

Efecto de la suplementación con grano de maíz sobre la digestibilidad *in vivo* de heno de alfalfa en caprinos.

Arias, Rubén Omar^{1,3}; María Gabriela Muro¹; Carlos Ángel Cordiviola¹; Ana Carolina Cattáneo²; María Soledad Trigo¹; Raúl Alfredo Lacchini¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Calle 60 y 119; ²IGEVEVET. Facultad de Ciencias Veterinarias UNLP; ³iaroa@yahoo.com.ar

Arias, Rubén Omar; María Gabriela Muro; Carlos Ángel Cordiviola; Ana Carolina Cattáneo; María Soledad Trigo; Raúl Alfredo Lacchini (2015) Efecto de la suplementación con grano de maíz sobre la digestibilidad *in vivo* de heno de alfalfa en caprinos. Rev. Fac. Agron. Vol 114 (1): 44-48

El objetivo del trabajo fue evaluar en caprinos alimentados con heno a base de alfalfa, el efecto de la suplementación con grano entero de maíz sobre la digestibilidad total aparente *in vivo* (DTAIV) de la materia seca (MS), de la fibra detergente neutro (FDN) y de la fibra detergente ácida (FDA). Se utilizaron 8 cabras en un cuadrado latino 4x4, con 4 dietas: heno de alfalfa (D₀), heno de alfalfa + grano entero de maíz al 0,5% (D₁), 1% (D₂) y 1,5% (D₃) del PV/día. Se calculó consumo de MS total (CMST), consumo de MS del forraje (CMSF), tasa de sustitución (TS) y la DTAIV de la MS, la FDN y la FDA. El CMSF difirió significativamente entre los tratamientos ($p < 0,05$), excepto entre D₀ y D₁. La DTAIV de la MS aumentó en función del incremento del maíz, siendo significativamente mayor en D₃ en relación a D₀ y D₁ ($p < 0,05$). La digestibilidad de la FDN y de la FDA, exhibió un comportamiento inverso al de la digestibilidad de la MS ($p < 0,05$). El CMST tendió ($p = 0,08$) a disminuir y la TS a aumentar linealmente ($p < 0,05$) con el incremento de maíz en la dieta. La suplementación con grano entero de maíz en dietas para caprinos a base de heno de alfalfa, aumentó significativamente la DTAIV de la MS consumida con niveles de inclusión del 1,5% del PV, pero disminuyendo la digestibilidad de la FDN y FDA.

Palabras clave: *Capra hircus*, concentrado, fibra.

Arias, Rubén Omar; María Gabriela Muro; Carlos Ángel Cordiviola; Ana Carolina Cattáneo; María Soledad Trigo; Raúl Alfredo Lacchini (2015) Effect of supplementation with corn grain on *in vivo* digestibility of alfalfa hay in goats. Rev. Fac. Agron. Vol 114 (1): 44-48

The aim of this study was to evaluate the supplementation of whole corn grain on apparent digestibility *in vivo* (DTAIV) of dry matter (DM) and neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (FDA) in diets for goats. Eight goats were used in a replicated 4x4 Latin square experimental design. Four diets were tested: alfalfa hay (D₀), alfalfa hay + whole corn grain at 0.5% LW / day (D₁), alfalfa hay + whole corn grain at 1% LW / day (D₂) and alfalfa hay + whole corn grain at 1.5% LW / day (D₃). Total DM intake (CMST), forage DM intake (CMSF), substitution rate (TS) and the DTAIV of DM, NDF and ADF were calculated. The CMSF was significantly different between treatments ($p < 0.05$), except between D₀ and D₁. The DTAIV of DM increased according to the corn increase, and D₃ was significantly higher than in D₀ and D₁ ($p < 0.05$). The digestibility of NDF and ADF, exhibited a reverse of the digestibility of DM ($p < 0.05$) behavior. The CMST tended ($P = 0.08$) to decrease and the TS increase linearly ($p < 0.05$) with increasing corn. Supplementation with whole grain corn in alfalfa hay based diets for goats produced a significant increase in the DM DTAIV consumed, with inclusion levels of 1.5% of LW, but decreasing the digestibility of NDF and FDA.

Key words: *Capra hircus*, concentrated, fiber.

Recibido: 14/11/2013

Aceptado: 02/03/2015

Disponible on line: 15/06/2015

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

INTRODUCCION

La producción extensiva de cabras (*Capra hircus*) está basada en la utilización de forraje. La alfalfa se considera un forraje valioso para la alimentación de esta especie por su alto contenido de proteína y bajo de fibra detergente neutro (FDN) en comparación con las pasturas de gramíneas. En las forrajeras el alto contenido de fibra soluble de alta degradabilidad y el bajo contenido de FDN tiene un efecto positivo sobre el llenado del rumen y el consumo de materia seca (Rapetti et al., 2005).

Los sistemas de producción caprina desarrollados tradicionalmente en la cuenca del Mediterráneo se han basado en el pastoreo. Sin embargo hay una tendencia hacia la intensificación (Castel et al., 2003) para sostener altos niveles de productividad (Russell & Rychlik, 2001). A nivel nacional, en los últimos años, se observó la presencia de nuevos actores sociales que incursionaron en la actividad, cuyo principal objetivo fue maximizar la rentabilidad de la inversión, intensificando los sistemas productivos caprinos (Paz, 2001).

Las cabras cambian su conducta de alimentación de acuerdo a la disponibilidad de forraje o concentrado, y su capacidad de seleccionar alimentos de alto contenido proteico y digestibilidad (Provenza et al., 2003), adaptándose a diferentes condiciones, que van desde pastizales hasta el desierto (Rapetti & Bava, 2008). La modificación en la digestibilidad, por un efecto de aumento del consumo voluntario, es reconocida por primera vez en los modelos de nutrición animal, a partir de la publicación de las tablas de requerimientos para el ganado lechero del NRC (NRC, 2001).

El grano de maíz puede ser utilizado como suplemento en una dieta de base forrajera, aumentando la digestibilidad total de la dieta consumida (Molina-Alcaide et al., 2000; Fimbres et al., 2002; Rapetti & Bava, 2004); sin embargo, puede disminuir la digestibilidad de la fibra (FDN y FDA) del forraje (Archimède et al., 1995). El grado en el cual los concentrados energéticos afectan la digestión de la fibra puede depender de la naturaleza y la proporción del mismo en las raciones, como así también de la calidad del forraje (Matejovsky & Sanson, 1995).

Cuando los animales comen forraje y reciben suplementos energéticos, el consumo de materia seca del forraje generalmente disminuye, lo cual es conocido como tasa de sustitución (Kellaway & Porta, 1993; Stockdale, 2000). Existe cierta controversia sobre el efecto de la adición de éstos concentrados en la digestibilidad de la FDN y FDA del forraje, lo cual está relacionado al tipo de concentrado, al pH ruminal y a la cantidad total y relativa de los distintos ácidos grasos volátiles. Mould & Orskov (1984) reportaron que dietas para rumiantes con elevado contenido de almidón, reducen la digestión de la fibra, debido a la fermentación microbiana de los carbohidratos no estructurales, lo cual disminuye el pH ruminal y la actividad celulolítica.

Cantalapiedra-Hijar et al. (2009), trabajando con cabras de raza granadina alimentadas con dietas a base de alfalfa y concentrados (cebada, gluten meal, afrechillo de trigo y derivados de soja) en distintas proporciones

(70/30 y 30/70), observaron que al aumentar el porcentaje del concentrado en la dieta aumentó la digestibilidad total de la materia seca y de la FDN, pero no encontraron diferencias en la digestibilidad de la proteína bruta y el pH ruminal (6,43 y 6,26) en ambos tratamientos. En cambio, la utilización de concentrados con alta cantidad de almidón en la alimentación de cabras criollas x nubian, disminuyó el pH ruminal por debajo de 6, generando un ambiente ruminal desfavorable para la degradabilidad de la fibra del forraje consumido (Arias et al., 2013).

Moore et al. (2002) en una experiencia utilizando cabras Boer y dietas a base heno de pasto ovillo y diferentes concentrados, al 1 % del PV, como afrechillo de trigo, cáscara de soja y gluten de maíz, no encontraron diferencias significativas en la digestibilidad de la FDN y FDA entre las diferentes dietas.

Stritzler et al. (2004), trabajando con ovinos en pastoreo suplementados al 1% del peso vivo con maíz molido y urea, encontraron que se deprimió la digestión de la FDN.

Son escasos los estudios sobre digestibilidad, fermentación ruminal y síntesis de proteína microbiana, realizados en cabras, comparados con otras especies (Cerrillo et al., 1999; Yáñez-Ruiz et al., 2004).

Las cabras tienen un comportamiento alimenticio diferente, por esta razón ciertos conocimientos obtenidos de otros rumiantes no pueden ser extrapolados a esta especie (Lu et al., 2005).

El objetivo del trabajo fue evaluar en caprinos alimentados con heno a base de alfalfa el efecto de la suplementación con grano entero de maíz sobre la digestibilidad aparente *in vivo* de la materia seca total y de las fracciones FDN y FDA.

MATERIALES Y METODOS

El estudio fue realizado en la unidad experimental caprina de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata.

Se utilizaron 8 cabras cruce (criolla x Nubian), no gestantes y secas, de 5 años de edad y $39,77 \pm 1,07$ kg de peso vivo (PV) en promedio. El ensayo se llevó a cabo entre los meses de febrero a julio de 2012. El diseño experimental fue un cuadrado latino 4x4 replicado, con 7 días de *wash out* entre periodos. Las cabras fueron alojadas en compartimentos individuales (0,80 x 1,50 m) con piso rejilla de madera (listones), comederos, pasteras y bebederos, durante el tiempo en que se realizaron las determinaciones. Se suministraron 4 dietas: heno a base de alfalfa (D₀), heno a base de alfalfa + grano entero de maíz (0,5% del PV/día) (D₁), heno a base de alfalfa + grano entero de maíz (1% del PV/día) (D₂), heno a base de alfalfa + grano entero de maíz (1,5% del PV/día) (D₃). Se implementó un período de 15 días de acostumbamiento a cada dieta, seguidos de 4 días de colecta de heces, registrándose el peso individual de los animales al comienzo de cada período. El maíz se suministró en forma creciente, iniciando con 70 g por animal por día, hasta alcanzar las cantidades de cada tratamiento al comienzo de la segunda semana del período de adaptación. Una muestra de forraje y de maíz fue secada en estufa a 105°C durante 24 horas para las determinaciones de materia seca (MS).

Se determinó según AOAC (1995), la composición química de los ingredientes utilizados (Tabla 1) y la composición final de las dietas en la Tabla 2.

Tabla1. Composición química de los alimentos. Datos obtenidos en el Laboratorio de Bioquímica y Fitoquímica de La Facultad de Ciencias Agraria y Forestales. UNLP. MS: Materia Seca; MO: Materia Orgánica; PB: Proteína Bruta; FC: Fibra Cruda; EE: Extracto Etéreo; ELN: Extractivo Libre de Nitrógeno; FDN: Fibra Detergente Neutro; FDA: Fibra Detergente Ácido; TND: Total de Nutrientes Digestibles.

Ítem	Alfalfa	Maíz
MS (%)	87,0	89,0
MO (%)	91,9	98,7
PB (%)	13,7	7,3
FC (%)	24,9	2,1
EE (%)	2,4	3,9
ELN (%)	37,3	72,8
Cenizas (%)	8,1	1,3
FDN (%)	58,87	14,55
FDA (%)	44,03	3,68
TND (%)	50,0	83,0

Tabla 2. Materia Seca (MS), Materia Orgánica (MO), Proteína bruta (PB), Fibra Cruda (FC), Extracto Etéreo (EE), Extractivo Libre de Nitrógeno (ELN), Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácida (FDA) y Total de Nutrientes Digestibles (TND) de las dietas. Datos obtenidos en el Laboratorio de Bioquímica y Fitoquímica de La Facultad de Ciencias Agraria y Forestales. UNLP

Ítem	Dietas			
	D0	D1	D2	D3
MS (%)	87	87,26	87,61	87,94
MO (%)	91,9	92,85	93,94	95,09
PB (%)	13,7	12,91	12,0	10,94
FC (%)	24,9	21,70	18,06	14,17
EE (%)	2,4	2,61	2,85	3,1
ELN (%)	37,3	42,27	47,95	53,98
FDN (%)	58,87	52,91	45,71	38,04
FDA (%)	44,03	40,33	33,45	26,12
TND (%)	50,0	54,62	59,9	65,51

En todos los tratamientos, la alfalfa fue suministrada *ad libitum* y el maíz una vez al día siempre a la misma hora, 9:00 AM. La determinación del consumo de forraje se realizó durante los 4 días de colecta de heces, asignando un fardo de alfalfa a cada cabra de cada tratamiento, pesado con una balanza electrónica y se mantuvo completa cada pastera, logrando así una disponibilidad de forraje permanente. El rechazo fue

recolectado, pesado diariamente y se determinó su tenor de MS.

El consumo de materia seca total (CMST) se obtuvo sumando el consumo de MS del forraje (CMSF) y el de maíz (CMSMz) y fue expresado como porcentaje del PV.

La tasa de sustitución (TS) fue calculada de la siguiente manera: CMSF en cabras no suplementadas – CMSF en cabras suplementadas / CMSMz en cabras suplementadas.

Para la determinación de la digestibilidad total aparente *in vivo* (DTAIV) fue empleada la metodología de suministro de alimento y recolección total de heces a través de un sistema de bolsa recolectora y arnés (Moore et al., 2002). Las bolsas recolectoras fueron vaciadas una vez al día pesando diariamente la totalidad de las heces. Una submuestra constituida por el 10% de lo excretado diariamente por cada animal, fue congelada a -20° C para su posterior análisis químico. Se determinó MS y se calculó la digestibilidad total aparente de la dieta a partir de la diferencia entre la MS total consumida y la excretada en relación a la consumida, expresada en %.

Previo a los análisis de laboratorio, se confeccionó una muestra de materia fecal compuesta por las submuestras diarias correspondientes a los días de colecta para cada animal, molidas con un molino de malla 1mm. Para la determinación de fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), se siguió la técnica de Van Soest et al. (1991).

Se calcularon posteriormente los coeficientes de digestibilidad de las diferentes fracciones.

Para evaluar el efecto de niveles crecientes de maíz entero en el consumo y digestibilidad de las diferentes dietas, se utilizó el siguiente modelo:

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

Donde:

- 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 4 x 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 polinomiales para determinar efectos lineales (L), cuadráticos (Q) y cúbicos (C) de niveles crecientes de maíz entero. Las diferencias significativas se consideraron con un valor de P<0,05 y las tendencias con un valor de P entre 0,05 y 0,10.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

En un análisis de comparación de medias con respecto al consumo de forraje, se observaron diferencias significativas entre todos los tratamientos (p< 0,05) excepto entre D₀ y D₁. El consumo de maíz respecto al

consumo total, difirió significativamente entre las distintas dietas ($p < 0,05$). La DTAIV de la MS aumentó en función del incremento del maíz, siendo significativamente mayor en D₃ en relación a D₀ y D₁ ($p < 0,05$). La digestibilidad de la FDN y de la FDA, exhibió un comportamiento inverso al de la digestibilidad de la MS ($p < 0,05$), (Tabla 3).

Mediante el análisis de contrastes ortogonales polinomiales para determinar efectos lineales (L), cuadráticos (Q) y cúbicos (C), se observó una tendencia ($p=0,080$) a una disminución lineal en el CMST y una disminución lineal significativa ($p < 0,05$) en el consumo de forraje con el incremento de maíz en los diferentes tratamientos. La proporción del consumo de maíz respecto al consumo total de MS, aumentó linealmente de D₀ a D₃ ($p < 0,05$) verificándose un efecto sustitutivo ($p < 0,05$) de concentrado por forraje (Tabla 3). La DTAIV de la MS aumentó linealmente ($p < 0,05$) con el contenido de concentrado energético de la dieta. La reducción de la DTAIV de la FDA y la FDN se observó en forma lineal en los sucesivos tratamientos ($p < 0,05$) (Tabla 4).

En el presente estudio se observó el efecto sustitutivo descrito por Kellaway & Porta (1993) y Stockdale (2000), atribuible al cambio de conducta de alimentación y el grado de adaptabilidad de esta especie citado por Provenza et al. (2003) y Rapetti & Bava (2008). La digestibilidad aparente de la materia seca total consumida aumentó con el contenido de maíz en la dieta debido a que, por un lado, este suplemento posee una elevada proporción de hidratos

de carbonos no estructurales de alta digestibilidad (Rapetti et al., 2005) y, por otro lado, al efecto sustitutivo que se produjo con el agregado del mismo a la ración (Molina-Alcaide et al., 2000; Fimbres et al., 2002). La digestibilidad de la fibra disminuyó con el incremento de maíz en la dieta, como lo mencionaran Mould & Orskov (1984), Archimède et al. (1995), Matejovsky & Sanson (1995), probablemente debido a la reducción del pH ruminal y de la actividad celulolítica, como consecuencia del elevado contenido de almidón en las raciones. En relación al efecto del aumento de la proporción de concentrados en la dieta, se dio una coincidencia parcial con Cantalapiedra-Hijar et al. (2009) y Moore et al. (2002): se verificó el aumento de la digestibilidad total de la dieta consumida, pero con una reducción en la digestibilidad de la FDN. Esto podría deberse a que el tipo de concentrado utilizado por dichos autores no afectó al pH ruminal observándose valores mayores a 6. Por lo tanto, en el presente ensayo la incorporación de concentrados con elevado contenido de almidón pudo haber reducido el pH ruminal, tal como lo comprobaron Arias et al. (2013), provocando un ambiente ruminal desfavorable para la digestibilidad de la fibra del forraje consumido. En acuerdo a lo expresado por Stritzler (2004), para ovinos en pastoreo, incorporaciones del 1% PV o superiores de grano de maíz entero en la ración para cabras, produjeron una depresión de la digestibilidad de la FDN y FDA.

Tabla 3. Consumo de MS total (CMST) y de forraje (CMSF), relación entre el consumo de MS de maíz (CMSMz) y el total, tasa de sustitución (TS) en caprinos alimentados con heno de alfalfa y distintos niveles de suplementación con grano de maíz.

Ítem	Dietas				EE	Contrastes		
	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃		L	Q	C
CMST(%PV)	3,97a	4,04a	3,67a	3,48a	0,232	0,080	0,556	0,548
CMSF (kg/día)	1,56a	1,43a	1,07b	0,76c	0,088	0,001	0,450	0,348
CMSMz /CMST (%)	-	12,37a	26,73b	43,10c	1,997	0,001	0,268	0,979
TS	-	0,62a	1,28a	1,30a	0,317	0,005	0,358	0,631

Tabla 4. Digestibilidad aparente in vivo de la MS total (MST), la FDN y la FDA en dietas de caprinos alimentados con heno de alfalfa y distintos niveles de suplementación con grano de maíz.

Digestibilidad (%)	Dietas				EE	Contrastes		
	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃		L	Q	C
MST	69,47a	69,85a	72,65ab	75,83b	1,104	0,000	0,221	0,680
FDA	73,09a	68,61a	65,82ab	63,24b	2,360	0,006	0,691	0,889
FDN	72,89a	69,55a	67,63ab	65,20b	1,856	0,007	0,809	0,820

CONCLUSIONES

La suplementación con grano entero de maíz en dietas para caprinos a base de heno de alfalfa, aumentó la digestibilidad total de la materia seca consumida, aunque el efecto sólo fue significativo cuando el nivel de inclusión de maíz alcanzó el 1,5% del peso vivo. A ese nivel de suplementación se observó un efecto depresor en la digestibilidad aparente *in vivo* de la FDN y FDA.

Agradecimientos

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

BIBLIOGRAFIA

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Arlington, VA, USA (chapter 4) pp: 10-11

Archimède, H., D. Sauvant, J. Hervieu, C. Poncet & M. Dorleans. 1995. Digestive interactions in the ruminant relationships between whole tract and stomach evaluation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 54:327-340.

Arias, R., M.G. Muro, C.A. Cordiviola, M.S. Trigo, M. Brusa & R.A. Lacchini. 2013. Incidencia de la proporción de maíz sobre la degradabilidad *in situ* de heno de alfalfa en dietas para caprinos. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata.* Vol 112 (2) p. 62-67.

Cantalapiedra-Hijar, G., D.R. Yáñez-Ruiz, A.I. Martín-García & E. Molina-Alcaide. 2009. Effects of forage:concentrate ratio and forage type on apparent digestibility, ruminal fermentation, and microbial growth in goats. *J Anim Sci.* v.87, p.622-631.

Castel, J.M., Y. Mena, M. Delgado-Pertíñez, J. Camúñez, J. Basulto, F. Caravaca, J.L. Guzmán & M.J. Alcalde. 2003. Characterisation of semi extensive goat production systems in Southern Spain. *Small Rumin. Res.*, 47:1-11.

Cerrillo, M.A., J.R. Russell & M.H. Crump. 1999. The effects of hay maturity and forage to concentrate ratio on digestion kinetics in goats. *Small Rumin. Res.* 32:51-60.

Fimbres, H., J.R. Kawas, G. Hernandez-Vidal, J.F. Picon-Rubio & C.D. Lu. 2002. Nutrient intake, digestibility, mastication and ruminal fermentation of lambs fed finishing ration with various forage levels. *Small Rumin. Res.* 43:275-281.

Kellaway, R & S. Porta. 1993. Feeding concentrates supplements for dairy cows. Dairy Research and Development Corporation. Australia. 176pp

Lu, C.D., J.R. Kawas & O.G. Mahgoub. 2005. Fibre digestion and utilization in goats. *Small Rumin. Res.* 60:45-52.

Matejovsky, K.M & D.W. Sanson. 1995. Intake and digestion of low-, medium-, and high- quality grass hays

by lambs receiving increasing levels of corn supplementation. *J. Anim. Sci.* 73:2156-2163.

Molina-Alcaide, E., A.I. Martín-García & J.F. Aguilera. 2000. A comparative study of nutrient digestibility, kinetics of degradation and passage and rumen fermentation pattern in goats and sheep offered good quality diets. *Livest. Prod. Sci.* 64:215-222.

Moore, J.A., M.H. Poore & J.M. Luginbuhl. 2002. By-product feeds for meat goats: Effects on digestibility, ruminal environment, and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 80:1752-1758.

Mould, F.L. & E.R. Orskov. 1984. Manipulation of rumen fenid pH and influence on cellulose in sacco, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 10:1-14.

National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press Washington, DC. 381pp

Paz, R. 2001. Lechería caprina en pequeños productores e iniciativas de desarrollo local. En *Revista Realidad Económica* nº 182. Editada por el IADE, Buenos Aires, Argentina. 115-134pp

Provenza, F.D., J.J. Villalba, L.E. Dziba, S.B. Atwood & R.E. Banner. 2003. Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. *Small Ruminant Research*, v. 49, p. 257-274.

Rapetti, L & L. Bava. 2004. Effect of grinding of maize and level of starch on digestibility and lactation performance of Saanen goats. *South African Journal of Animal Science* 34 (Suppl. 1), p.85-88.

Rapetti, L. & L. Bava. 2008. Feeding Management of Dairy Goats in Intensive Systems. In: *Dairy goats Feeding and Nutrition.* (Ed.). Antonello Cannas and Giuseppe Pulina. Italy, Milan; p.221-337.

Rapetti, L., L. Bava, A. Tamburini & G.M. Crovetto. 2005. Feeding behaviour, digestibility, energy balance and productive performance of lactating goats fed forage-based and forage-free diets. *Italian Journal of Animal Science*, v.4, p.71-83.

Russell, J.B. & J.L. Rychlik. 2001. Factors that alter rumen microbial ecology. *Science* 292:1119-1122.

Stockdale, C.R. 2000. Differences in body condition and body size affect the responses of grazing dairy cows to highenergy supplements in early lactation. *Aust. J. Exp. Agric.* 40: 903-911.

Stritzler, N.P., C.M. Ferri, J.H. Pagella, H.J. Petruzzi & C.M. Rabotnikof. 2004. Tasa de consumo de corto plazo, digestibilidad y consumo voluntario en mijo perenne diferido. Efecto de la suplementación con maíz. *Divulgación Técnica* N° 88. EEA Anguil. 68-71pp

Van Soest, P.J., J.B. Robertson & B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sc.* 74:3583-3597.

Yáñez-Ruiz, D.R., A. Moumen, A.I. Martín-García & E. Molina-Alcaide. 2004. Ruminal fermentation and degradation patterns, protozoa population, and urinary purine derivatives excretion in goats and wethers fed diets based on two-stage olive cake : Effect of PEG supply. *J. Anim. Sci.* 82:2023-2032.