Modelo 119 B).

Se pesaron todas las vacas en forma individual durante tres días consecutivos, al inicio y al final del período experimental, el promedio de las tres pesadas se utilizó para el análisis de la variación de peso. Se midió la producción individual de leche, en kg, durante cada ordeño (mañana y tarde) mediante lactómetros (Waikato Milkmeter Hamilton, NZ.) al total de vacas de ambos tratamientos. El período de medición abarcó los 15 días de covarianza y los 60 experimentales.

Se determinó la composición de leche sobre muestras compuestas individuales de todas las vacas en ensayo, conformadas con volúmenes proporcionales a la producción de leche de la mañana y de la tarde de cada una de ellas. En el período de covarianza se tomaron 2 muestras con una diferencia de 7 días entre uno y otro, mientras que en el experimental se ampliaron a 6 muestras tomadas cada 10 días a partir del día 7 de iniciado este

período. Sobre ellas se realizaron determinaciones de grasa butirosa (GB), proteína bruta (PB), lactosa (L), sólidos totales (ST) y sólidos no grasos (SNG) por medio de Milko-Scan (Foss 605B Milko-Scan; Foss Electric, Hillerod, Denmark); de urea (Uremia-Laboratorio Wiener, Argentina) y de caseína (precipitación con ácido acético y acetato de sodio y posterior análisis del N total no caseínico en el líquido filtrado claro por semi-MicroKjeldhal -Ovejero, 1987-).

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (Gill, 1978) y los datos de consumo grupal e individual, peso vivo inicial, peso vivo final y de variación del peso vivo individual de las vacas, se analizaron mediante un modelo a un criterio de clasificación (tratamiento):  $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ , siendo  $Y_{ij}$ : variable respuesta de la  $j$ -ésima vaca del  $i$ -ésimo tratamiento;  $\mu$ : media general;  $\tau_i$ : efecto del  $i$ -ésimo tratamiento;  $\varepsilon_{ij}$ : error residual.

Los datos de producción y de los diferentes componentes de calidad de leche se analizaron con un modelo estadístico que incluyó el efecto tratamiento y los datos de producción y de calidad de leche individuales durante el período de covarianza como covariable:  $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta(x_{ij} - x_{..}) + \varepsilon_{ij}$ , siendo  $Y_{ij}$ : variable respuesta de la  $j$ -ésima vaca del  $i$ -ésimo tratamiento;  $\mu$ : media general;  $\tau_i$ : efecto de  $i$ -ésimo trata-

miento;  $\beta$ : coeficiente de regresión lineal que indica la dependencia entre  $Y_{ij}$  y  $x_{ij}$ ;  $x_{ij}$ : valor de la covariable correspondiente a  $Y_{ij}$ ;  $x_{..}$ : promedio de las  $x_{ij}$ ;  $\varepsilon_{ij}$ : error residual.

Todos los datos se procesaron mediante análisis de varianza con el Procedimiento General de Modelos Lineales (PROC GLM) de SAS (SAS Institute, 1996).

### Ensayo de ambiente y digestión ruminal

El trabajo de ambiente y digestión ruminal comprendió dos períodos experimentales de 15 días cada uno, divididos en 13 días de acostumbamiento y dos para toma de datos. Se utilizaron 4 vacas raza Holando Argentino en lactancia ( $180 \pm 52$  días) fistuladas de rumen, que se asignaron aleatoriamente dos a cada uno de los mismos tratamientos antes descriptos. Durante el anteúltimo día de cada período experimental, se realizó el muestreo del contenido ruminal en los siguientes horarios: 0, 4, 8, 12, 16 y 20 hs, siendo el horario "0" las 06,30 hs. Una muestra de contenido ruminal fue filtrada con una doble tela de quesería, e inmediatamente se determinó el pH con un peachímetro portátil digital sobre el licor filtrado. Sobre 100 ml de dicho licor, acidificados con 0,5 ml de ácido sulfúrico (98%) y mantenidos hasta su análisis a  $-20^\circ\text{C}$ , se determinó la concentración de AGV por cromatografía en fase gaseosa (Erwin, Marco y Emery, 1961) y de  $\text{N-NH}_3$  por titulación.

Se estimó la degradabilidad ruminal de la MS y de la PB de los dos suplementos proteicos por el método *in situ* de las bolsas de dacron suspendidas en rumen (Mehrez y Ørskov, 1977). Se utilizaron 40 bolsas por animal y período, con una porosidad promedio de  $50\mu$  y un tamaño de  $22 \times 10$  cm. La degradación de la MS y de la PB de las harinas proteicas se estimó mediante el modelo de Ørskov y Mc Donald (1979):  $P = S + D(1 - e^{-Kd \cdot t})$ , donde: P= degradabilidad potencial (%); S= fracción soluble (%); D= fracción potencialmente degradable (%); Kd = tasa de degradación ( $\% \text{ h}^{-1}$ ); t= tiempo de incubación (horas) y e= base del logaritmo natural. La

degradabilidad efectiva de la MS y la PB se estimó en base a la fórmula de Ørskov y Mc Donald (1979):  $DE = S + D(Kd / (Kd + Kp))$ , donde: DE= degradabilidad efectiva (%); Kp = Tasa de Pasaje ( $\% \text{ h}^{-1}$ ); S, D y Kd: se describieron antes y se asumió como Kp probable para los niveles de consumo obtenidos a  $8\% \text{ h}^{-1}$  (AFRC, 1993).

Se empleó un diseño en crossover simple (Gill, 1978) de 4 animales, 2 tratamientos y 2 períodos). Los parámetros asociados con la desaparición de MS y PB se analizaron con el modelo:  $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \tau_k + \varepsilon_{ijk}$ , siendo  $Y_{ijk}$ : variable respuesta de la  $i$ -ésima vaca, en el  $j$ -ésimo período y el  $k$ -ésimo tratamiento;  $\mu$ : media general;  $\alpha_i$ : efecto de la  $i$ -ésima vaca;  $\beta_j$ : efecto del  $j$ -ésimo período;  $\tau_k$ : efecto del  $k$ -ésimo tratamiento;  $\varepsilon_{ijk}$ : error residual. Las diferencias se probaron mediante análisis de varianza con el PROC GLM de SAS (SAS Institute, 1996).

Para los datos de pH,  $\text{N-NH}_3$  y AGV en el licor ruminal se consideraron los valores de los 6 horarios de muestreo como medidas repetidas en el tiempo, a fin de probar la interacción Horario x Tratamiento. Para ello se trabajó con el procedimiento de medidas repetidas en el tiempo (REPEAT) del PROC GLM de SAS (1996), según el modelo:

$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \tau_k + (\alpha\beta\tau)_{ijk} + \delta_l + (\tau\delta)_{kl} + \varepsilon_{ijkl}$ , siendo  $Y_{ijkl}$ : variable respuesta de la  $i$ -ésima vaca, en el  $j$ -ésimo período, el  $k$ -ésimo tratamiento y en el  $l$ -ésimo horario;  $\mu$ : media general;  $\alpha_i$ : efecto de la  $i$ -ésima vaca;  $\beta_j$ : efecto del  $j$ -ésimo período;  $\tau_k$ : efecto del  $k$ -ésimo tratamiento;  $(\alpha\beta\tau)_{ijk}$ : interacción entre la  $i$ -ésima vaca, el  $j$ -ésimo período y el  $k$ -ésimo tratamiento;  $\delta_l$ : efecto del  $l$ -ésimo horario;  $(\tau\delta)_{kl}$ : interacción entre el  $k$ -ésimo tratamiento y el  $l$ -ésimo horario;  $\varepsilon_{ijkl}$ : error residual.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Calidad de la ración y sus componentes

Las RCM de ambos tratamientos resultaron muy similares en cuanto a su composición química, siendo prácticamente isoenergéticas

(2,4 Mcal kg<sup>-1</sup> MS) e isoproteicas (17% PB), con un contenido de MS de alrededor del 44%, FDN entre 33 y 37%, FDA del 24% y CHS entre 9 y 10%. Resultó bajo el aporte de almidón (18%) y de lípidos (4,5% como EE) en ambas RCM (Cuadro 2). La digestibilidad del silaje (62%), componente principal de la RCM, junto con los altos valores de éste parámetro en las harinas y el grano, se conjugaron para alcanzar raciones con alrededor del 66% de DIVMS.

Tanto las concentraciones de MS como de FDN se hallaron dentro de los rangos donde se mencionan los máximos consumos para vacas lecheras (Mertens, 1983; Mertens, 1996), mientras que la concentración energética puede considerarse inferior a lo ideal para este tipo de animales (NRC, 1989). El tenor proteico dietario resultó algo superior a los requerimientos de vacas lecheras que produjeron entre 18 y 20 kilogramos diarios de leche (NRC, 1989) y evidencia que el contenido en PB de las harinas compensó ampliamente el bajo tenor del silaje de maíz, componente principal de las raciones.

Al observar la composición de las harinas, se aprecia que la HG, con menos del 30% de FDN y más del 39% de PB, resultó del tipo "alta proteína", recomendable para raciones de vacas lecheras donde se utilizan altas proporciones de HG (Schingoethe y otros, 1977).

En relación a la HC, el contenido proteico algo mayor al 39%, resultó similar al 40,7% hallado por Perea Muñoz (1992) para materiales de origen local, siendo ambos superiores al 34% de PB que es tomado como valor medio en los estándares internacionales (Consejo de Canola de Canadá, 1997).

#### Aporte aminoacídico

En el Cuadro 3 se detalla el perfil aminoacídico de los componentes de la RCM y se presenta una estimación ponderada, en base al aporte porcentual que realizó cada uno de ellos, de la concentración de los diferentes AA en las RCM de ambos tratamientos. Al comparar ambas harinas proteicas, no se observan diferencias importantes en la concentración de AA como porcentaje de la PB total, aunque si

**CUADRO 2:** Composición química promedio de las raciones completas en mezcla (RCM) y de sus componentes para los tratamientos con harina de colza "00" (THC) y con harina de girasol (THG), expresados como porcentaje de la materia seca total.

**Table 2:** Average chemical composition of the total mixed rations (RCM) and their components for the treatments with rapeseed "00" meal (THC) and with sunflower meal (THG), expressed as percentage of total dry matter.

PARÁMETROS	COMPONENTES				RCM	
	Silaje	Grano	HC <sup>1</sup>	HG <sup>2</sup>	THC	THG
MS <sup>3</sup> (%)	3	89,66	90,87	91,91	43,84	44,5
PB <sup>4</sup> (%)	7,10	8,36	39,39	39,28	17,15	17,01
DIVMS <sup>5</sup> (%)	62,14	86,56	70,03	71,82	65,98	66,20
FDN <sup>6</sup> (%)	47,10	11,16	29,75	28,10	3684	3311
FDA <sup>7</sup> (%)	3140	300	2110	2260	2436	2471
CHS <sup>8</sup> (%)	880	1230	1130	830	990	901
Almidón (%)	1490	69,70	1,90	0,50	18,04	1750
EE <sup>9</sup> (%)	432	554	449	483	449	459
EM <sup>10</sup> (Mcal kg <sup>-1</sup> MS)	224	312	253	259	238	239

<sup>1</sup>HC: harina de colza "00"; <sup>2</sup>HG: harina de girasol; <sup>3</sup>MS: materia seca; <sup>4</sup>PB: proteína bruta; <sup>5</sup>DIVMS: digestibilidad *in vitro* de la MS; <sup>6</sup>FDN: fibra detergente neutro; <sup>7</sup>FDA: fibra detergente ácido. <sup>8</sup>CHS: carbohidratos solubles. <sup>9</sup>EE: extracto etéreo. <sup>10</sup>EM: energía metabolizable, estimada según la fórmula: EM = 3,608 \* DIVMS.

**CUADRO 3:** Perfil aminoacídico de las raciones completas en mezcla (RCM) y sus componentes, para los tratamientos con harina de colza "00" (THC) y con harina de girasol (THG), expresado como porcentaje de la proteína bruta.

**Table 3:** Aminoacidic profile of total mixed rations (RCM) and their components for the treatments with rapeseed "00" meal (THC) and with sunflower meal (THG), expressed as percentage of crude protein.

AMINOÁCIDOS	COMPONENTES				RCM	
	Silaje	Grano	HC <sup>1</sup>	HG <sup>2</sup>	THC	THG
Arginina	1,86	4,44	6,36	7,44	3,54	3,92
Isoleucina	5,29	4,11	6,00	5,55	5,35	5,22
Leucina	10,00	11,33	9,27	7,81	9,95	9,49
Lisina	2,71	3,56	6,42	3,89	3,93	3,19
Metionina	1,86	2,00	2,33	2,44	2,02	2,06
Treonina	4,29	3,67	5,85	3,83	4,68	4,07
Valina	7,57	5,56	7,61	6,86	7,32	7,09
<b>TOTAL AAE<sup>3</sup></b>	<b>33,58</b>	<b>34,67</b>	<b>43,84</b>	<b>37,82</b>	<b>36,79</b>	<b>35,04</b>
Alanina	9,71	7,78	6,61	5,44	8,53	8,13
Aspartato	10,43	7,56	9,42	10,83	9,75	10,18
Cistina	2,14	2,44	2,52	1,83	2,29	2,08
Glicina	5,86	4,67	6,88	6,89	6,01	6,02
Glutamato	15,00	16,89	11,15	21,03	14,09	17,11
Prolina	7,71	8,89	8,58	4,97	8,12	7,01
Serina	5,43	5,44	5,67	5,03	5,50	5,31
<b>TOTAL AAnoE<sup>4</sup></b>	<b>56,28</b>	<b>53,67</b>	<b>50,83</b>	<b>56,02</b>	<b>54,29</b>	<b>55,84</b>
<b>TOTAL AA</b>	<b>89,86</b>	<b>88,34</b>	<b>94,67</b>	<b>93,84</b>	<b>91,08</b>	<b>90,88</b>

<sup>1</sup>HC: harina de colza "00"; <sup>2</sup>HG: harina de girasol; <sup>3</sup>AAE: aminoácidos esenciales; <sup>4</sup>AAnoE: aminoácidos no esenciales.

la hay cuando se tienen en cuenta las relaciones entre AAE y AAnoE.

La HC posee un 10% más de AAE totales que la HG, asociado a su mayor contenido de lisina (65% más) y treonina (53% más). No se hallaron diferencias importantes en los niveles de metionina, que resultó solamente un 5% mayor en la HG. Esto se reflejó en las raciones, donde el THC aportó un 23% y un 15% más de lisina y treonina, respectivamente, siendo similar la concentración de metionina en ambas RCM. Se destaca que las concentraciones de los diferentes AA en los alimentos utilizados resultaron en general igual o superior a las descritas en la bibliografía internacional (Harvey, 1970; NRC, 1989; Piepenbrink, Schingoethe, Brouk y Stegeman, 1998; Laboratorio de Nutrición Animal de Pergamino, 1999).

### Consumo

El consumo total de MS, estimado por oferta y rechazo grupal a lo largo de todo el período experimental, no se vio afectado por los tratamientos y alcanzó los  $22,4 \pm 1,4$  kg por animal como promedio, lo cual representó un  $3,66 \pm 0,25\%$  de su peso vivo. La estimación del consumo individual, realizada por medio de un marcador indigestible en las últimas dos semanas de ensayo, tampoco mostró diferencias entre tratamientos y alcanzó los  $19,9 \pm 1,1$  kg MS vaca<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup> ( $3,27 \pm 0,17\%$  del peso vivo). Estos niveles de consumo fueron similares a los 20,2 kg MS vaca<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup> citados por Vincent y otros (1990), quienes tampoco hallaron diferencias entre tratamientos con HC y HG.

Los consumos resultan elevados para la producción obtenida, considerando que el NRC

(1989) lo fija en 16,5 kg MS vaca<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup> y el AFRC (1993) en 17,4 kg MS vaca<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>, ambos para vacas de 600 kg que producen 20 kg día<sup>-1</sup> de leche corregida al 4% de GB (LGC). También resultan superiores a los obtenidos por otros autores que utilizaron dietas semejantes y con HC como principal fuente proteica (Schingoethe y otros, 1977; Mustafá, Christensen y McKinnon, 1997; Piepenbrink y otros, 1998). Los mayores consumos observados en el actual trabajo podrían deberse al adecuado contenido de MS (Mertens, 1996) y de FDN (Mertens, 1983) de las RCM, al aporte en PB superior a los requerimientos teóricos (Oldham, 1984; Nocek y Russell, 1988; Froetschel, 1995) y a la baja densidad energética de la ración ofrecida (Oba y Allen, 1999).

#### Producción y calidad de leche

La cantidad de leche producida no fue afectada significativamente por los tratamientos (Cuadro 4), aunque las vacas que consumieron HC produjeron en promedio alrededor

de 800 g más de leche sin corregir o 900 g más de LCG y su producción de kilogramos de grasa butirosa tendió ( $p < 0,07$ ) a ser mayor. Esta baja respuesta coincide con lo hallado por Vincent y otros (1990) ante el reemplazo de los mismos suplementos proteicos. Según Clark, Klusmeyer y Cameron (1992), las escasas respuestas halladas al reemplazar un suplemento por otro que aporta mayor cantidad de AAE, estaría asociada a un exceso de PB dietaria en relación a los requerimientos de las vacas, lo cual ocurrió en el presente ensayo. Huber y Kung (1981) y Kalscheur, Vandersall, Erdman, Kohn y Russek-Cohen (1999) sugieren que respuestas de mayor magnitud podrían obtenerse si se utilizaran vacas con potencial productivo superior a 25 kg leche/día o que se encuentren en inicio de lactancia.

El tipo de concentrado proteico no generó diferencias en los componentes principales de la leche ni modificó la relación caseína:proteína total (Cuadro 4), pero el uso de HC en reemplazo de HG disminuyó el contenido de

**CUADRO 4:** Producción y composición de la leche para vacas alimentadas con raciones completas en mezcla conteniendo harina de colza "00" (THC) o harina de girasol (THG). Medias ajustadas por covariable.

**Table 4:** Milk production and composition for dairy cows fed total mixed rations containing rapeseed "00" meal (THC) or sunflower meal (THG). Means adjusted by covariable.

PARÁMETROS	Tratamientos		EEM <sup>2</sup>	p < <sup>3</sup>
	THC	THG		
<u>Producción (kg vaca<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>)</u>				
Leche	19,23	18,44	0,516	0,287
LCG <sup>1</sup>	19,39	18,49	0,447	0,166
Proteína	0,668	0,643	0,015	0,242
<u>Composición (%)</u>				
Proteína	3,47	3,45	0,018	0,534
Lactosa	4,84	4,81	0,026	0,476
Sólidos no Grasos	9,05	9,07	0,032	0,542
Grasa butirosa	4,06	3,97	0,074	0,392
Sólidos Totales	13,14	13,08	0,082	0,598
N-ureico en leche (mg dl <sup>-1</sup> )	12,42	13,30	0,284	0,037
Caseína (% de la Proteína)	67,77	67,61	0,687	0,878

<sup>1</sup>LCG: producción de leche corregida al 4% de grasa butirosa; <sup>2</sup>EEM: Error estándar de las medias; <sup>3</sup>p <: Nivel de significancia de las diferencias entre tratamientos.



N-ureico en leche (7% menos). La concentración de GB, promedio de 4,0% para ambos tratamientos, indicaría que tanto consumo como longitud de fibra fueron adecuados para un normal funcionamiento del rumen (Woodford, Jorgensen y Barrington, 1986; Mertens, 1996). La falta de diferencias en concentración de PB en leche coincide con lo hallado por Vincent y otros (1990), aunque estos autores lograron un 3,20% de PB, inferior al 3,46% promedio del presente trabajo. El contenido de caseína en leche tampoco fue afectado por los tratamientos, con valores promedio de 68% de caseína sobre proteína total y de 2,35% en leche. En tanto la concentración de N-ureico resultó más alta ( $p < 0,04$ ) en el THG (13,30 mg dl<sup>-1</sup>) que en el THC (12,42 mg dl<sup>-1</sup>), efecto similar al descrito por Emanuelson y otros (1993) al utilizar HC en reemplazo de HS en lactancias completas. Dicha diferencia se vincularía con la mayor relación N:HCS dietaria en el THG (0,30) que en el THC (0,27) (Trevasakis y Fulkerson, 1999) y con la tendencia ( $p < 0,10$ ) a una mayor concentración de amonio en rumen en el THG (De Peters y Ferguson, 1992).

#### Variación del peso vivo

Los pesos iniciales (591±14,7 kg) y finales (632±14,5 kg) de las vacas utilizadas no presentaron diferencias, siendo sus ganancias de peso similares (648±62 g vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>). Estos resultados concuerdan con los trabajos de Schingoethe y otros (1977), Vincent y otros (1990) y Mustafá, McKinnon y Christensen (1997), donde se utilizaron raciones similares a la presente y con HC o HG como principal suplemento proteico.

#### Ambiente ruminal

En el Cuadro 5 puede observarse que el pH ruminal promedio no mostró diferencias entre tratamientos, con valores de 6,0 y 6,1 para el THG y el THC, respectivamente. Niveles similares de pH (5,9) obtuvieron Klusmeyer, McCarthy, Clark y Nelson (1990) con dietas basadas en silaje y grano de maíz, utilizando

HS como suplemento proteico principal.

La concentración de N-NH<sub>3</sub> (Cuadro 5) tendió ( $p < 0,10$ ) a ser mayor en el THG (10,52 mg dl<sup>-1</sup>) que en el THC (6,91 mg dl<sup>-1</sup>), aunque ambas se encuentran dentro del rango de 5,0 a 10,0 mg dl<sup>-1</sup> citado como adecuado para el óptimo crecimiento microbiano y para una adecuada digestión de la MS por Satter y Slyter (1974). La concentración de AGV totales (Cuadro 5) no se diferenció entre tratamientos, pero fue significativamente distinta ( $p < 0,02$ ) la proporción de ácido propiónico, con valores de 21 y 23 moles 100 moles<sup>-1</sup> para el THG y el THC, respectivamente. La relación C<sub>2</sub>:C<sub>3</sub> resultó menor ( $p < 0,01$ ) en el THC (2,6) con respecto al THG (2,9). Estas diferencias en concentración de propiónico y en la relación C<sub>2</sub>:C<sub>3</sub> podrían deberse al mayor aporte de CHS y almidón en la ración del THC, pero no se habrían expresado sobre el tenor de grasa butirosa en leche debido a que la concentración de propiónico fue menor a 25 moles 100 moles<sup>-1</sup> y la relación C<sub>2</sub>:C<sub>3</sub> mayor a 2,25, valores considerados por Mc Carthy, Klusmeyer, Vicini y Clark (1989) como umbral para deprimir el porcentaje y rendimiento de grasa en leche.

Los AGV ramificados presentaron una tendencia a aumentar ( $p < 0,07$ ) cuando se utilizó HG en la ración, lo que se explicaría por la mayor desaparición observada en la proteína de esta harina con respecto a la PB de la HC y al alto grado de fermentación de sus AA (Erasmus, Botha y Meissner, 1994; Susmel y otros, 1994). Por su parte los AA ramificados la HC poseen una alta resistencia a la degradación, según lo mencionan Mustafá y otros (1997) y O`Mara y otros (1997).

Todas las alteraciones en el ambiente ruminal producidas por el reemplazo de HG por HC, resultaron similares a las encontradas por Schingoethe y otros (1977), quienes utilizaron HG en lugar de HS. Las escasas diferencias en la fermentación ruminal entre tratamientos, se relacionaría con lo similar que resultaron los consumos de MS y la calidad de las RCM en ambos tratamientos (France y Siddons, 1993).

**CUADRO 5:** Parámetros del ambiente ruminal de vacas fistuladas en lactancia, alimentadas con raciones completas en mezcla conteniendo harina de colza "00" (THC) o harina de girasol (THG).

**Table 5:** Parameters of ruminal environment of ruminally fistulate lactating dairy cows, fed with total mixed rations containing rapeseed "00" meal (THC) or sunflower meal (THG).

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS		EEM <sup>1</sup>	p < <sup>2</sup>	
	THC	THG		T <sup>3</sup>	HxT <sup>4</sup>
pH	6,13	6,05	0,036	0,272	0,581
N-NH <sub>3</sub> <sup>5</sup> (mg dl <sup>-1</sup> )	6,91	10,52	0,5	0,095	0,521
<b>AGV<sup>6</sup> (mmoles litro<sup>-1</sup>)</b>					
Totales	84,88	90,71	3,92	0,403	0,809
Acético (C <sub>2</sub> )	49,28	54,49	2,609	0,294	0,757
Propiónico (C <sub>3</sub> )	19,7	19,02	0,726	0,575	0,716
Butírico (C <sub>4</sub> )	12,52	12,99	0,748	0,699	0,886
N-Valérico (C <sub>5</sub> )	1,35	1,47	0,033	0,125	0,979
Ramificados	2,02	2,74	0,166	0,061	0,897
<b>AGV<sup>7</sup> (moles/100moles)</b>					
Acético (C <sub>2</sub> )	58,75	60,1	0,401	0,173	0,8
Propiónico (C <sub>3</sub> )	22,97	20,99	0,234	0,013	0,172
Butírico (C <sub>4</sub> )	14,6	14,38	0,284	0,623	0,224
N-Valérico (C <sub>5</sub> )	1,46	1,57	0,123	0,113	0,757
Ramificados	2,22	2,95	0,125	0,143	0,779
Relación C <sub>2</sub> :C <sub>3</sub>	2,58	2,88	0,049	0,008	0,348

<sup>1</sup>EEM: Error estándar de las medias; <sup>2</sup>p <: Nivel de significancia de las diferencias entre tratamientos; <sup>3</sup>T: tratamientos; <sup>4</sup>HxT: interacción horario por tratamiento; <sup>5</sup>N-NH<sub>3</sub>: nitrógeno amoniacal; <sup>6</sup>AGV: ácidos grasos volátiles; <sup>7</sup>AGV Ramificados: isobutírico + 2-metilbutírico + isovalérico.

### Digestión de las harinas proteicas en rumen

En el Cuadro 6 se presentan los parámetros asociados a la desaparición ruminal de la MS de los concentrados proteicos. Se observa que la tasa de desaparición (Kd) de la MS de la HC (8,21% h<sup>-1</sup>) resultó menor (p < 0,04) al de la HG (10,09% h<sup>-1</sup>), sin que difieran las fracciones solubles (S) y degradables (D), ni los niveles totales de degradación en rumen (S+D) para ambos concentrados. La menor tasa de degradación ruminal de la MS de la HC se reflejó en distintos patrones de desaparición con relación a la HG, con diferencias más marcadas entre las 8 y 20 horas de incubación (Figura 1). No hubo diferencia en la degradación efectiva (DE) de las harinas, estimadas con una tasa de pasaje del 8% h<sup>-1</sup>.

Los valores de S y D y el Kd de la MS en la HC se encuentran dentro de los rangos citados en la bibliografía (Liu, Steg y Hinole, 1994), en tanto su degradación total (81%) resultó menor a los valores mínimos (84%) citados en estos trabajos, lo que se vincularía con el mayor contenido de FDN hallado en la HC local. La DE de la MS de la HC (57,5%) se encuentra dentro de los valores mencionados para tasas de pasaje del 8% h<sup>-1</sup> (Kendall, Ingalls y Boila, 1991; Boila e Ingalls, 1995).

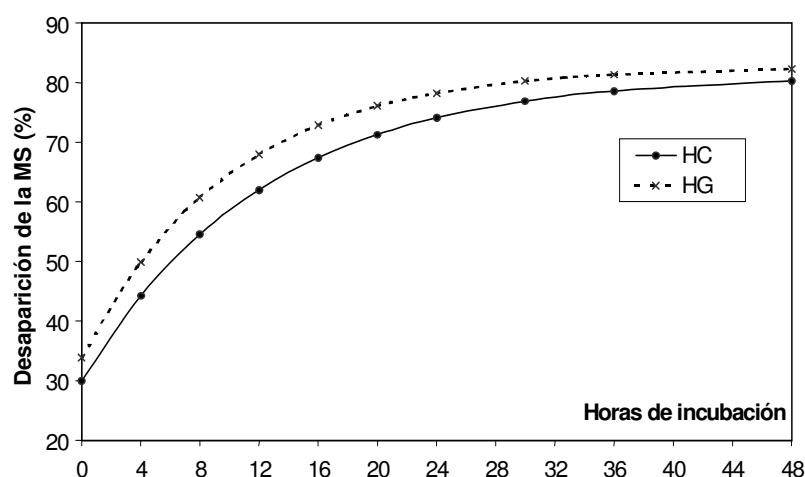
La degradación ruminal de la MS de la HG (82,69%) y su DE (60,47%), resultaron más altas que las halladas por Economides (1998), quien obtuvo un 77,60% de degradación total y 44,7% de DE (Kp 8% h<sup>-1</sup>). Este autor utilizó harinas sin descascarar, por lo cual sus menores valores podrían relacionarse con

**CUADRO 6:** Parámetros asociados con la desaparición *in situ* de la materia seca de las harinas de colza "00" (HC) y de girasol (HG), en raciones completas en mezcla para vacas en lactancia.

**Table 6:** Parameters associated with *in situ* dry matter disappearance of rapeseed "00" meal (HC) and sunflower meal (HG), in total mixed rations for lactating dairy cows.

PARÁMETROS	HARINAS		EEM <sup>1</sup>	p < <sup>2</sup>
	HC	HG		
Fracción Soluble (S) (%)	29,25	32,66	1,229	0,188
Fracción Degradable (D) (%)	51,86	50,03	0,921	0,295
Total Degradable (S+D) (%)	81,11	82,69	0,539	0,174
Tasa de Degradación (Kd) (% hora <sup>-1</sup> )	8,21	10,09	0,243	0,032
Degradación efectiva (%) Kp 8% hora <sup>-1</sup>	57,55	60,47	1,599	0,325

<sup>1</sup>EEM: error estándar de las medias; <sup>2</sup>p <: Nivel de significancia de las diferencias entre tratamientos.



**FIGURA 1:** Desaparición *in situ* de la materia seca de las harinas de colza "00" (HC) y de girasol (HG), utilizadas en raciones completas en mezcla para vacas lecheras en lactancia.

**Figure 1:** *In situ* dry matter disappearance of rapeseed "00" meal (HC) and sunflower meal (HG), used in total mixed rations for lactating dairy cows.

un mayor contenido de cáscara en la HG, componente que posee muy baja degradabilidad ruminal (Schingoethe y otros, 1977).

La degradabilidad efectiva de la PB resultó significativamente mayor ( $p < 0,01$ ) para HG, con algo más del 73%, con relación a la de HC que no llegó al 57% de degradación (Cuadro 7). También la tasa de desaparición de la proteína de HG (12,21 % h<sup>-1</sup>) fue mayor ( $p < 0,02$ ) a la de HC (7,84 % h<sup>-1</sup>). Estos efectos

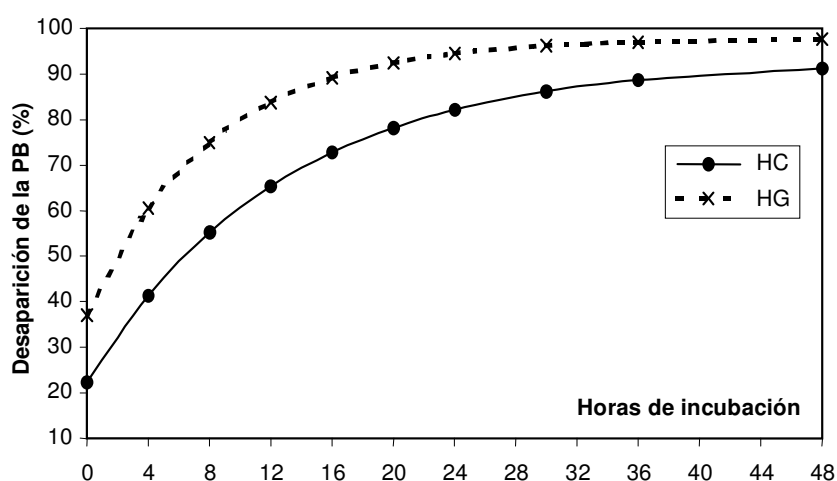
se reflejan en las diferentes curvas de desaparición en rumen de la PB de ambas harinas, especialmente entre las 4 y 16 horas de incubación (Figura 2). Estas diferencias podrían explicarse por la tendencia ( $p < 0,07$ ) a un mayor contenido en fracción soluble para la proteína de la HG y a la presencia de entrecruzamientos y uniones disulfuro más fuertes en la proteína de la HC (Kendall y otros, 1991).

**CUADRO 7:** Parámetros asociados con la desaparición *in situ* de la proteína de las harinas de colza "00" (HC) y de girasol (HG), en raciones completas en mezcla para vacas en lactancia.

**Table 7:** Parameters associated with *in situ* protein disappearance of rapeseed "00" meal (HC) and sunflower meal (HG), in total mixed rations for lactating dairy cows.

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS		EEM <sup>1</sup>	p < <sup>2</sup>
	HC	HG		
Fración Soluble (S) %	22,32	37,11	2,903	0,069
Fración Degradable (D) %	70,61	60,69	2,983	0,143
Total Degradable (S+D) %	92,93	97,8	0,461	0,017
Tasa de Degradación (Kd) % hora <sup>-1</sup>	7,84	12,21	0,323	0,011
Degradación efectiva (%) Kp 8% hora <sup>-1</sup>	56,86	73,58	0,898	0,006

<sup>1</sup>EEM: error estándar de las medias; <sup>2</sup>p <: Nivel de significancia de las diferencias entre tratamientos.



**FIGURA 2:** Desaparición *in situ* de la proteína de las harinas de colza "00" (HC) y de girasol (HG), utilizadas en raciones completas en mezcla para vacas lecheras en lactancia.

**Figure 2:** *In situ* protein disappearance of rapeseed "00" meal (HC) and sunflower meal (HG), used in total mixed rations for lactating dairy cows.

Los parámetros de degradabilidad ruminal para la PB de la HC se encuentran dentro de los valores citados en la bibliografía (Liu y otros, 1994) y su DE es muy similar a las halladas por varios autores para tasas de pasaje del 8% h<sup>-1</sup> (Kendall y otros, 1991).

En el caso de la PB de la HG, el valor S resultó mayor y el D menor a los citados en la bibliografía (Freer y Dove, 1984; Economides, 1998), en tanto que la degradabilidad total y la tasa de degradación en la PB están dentro de

los valores mencionados en dichos trabajos. La DE de la PB en la HG es superior a los valores encontrados en la bibliografía (Santini y Dini, 1986; Economides, 1998).

La menor desaparición ruminal de la proteína de la HC, la cual aportó el 68% de las proteínas totales de la ración en el THC, habría permitido un mayor pasaje de aminoácidos a duodeno en este tratamiento (Clark y otros, 1992).

La degradabilidad total de la PB en la HC resultó un 15% superior a la de su MS, esto coincide con todas las citas bibliográficas, salvo la de Khorasani, Robinson y Kennelly (1994), quienes encontraron lo inverso. En la HG, todos los parámetros de la cinética de desaparición en rumen fueron mas altos para la PB con respecto a la MS, coincidiendo con el trabajo de Economides (1998) y estaría asociado a la baja degradabilidad de su cáscara (Freer y Dove, 1984).

### CONCLUSIONES

La menor desaparición ruminal y el mayor contenido de aminoácidos esenciales en la proteína de la harina de colza "00", con relación a la de girasol, habrían permitido una mayor llegada de dichos aminoácidos a duodeno. Esta diferencia en aporte aminoacídico, en vacas de lactancia avanzada y con mediano potencial productivo, no afectó el consumo de materia seca total ni el aumento individual de peso vivo, tampoco modificó la producción de leche, su contenido de proteína o grasa butirosa ni la proporción de caseína en la proteína láctea total, pero sí tendió a incrementar la producción de grasa butirosa. El reemplazo de harina de girasol por harina de colza "00" tendió a disminuir la concentración de nitrógeno amoniacal en rumen, lo cual se tradujo en una menor concentración de urea en leche.

La harina de colza "00" puede considerarse un concentrado proteico de características similares a la harina de girasol tipo "alta proteína", cuando se la utiliza en dietas basadas en silaje de planta entera de maíz para vacas lecheras de mediano potencial productivo en mitad de lactancia.

Los datos aportados en el presente ensayo resultan de importancia como antecedente local para la formulación de raciones que pretendan incluir harina de colza "00", considerando las amplias variaciones en sus parámetros de calidad mencionados en la bibliografía.

### BIBLIOGRAFÍA

- AGRICULTURAL AND FEED RESEARCH COUNCIL. 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB INTERNATIONAL, Wallingford, UK. 159 p.
- BAILEY, R. W. 1958. Reactions of pentoses with anthrone. *Bioch. J.* 68:669.
- BOILA, R.J. y INGALLS, J.R. 1994. The post-ruminal digestion of dry matter, nitrogen and amino acids in wheat-based distillers dried grains and canola meal. *Animal Feed Sci. & Tech.* 49:173-188.
- y INGALLS, J.R. 1995. Prediction of rumen undegradable amino acids that are digested post-ruminally. *Can. J. Anim. Sci.* 75:583-592.
- BRUNSCHWIG, P., AUGÉARD, P., SLOAN, B. y TANAN, K. 1995. Supplementation of maize silage or mixed forage (maize and grass silage) based rations with rumen protected methionine for dairy cows. *Annals Zootech.* 44 (Suppl. 1):380.
- CASTILLO, A.R. y ONETTI, S.G. 1996. Origen y composición química de los subproductos agroindustriales. In: "Los subproductos agroindustriales en la alimentación de los rumiantes". Publicación Misc. N° 73. INTA-EEA Rafaela. 59 Pp.
- CLARK, J.H., KLUSMEYER, T.H. y CAMERON, M.R. 1992. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75:2304-2323.
- COMERÓN, E.A., ROMERO, L.A., BRUNO, O.A. y DÍAZ, M.C. 1996. Utilización de forrajes conservados en los sistemas lecheros. In: "Temas de Producción Lechera", Publicación Misc. N° 81. INTA-EEA Rafaela. Pp. 66-76.
- CONSEJO DE CANOLA DE CANADA. 1997. Pasta de canola: guía de la industria alimenticia. Gado lechero y de engorda. Edit. Dr. Hickling, D. Winnipeg, Manitoba, Canada. 17 p.
- De PETERS, E.J. y FERGUSON, J.D. 1992. Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. *J. Dairy Sci.* 75: 3192-3209.
- ECONOMIDES, S. 1998. The nutritive value of sunflower meal and its effect on replacing cereal straw in the diets of lactating ewes and goats. *Livest. Prod. Sci.* 55:89-97.

- ELIZALDE, J.C., REARTE, D.H. y SANTINI, F.J. 1993. Utilización de silaje de maíz en vacas lecheras en pastoreo. INTA-EEA Balcarce. Informe Técnico 117. 37p.
- EMANUELSON, M., AHLIN, K.A. y WIKTORSSON, H. 1993. Long-term feeding of rapeseed meal and full-fat rapeseed of double low cultivars to dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 33:199-214.
- ERASMUS, L.J., BOTHA, P.M. y MEISSNER, H.H. 1994. Effect of protein source on ruminal fermentation and passage of amino acids to the small intestine of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 77:3655-3665.
- ERWIN, E.S., MARCO, G.J. y EMERY, E.M. 1961. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *J. Dairy Sci.* 44:1768-1771.
- FADEL, J.G. 1999. Quantitative analyses of selected plant by-product feedstuffs, a global perspective. *Animal Feed Sci. & Tech.* 79:255-268.
- FRANCE, J. y SIDDON, R.C. 1993. Volatile fatty acid production. In: "Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism". Forbes, J. and France, J. (Ed). Cambridge University Press. Pp. 107-122.
- FREER, M. y DOVE, H. 1984. Rumen degradation of protein in sunflower meal, rapeseed meal and lupin seed placed in nylon bags. *Animal Feed Sci. & Tech.* 11:87-101.
- FROETSCHER, M.A. 1995. Neural and hormonal control of intake: bioactive peptides. Symposium: Intake by feed-lot cattle. Oklahoma Agricultural Experimental Station. Pp. 105-109.
- GILL, J.L. 1978. Designs and analysis of experiments in the animal and medical sciences. IOWA State University Press. Vol. 2. 301 p.
- GOERING, H.K. y VAN SOEST, P.J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)- *Agrioculture Handbook N° 379*, USDA, Washington D.C.
- HARVEY, D. 1970. Tables of the amino acids in foods and feedingstuffs. Commonwealth Agricultural Bureau Farnham Royal Bucks England. Technical Communication N° 19. Second Edition. 99p.
- HUBER, J.T. y KUNG Jr., L. 1981. Protein and non-protein nitrogen utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 64:1170-1195.
- KALSCHUR, K.F., VANDERSALL, J.H., ERDMAN, R.A., KOHN, R.A. y RUSSEK-COHEN, E. 1999. Effects of dietary crude protein concentration and degradability on milk production responses of early, mid, and late lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:545-554.
- KENDALL, E.M., INGALLS, J.R. y BOILA, R.J. 1991. Variability in the rumen degradability and post-ruminal digestion of the dry matter, nitrogen and amino acids of canola meal. *Can. J. Anim. Sci.* 71:739-754.
- KHORASANI, G.R., ROBINSON, P.H. y KENNELLY, J.J. 1994. Evaluation of solvent and expeller linseed meals as protein sources for dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 74:479-485.
- KLUSMEYER, T.H., MCCARTHY Jr., R.D., CLARK, J.H. y NELSON, D.R. 1990. Effects of source and amount of protein on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 73:3526-3537.
- LABORATORIO INTA PERGAMINO. 1999. Tabla de Composición de Ingredientes Argentinos. Relevamiento de datos INTA EEA Pergamino.
- LE DU, Y.L.P. y PENNING, P.D. 1982. Animal based techniques for estimating herbage intake. In: Leaver, J.D. edits. *Herbage Intake Handbook*. The British Grassland Society, Berkshire. Pp. 37-75.
- LIU, Y.G., STEG, A. y HINDLE, V. 1994. Rumen degradation and intestinal digestion of crambe and other oilseed by-products in dairy cows. *Animal Feed Sci. & Tech.* 45:397-409.
- MACRAE, J.E. y ARMSTRONG, D.C. 1968. Enzyme method for determination of alpha-linked glucose polymers in biological materials. *J. Sci. Food Agric.* 19: 578-581.
- MCCARTHY, R.D., KLUSMEYER, T.H., VICINI, J.L. y CLARK, J.H. 1989. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 72: 2002-2016.
- MEHREZ, A.Z. y ØRSKOV, E.R. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci., Camb.* 88:645-650.
- MERTENS, D.R. 1983. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimate the net energy content of forages. In: *Proc. Cornell Nutrition. Conf. Feed Manuf.*, Syracuse, NY. Cornell Univ., Ithaca, NY. Pg. 60.

- , 1996. Formulating dairy rations. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. US Dairy Forage Research Center. Informational Conference with dairy and Forage Industries. Pp. 81-92.
- MORAN, J.B. y STOCKDALE, C.R. 1992. Maize silage for pasture-fed dairy cow. 1. Effect of level of silage feeding, and responses to cottonseed meal while grazing perennial pastures in the spring. *Australian J. Exp. Agr.* 32:279-285.
- MUSTAFÁ, A.F., CHRISTENSEN, D.A. y McKINNON, J.J. 1997. The effects of feeding high fiber canola meal on total tract digestibility and milk production. *Can. J. Anim. Sci.* 77:133-140.
- , McKINNON, J.J. y CHRISTENSEN, D.A. 1997. **In situ** amino acid disappearance from regular, low and high fiber canola meal. *Can. J. Anim. Sci.* 77:533-535.
- NOCEK, J.E. y RUSSELL, J.B. 1988. Protein and energy as an integrated system. relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *J. Dairy Sci.* 71:2070-2107.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6<sup>th</sup> rev. ed. National Academy Press. Washington, D.C. 157 p.
- OBA, M. y ALLEN, M.S. 1999. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:589-596.
- OLDHAM, J.D. 1984. Protein-energy interrelationship in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 67:1090-1114.
- O'MARA, F.P., MURPHY, J.J. y RATH, M. 1997. The amino acid composition of protein feedstuffs before and after ruminal incubation and after subsequent passage through the intestines of dairy cows. *J. Anim. Sci.* 75:1941-1949.
- ØRSKOV, E.R. y Mc DONALD, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci. Camb.* 92:499-503.
- OVEJERO, F. 1987. Análisis semi-micro Kjeldahl, por destilación-titulación y por colorimetría de flujo continuo. In: "Curso de evaluación química y químico-biológica de forrajes", Dirección de Desarrollo de Recursos Humanos, COM-CAL. INTA EEA Balcarce. Balcarce. Pp. 12-17.
- PEREA MUÑOZ, E.J. 1992. De colza a canola - colza "00". Evolución de la calidad de su aceite y otras características. Posibilidades en la Argentina. *Revista Oleaginosos*. Abril:20-22.
- PIEPENBRINK, M.S., SCHINGOETHE, D.J., BROUK, M.J. y STEGEMAN, G.A. 1998. Systems to evaluate the protein quality of diets fed to lactating cows. *J. Dairy Sci.* 81:1046-1061.
- SANTINI, F.J. y DINI, D.B. 1986. Estimación de la proteína metabolizable de varios suplementos y henos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 6(1-2):13-22.
- SAS. 1996. Statistical Analysis System. Institute Inc. SAS User` Guide: Statistics, Cary, NC, USA.
- SATTER, L.D. y SLYTER, L.L. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production **in vitro**. *British J. Nutr.* 32:199.
- SCHINGOETHE, D.J., ROOK, J.A. y LUDENS, F. 1977. Evaluation of sunflower meal as a protein supplement for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 60:591-595.
- SCHWAB, C.G., BOZAK, C.K., WHITEHOUSE, N.L. y MESBAH, M.M.A. 1992a. Amino acid limitation and flow to the duodenum at four stages of lactation. 1. Sequence of lysine and methionine limitation. *J. Dairy Sci.* 75:3486-3502.
- , BOZAK, C.K., WHITEHOUSE, N.L. y OLSON, V.M. 1992b. Amino acid limitation and flow to the duodenum at four stages of lactation. 2. Extent of lysine limitation. *J. Dairy Sci.* 75:3503-3518.
- STOCKDALE, C.R. 1995. Maize silage as a supplement for pasture-fed dairy cows in early and late lactation. *Australian J. Exp. Agr.* 35:19-26.
- SUSMEL, P., ANTONGIOVANNI, M., STEFANON, B., MILLS, C.R., HINDLE, V.A. y Van VURREN, A.M. 1994. Biological and chemical assessment of feed proteins before and after rumen exposure. *Animal Feed Sci. & Tech.* 49:199-132.
- TREVASKIS, L.M. y FULKERSON, W.J. 1999. The relationship between various animal and management factors and milk urea, and its association with reproductive performance of dairy cows grazing pasture. *Livest. Prod. Sci.* 57: 255-265.

- TILLEY, J.M.K. y TERRY, R.A. 1963. A two stage technique for the **in vitro** digestion of forage crops. J. Br. Grassland Soc. 18: 104-111.
- VELLE, W., SJAASTAD, Ø.V., AULIE, A., GRØNSET, D., FEIGENWINTER, K. y FRAMSTAD, T. 1997. Rumen escape and apparent degradation of amino acids after individual intraruminal administration to cows. J. Dairy Sci. 80:3325-3332.
- VINCENT, I.C., HILL, R. y CAMPLING, R.C. 1990. A note on the use of rapeseed, sunflower and soya-bean meals as protein sources in compound foods for milking cattle. Anim. Prod. 50:541-543.
- WOODFORD, J.A., JORGENSEN, N.A. y BARRINGTON, G.P. 1986. Impact of dietary fiber and physical form on performance of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 69:1035-1047.