

## Comunicación

### Efecto de la suplementación con jugos de fruta sobre el ambiente y la digestión de forrajes en rumen.\*

Effect of supplementation with fruit juice on rumen environment and digestion of forages.

Recibido: 12/03/97 Aceptado: 10/12/97

Petruzzi<sup>1,2</sup>, H.J.; C.M. Ferri<sup>1</sup>; V.V. Jouve<sup>1</sup> y N.P. Stritzler<sup>1,2</sup>

### Resumen

La utilización de jugos de fruta como suplemento energético en vacas de cría ha tomado gran importancia en la Provincia de La Pampa, durante los últimos años. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la adición de jugo de fruta a una dieta de heno de alfalfa sobre el ambiente ruminal y la digestión ruminal. Se utilizaron seis novillos fistulados en el rumen, en un diseño cross-over de dos tratamientos y dos períodos. Los animales recibieron, *ad libitum*, heno de alfalfa, a esta dieta se adicionaron 4,47 ml Kg. PV<sup>0,75</sup>.d<sup>-1</sup> de agua destilada (T<sub>0</sub>) o jugo de fruta (T<sub>1</sub>), ambos fueron suministrados a través de cánula ruminal dos veces al día (8:00 y 16:00 h). Después de 7 días de acostumbramiento a los tratamientos se extrajeron muestras de líquido ruminal a las 2, 6 y 16 h posteriores al suministro del agua o jugo, durante cuatro días consecutivos en cada período. Sobre las muestras extraídas se determinó pH, concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) y ácidos grasos volátiles (AGV). La degradación de la materia seca (MS) y proteína bruta (PB) en el rumen fue medida sobre hojas de heno de alfalfa y sobre MS de heno de pasto llorón diferido, a través de la técnica *in sacco*. Los resultados fueron analizados mediante ANOVA. El pH difirió (T<sub>0</sub> = 6,60; T<sub>1</sub> = 6,35; P = 0,051) luego de dos horas de la adición de jugo, mientras que no fue distinto a las 6 h (T<sub>0</sub> = 6,50; T<sub>1</sub> = 6,40; P = 0,130) ni a las 16 h (T<sub>0</sub> = 6,33; T<sub>1</sub> = 6,17; P = 0,169). En AGV (en mM) se observó una tendencia a la significación (T<sub>0</sub> = 76,3; T<sub>1</sub> = 71,3; P = 0,094) a las 6 h, mientras que no hubo efecto de tratamiento a las 2 h (T<sub>0</sub> = 74,8; T<sub>1</sub> = 80,7; P = 0,293) ni a las 16 h (T<sub>0</sub> = 85,7; T<sub>1</sub> = 84,6; P = 0,866). No se detectó efecto alguno de la suplementación con jugo sobre la concentración de amoníaco ruminal (en mg l<sup>-1</sup> de N-NH<sub>3</sub>): 2 h: T<sub>0</sub> = 237,0; T<sub>1</sub> = 230,6; P = 0,522; 6 h: T<sub>0</sub> = 210,0; T<sub>1</sub> = 197,2; P = 0,356; 16 h: T<sub>0</sub> = 215,8; T<sub>1</sub> = 196,7; P = 0,154. La adición de jugo no influyó sobre la degradabilidad efectiva (DE) *in sacco* de la materia seca de hojas de alfalfa (DE: T<sub>0</sub> = 67,8; T<sub>1</sub> = 67,6; P = 0,831) y de heno de pasto llorón diferido (DE: T<sub>0</sub>

\* Trabajo presentado en el 20° Congreso Argentino de Producción Animal, junio de 1996, Río Hondo, Santiago del Estero.

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía, UNLPam, CC 300, 6300 Santa Rosa, La Pampa.

<sup>2</sup> EEA Anguil INTA, CC 11. 6326 Anguil, La Pampa.

= 23,1;  $T_1 = 22,2$ ;  $P = 0,421$ ). La DE de la PB de hojas de heno de alfalfa presentó una tendencia a ser mayor cuando se agregó agua destilada ( $T_0 = 47,4$ ;  $T_1 = 45,6$ ;  $P = 0,107$ ). En las condiciones del ensayo, la suplementación con jugos de fruta sobre una dieta fibrosa no produjo efectos claros sobre el ambiente ruminal que afecten el status nutricional.

*Palabras clave:* jugo de fruta, dieta fibrosa, ambiente, digestión ruminal.

## Summary

The use of fruit juice as energy supplement to beef cows have been increasing in La Pampa Province during the last years. The aim of the present study was to measure the effect of the addition of fruit juice to an alfalfa hay diet, on rumen environment and forage digestion. Six rumen fistulated steers were used within a cross-over design, with two treatments and two periods. The animals were fed *ad libitum* on alfalfa hay. This diet was supplemented with 4.47 ml Kg LW<sup>0.75</sup>.d<sup>-1</sup> of distilled water ( $T_0$ ) or fruit juice ( $T_1$ ), via rumen cannulae twice a day (8:00 and 16:00 h). After seven days of adaptation to the diets, samples of rumen liquid were taken at 8:00, 10:00 and 14:00 h (16, 2 and 6 h after supplementation of water or juice) during four consecutive days. Concentration of ammonia nitrogen ( $NH_3-N$ ), volatile fatty acids (VFA) and pH were determined on the rumen samples. The rumen digestion of DM and CP of leaves of alfalfa hay and DM of deferred weeping lovegrass hay was measured through the *in sacco* technique. The results were analysed by ANOVA. The pH values were different ( $T_0 = 6.60$ ;  $T_1 = 6.35$ ;  $P = 0.051$ ) after 2 h of supplementation, but no differences were found after 6 h ( $T_0 = 6.50$ ;  $T_1 = 6.40$ ;  $P = 0.130$ ) or 16 h ( $T_0 = 6.33$ ;  $T_1 = 6.17$ ;  $P = 0.169$ ). The VFA concentrations showed a trend to signification (in mM) ( $T_0 = 76.3$ ;  $T_1 = 71.3$ ;  $P = 0.094$ ) at 6 h, although no treatment effect could be detected at 2 h ( $T_0 = 74.8$ ;  $T_1 = 80.7$ ;  $P = 0.293$ ) or 16 h ( $T_0 = 85.7$ ;  $T_1 = 84.6$ ;  $P = 0.866$ ). The supplementation with fruit juice had no effect on rumen ammonia concentration (in mg.l<sup>-1</sup> of  $NH_3-N$ ): 2 h:  $T_0 = 237.0$ ;  $T_1 = 230.6$ ;  $P = 0.522$ ; 6 h:  $T_0 = 210.0$ ;  $T_1 = 197.2$ ;  $P = 0.356$ ; 16 h:  $T_0 = 215.8$ ;  $T_1 = 196.7$ ;  $P = 0.154$ . The addition of fruit juice to the diet had no influence on the *in sacco* effective degradability (ED) of DM of alfalfa hay leaves (in %):  $T_0 = 67.8$ ;  $T_1 = 67.6$ ;  $P = 0.831$  and deferred weeping lovegrass hay:  $T_0 = 23.1$ ;  $T_1 = 22.2$ ;  $P = 0.421$ . The ED of CP of leaves of alfalfa hay showed a trend to be higher when only distilled water was added ( $T_0 = 47.4$ ;  $T_1 = 45.6$ ;  $P = 0.107$ ). In the conditions of this assay, the supplementation of fruit juice to fibrous diets did not produce clear effects on rumen environment and digestion that could affect the nutritional status.

*Key words:* fruit juice, fibre-rich diet, rumen environment, digestion.

## Introducción

La utilización de jugos de fruta para consumo humano, requiere de un estricto control de las condiciones de refrigeración. Cualquier ruptura de la cadena de frío implica el descarte del jugo con destino al consumo humano. En los últimos años, la utilización de jugos de fruta con alteraciones en la cadena de frío, como suplemento energético en vacas de cría ha tomado gran importancia en la Provincia de La Pampa, estimándose en 100.000 litros el consumo anual.

Una gran parte de la Provincia de La Pampa pertenece a la Región Pampeana Semiárida. Esta se caracteriza por las escasas precipitaciones y su variabilidad entre años. Salvo breves períodos en otoño y primavera, el balance hídrico en esta Región, es negativo (Covas, 1982). Las temperaturas medias en los meses invernales están por debajo del umbral requerido para el crecimiento óptimo de los cultivos forrajeros, aún para los de ciclo vegetativo invernal (Covas, 1982).

Estas condiciones provocan, en algunos años con mayor severidad, situaciones de sobrecarga en los

sistemas de producción de carne. En muchos casos, la disponibilidad de forraje es prácticamente nula y los animales son mantenidos en base a reservas forrajeras, habitualmente rollos de alfalfa. Sobre esta dieta, en muchos establecimientos se suministró jugos de fruta, en bateas *ad hoc* o agregándolo en el agua de bebida.

Los niveles de suplementación utilizados son bajos, cubriéndose hasta el 2% de los requerimientos energéticos de mantenimiento de una vaca de cría (AFRC, 1993). El efecto directo del suplemento es, por lo tanto, prácticamente nulo, pero podría ejercer un efecto positivo sobre la digestión ruminal de la fibra del alimento base y un efecto estimulador sobre el consumo de forraje (Paterson *et al.*, 1994).

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del jugo de fruta, utilizado como suplemento energético de una dieta de heno de alfalfa, sobre el ambiente ruminal y parámetros de degradación del forraje en rumen.

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en la Facultad de Agronomía (UNLPam) utilizando seis novillos fistulados en rumen, provistos de cánulas permanentes, en un diseño cross-over de dos tratamientos y dos períodos. Los animales fueron mantenidos en corral y recibieron agua de bebida y heno de alfalfa *ad libitum*. A esta dieta se adicionaron 4,47 ml Kg PV<sup>-0,75</sup> d<sup>-1</sup> de agua destilada (T<sub>0</sub>) o jugo de fruta (T<sub>1</sub>); ambos fueron suministrados a través de

cánula ruminal dos veces por día (8:00 y 16:00 h).

Después de siete días de acostumbramiento a los tratamientos se extrajeron muestras de líquido de la región ventro-medial del rumen, a las 8:00, 10:00 y 14:00 h (16, 2 y 6 h posteriores al suministro de agua o jugo), durante cuatro días consecutivos en cada período. Sobre las muestras extraídas se determinó pH, concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) de acuerdo al método de Crooke y Simpson (1971) y ácidos grasos volátiles totales (AGV) por destilación y titulación con NaOH.

Con el fin de eliminar cualquier disturbio producido en el rumen por el muestreo, luego de la última extracción de líquido ruminal, los animales quedaron en tratamiento, sin muestreo, por 48 h. Transcurrido este período, se incubaron bolsitas de nylon *in sacco* (tamaño de poro: 50  $\mu$ ), respetando una relación de 12,5 mg cm<sup>-2</sup> de superficie efectiva expuesta (NJK, 1985), conteniendo dos alimentos de calidad contrastante: hojas de heno de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y heno de pasto llorón (*Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees) diferido.

El valor nutritivo determinado sobre el heno de alfalfa, jugo de fruta y del material incubado en rumen se presenta en el Cuadro 1.

Los tiempos de incubación fueron de 72, 48, 36, 24, 16, 12 y 8 horas, en heno de pasto llorón; en alfalfa se eliminaron los tiempos 16 y 8 h y se incluyeron mediciones a las 6 y 2 h. Se utilizaron tres bolsas para cada heno en cada tiempo/animal, siendo extraídas simultáneamente. Las bolsas fueron lavadas, a mano (5 minutos) y a

continuación en máquina de lavar con recambio de agua (1 h), secadas en estufa (60°C durante 72 h) y pesadas. La estimación de la fracción rápidamente soluble se realizó incubando bolsitas en agua destilada (39°C, 15 minutos), con agitación. Luego de extraídas se procedió de acuerdo a lo descripto anteriormente.

Sobre el residuo de las bolsitas conteniendo hojas de heno de alfalfa se determinó proteína bruta (Nx6,25) por el método semi-micro Kjeldahl. En heno de pasto llorón no se realizó dicha determinación, debido a que esta fuente forrajera posee muy bajos niveles de proteína (Cuadro 1) y por lo tanto, el efecto de contaminación microbiana es muy importante en términos relativos (Mathers y Aitchison, 1981).

La degradabilidad efectiva (DE), tanto de materia seca (alfalfa y pasto llorón) como de proteína (alfalfa) fue estimada a partir de la siguiente ecuación (McDonald, 1981):

$$DE = a + bc / (c + k) e^{-(c+k)t}$$

donde:

a : fracción rápidamente degradable (soluble) (%)

b : fracción lentamente degradable (insoluble) (%)

c : tasa de degradación de la fracción b (h<sup>-1</sup>)

t : tiempo de incubación en el rumen (h) y

k : tasa de pasaje por el rumen (h<sup>-1</sup>).

La tasa de pasaje por el rumen fue establecida previamente (6,0 % para alfalfa; 3,0 % para pasto llorón), de acuerdo a la información presentada por Lindberg (1985).

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de la varianza, utilizando el procedimiento GLM (General Linear Models) de SAS (SAS, 1996).

## Resultados

En el Cuadro 2 pueden verse los resultados obtenidos al medir varios parámetros en rumen sin (T<sub>0</sub>) y con (T<sub>1</sub>) agregado de jugo de fruta, para tres tiempos de muestreo.

El pH mostró una tendencia a ser más alto en T<sub>0</sub> que en T<sub>1</sub> (Cuadro 2); sin embargo, sólo a las dos horas de agregado el suplemento el pH difirió (P = 0,051). En ningún caso cayó por debajo de valores que pudieran comprometer la actividad celulolítica (Stewart, 1986). Obara *et al.* (1994), suplementando una dieta de alfalfa en ovejas, con azúcares, también observaron una caída en el pH ruminal por efecto del tratamiento, aunque su nivel de suplementación fue mucho más alto (17,2%/MS) que el del presente trabajo.

La concentración de ácidos grasos volátiles (AGV), a las 6 h de aplicado el tratamiento, mostró una tendencia a la significación (p=0,094). A las dos horas, la concentración de AGV fue de casi 6 mM más alta en T<sub>1</sub> que en T<sub>0</sub>, lo cual podría indicar una producción de AGV proveniente de la fermentación del jugo de fruta. Las diferencias, sin embargo, no fueron significativas (p>0,10).

La concentración de nitrógeno amoniacal (Cuadro 2) no mostró diferencias (p>0,05) entre tratamientos para ningún tiempo de muestreo. Los valores medios, no obstante, en todos

los casos tendieron a ser más altos en  $T_0$  que en  $T_1$ , coincidiendo con los resultados de Obara *et al.* (1994). La caída de la concentración de  $N-NH_3$  puede ser atribuida al aumento en la captura de nitrógeno en rumen por efecto de la suplementación con azúcares (Khalili y Osuji, 1994).

En el Cuadro 3 se muestra la desaparición *in sacco*, de la MS y PB de hojas de heno de alfalfa y de la MS de heno de pasto llorón diferido para las distintas horas de incubación. En ningún caso la adición de jugo influyó sobre la desaparición *in sacco* y sólo la degradabilidad efectiva de la PB de hojas de heno de alfalfa presentó una tendencia a la significación ( $p=0,107$ ).

## Discusión

El crecimiento de la población microbiana depende de la cantidad y calidad del sustrato que ingresa al rumen. De acuerdo a Mertens (1994) la mayor parte, sino todos, de los efectos provocados por deficiencias de nutrientes son ejercidos vía limitación de orden físico. Si la fermentación microbiana es inhibida, el alimento abandona el rumen a menor velocidad, el llenado ruminal aumenta y como consecuencia, el consumo voluntario decae (Jung y Allen, 1995). Esta situación se presenta muy a menudo en dietas con bajas tasas de pasaje (Van Nevel y Demeyer, 1988) y puede corregirse suplementando con pequeñas cantidades de alimentos con alta concentración de energía metabo-lizable fermentescible (Fishwick *et al.*, 1973; Barry y Johnstone, 1976).

Generalmente, la adición de cantidades altas de suplementos energéticos produce una depresión en la

digestión de los carbohidratos estructurales del alimento (Fick *et al.*, 1973; Weakley *et al.*, 1983; Chase y Hibberd, 1987). La caída del pH ruminal es una causa frecuentemente citada como responsable de la depresión de la digestión de la fibra (Stewart, 1977, 1986; Erfle *et al.*, 1982; Slyter, 1986; Zorrilla-Ríos *et al.*, 1989). Otros factores, sin embargo, podrían afectar el número y actividad de los microorganismos digestores de fibra (Hovell, 1986). Se ha sugerido (Henning *et al.*, 1980), que el almidón o azúcares derivados de él puedan inhibir la síntesis y/o actividad de celulasas y hemicelulasas ruminales. Smith *et al.*, (1973) encontraron que la presencia de celobiosa inhibió la actividad de celulasas producidas por *Ruminococcus albus*, y Minato y Suto (1978) demostraron que la celobiosa inhibe la adherencia de *Fibrobacter succinogenes* a la celulosa.

El-Shazly y Naga (1981), por otro lado, demostraron que a medida que disminuía el porcentaje de almidón en la dieta, aumentaba el porcentaje de celulosa digerida en rumen y concluyeron que la digestión de forrajes ricos en fibra puede maximizarse con el agregado de bajas cantidades de energía suplementaria.

En síntesis, si bien la suplementación con altos niveles de almidón o azúcares deprime la digestión ruminal de carbohidratos estructurales, el agregado de cantidades limitadas puede estimularla, a través de un incremento en la actividad microbiana y la síntesis de glicocálices bacterianos, necesarios para adherir a la digesta fibrosa (Galyean y Goetsch, 1993).

En una reciente revisión bibliográfica, Bowman *et al.* (1995) discutieron el efecto de la suplementación líquida sobre animales alimentados con dietas de baja calidad. La mayor parte de los trabajos revisados por estos autores, encontró que el efecto de los suplementos líquidos (generalmente melazas) sobre el consumo de forraje o la ganancia de peso vivo, fue menor que el de suplementos secos. La asincronía entre la energía disponible del suplemento y el nitrógeno disponible, proveniente de la dieta, fue considerada responsable de la falta de respuesta al suplemento líquido.

En nuestro estudio, sólo pudieron detectarse pequeños cambios en los parámetros ruminales medidos (pH, AGV y N-NH<sub>3</sub>), la mayoría de ellos no significativos ( $p > 0,10$ ). Esto indicaría una escasa repercusión del agregado de jugo de fruta sobre la población microbiana ruminal. Ello podría deberse a que la cantidad de jugo de fruta adicionado no fue suficiente como para provocar el efecto esperado sobre la microbiota digestora de carbohidratos estructurales (Demeyer, 1981), o a que estos microorganismos no hayan fermentado los azúcares simples presentes en el jugo de fruta.

De todas maneras, cualquiera de las dos posibilidades lleva al mismo resultado, medido en el presente ensayo a través de la desaparición de alimento incubado en bolsitas de nylon: la adición de jugo no influyó sobre los parámetros que definen la dinámica digestiva de la MS y la PB del heno de alfalfa y la MS del pasto llorón. Otros autores, suplementando con almidón (Mayne y Gordon, 1984; Castrillo *et al.*,

1995) o azúcar (Charmley *et al.*, 1991) arribaron a similares resultados.

En un trabajo similar al presente, Khalili (1993), suplementó con melaza, vacas alimentadas *ad libitum* con heno de gramíneas, y midió los mismos parámetros que los presentados en este trabajo. Dicho autor obtuvo diferencias significativas entre tratamientos; dado que sus niveles de suplementación fueron marcadamente más altos. En nuestro estudio, puede especularse que la cantidad de jugo de fruta suplementada no fue lo suficientemente alta como para provocar cambios detectables en el ambiente ruminal y la digestión de sustratos.

## Conclusiones

En las condiciones en que se realizó el presente estudio, la suplementación con jugos de fruta sobre una dieta fibrosa no produjo efectos claros sobre el ambiente y la digestión ruminal.

Si algún efecto puede tener la suplementación con jugo de fruta sobre el estado corporal de los animales, no puede ser atribuido a modificaciones producidas en el rumen, a este nivel de suplementación.

## Agradecimientos

A los Med.Vet. M.Buseti y D.Bedotti la colocación de cánulas ruminales en los animales experimentales; al Sr. J.A. Rodríguez y el Agr. S. Lardone su colaboración en la realización del trabajo.

## Bibliografía

AFRC (1993): Energy and protein requirements of ruminants. An

- advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on responses to nutrients. CAB International, Wallingford, Reino Unido, 159 p.
- BARRY, T.N. y JOHNSTONE, P.D. (1976): A comparison of supplementary sources of nitrogen and energy for increasing the voluntary intake and utilization of barley straw by sheep. *J. agric. Sci. (Camb.)* 86: 163-169.
- BOWMAN, J.G.P.; SOWELL, B.F. y PATERON, J.A. (1995): Liquid supplementation for ruminants fed low-quality forage diets: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 55: 105-138.
- CASTRILLO, C.; FONDEVILLA, M.; GUADA, J.A. y DE VEGA, A. (1995): Effect of ammonia treatment and carbohydrate supplementation on the intake and digestibility of barley straw diets by sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 51: 73-90.
- CHARMLEY, E.; VEIRA, D.M.; BUTLER, G.; AROEIRA, L. y CODAGNONE, H.C.V. (1991): The effect of frequency of feeding and supplementation with sucrose on ruminal fermentation of alfalfa silage given ad libitum or restricted to sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 71: 725-737.
- CHASE, C.C. y HIBBERD, C.A. (1987): Utilization of low quality native grass hay by beef cows fed increasing quantities of corn grain. *J. Anim. Sci.* 65: 557-566.
- COVAS, G. (1982): Potencial y limitaciones de los recursos forrajeros actuales y de aquellos en vías de experimentación en la Región Pampeana Semiárida. *Actas de las Primeras Jornadas Técnicas sobre Producción Animal en la Región Pampeana Semiárida*. Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, La Pampa, pp. 13-28.
- CROOKE, W.M. y SIMPSON, W.E. (1971): Determination of ammonium in Kjeldahl digests of crops by an automated procedure. *J. Sci. Food Agric.* 22: 9-10.
- DEMEYER, D.I. (1981): Rumen microbes and digestion of plant cell walls. *Agric. Environm.* 6: 295-337.
- EL-SHAZLY, K. y NAGA, M.A. (1981): Supplementation of rations based on low quality roughages under tropical conditions. In: *Utilization of low quality roughages in Africa* (Kategile, J.A.; Said, A.N. y Sundstol, F. Eds.), AAS, Noruega, pp. 157-170.
- ERFLE, J.D.; BOILA, R.J.; TEATHER, R.M.; MAHADEVAN, S. y SAUER, F.D. (1982): Effect of pH on fermentation characteristics and protein degradation by rumen microorganisms in vitro. *J. Dairy Sci.* 65: 1457-1464.
- FICK, K.R.; AMMERMAN, C.B.; MC GOWAN, C.H.; LOGGINS, P.E. y CORNELL, J.A. (1973): Influence of supplemental energy and biuret nitrogen on the utilization of low quality roughage by sheep. *J. Anim. Sci.* 36: 137-143.
- FISHWICK, G.; HEMINGWAY, R.G.; PARKINS, J.J. y RITCHIE, N.S. (1973): A note on the effect of urea contained in a molasses sugar beet pulp cube on the voluntary intake and digestibility of oat straw by steers. *Anim. Prod.* 17: 205-208.
- GALYEAN, M.L. y GOETSCH, A.L. (1993): Utilization of forage fiber by ruminants. In: *Forage cell wall structure and digestibility* (Jung, H.G.; Buxton, D.R.; Hatfield, R.D. y Ralph, J. Eds.), ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, U.S.A., pp. 33-71.
- HENNING, P.A.; VAN DER LINDEN, Y.; MATTHEYSE, M.E.; MAUHAUS, W.K.; SCHWARTZ, H.M. y GILCHRIST, H.M. (1980): Factors affecting the intake and digestion of roughage by sheep fed maize straw supplemented with maize grain. *J. agric. Sci. (Camb.)* 94: 565-573.

- HOVELL, F.D. DeB. (1986): Roughage digestion and intake by ruminants. In: Feedingstuffs evaluation. Modern aspects, problems, future trends. (Livingstone, R.M. Ed.), Feed publ.1, Rowett Res. Inst., Aberdeen, Escocia, pp. 26-37.
- JUNG, H.G. y ALLEN, M.S. (1995): Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.* 73: 2774-2790.
- KHALILI, H. (1993): Supplementation of grass hay with molasses in crossbred (*Bos taurus* x *Bos indicus*) non-lactating cows: effect of level of molasses on feed intake, digestion, rumen fermentation and rumen digesta pool size. *Anim. Feed Sci. Technol.* 41: 23-38.
- KHALILI, H. y OSUJI, P.O. (1994): The effect of replacement of wheat bran by graded levels of molasses on digestion, degradation and digestion kinetics of fibre and rumen digesta pool size in crossbred (*Bos taurus* x *Bos indicus*) steers fed native grass hay. *Anim. Feed Sci. Technol.* 47: 213-223.
- LINDBERG, J.E. (1985): Estimation of rumen degradability of feed proteins with the in sacco technique and various in vitro methods: A review. *Acta Agric. Scand. Suppl.* 25: 64-97.
- MATHERS, J.C. y AITCHISON, E.M. (1981): Direct estimation of the extent of contamination of food residues by microbial matter after incubation within synthetic fibre bags in the rumen. *J. agric. Sci. (Camb.)* 96: 691-693.
- MAYNE, C.S. y GORDON, F.J. (1984): The effect of type of concentrate and level of concentrate feeding on milk production. *Anim. Prod.* 39: 65-76.
- MCDONALD, I. (1981): A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *J. agric. Sci. (Camb.)* 96: 251-252.
- MERTENS, D.R. (1994): Regulation of forage intake. In: Forage quality, evaluation, and utilization. (Fahey, G.C. Ed.), ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, U.S.A., pp. 450-493.
- MINATO, H. y SUTO, T. (1978): Technique for fractionation of bacteria in rumen microbial ecosystem. II. Attachment of bacteria isolated from bovine rumen to cellulose powder in vitro and elution of bacteria attached therefrom. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 24: 1-16.
- NJK, (1985): Introduction to the Nordic Protein Evaluation System for ruminants into practice and further research requirements. *Acta Agric. Scand. Suppl.* 25: 216-220.
- OBARA, Y.; FUSE, H.; TERADA, F.; SHIBATA, M.; KAWABATA, A.; SUTOH, M.; HODATE, K. y MATSUMOTO, M. (1994): Influence of sucrose supplementation on nitrogen kinetics and energy metabolism in sheep fed with lucerne hay cubes. *J. agric. Sci. (Camb.)* 123: 121-127.
- PATERSON, J.A.; BELYEA, R.L.; BOWMAN, J.P.; KERLEY, M.S. y WILLIAMS, J.E. (1994): The impact of forage quality and supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. In: Forage quality, evaluation and Utilization (Fahey, G.C. Ed.), ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, U.S.A., pp. 59-114.
- SAS (Statistical Analysis Systems Institute), 1996. SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, U.S.A.
- SLYTER, L.L. (1986): Ability of pH-selected mixed ruminal microbial populations to digest fiber at various pHs. *Appl. Environ. Microbiol.* 52: 390-391.
- SMITH, W.R.; YU, I. y HUNGATE, R.E. (1973): Factors affecting cellulolysis by *Ruminococcus albus*. *J. Bacteriol.* 114: 729-737.



- STEWART,C.S. (1977): Factors affecting the cellulolytic activity of rumen contents. *Appl. Environ. Microbiol.* 33: 497-502.
- STEWART,C.S. (1986): Rumen function with special reference to fibre digestion. In: *Anaerobic bacteria in habitats other than man.* (Mead,G.C. y Barnes,E. Eds.), Oxford:Blackwell, Reino Unido, pp. 263-286.
- VAN NEVEL,C.J. y DEMEYER,D.I. (1988): Manipulation of rumen fermentation. In: *The rumen microbial ecosystem.* (Hobson,P.N. Ed.), Elsevier Applied Science, London, New York, pp. 343-359.
- WEAKLEY,D.C.; STERN,M.D. y SATTER, L.D. (1983): Factors affecting disappearance of feedstuffs from bags suspended in the rumen. *J. Anim. Sci.* 56: 493-507.
- ZORRILLA-RIOS,J.; HORN,G.W. y MCNEW, R.W. (1989): Effect of ammoniation and energy supplementation on the utilization of wheat straw by sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 22: 305-320

**Cuadro 1.** Valor nutritivo del forraje base, suplemento energético y alimentos incubados *in sacco* (henos de pasto llorón y alfalfa).

	MS	DIVMS	PB	FDN	FDA	LDA	CH <sub>2</sub> O <sub>TOT</sub>
	(g Kg <sup>-1</sup> )			(g Kg MS <sup>-1</sup> )			
Forraje base	883	532	126	664	507	103	---
Jugo de Fruta	245	---	45	---	---	---	763
Pasto llorón	929	432	19	876	514	57	---
Alfalfa	901	720	229	355	270	62	---

MS: Materia seca; DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca; PB: Proteína bruta (Nx 6,25); FDN: Fibra en detergente neutro; FDA: Fibra en detergente ácido; LDA: Lignina en detergente ácido; CH<sub>2</sub>O<sub>TOT</sub>: Azúcares totales.

**Cuadro 2.** Efecto de la adición de agua (T<sub>0</sub>) o jugo de fruta (T<sub>1</sub>) sobre parámetros ruminales.

	Tiempos de muestreo (horas)		
	2	6	16
pH			
T <sub>0</sub>	6,60	6,50	6,33
T <sub>1</sub>	6,35	6,40	6,17
NS	p=0,051	p=0,130	p=0,169
CV (%)	2,44	1,55	2,62
AGV (mM)			
T <sub>0</sub>	74,8	76,3	85,7
T <sub>1</sub>	80,7	71,3	84,6
NS	p=0,293	p=0,094	p=0,866
CV (%)	10,81	5,42	11,51
N-NH <sub>3</sub> (mg l <sup>-1</sup> )			
T <sub>0</sub>	237,0	210,0	215,8
T <sub>1</sub>	230,6	197,2	196,7
NS	p=0,522	p=0,356	p=0,154
CV (%)	6,81	10,43	9,13

AGV: ácidos grasos volátiles totales; N-NH<sub>3</sub>: nitrógeno de amoníaco; NS: Nivel de significancia  
CV: coeficiente de variación.

**Cuadro 3.** Desaparición ( $\text{g Kg}^{-1}$ ) y degradabilidad efectiva ( $\text{g Kg}^{-1}$ ) de la proteína bruta (PB) y materia seca (MS) de heno de alfalfa y de la MS de heno de pasto llorón incubados con la adición de agua ( $T_0$ ) o jugo de fruta ( $T_1$ )

Alfalfa	Tiempos de incubación (horas)							DE
	2	6	12	24	36	48	72	
	---- $\text{g Kg}^{-1}$ PB ----							
$T_0$	134	276	557	657	675	688	685	474
$T_1$	106	213	558	664	676	681	678	456
NS	$p=0,355$	$p=0,301$	$p=0,990$	$p=0,478$	$p=0,883$	$p=0,537$	$p=0,385$	$p=0,107$
CV (%)	39,4	37,2	16,6	2,43	2,50	2,64	1,84	3,27
	---- $\text{g Kg}^{-1}$ MS ----							
$T_0$	403	608	758	813	818	840	850	678
$T_1$	392	565	761	816	813	847	842	676
NS	$p=0,130$	$p=0,323$	$p=0,878$	$p=0,760$	$p=0,485$	$p=0,075$	$p=0,221$	$p=0,831$
CV (%)	2,66	11,03	4,37	1,75	1,33	0,65	1,09	2,06
Pasto llorón	Tiempos de incubación (horas)							DE
	8	12	16	24	36	48	72	
	---- $\text{g Kg}^{-1}$ MS ----							
$T_0$	85	118	139	219	281	348	452	231
$T_1$	77	119	131	206	254	362	422	222
NS	$p=0,186$	$p=0,819$	$p=0,549$	$p=0,366$	$p=0,166$	$p=0,591$	$p=0,211$	$p=0,421$
CV (%)	11,46	6,07	14,98	10,83	10,37	11,59	7,87	7,25

NS: nivel de significancia; CV: coeficiente de variación; DE: degradabilidad efectiva

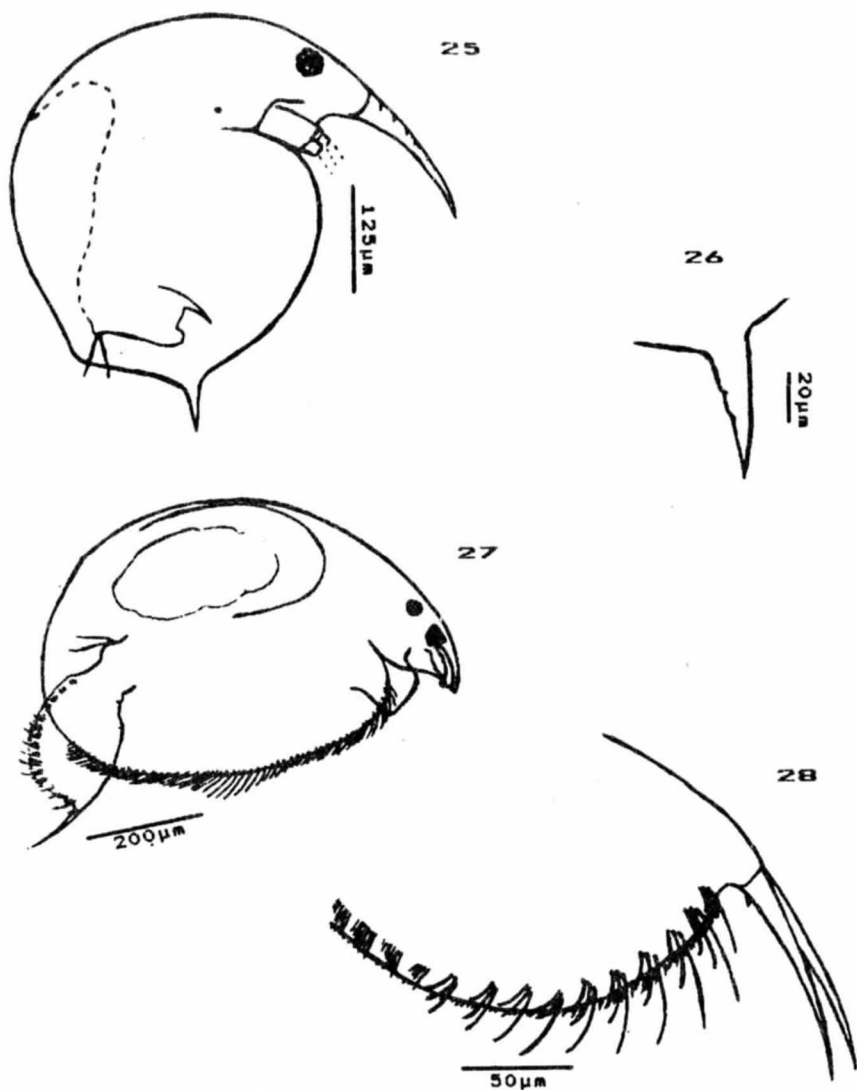


Fig. 25-26 : *Bosmina (Neobosmina) huaronensis* Delachaux, 1918. 27-28 : *Leydigia leydigi* Schoedler, 1863.  
 25 : hembra adulta. 26 : mucrón. 27 : hembra adulta. 28 : postabdomen.