

Incidencia de la proporción de maíz sobre la degradabilidad *in situ* de heno de alfalfa en dietas para caprinos.

Arias, Ruben O.^{1,3}; Maria G. Muro¹; Carlos A. Cordiviola¹; María S. Trigo¹; Mario Brusa²; Raúl A. Lacchini¹

¹Curso de Introducción a la Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. 60 y 119 s/n. CP: 1900; ²Curso de Enfermedades de Felinos y caninos. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata. 60 y 118 s/n. CP: 1900; ³iaroa@yahoo.com.ar

Arias, Ruben O; Maria G. Muro; Carlos A. Cordiviola; María S. Trigo; Mario Brusa; Raúl A. Lacchini (2013). Incidencia de la proporción de maíz sobre la degradabilidad *in situ* de heno de alfalfa en dietas para caprinos. Rev. Fac. Agron. Vol 112 (2): 62-67.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la incidencia de la proporción de maíz molido, sobre el pH ruminal, la degradabilidad *in situ* de la materia seca (MS) y de las fracciones de la pared celular del heno de alfalfa. Se utilizaron cabras cruzas criolla con Anglo Nubian fistuladas (n=8). El diseño consistió en un cuadrado latino (4x4) replicado. Las dietas fueron heno de alfalfa 100% (D0); heno de alfalfa y maíz molido 70/30 (D1); 50/50 (D2); 40/60 (D3). El consumo de MS se ajustó al 3% del peso vivo. Se determinó el pH ruminal y la degradabilidad *in situ* de la MS, de la fracción fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) del heno de alfalfa a las 24 y 48 h. Las áreas bajo las curvas de pH aumentaron linealmente con la concentración de maíz molido en la dieta ($p < 0,05$) y los tratamientos D2 y D3 difirieron de D0 ($p < 0,05$). La degradabilidad *in situ* de la MS del heno de alfalfa aumentó linealmente con la concentración de maíz molido ($p < 0,05$) a las 24 h de su incubación, igualándose a las 48 h ($p > 0,05$). El aumento de maíz molido provocó una disminución lineal de la FDN y FDA a las 48 h ($p < 0,05$), no observándose diferencia a las 24 h de su incubación ($p > 0,05$). La utilización del almidón aportado por el maíz molido como fuente energética, produjo disminución del pH ruminal y menor utilización de la FDN y FDA.

Palabras clave: cabras, maíz, pH, FDN, FDA.

Arias, Ruben O; Maria G. Muro; Carlos A. Cordiviola; María S. Trigo; Mario Brusa; Raúl A. Lacchini (2013). Incidence of corn on the proportion of *in situ* degradability of alfalfa hay in diets for goats. Rev. Fac. Agron. Vol 112 (2): 62-67.

The aim of this study was to evaluate the incidence of ground corn in a based alfalfa diet on ruminal pH, *in situ* dry matter (DM) and forage's cell wall components degradability. Eight fistulated crosses (Nubian x Creole) goats were used. Four diets were provided: 100% alfalfa (D0); alfalfa and ground corn 70/30 (D1); alfalfa and ground corn 50/50 (D2); alfalfa and ground corn 40/60 (D3). The total dry matter intake was adjusted to 3% of body weight. Ruminal pH was measured. Considering a threshold pH = 6, the areas under the curve were calculated. *In situ* degradability was calculated after 24 and 48 h. Neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were determined. The areas under the curves of pH, increased linearly with the concentration of ground corn in the diet ($p < 0.05$). D2 and D3 differ from D0 ($p < 0.05$). The forage DM *in-situ* degradability increased linearly ($p < 0.05$) with the concentration of ground corn at 24 h of incubation. The NDF and ADF degradability at 48 h, decreased linearly ($p < 0.05$) with increasing ground corn. D2 and D3 differ from D0 ($p < 0.05$). D1 and D2 differ ($p < 0.05$). There was no difference in the NDF and ADF at 24 h of incubation. The use of ground corn starch as energy source decreased ruminal pH and lowered NDF and ADF utilization.

Keywords: goat, corn, pH, NDF, ADF.

Recibido: 10/12/2012

Aceptado: 08/07/2013

Disponible on line: 28/08/2013

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

INTRODUCCIÓN

La intensificación de los sistemas de crianza ha aumentado la incidencia de disturbios nutricionales y metabólicos relacionados a una inadecuada alimentación. Las modificaciones en los hábitos alimenticios de los rumiantes en los sistemas intensivos pueden causar disturbios fermentativos tal como la acidosis ruminal (Afonso, 2005). A su vez, cuadros de acidosis ruminal subaguda han sido diagnosticados en rebaños lecheros y la mayoría de los casos están asociados a problemas en el manejo nutricional de los animales (Noro *et al.*, 2010).

El pH ruminal está influenciado por el tipo de alimento consumido y su estabilización es regulada por la saliva debido a su alto poder tampón (Owens & Goetsch, 1988; Van Soest, 1994). La secreción de saliva se incrementa debido a la masticación y la rumia, procesos favorecidos por el estímulo físico ejercido por las partículas groseras sobre la pared ruminal (Harfoot, 1981; Hoover & Stokes, 1991). La reducción del pH ocurre, principalmente, luego de una rápida digestión del alimento acorde a su tasa de degradación, siendo su valor más bajo entre las 0,5 y 4 horas posteriores al suministro del alimento (Ørskov, 1986). Los granos de cereales molidos provocan a nivel ruminal, una secreción de saliva insuficiente para mantener los valores de pH entre 6 y 7, así como un bajo estímulo de la motilidad ruminal (Gonçalves *et al.*, 2001).

El factor de mayor importancia que parece explicar las diferencias de digestión entre los diferentes granos de cereales es la matriz proteica que envuelve los gránulos de almidón. La velocidad de degradación ruminal de la proteína de la matriz determina la velocidad de hidrólisis del almidón, ya que la superficie de almidón en contacto con las amilasas aumenta a medida que esa matriz es degradada (Satter 1986; Stern *et al.*, 1994; Mc Allister *et al.*, 1990) y, la menor degradabilidad del maíz y el sorgo, en comparación con otros granos de cereales, se debe a la resistencia del germen, al endosperma córneo, a la colonización bacteriana y a su posterior digestión.

La suplementación con concentrados energéticos, en animales que consumen pastos de baja calidad mejora las condiciones del ambiente ruminal, la degradabilidad ruminal de los alimentos, la eficiencia de la actividad fermentativa y la síntesis de proteína microbiana, mejorando el consumo del alimento base y la respuesta productiva de los rumiantes (Hoover *et al.*, 1991; Ramos, 2005; Vergara *et al.*, 2006 y Suárez *et al.*, 2007).

Elías (1983) y Ramos (2005) demostraron que al incrementarse el consumo de concentrado energético rico en almidones, el valor de pH ruminal puede ser inferior a 6. Con este valor de pH ruminal, comienza a verificarse una disminución en la digestión de la fibra y desarrollo microbiano (Milleo *et al.*, 2006). Cuando el pH es inferior a 5,8 se produce un incremento en la población de *Streptococcus bovis* y en la concentración de ácido láctico, provocando una acidosis subaguda. Cuando el pH disminuye de un valor de 5,5 se produce acumulación de lactato, muerte bacteriana y liberación de endotoxinas, desencadenándose la etapa aguda de la acidosis (Krause & Oetzel, 2006).

En un estudio realizado en bovinos, utilizando una dieta a base de silo de cebada con y sin residuos de destilería del grano de trigo, en el que se midió el pH ruminal y la degradabilidad *in situ* de la FDN del silo de cebada a las 24 h y 48 h pos incubación ruminal, se observó que la degradabilidad a nivel ruminal de la FDN del silo de cebada, a las 48 h fue significativamente menor en la dieta que contenía el residuo de destilería que en la dieta sin dicho residuo (Li *et al.*, 2011). Por otra parte, en cuanto a las mediciones de pH ruminal, observaron que los valores mínimos para este indicador se situaron en 5,10 y 5,11. En otra experiencia con corderos alimentados con cama de pollo y harina gruesa de maíz en distintas proporciones, del 21 al 48%, Nouel *et al.* (2011) no observaron diferencias significativas en los valores de pH ruminal entre tratamientos, que no alcanzaron valores indicativos de acidosis, porque fluctuaron entre 5,97 y 5,99 con el menor y mayor porcentaje de harina de maíz en la dieta, respectivamente. Sin embargo, la dieta con menor cantidad de harina gruesa de maíz arrojó valores significativos máximos de consumo total de materia seca.

Cuando en una dieta se incrementa la FDN, generalmente aportado por el forraje, aumenta el pH del rumen como resultado del mayor número de masticaciones y producción de saliva (García & Kalscheur 2006). Cuando los rumiantes se alimentan con fuentes proteicas como las leguminosas, algunas de las cuales presentan proteínas solubles altamente degradables en el rumen, es necesario garantizar la energía suficiente para que se produzca la adecuada síntesis de proteína microbiana (Mosimanyana, 1992; Ramos *et al.*, 1999 y Molina *et al.*, 2003). Estudios *in vivo* (Herrera-Saldana *et al.*, 1990; Aldrich *et al.*, 1993) e *in vitro* (Russell *et al.*, 1983), indican que el crecimiento bacteriano es máximo cuando las tasas de fermentación del almidón y la proteína están equilibradas. De Peters *et al.* (1992), a su vez, sugirieron que sería importante equilibrar las tasas de degradación en el rumen de los carbohidratos y proteína de la dieta, para optimizar el crecimiento microbiano y la digestión ruminal.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la incidencia de la proporción de maíz molido, sobre el pH ruminal, la degradabilidad *in situ* de la materia seca (MS) y de las fracciones de la pared celular del heno de alfalfa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en la unidad experimental caprina de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, Provincia de Buenos Aires, República Argentina.

Se utilizaron ocho cabras cruzas criollas con Anglo Nubian, no gestantes, secas, de 5 años de edad y de un peso vivo (PV) promedio de 39,200 ± 0,6 kg, fistuladas a nivel ruminal, con cánulas de 5" de diámetro (Bart Diamond Inc.). El ensayo se llevó a cabo entre los meses de abril y junio para el cual se establecieron las cabras en compartimentos individuales (0,80m x 1,50m) con piso rejilla de madera (listones), comederos, pasteras y bebederos. Se constituyeron cuatro tratamientos: heno a base de alfalfa 100% (D0),

heno a base de alfalfa (70%) + grano de maíz molido (30%) (D1), heno a base de alfalfa (50%) + grano de maíz molido (50%) (D2), heno a base de alfalfa (40%) + grano de maíz molido (60%) (D3). En todos los tratamientos, el nivel de consumo de materia seca total de las dietas fue ajustado al 3% del peso vivo del animal (CMST). El diseño experimental fue un cuadrado latino (4x4) replicado, la duración de cada período fue 27 días (15 de acostumbramiento a la dieta, 5 de mediciones y determinaciones, y 7 días con 100% de heno de alfalfa). Se registró el peso vivo al comienzo de cada período. En el período de quince días de acostumbramiento a cada dieta, las cantidades de maíz molido se suministraron en forma creciente durante 7 días, iniciando con 70 g animal⁻¹ día⁻¹, hasta alcanzar las proporciones de cada tratamiento. Durante los 5 días de mediciones y determinaciones, se calculó el consumo de alimento por animal en kg de MS por diferencia entre lo entregado y lo rechazado. Se secaron muestras de heno de alfalfa y de maíz en estufa (SOMCIC) a 105°C durante 24 horas para las determinaciones de materia seca (MS). Se extrajo fluido ruminal mediante la cánula a las 0, 2, 4, 6, 8, 12 y 24 horas posteriores al suministro de la ración. Se determinó el pH utilizando un peachímetro digital (Silver Cap pH 5045-3B) equipado con electrodo de punción y termo sonda. El área bajo la curva se calculó como la suma del valor absoluto de las desviaciones de pH por debajo de la curva, considerando un pH umbral de 6, reportada como pH x h / d.

Para el cálculo de la degradabilidad *in situ* se utilizaron bolsas de poliéster (Ankom) de 10 x 10 cm, con 1600 poros/cm², con un tamaño de poro de 3 mm. Dentro de las bolsas, se colocaron 2 g de muestra de heno de alfalfa que fue incubado por un periodo de 24 y 48 h. El material fue retirado del rumen y lavado con agua destilada durante periodos de 10 minutos, hasta que el fluido fue transparente; posteriormente se secó en estufa a 65°C durante 48 horas y la degradabilidad se determinó aritméticamente por la diferencia de peso de la fracción antes y después de la incubación *in situ* en las bolsas de nylon. La FDN y FDA se determinaron mediante la técnica de Van Soest et al. (1991) y se calcularon los coeficientes de degradabilidad de ambas fracciones.

Análisis estadístico

Para evaluar el efecto de niveles crecientes de maíz molido en la degradabilidad *in situ* y el pH ruminal de las diferentes dietas, se utilizó el siguiente modelo:

$$Y = \mu + T + UE + P + e$$

Y: variable dependiente
 μ: media general del ensayo
 T: tratamiento
 UE: unidad experimental
 P: período
 e: error

Los datos fueron analizados por el Procedimiento MIXED (SAS) para un cuadrado latino (4x 4) replicado, utilizando un modelo mixto que incluyó el efecto fijo del muestreo (tratamiento, periodo) y el efecto aleatorio del animal. Se usaron contrastes ortogonales para determinar efectos lineales (L), cuadráticos (Q) y cúbicos (C) de niveles crecientes de maíz molido. Las diferencias significativa se consideraron con un valor de p < 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante un análisis de contrastes ortogonales polinomiales se observó que no existieron diferencias significativas en el CMST entre los tratamientos. Los valores de pH ruminal representados como el área bajo la curva del pH umbral, obtenido durante 24 h de medición, aumentaron linealmente con el incremento de la proporción de maíz molido (p < 0,05) en la dieta (Tabla 1). El valor más bajo del pH ruminal se produjo entre las 4 y las 6 horas posteriores al suministro del alimento (Figura 1).

La degradabilidad *in-situ* de la MS del heno de alfalfa aumentó linealmente con la concentración del grano (p < 0,05) a las 24 h de su incubación ruminal. A las 48 h de incubado, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 2). No se observaron diferencias en la degradabilidad de las fracciones FDN y FDA del heno de alfalfa a las 24 h de incubación, disminuyendo linealmente (p < 0,05) con el aumento de maíz molido a las 48 h de incubación (Tabla 3).

Mediante un análisis de comparación de medias (Tabla 4) sólo se observaron diferencias significativas para la superficie del área bajo la curva del pH ruminal umbral entre D2 y D3 respecto a D0 (p < 0,05) y una tendencia entre D0 y D1 (p=0,0980). La degradabilidad *in-situ* de la MS del heno de alfalfa, a las 24 h de incubación ruminal, el incremento fue significativo para la dieta D3 (p < 0,05) y para la FDN y FDA a las 48 h de incubación ruminal, las dietas D2 y D3 difieren con respecto a D0 y D1 (p < 0,05).

Tabla 1: Contrastes polinomiales ortogonales para determinar efectos lineales, cuadráticos y cúbicos en el pH ruminal y el CMST utilizando maíz molido en la dieta. pH: pH expresado como superficie bajo la curva de un pH umbral de 6; CMST: consumo de materia seca total expresado en Kg/día; Alfalfa: 100% heno de alfalfa; 70/30: relación heno de alfalfa/maíz molido; 50/50: relación heno de alfalfa/maíz molido; 40/60: relación heno de alfalfa/maíz molido.

Parámetro	Dietas				Error	Contrastes		
	Alfalfa	70/30	50/50	40/60		L	Q	C
pH (h/d)	0,00	8,69	13,14	14,46	3,555	0,008	0,322	0,955
CMST (Kg/día)	1,18	1,15	1,10	1,17	0,042	0,643	0,329	0,452

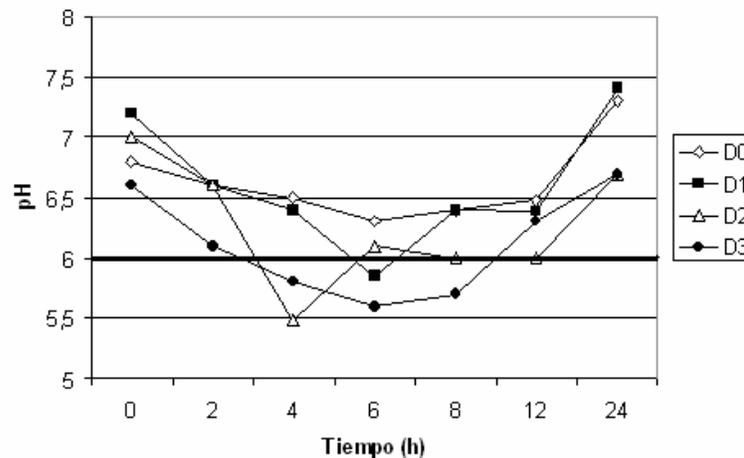


Figura 1: Variación de pH a lo largo del día. D0: Heno de alfalfa. D1: 70/30 relación heno de alfalfa/maíz molido; D2: 50/50 relación heno de alfalfa/maíz molido; D3: 40/60 relación heno de alfalfa/maíz molido.

Tabla 2: Contrastes polinomiales ortogonales para determinar efectos lineales, cuadráticos y cúbicos, en la degradabilidad in-situ de la MS del heno de alfalfa, utilizando maíz molido como suplemento energético. DMS24: degradabilidad in-situ del MS del heno de alfalfa a las 24 h de incubación; DMS48: degradabilidad in-situ del MS del heno de alfalfa a las 48 h de incubación; Alfalfa: 100% heno de alfalfa; 70/30: relación heno de alfalfa/maíz molido; 50/50: relación heno de alfalfa/maíz molido; 40/60: relación heno de alfalfa/maíz molido.

Parámetro	Dietas				Error	Contrastes		
	Alfalfa	70/30	50/50	40/60		L	Q	C
DMS 24	52,5	54,94	55,13	58,75	0,015	0,030	0,706	0,429
DMS 48	69,7	67,40	62,30	64,00	0,027	0,122	0,499	0,469

Tabla 3. Contrastes polinomiales ortogonales para determinar efectos lineales, cuadráticos y cúbicos, en la degradabilidad in-situ de la FDN y FDA del heno de alfalfa, utilizando maíz molido como suplemento energético. DFDN24: degradabilidad in-situ del FDN del heno de alfalfa a las 24 h de incubación; DFDN48: degradabilidad in-situ del FDN del heno de alfalfa a las 48 h de incubación; DFDA24: degradabilidad in-situ del FDA del heno de alfalfa a las 24 h de incubación; DFDA48: degradabilidad in-situ del FDA del heno de alfalfa a las 48 h de incubación; Alfalfa: 100% heno de alfalfa; 70/30: relación heno de alfalfa/maíz molido; 50/50: relación heno de alfalfa/maíz molido; 40/60: relación heno de alfalfa/maíz molido.

Parámetro	Dietas				Error	Contrastes		
	Alfalfa	70/30	50/50	40/60		L	Q	C
DFDN24	37,68	46,63	40,22	41,73	0,019	0,549	0,146	0,080
DFDN48	61,98	57,40	47,24	50,29	0,020	0,022	0,186	0,157
DFDA24	25,24	31,24	26,94	27,96	0,012	0,546	0,148	0,090
DFDA48	41,49	38,46	31,51	33,71	0,015	0,021	0,182	0,149

Contrariamente a lo experimentado por Hoover et al. (1991), Ramos (2005), Vergara et al. (2006), Suárez et al. (2007) y Nouel et al. (2011), los tratamientos no generaron diferencias significativas en el CMST, debido a que no se observó un fenómeno de sustitución, ni existió la posibilidad de expresarse uno de adición, debido a que las cantidades de heno de alfalfa, en este ensayo, no fueron suministradas *ad libitum*. Por lo tanto se vio limitado el consumo de FDN con el consiguiente efecto sobre la rumia y una posible reducción de la cantidad de saliva y por ende del poder tampón de la misma (Owens & Goetsch, 1988; Van Soest, 1994; Gonçalves et al., 2001 y García & Kalscheur, 2006). En coincidencia con Elías (1983) y Ramos (2005) al

incrementarse las proporciones de concentrados energéticos se observó un descenso del pH ruminal por debajo de 6, correspondientes a los citados para un cuadro de acidosis subaguda (Afonso 2005, Krause & Oetzel 2006, Noro et al., 2010). El valor más bajo del pH ruminal se observó entre las 4 y las 6 horas posteriores al suministro del alimento, y no a las 0,5 y 5 horas (Ørskov, 1986). Esto podría atribuirse al endosperma córneo del grano de maíz que provocaría una resistencia a la colonización bacteriana, y lenta degradabilidad ruminal, comparado a la de otros granos energéticos (Satter, 1986; McAllister et al., 1990; Stern et al., 1994).

Tabla 4: Análisis de comparación de medias del CMST, pH ruminal, de la degradabilidad *in-situ* de la MS, FDN y FDA del heno de alfalfa, utilizando maíz molido como suplemento energético. Letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$). 70/30: relación heno de alfalfa/maíz molido; 50/50: relación heno de alfalfa/maíz molido; 40/60: relación heno de alfalfa/maíz molido; CMST: consumo de materia seca total expresado en Kg/día; pH (h/d): pH expresado como superficie bajo la curva de un pH umbral de 6; DMS24: degradabilidad *in-situ* del MS del heno de alfalfa a las 24 h de incubación; DMS48: degradabilidad *in-situ* del MS del heno de alfalfa a las 48 h de incubación; DFDN24: degradabilidad *in-situ* del FDN del heno de alfalfa a las 24 h de incubación; DFDN48: degradabilidad *in-situ* del FDN del heno de alfalfa a las 48 h de incubación; DFDA24: degradabilidad *in-situ* del FDA del heno de alfalfa a las 24 h de incubación; DFDA48: degradabilidad *in-situ* del FDA del heno de alfalfa a las 48 h de incubación.

Parámetros	Dietas			
	Alfalfa sola	70/30	50/50	40/60
CMST (Kg/día)	1,18 a	1,15 a	1,10 a	1,17 a
pH (h/d)	0,00 a	8,69 a	13,14 b	14,46 b
DMS24	52,5 a	54,94 a	55,13 a	58,75 b
DMS48	69,7 a	67,40 a	62,30 a	64,00 a
DFDN24	37,68 a	46,63 a	40,22 a	41,73 a
DFDN48	61,98 a	57,40 a	47,24 b	50,29 b
DFDA24	25,24 a	31,24 a	26,94 a	27,96 a
DFDA48	41,49 a	38,46 a	31,51 b	33,71 b

La mayor degradabilidad *in-situ* de la MS del heno de alfalfa, de la dieta D3, a las 24 h de su incubación, podría interpretarse como producto de una actividad microbiana más intensa. La mayor velocidad inicial de degradación se debería a una adecuada relación energía y proteína para la microflora ruminal (Russell *et al.*, 1983; Herrera-Saldana *et al.*, 1990; De Peters *et al.*, 1992; Mosimanyana, 1992; Ramos *et al.*, 1999; Molina *et al.*, 2003; Aldrich *et al.*, 1993;). En el presente trabajo, no sólo se obtuvieron valores de pH ruminal inferiores a los indicados como optimizadores de la actividad celulolítica (Mileo *et al.*, 2006), sino que coincidentemente con lo experimentado por Li *et al.* (2011), la degradabilidad *in-situ* de las fracciones FDN y FDA del heno de alfalfa incubado en el rumen durante 48 h disminuyó con el aumento de maíz molido en la dieta.

CONCLUSIONES

Si bien el nivel de suplementación con grano de maíz molido modificó el pH ruminal, la acción conjunta de la magnitud del descenso y su duración expresada a través del área bajo la curva, no fueron suficientes para manifestar síntomas clínicos de acidosis. El aumento del almidón, aportado por el creciente porcentaje de maíz molido de las dietas, pudo haber generado un balance de energía/proteína favorable para el desarrollo de la microflora ruminal, habiendo una mayor degradabilidad de la materia seca total del heno de alfalfa en detrimento de la fracción fibra.

Agradecimientos

Al Laboratorio de Bioquímica y Fitoquímica de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata.

BIBLIOGRAFÍA

- Afonso, J. A. B. 2005. Doenças carenciais e metabólicas e sua influência na exploração de caprinos e ovinos. Seminário norte-rio grandense de caprinocultura e ovinocultura. Mossoró. In: Miranda Neto, E; Afonso, J.A.B; Saulo de Tarso Gusmão da Silva, S.T; Lopes de Mendonça, C. 2009. Utilização da Monensina sódica na Prevenção da Acidose Láctica Ruminal induzida em caprinos Ciencia Animal Brasileira. Disponible en: <http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/7737/5508>. Acceso mayo 2012.
- Aldrich, J. M., L. D. Muller, L. D., Varga, G. A. & Griel, L. C. 1993. Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow, and performance of dairy cows. J Dairy Sci., 76:4,1091-1205.
- De Peters, E. J. & J. P. Cant. 1992. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: A review. J. Dairy Sci., 75:8,2043-2070.
- Elías, A. 1983. Digestión de pastos y forrajes tropicales. En: Los pastos en Cuba: Utilización. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba 187:247.
- García, A. & K. Kalscheur. 2006. Tamaño de partícula y fibra efectiva en la dieta de las vacas lecheras. College of Agriculture and Biological Sciences. South Dakota State University. USA. p 5. Disponible: <<http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/ExEx4033S.pdf>> [Consultado: 25 diciembre 2007]
- Gonçalves, A., R. Paula Lana, M. Teixeira Rodrigues, R. Mendonça Vieira, A. Queiroz, & D. Sampaio Henrique. 2001. Padrão Nictemeral do pH Ruminal e Comportamento Alimentar de Cabras Leiteiras Alimentadas com Dietas Contendo Diferentes Relações Volumoso:Concentrado. Rev. bras. zootec., 30(6):1886-1892.
- Li, Y. L., T. A. Mc Allister, K. A. Beauchemin, M. L. He, W. Z. McKinnon & W. Z. Yang. 2011. Substitution of wheat dried distillers grains with solubles for barley

- grain or barley silage in feedlot cattle diets: Intake, digestibility, and ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.* 89:2491-2501.
- Harfoot, C. G.** 1981. Lipid metabolism in the rumen. In: *Lipid Metabolism in Ruminant Animal*. W. W. Christie, Ed. Pergamon Press. Oxford. pp. 21-55.
- Herrera-Saldaña, R. E., J.T. Huber & M. H. Poore.** 1990. Dry matter, crude protein, and starch degradability of five cereals. *J Dairy Sci.*, 73:9, 2386-2393.
- Hoover, W. H. & S. R. Stokes.** 1991. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *J. Dairy Sci.* 74:3630.
- Krause, M and Oetzel, G.** 2006. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review, *Animal Feed Science and Technology*; 126:215-236.
- McAllister, T. A., L. M. Rodé, D. J. Major, K. J. Cheng & J. G. Buchanan-Smith.** 1990. Effect of ruminal microbial colonization on cereal grain digestion. *Can. J. Anim. Sci.*, 70:581-589.
- Milleo, T. C., W. Hartman, J. A. G. Hill, U. G. Netto & F. R. Maurer, Jr.** 2006. Alteracoes clinicas e laboratoriais em bovinos em quadro de acidose latica ruminal. Em: *Anais.Seminario de Iniciação Científica da Universidade Tuiuti do Parana, Curitiba*. 5.
- Molina, L. R., N. M. Rodríguez & L. C. Goncalves.** 2003. Effect of tannin on in situ degradability of the dry matter and crude protein of six sorghum silage genotypes (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), harvested at dough stage. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, 55:203.
- Mosimanyama, B. M.** 1992. Rumen protection of heat-treated soybean proteins. *Canadian Journal of Animal Science*. 72:71.
- Noro, M., R. Chihuailaf & F. Wittwer.** 2010. Diagnóstico de alteraciones ácido-básicas ruminales en vacas lecheras a pastoreo mediante ruminocentesis dorsal. En: Contreras PA, Noro M (eds). *Rumen: Morfofisiología, trastornos y modulación de la actividad fermentativa*. América, Valdivia, Chile, Pp 111-118.
- Nouel Borges, G., P. Hevia Opazo, M. Velásquez, M. Espejo Días, C.J. Rojas & B.R. Sánchez.** 2011. Efecto de cama de pollos, subproductos de cereales y caña sobre la fisiología ruminal de ovinos. *Archivos de zootecnia vol. 60, núm. 229, p. 19-3.*
- Ørskov, E. R.** 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.*, 63(5):1624-1633.
- Owens, F. N. & A.L. Goetsch.** 1988. Ruminal fermentation. In: Churrrch, D.C. *The ruminant animal digestive physiology and nutrition*. Englewood Cliffs: O. & Books Inc. p.146-171.
- Ramos, R., A. Molano & J. Carulla.** 1999. Uso de taninos para controlar la degradación de las proteínas en el rumen Efecto de la inclusión de torta de soya tratada con taninos en un suplemento comercial sobre la producción y la calidad de la leche. *Rev. Colombiana Cienc. Pecuarias*. 12:40.
- Ramos, J.** 2005. Obtención de un concentrado energético proteínico por fermentación en estado sólido de la caña de azúcar para bovinos en ceba. Dr.Tesis. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
- Russell, J.B., C. J. Sniffen & P. J. Van Soest.** 1983. Effect of carbohydrate limitation on degradation and utilization of casein by mixed rumen bacteria. *J. Dairy Sci.*, 66:2,763-775.
- Satter, L. D.** 1986. Protein and fiber digestion, passage and utilization in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 69:1,27-34.
- Stern, M. D., S. Calsamiglia & M. I. Endres.** 1994. Dinámica del metabolismo de los hidratos de carbono y del nitrógeno en el rumen. En: *Nuevos sistemas de valoración de alimentos y programas alimenticios para especies domésticas*. Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal, Barcelona.
- Suarez, B. J., C. G. Van Reenen, G. Beldman, J. Van Delen, J. Dijkstra & W. J. Gerrits.** 2007. Effects of Supplementing Concentrates Differing in Carbohydrate Composition in Veal Calf Diets: I. Animal Performance and Rumen Fermentation Characteristics. *J. Dairy Sci.* 89:4365.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson & B. A. Lewis.** 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and non starch polysaccharids in relation to animal nutrition. *J.Dairy Sc.*74:3583-3597.
- Van Soest, P. J.** 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press. 476p.
- Vergara López, J., A. Rodríguez Petit, C. Navarro & A. Atencio.** 2006. Efecto de la suplementación con leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam. de Wit) sobre la degradabilidad ruminal del pasto alemán (*Echinochloa polystachya* H.B.K. Hitch). *Revista Científica, FCV-LUZ* 16: 642.