

01/02/17 - Efecto del tipo de heno y del nivel de concentrado sobre el pH ruminal en dietas para cabras.

Vet. Arg. ? Vol. XXXIV ? N° 346 ? Febrero 2017.

R O Arias (1)*; Muro, M.G (1); Trigo, M.S (1); Steffen, K.D(2) y Cordiviola, C.A (1)

Resumen

El objetivo del siguiente trabajo fue evaluar el efecto del tipo de heno y nivel de concentrado sobre el pH ruminal en dietas para caprinos. Se utilizaron 4 cabras (criolla x Nubian) en un cuadrado latino de 4×4. Experimento I. 4 dietas: heno de alfalfa, heno de alfalfa + grano molido de maíz al 0,5%, 1% y 1,5% del PV/día. Experimento II. 4 dietas: heno de campo natural (CN), heno de CN + grano molido de maíz al 0,5%, 1% y 1,5% del PV/día. Se determinó el pH ruminal y se calculó el área bajo la curva, pH promedio del día, tiempo en horas con pH por debajo de 6, efecto del tiempo pos alimentación e interacción hora/tratamiento. El experimento I, verificó un incremento lineal ($p < 0,05$) del área bajo la curva del pH umbral y del tiempo con pH menor a 6 con el aumento de maíz en la dieta. El pH ruminal promedio del día disminuyó linealmente ($p < 0,05$) con el aumento del concentrado. El pH ruminal disminuyó ($p < 0,05$) post alimentación independiente del tratamiento, sin interacción ($p < 0,05$) entre hora-tratamiento. En el experimento II, se observó un efecto cúbico ($p < 0,05$) del área bajo la curva y el pH promedio del día, con el aumento de maíz de 0 a 1,5 % del PV. Respecto a las horas con pH por debajo de 6, no se verificaron efectos ($p > 0,05$). Se registraron diferencias ($p < 0,05$) en las horas post alimentación, sobre el pH ruminal, con interacción significativa ($p < 0,05$) hora-tratamiento. Se concluye que los niveles ensayados de suplementación disminuyeron el pH ruminal y el tipo de heno utilizado provocó un efecto buffer diferente en el ambiente ruminal caprino.

Palabras clave: concentrado, heno, cabra.

Effect of type of hay and concentrate level on ruminal pH in diets for goats.

Summary

The objective was to evaluate the effect of the level of hay and concentrate on ruminal pH in diets for goats. Four goats (Creole x Nubian) were used in a 4×4 Latin square. Experiment I. 4 diets: alfalfa hay, alfalfa hay ground grain corn + 0.5%, 1% and 1.5% LW/day. Experiment II. 4 diets: natural hay field hay natural field ground grain corn + 0.5%, 1% and 1.5% LW/day. Ruminal pH is determined and the area under the curve, the average pH of the day, time in hours with pH below 6, the effect of time after feeding and interaction time / treatment. In Experiment I, a linear increase ($P < 0.05$) the area under the curve of pH threshold and less time to 6 with increasing pH corn diet was verified. The mean ruminal pH decreased linearly day

($p < 0.05$) with the increase of the concentrate. The ruminal pH decreased ($p < 0.05$) independent power post treatment, no interaction ($p < 0.05$) between time-treatment. In experiment II, a cubic effect ($p < 0.05$) the area under the curve and the average pH of the day, with increasing corn 0 to 1.5% of PV was observed. Regarding the hours with pH below 6, no effects ($p > 0.05$) were verified. Differences ($p < 0.05$) in the post feed hours, on ruminal pH, with significant interaction ($p < 0.05$) were recorded hour-treatment. It is concluded that supplementation levels tested decreased ruminal pH and type of hay used buffer caused a different effect on the rumen environment goat.

Key words: concentrated, hay, goat.

(1) *Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP*

(2) *Facultad de Ciencias Veterinarias. UNLP*

Teléfono: 54- 221-4236758 Int. 419

**Correo electrónico: iaroa@yahoo.com.ar*

Casilla de Correo: 60 y 119 s/n La Plata. Buenos Aires. Argentina

Introducción

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 las cabras por su alto contenido en proteína y una concentración menor de fibra detergente neutro. El alto contenido de fibra soluble de alta degradabilidad y bajo contenido de FDN tiene un efecto positivo sobre el llenado del rumen y el consumo de materia seca (Rapetti *et al.*, 2005). Sin embargo, hay una tendencia hacia la intensificación y al aumento del empleo de concentrados para sostener altos niveles de productividad (Russell & Rychlik 2001; Castel *et al.*, 2003). 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, adaptándose a diferentes condiciones, que van desde pastizales hasta el desierto (Provenza *et al.*, 2003; Rapetti & Bava, 2008). Las modificaciones en los hábitos alimenticios de los rumiantes en los sistemas intensivos pueden causar disturbios fermentativos tal como la acidosis ruminal aguda (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 regulada por la saliva debido a su alto poder tampón (Owens & Goetsch, 1988; Van Soest, 1994) y 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 post alimentación (Ørskov, 1986). La

secreción de saliva se incrementa debido a la masticación y la rumia, procesos favorecidos por el estímulo físico de las partículas groseras sobre la pared ruminal (Harfoot, 1981; Hoover & Stokes, 1991). También el proceso de desaminación de los aminoácidos resulta en un aumento en la capacidad tampón del líquido ruminal. El pKa básico del amoníaco permite absorber protones del medio y participar en el control del pH ruminal (Sauvant et al., 1997). Además, es posible que parte de los efectos buffer de la desaminación o el aporte de proteína degradable al rumen, esté asociado al estímulo de la síntesis de proteína microbiana (Allen, 1997).

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, 2001). La incorporación del grano de maíz en la alimentación de rumiantes aumenta la digestibilidad de la materia seca total consumida (Molina & Alcaide et al., 2000, Fimbres et al., 2002, Rapetti et al., 2004), sin embargo podría disminuir la digestibilidad del forraje (Archimède et al., 1995).

Existe cierta controversia sobre el efecto de la adición de concentrados en la digestibilidad de los componentes del forraje, dependiendo del tipo de concentrado, el pH ruminal y a la cantidad total y relativa de los distintos ácidos grasos volátiles. Por ejemplo, alimentos ricos en FDN como henos y pasturas maduras, inducen valores de pH de 6,5 a 6,8, óptimo para la celulólisis con predominio del ácido acético (Aello & Di Marco, 2000). Existen varios trabajos donde se ha constatado que la inclusión de concentrados en la dieta tiene efectos positivos en la digestibilidad del forraje hasta alcanzar una determinada proporción a partir del cual se pierde dicho efecto o incluso es negativo (Chandramoni et al., 2000; Goetsch et al., 2001; Dung et al., 2005; Liu et al., 2005; Lefrileux et al., 2008).

Diversos autores señalan que dietas para rumiantes, con elevado contenido de almidón, reducen la digestión de la fibra, debido a una fermentación microbiana de carbohidratos no estructurales, una reducción del pH ruminal y menor actividad celulolítica (Mould & Orskov 1984; Kovacik et al., 1986; Grant & Mertens, 1992; Garcés-Yepez et al., 1997). En relación a lo mencionado anteriormente, la suplementación con grano entero de maíz a partir del 1,5% del PV, en dietas para cabras cruzada criolla x Nubian a base de heno de alfalfa, verificó un aumento de la digestibilidad total de la dieta consumida en detrimento de las fracciones de la FDN y FDA (Arias et al., 2013a; Arias et al., 2015).

Moore et al. (2002) no encontraron diferencias significativas en el pH ruminal, trabajando con cabras Boer y dietas a base de heno de pasto ovido y una mezcla de concentrados (afrechillo de trigo, cáscara de soja y gluten de maíz) incorporados al 1 % del PV. Cantalapiedra et al., (2009) ensayaron sobre cabras de raza

granadina, dos dietas con diferente proporción de forraje/concentrado (70/30 y 30/70), utilizando heno de alfalfa y un mezcla de grano de cebada, gluten meal, afrechillo de trigo y derivados de soja no verificando efecto de las dietas sobre el pH ruminal. Por otra parte la inclusión de concentrados con alta cantidad de almidón con una relación forraje concentrado de 30/70 en dietas para cabras, disminuyó el pH ruminal por debajo de 6, afectando la degradabilidad ruminal de la fibra del forraje consumido (Arias *et al.*, 2013b).

Ante la diversidad de los resultados obtenidos por los autores citados, el objetivo del siguiente trabajo fue evaluar en dietas para cabras, el efecto del tipo de heno y del nivel de concentrado sobre el pH ruminal en dietas para cabras cruza criolla x Nubian.

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.

Animales e instalaciones

Se utilizaron 4 cabras cruza (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, fistuladas ruminalmente con cánulas permanentes, marca Bar Diamond Inc. de 5 " de diámetro. El diseño experimental fue un cuadrado latino de 4x4 con una repetición, con 7 días de *wash out* entre períodos. Durante el tiempo en que se realizaron las determinaciones, las cabras fueron alojadas en compartimentos individuales (0,80m x 1,50m) con piso rejilla de madera (listones), comederos, pasteras y bebederos automáticos tipo chupete con libre acceso al agua. Se registró el peso de cada animal al comienzo de cada período.

Experimentos y dietas probadas.

Experimento I: se suministraron 4 dietas:

- heno a base alfalfa (A1)
- heno a base de alfalfa + grano molido de maíz (0,5% del PV/día) (A2)
- heno a base alfalfa + grano molido de maíz (1% del PV/día) (A3)
- heno a base alfalfa + grano molido de maíz (1,5% del PV/día) (A4)

Experimento II:

- heno de campo natural (CN) (R1)
- heno de CN + grano molido de maíz (0,5% del PV/día) (R2)
- heno de CN + grano molido de maíz (1% del PV/día) (R3)
- heno de CN + grano molido de maíz (1,5% del PV/día) (R4)

Las especies predominantes del heno de CN fueron, *Briza subaristata*, *Stipa neesiana*, *Paspalum dilatatum*, *Bothriochloa legaloides*; *Lolium multiflorum*.

En ambos experimentos se implementó un período de quince días de acostumbramiento a cada dieta, previo a la toma de las muestras. Las cantidades de maíz se suministraron en forma creciente, iniciando con 70 g por animal por día, hasta alcanzar las proporciones de cada tratamiento al comienzo de la segunda semana del período de adaptación. Las dietas fueron suministradas en una única entrega a las 9 AM de cada día. Se determinó MS del heno y del maíz utilizados mediante secado en estufa (SOMCIC) a 90-95°C durante 24 horas, (AOAC, 1995).

En todos los tratamientos de ambos experimentos, el heno de alfalfa y de CN fue suministrado *ad-libitum*.

La composición química de los alimentos utilizados se observan en la **tabla 1**.

Ítem	Heno de Alfalfa	Heno de CN	Maíz
MS%	87	88	89
PB%	13,7	5,8	7,3
FDN%	58,7	74	14,55
FDA%	46,03	44	3,68
Hemicelulosa %	12,84	30	0,87
Celulosa%	35,36	26,32	2,13
Lignina%	10,67	17,68	1,55

*Laboratorio de bioquímica y Fitoquímica de la Facultad de Ciencias Agrarias y

Forestales. UNLP.

MS: materia seca expresado en porcentaje.

PB: proteína bruta expresado en porcentaje.

FDN: fibra detergente neutro expresado en porcentaje.

FDA: fibra detergente ácido expresado en porcentaje. Determinación de pH ruminal

En ambas experiencias, luego del periodo de acostumbramiento a la dieta, se extrajo licor ruminal mediante cánula con bomba de vacío a las 0, 2, 4, 6, 8, 12, y 24 horas posteriores al suministro de la ración. Las muestras obtenidas se filtraron a través de cuatro capas de tela de queso.

Se determinó el pH utilizando un peachímetro digital (Silver Cap pH 5045-3B) equipado con electrodo de punción y termo sonda calibrado con solución buffer a pH 4 y 7. Considerando un valor de pH umbral de 6, se calculó el área bajo la curva, como la suma del valor absoluto de las áreas definidas por las desviaciones de pH debajo de 6 por el intervalo real de tiempo correspondiente, reportados como pH / d (Pitt y Pell, 1997). Se calculó el valor promedio de pH ruminal, tiempo en horas con pH por debajo del valor 6 y mediante un modelo de medidas repetidas (Littell et al., 1998) el efecto del tiempo pos alimentación y la interacción hora/tratamiento.

Análisis estadístico

Modelo estadístico:

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

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 4×4 , 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) y cuadráticos (Q) de niveles crecientes de maíz molido en las variables analizadas. Las diferencias significativa se consideraron con un valor de $P < 0,05$ y las tendencias $0,05 < P < 0,10$.

Resultados

En el experimento I, respecto al pH ruminal, se verificó un incremento lineal significativo ($p < 0,05$) del área bajo la curva del pH umbral, con el aumento de maíz

molido en la dieta. Se observó un aumento lineal significativo ($p < 0,05$) del tiempo en que el pH estuvo por debajo de 6 en función del contenido de maíz molido y las horas de las dietas A3 y A4 fueron significativamente mayor ($p < 0,05$) que las de A1 y A2. Sobre el pH ruminal promedio durante 24 h de medición, se verificó una disminución lineal significativa ($p < 0,05$) con el aumento del concentrado en la dieta. El valor medio diario del pH ruminal de A4 fue significativamente ($p < 0,05$) menor al de A1 y A2 (**Tabla 2**).

Ítem	Dietas				EE	Contrastes			P valor
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄		L	Q	C	
pH h/d	0,00 ^a	0,79 ^a	3,07 ^a	4,09 ^a	1,05	0,04	0,7	0,48	0,068
pH promedio	6,51 ^a	6,40 ^a	6,07 ^b	5,90 ^b	0,11	0	0,81	0,54	0,007
Hr pH < 6	0,00 ^a	3,85 ^b	6,60 ^{bc}	8,08 ^c	1,21	0,01	0,78	0,51	0,016

Contrastes polinomiales ortogonales para determinar efectos lineales, cuadráticos, cúbicos y análisis de comparación de medias del pH ruminal y utilizando maíz molido en la dieta y heno de alfalfa ad libitum.

A1: 100% heno de alfalfa ad libitum.

A2: 0,5% del PV de maíz molido y heno de alfalfa ad libitum en la dieta.

A3: 1% del PV de maíz molido y heno de alfalfa ad libitum en la dieta.

A4: 1,5% del PV de maíz molido y heno de alfalfa ad libitum en la dieta.

pH (h/d): pH expresado como superficie bajo la curva de un pH umbral de 6.

pH Prom: pH promedio durante las 24 hs de medición, según tratamiento.

Hr pH < 6: Tiempo en horas con pH por debajo del valor 6.

F/C: Relación forraje concentrado.

EE: Error estándar.

L: Valor de probabilidad asociado a un efecto lineal de nivel de suplementación con maíz entero en un contraste polinomial ortogonal.

Q: Valor de probabilidad asociado a un efecto cuadrático de nivel de suplementación con maíz entero en un contraste polinomial ortogonal.

C: Valor de probabilidad asociado a un efecto cúbico de nivel de suplementación con maíz entero en un contraste polinomial ortogonal.

P valor: Letras iguales indican diferencias no significativas para el 5 % de probabilidad.

Mediante un modelo de unidades repetidas en el tiempo se verificó efectos significativos ($p < 0,05$) de las horas sobre el pH ruminal (**tabla 3**).

Tabla 3. Efecto del tiempo (h) sobre el pH ruminal durante 12 h post alimentación utilizando maíz molido heno de alfalfa.

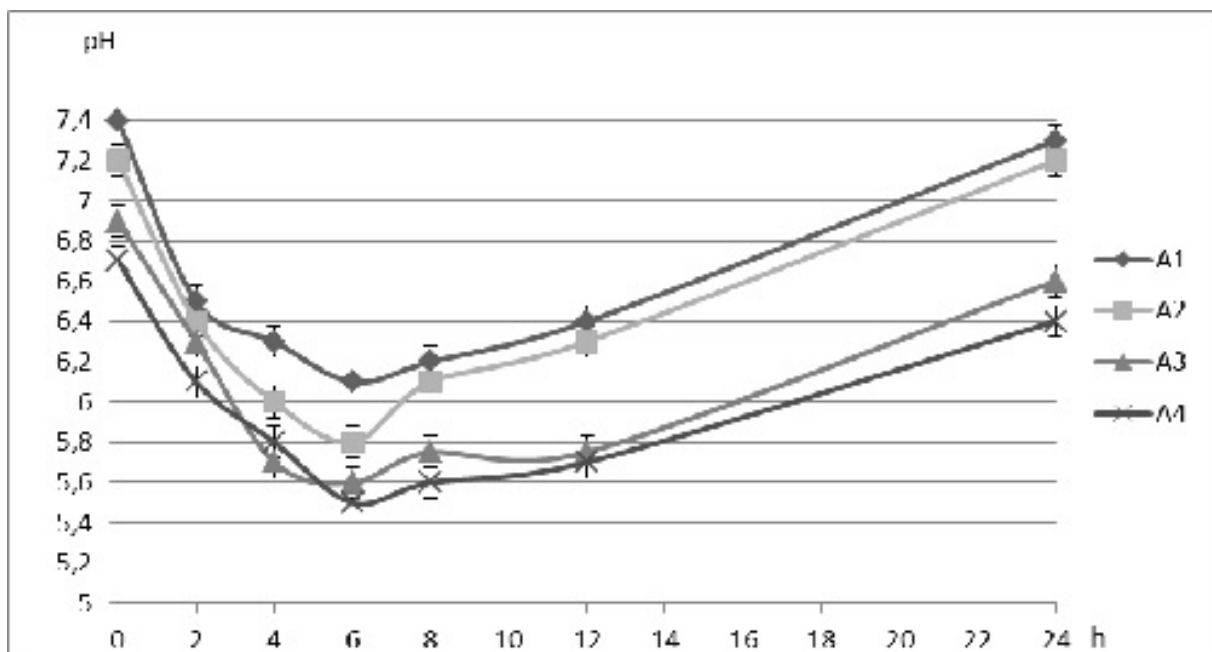
Ítem							EE
Hora	0	2	4	6	8	12	
Nº de cabras	4	4	4	4	4	4	
pH¹	7,04 ^a	6,27 ^b	5,92 ^{bc}	5,75 ^c	5,88 ^d	5,91 ^d	0,08

pH: pH ruminal.

1: Efecto del tiempo (h) sobre el pH ruminal ($p < ,000$).

Letras iguales indican diferencias no significativas para el 5 % de probabilidad. El valor más bajo de pH se observó a las 6 horas post ingesta de la ración, sin interacción ($p < 0,05$) entre hora-tratamiento (**Figura 1**).

Figura 1. Valores de pH ruminal durante las 24 h de medición utilizando heno de alfalfa y maíz molido como suplemento energético. Efecto del tratamiento ($p = 0,005$). Interacción hora*tratamiento ($p = 0,862$).



A1: 100% heno de alfalfa ad libitum.

A2: 0,5% del PV de maíz molido y heno de alfalfa ad libitum en la dieta.

A3: 1% del PV de maíz molido y heno de alfalfa ad libitum en la dieta.

A4: 1,5% del PV de maíz molido y heno de alfalfa ad libitum en la dieta. En el experimento II, se observó un efecto cúbico significativo ($p < 0,05$) del área bajo la curva del pH umbral y pH ruminal promedio durante 24 h de medición, con el aumento de maíz molido de 0 a 1,5 % del PV en la dieta. Todos los tratamientos registraron horas con pH por debajo de 6, aún en la dieta control sin verificar efectos significativos ($p > 0,05$) con el aumento del concentrado en las raciones. El área bajo la curva del pH umbral de R4 fue significativamente ($p < 0,05$) menor al de R1 y R3, corroborando el efecto cúbico antes mencionado. El pH promedio del día, verificó una tendencia ($p = 0,063$) a diferir entre tratamientos (**Tabla 4**).

Tabla 4. Contrastes polinomiales ortogonales para determinar efectos lineales, cuadráticos, cúbicos y análisis de comparación de medias del pH ruminal y utilizando maíz molido en la dieta y heno de campo natural ad libitum.

Ítem	Dietas				EE	Contrastes			P valor
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄		L	Q	C	
pH h/d	1,00 ^a	2,86 ^a	1,60 ^a	3,59 ^a	0,69	0,04	0,9	0,05	0,064
pH promedio	6,17 ^a	5,93 ^b	6,08 ^{ac}	6,03 ^{bc}	0,07	0,2	0,06	0,02	0,003
Hr pH < 6	5 ^a	7 ^a	6 ^a	7,5 ^a	1,71	0,37	0,87	0,44	0,699

R1: 100% heno de campo natural ad libitum.

R2: 0,5% del PV de maíz molido y heno de campo natural ad libitum en la dieta.

R3: 1% del PV de maíz molido y heno de campo natural ad libitum en la dieta.

R4: 1,5% del PV de maíz molido y heno de campo natural ad libitum en la dieta.

pH (h/d): pH expresado como superficie bajo la curva de un pH umbral de 6.

pH Prom: pH promedio durante las 24 hs de medición, según tratamiento.

Hr pH < 6: Tiempo en horas con pH por debajo del valor 6.

F/C: Relación forraje concentrado.

EE: Error estándar.

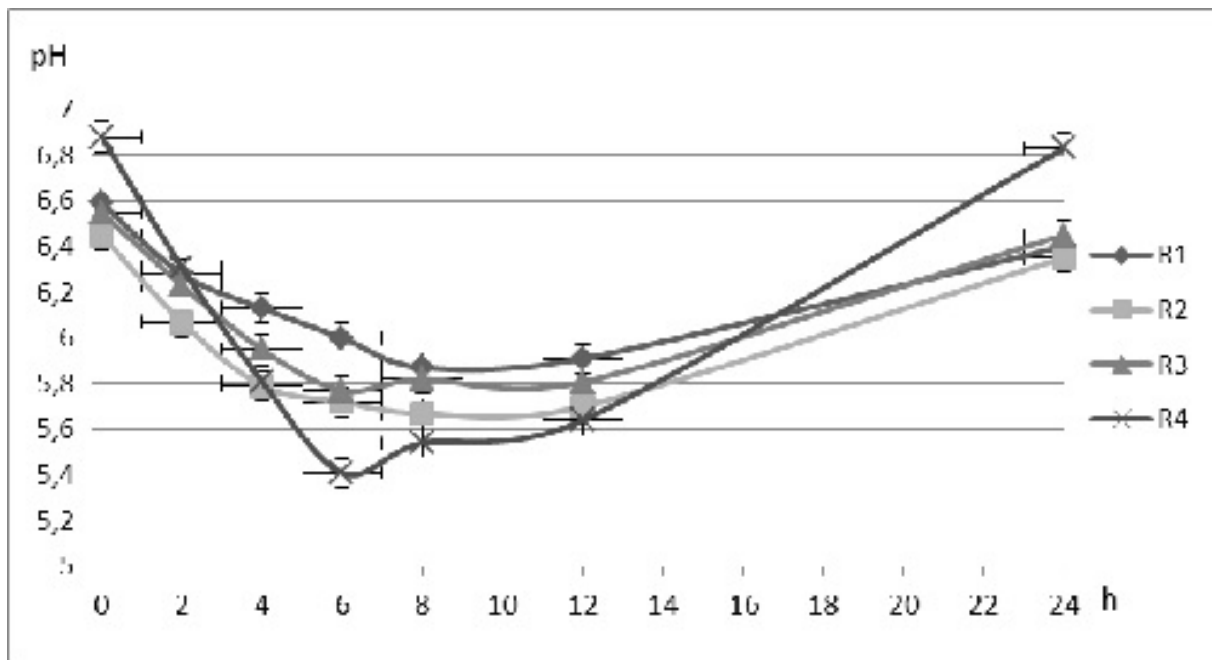
L: Valor de probabilidad asociado a un efecto lineal de nivel de suplementación con maíz entero en un contraste polinomial ortogonal.

Q: Valor de probabilidad asociado a un efecto cuadrático de nivel de suplementación con maíz entero en un contraste polinomial ortogonal.

C: Valor de probabilidad asociado a un efecto cúbico de nivel de suplementación con maíz entero en un contraste polinomial ortogonal.

P valor: Letras iguales indican diferencias no significativas para el 5 % de probabilidad. El valor más bajo de pH ruminal se observó entre las 6 y 8 horas post ingesta de la ración (**Figura 2**) registrándose efectos significativos ($p < 0,05$) durante las horas de medición (**Tabla 5**), e interacción significativa ($p < 0,05$) entre hora-tratamiento.

Figura 2: Valores de pH ruminal durante las 24 h de medición utilizando heno de campo natural y maíz molido como suplemento energético. Efecto del tratamiento ($p = 0,169$). Interacción hora*tratamiento ($p = 0,009$).



R1: 100% heno de CN ad libitum.

R2: 0,5% del PV de maíz molido y heno de CN ad libitum en la dieta.

R3: 1% del PV de maíz molido y heno de CN ad libitum en la dieta.

R4: 1,5% del PV de maíz molido y heno de CN ad libitum en la dieta. **Tabla 5.**

Efecto del tiempo (h) sobre el pH ruminal durante 12 h post alimentación utilizando maíz molido y heno de campo natural.

Ítem							EE
Hora	0	2	4	6	8	12	
Nº de cabras	4	4	4	4	4	4	
pH¹	6,64 ^a	6,22 ^b	5,93 ^c	5,74 ^c	5,72 ^d	5,76 ^d	0,06

pH: pH ruminal.

1: Efecto del tiempo (h) sobre el pH ruminal ($p < .0001$).

Letras iguales indican diferencias no significativas para el 5 % de probabilidad.

Discusión

En el presente estudio, se coincide con lo citado por Provenza *et al.*, (2003); Rapetti & Bava, (2008), verificándose el cambio de conducta de alimentación en relación a la disponibilidad de forraje o concentrado, y la capacidad de las cabras de seleccionar alimentos de alta digestibilidad y a su adaptación a diferentes tipos de dietas.

En concordancia con Mould & Orskov (1984); Kovacik *et al.*, (1986); Grant & Mertens, (1992); Garces-Yeppez *et al.*, (1997), Arias (2013b), los elevados contenidos de almidón en las raciones provocó reducción del pH ruminal en ambos experimentos, probablemente por una mayor fermentación microbiana de carbohidratos no estructurales, menor actividad celulolítica y secreción de saliva insuficiente (Gonçalves, 2001). En disidencia con Ørskov (1986) los valores más bajos de pH se registraron entre las 6 y 8 horas post ingesta de la ración.

Es factible que la incorporación de un alimento de alta digestibilidad como los granos energéticos haya aumentado la digestibilidad de la materia seca total consumida (Molina & Alcaide *et al.*, 2000, Fimbres *et al.*, 2002, Rapetti *et al.*, 2004; Arias *et al.*, 2013a; Arias *et al.*, 2015). La inclusión de concentrados tiene efectos positivos hasta alcanzar una determinada proporción a partir del cual se convierten negativos (Chandramoni *et al.*, 2000; Goetsch *et al.*, 2001; Dung *et al.*, 2005; Liu *et al.*, 2005; Lefrileux *et al.*, 2008), tal como lo evidenció el experimento II al manifestar un efecto cúbico con el incremento de maíz en la dieta. Si bien los alimentos ricos en FDN como henos y pasturas maduras inducen valores de pH de 6,5 a 6,8 (Aello & Di Marco, 2000); en este estudio respecto al poder buffer del heno de campo natural, aún con valores mayores de FDN, tuvo menos capacidad amortiguadora que el heno de alfalfa, probablemente se deba a que la degradabilidad ruminal de las proteínas de esta leguminosa, proporcione mayor concentración de amoníaco en el rumen permitiendo absorber protones del medio y participar en el control del pH ruminal (Sauvant *et al.*, 1997; Allen, 1997). En disidencia con Moore (2002) y Cantalapiedra (2009), en este trabajo, el aumento de alimentos concentrados en las raciones disminuyó del pH ruminal pero sin provocar disturbios fermentativos como una acidosis ruminal aguda (Afonso. 2005).

Conclusión

Por lo tanto se puede concluir que, los niveles ensayados de suplementación con grano molido de maíz disminuyeron el pH ruminal y el tipo de heno utilizado provocó diferente capacidad buffer en el ambiente ruminal caprino.

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 <http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/7737/5508>

Allen, M. S. 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *J. Dairy Sci.* 80:1447-1462.

AOAC. 1995. Dry matter in Animal Feed. Method number 934.01. In: Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th edn. vol. I. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA, pp, I (Chapter 4).

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.O, C.A. Cordiviola, M.G. Muro, M.S. Trigo, A.C. Cattáneo & R.A. Lacchini. 2013a. Determinación visual del efecto de la suplementación energética en la digestibilidad de la fibra en dietas para caprinos. *Revista Veterinaria Argentina*. Vol. XXX (308): 1 - 10.

Arias, R., M. G. Muro, C.A. Cordiviola, M.S. Trigo, M. Brusa, R. A. Lacchini. 2013b. 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): 62-67.

Arias, R., M. G. Muro, C.A. Cordiviola, A. C. Cattáneo, M.S Trigo & R.A. Lacchini. 2015. Efecto de la suplementación con grano de maíz sobre la digestibilidad *in vivo* de heno de alfalfa en caprinos. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. Vol 114 (1): 44-48.

Bach A, S Calsamiglia, MD Andstern. 2005. Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*. 88: E9-E21.

Cantalapiedra-Hijar G, DR Yáñez-Ruiz, A 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.*87:622-631.

Castel, J.M; Y. 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 Ruminall 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.

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.

Hoover, W. H. & S. R. Stokes. 1991. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *J. Dairy Sci.* 74:3630.

Littell, R. C., P. R. Henry & C. B. Ammerman. 1998. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. *J. Anim. Sci.* 76:1216-1231.

Lu, C. D.; J. R. Kawas; O. G. Mahgoub. 2005. Fibre digestión 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. Science.*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. Science.*64:215?223.

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. Science.*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 run microflora of sheep offered

either hay or concentrate. *Animal Feed Science and Technology*. 10:1-14.

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.

Ørskov, E. R. 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.*, 63(5):1624-1633.

Owens, F. N. & A.L. Goetsch. 1988. Ruminant fermentation. In: Church, D.C. The ruminant animal digestive physiology and nutrition. Englewood Cliffs: O. & Books Inc. p.146-171.

Pitt, R. E. & A. N. Pell. 1997. Modeling ruminal pH fluctuations: Interactions between meal frequency and digestion rate. *J. Dairy Sci.* 80:2429-2441.

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*. 49:257-274.

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*. 4:71-83.

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

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

SAS Institute Inc. 2004 SAS On lineDoc* 9.1.3. Cary, NC: SAS Institute. Inc.

Sauvant, D. 1997. Conséquences digestives et zootechniques des variations de la vitesse de digestion de l'amidon chez les ruminants. *INRA Prod. Anim.*, 10, 287-300.

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

Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press. 476 pp.

Yanez-Ruiz, D. R., A. Moumen, A. I. Martin-Garcia, and 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: p. 2023-2032.
