

Aporte nutricional del Forraje Verde Hidropónico en la alimentación de cabras cruza criollas x Nubian

Arias, Rubén Omar^{1,2}; María Gabriela Muro¹; Boccanera Marino¹; María Soledad Trigo¹; Boyezuk Diego¹; Carlos Ángel Cordiviola¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Calle 60 y 118. CP 1900; ²iaroa@yahoo.com.ar

Arias, Rubén Omar; María Gabriela Muro; Boccanera Marin; María Soledad Trigo; Boyezuk Diego; Carlos Ángel Cordiviola (2019) Aporte nutricional del Forraje Verde Hidropónico en la alimentación de cabras cruza criollas x Nubian. Rev. Fac. Agron. Vol 118 (1): 127-134.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la incorporación de Forraje Verde Hidropónico (FVH) en dietas para caprinos. Se utilizaron cuatro cabras cruza (criolla x Nubian) en un diseño experimental Cross over con cuatro repeticiones. El FVH utilizado fue *Avena sativa*. La dietas suministradas fueron: heno de CN 100% (D₀) y heno de CN + 1,2 Kg FVH/cabra/día (D₁). El heno de CN fue suministrado *ad-libitum*. Se realizaron dos experimento: I) determinación de consumo de materia seca total (CTMS), consumo de heno CN (CMSHCN), consumo de FVH y digestibilidad total aparente *in vivo* de la materia seca consumida. II) determinación del pH ruminal y la degradabilidad ruminal *in situ* del FVH y del heno de CN. El CTMS de D₁ fue mayor ($p < 0,05$) que D₀ y se verificó un aumento lineal ($p < 0,05$) del consumo de FDN, PB y EM. El CMSHCN no registró diferencias ($p > 0,05$) entre ambos tratamientos. La digestibilidad total de la dieta consumida aumentó linealmente ($p < 0,05$) en D₁. La degradabilidad ruminal *in situ* de la MS del FVH para las 48 h de incubación ruminal no verificó diferencias ($p > 0,05$) entre la parte aérea y radicular. La degradabilidad ruminal *in situ* del heno de CN fue mayor ($p < 0,05$) en la dieta D₁. El pH ruminal no verificó diferencias ($p > 0,05$) entre las dietas probadas. El FVH es una alternativa válida en la alimentación de caprinos, actuando como mejorador del consumo, la degradabilidad ruminal, digestibilidad total y valor nutritivo de reservas forrajeras de baja calidad.

Palabras clave: cabras; forraje verde hidropónico; degradabilidad.

Arias, Rubén Omar; María Gabriela Muro; Boccanera Marin; María Soledad Trigo; Boyezuk Diego; Carlos Ángel Cordiviola (2019) Nutritional contribution of green hydroponic forage in the feeding of criollas x Nubian crossed goats. Rev. Fac. Agron. Vol 118 (1): 127-134.

The objective of this work was to evaluate the incorporation of Hydroponic Green Forage (FVH) in diets for goats. Four crossed goats (criolla x Nubian) were used in an experimental cross design (cross over) with four repetitions. The FVH used was *Avena sativa*. The diets supplied were: 100% CN hay (D₀) and CN hay + 1.2 Kg FVH / goat / day (D₁). In all treatments, CN hay was delivered *ad-libitum*. Two experiments were carried out: I) determination of total dry matter consumption (CTMS), CN hay consumption (CMSHCN), FVH consumption and apparent total digestibility *in vivo* of the dry matter consumed. II) Determination of ruminal pH and *in situ* ruminal degradability of FVH and CN hay. The CTMS of D₁ was higher ($p < 0.05$) than D₀ and there was a linear increase ($p < 0.05$) in the consumption of NDF, PB and MS. The CMSHCN did not register differences ($p > 0.05$) between both treatments. The treatment that included FVH, increased linearly ($p < 0.05$) the total digestibility of the diet consumed. The *in situ* ruminal degradability of the HF of the FVH for the 48 h of ruminal incubation did not verify differences ($p > 0.05$) between the aerial part and the radicular part. The *in situ* degradability of CN hay for 48 h of its rumen incubation was higher ($p < 0.05$) in the D₁ diet. The average ruminal pH of the day, the area under the pH 6 threshold curve and the hours with pH below the threshold, did not verify differences ($p > 0.05$) between the diets tested. In conclusion, the FVH is a valid alternative in the feeding of goats, acting as an improvement in consumption, ruminal degradability, total digestibility and nutritional value of forage reserves of low quality.

Keywords: goats; hydroponic green forage; degradability.

Recibido: 23/10/2018

Aceptado: 07/03/2019

Disponible on line: 01/07/2019

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

INTRODUCCION

La cabra es considerada en la Biblia como un símbolo de riqueza o de sacrificio. Ha sido una de las especies más útiles al hombre, sobre todo como proveedoras de leche y carne. A excepción del perro, la cabra es el animal doméstico más ampliamente distribuido en el mundo (Arechiga *et al.*, 2008). La cabra probablemente fue de los primeros rumiantes en ser domesticados (Reed, 1959). Se considera que fue domesticada hace más de 10000 años en la antigua Mesopotamia. Es una especie animal que gozó de una enorme popularidad durante siglos pasados.

Según datos de la FAO la población mundial de cabras, es de unos 816.000.000 de cabezas y proporcionan más de 280.000 toneladas de carne/año y una producción mundial de leche de cabra de cerca de 12,2 millones de toneladas constituyendo así, para muchos países, una fuente muy importante de alimentos (FAO, 2005). Principalmente en regiones secas, áridas, de difícil subsistencia habitan el 55% de las cabras del mundo, el 39% de los bovinos y el 25% de los ovinos. Aunado a ello, más del 94% de la población mundial de cabras se encuentran en los países en vías de desarrollo y en ellos las cabras producen más leche que las ovejas a pesar de que la población de ovinos en estos países es mayor en un 25% (Arechiga *et al.*, 2008).

En nuestro país el Noroeste argentino concentra el 25 % del total de las existencias, mientras que Mendoza y Neuquén cuentan con el 17 y 23 % respectivamente de las existencias nacionales. Chaco y Córdoba concentran el 12 % del total del stock nacional (ADEC, 2007). El stock caprino fue de 4.252.823 cabezas a marzo de 2012 (un 0,09 % superior al declarado en marzo de 2010) y en 2011 se exportaron 735,8 toneladas de carne caprina a un precio promedio de 2,85 US\$ FOB/kg (ONCCA, 2012).

La producción caprina se caracteriza por modificar el escenario en el que se desarrollan las economías regionales que cuentan con escasos recursos y condiciones poco propicias para desarrollar actividades económicas alternativas, dando nuevas herramientas tendientes al sustento de familias. En general, la actividad se desarrolla en áreas geográficas marginadas con escasos recursos forrajeros en el cual los animales pueden alimentarse en los campos naturales, generando un menor costo para los productores. Tradicionalmente la producción de cabras en el país se desarrolla en condiciones extensivas de explotación, sin embargo existe una tendencia a sistemas de producción más intensivos, que incorpora en sus planteos alimenticios diversos concentrados en las raciones (Castel *et al.*, 2003). Al ser considerada las cabras como consumidores intermedios, las mismas poseen las siguientes características: (i) son buenos consumidores selectivos, (ii) tienen una actividad eficiente de la masticación y del rumen; (iii) son capaces de aprovechar dietas ricas en fibra debido a una ampliación considerable del aparato digestivo, como así también en concentrados, (iv) pueden tolerar el bajo consumo de agua, (v) elevada secreción de saliva, (vi) alta superficie de absorción de gran parte del epitelio del rumen, que protegen al animal del riesgo de acidosis (Silanikove, 2000). Debido a estas

características, las cabras pueden adaptarse a una amplia gama de condiciones de alimentación. Modifican su conducta alimenticia de acuerdo a la disponibilidad de forrajes o concentrados, siendo más versátiles que otros rumiantes domésticos, pudiéndose adaptar tanto a pasturas pobres como a dietas ricas y balanceadas (Provenza *et al.*, 2003). Por estas razones pueden ser utilizadas tanto en sistemas extensivos como intensivos donde usualmente se emplean razas especializadas; por todas estas características, la formulación de dietas para caprinos no debiera ser una extrapolación de las recomendaciones nutricionales para el ganado bovino (Lu *et al.*, 2005; Rapetti & Bava, 2008).

Si bien la cabra es una especie rumiante de gran adaptabilidad a diversas situaciones de alimentación, este tipo de producciones de baja escala, no escapa a la problemática de las dificultades de accesibilidad a la maquinaria para realizar las labores de siembra, corte y henificación de los recursos forrajeros más utilizados. La producción de alimento para el consumo de los animales se ha tornado muy costosa, debido al aumento de precios de los insumos utilizados para la implantación de las diferentes pasturas y por las posibles adversidades climáticas al cual son expuestos dichos recursos.

El FVH es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente (9 a 15 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello. La tecnología FVH es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje a partir de especies aptas (avena, mezclas de trébol y gramíneas, alfalfa, etc.) para cultivo forrajero convencional.

Dentro del contexto anterior, el FVH representa una alternativa de producción de forraje para la alimentación de corderos, cabras, terneros, vacas en ordeño, caballos de carrera; otros rumiantes; conejos, pollos, gallinas ponedoras, patos, cuyes y chinchillas entre otros.

Animales domésticos y es especialmente útil durante períodos de escasez de forraje verde (FAO, 2001). La técnica de hidroponía juega un papel muy importante en el desarrollo global de la agricultura. En la actualidad, a través del mundo hay más de 40 mil hectáreas de invernadero bajo el sistema de hidroponía, cifra que se incrementa rápidamente (FAO, 2001). En innumerables ocasiones han ocurrido importantes pérdidas de ganado como consecuencia de déficit alimentarios o faltas de forraje, como; heno, ensilaje o granos para alimentación animal. Estos fenómenos climatológicos adversos, tales como las sequías prolongadas, nevadas, inundaciones y las lluvias de cenizas volcánicas, vienen incrementando significativamente su frecuencia desde hace algún tiempo, afectando negativamente la producción o limitando el acceso al forraje producido en forma convencional para la alimentación de los animales. Ejemplos dramáticos de estas situaciones, han sido el denominado "terremoto blanco", de nieve de 1995 en el Sur de Chile; la sequía de seis meses, en 1999, que afectó el Cono Sur de América Latina o la sequía que afectó significativamente desde los primeros meses del 2001 a la Vertiente Pacífico de Mesoamérica, con

resultados adversos sobre la seguridad alimentaria de la población, especialmente a los pequeños agricultores localizados en zonas de laderas degradadas. Así mismo, la frecuente inundación de los terrenos por exceso de precipitaciones, limita por períodos prolongados la disponibilidad de pasto, causando en general alta mortalidad, pérdidas de peso vivo y producción, en los animales (FAO, 2002).

La producción de forraje hidropónico permitiría asegurar una fuente constante de alimento muy homogéneo en volumen de fitomasa y calidad nutritiva, mejorando la condición de salud, vitalidad y fertilidad del ganado atribuible a la alta calidad del alimento hidropónico (Less, 1983; Bravo, 1998). Esta técnica tiene como ventajas para producir en lugares reducido o donde las condiciones naturales son adversas para la producción al aire libre. También se puede mencionar como ventajas al ahorro del uso de agua, el bajo impacto ambiental, a la eficiencia en el tiempo de producción de forraje.

Por lo tanto el FVH sería una alternativa interesante como un alimento verde (forraje vivo en pleno crecimiento), de alta palatabilidad para cualquier animal y de excelente valor nutritivo (Chen, 1975; Less, 1983; Níguez, 1988; Dosal, 1987). El objetivo de este trabajo fue evaluar la incorporación de Forraje Verde Hidropónico (FVH) en dietas para caprinos.

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 cuatro cabras cruce (criolla x Nubian), no gestantes, secas, de 6 años de edad y fistuladas con cánulas específicas para pequeños rumiantes marca Bar Diamond Inc. de 5" en un diseño experimental cruzado (Cross over) con cuatro repeticiones y 7 días de *wash out* entre períodos. 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. Durante el tiempo en que se realizaron las determinaciones se tomaron los registros del peso al comienzo de cada período. Como FVH se utilizó la especie avena (*Avena sativa*). La dietas suministradas serán: heno de CN 100% (D₀) y heno de CN + 1,2 Kg FVH/cabra/día (D₁) (Tabla 1). En todos los tratamientos, el heno de CN fue suministrado *ad-libitum*. Se implementó un período de quince días de acostumbramiento a cada dieta, previo a las determinaciones.

Experimento I: Determinación del consumo de materia seca total, consumo total de FDN, PB y EM, consumo de heno de CN, consumo de FVH y digestibilidad total aparente *in vivo* de la materia seca total consumida.

Muestras de heno de CN y de FVH fueron secadas en estufa (SOMCIC) a 90-95°C para la determinación de materia seca (MS) según AOAC, (1995). Se calculó el consumo de alimento individual, mediante la diferencia entre lo entregado y lo rechazado expresado en Kg de MS. Para la determinación de la digestibilidad total aparente *in vivo*, se empleó la metodología del 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 alícuota del 10% de lo evacuado se determinó el tenor de MS de dichas muestras y se calculó la digestibilidad total aparente *in vivo* a partir de la diferencia porcentual de la ración total consumida y la excretada en relación a la consumida, expresada en porcentaje.

Experimento II: Determinación del pH ruminal y la degradabilidad ruminal *in situ* del FVH y del heno de CN.

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. Se determinó el pH utilizando un peachímetro digital (Silver Cap pH 5045-3B) equipado con electrodo de punción y termo sonda calibrado con soluciones buffer a pH 4 y 7. Se calculó el área bajo la curva, como la sumatoria de las áreas parciales definidas por el valor absoluto de la desviación por debajo de pH 6 y el intervalo de tiempo real entre muestreos consecutivos, abarcando un lapso total de 24 horas, reportada como pH × tiempo de muestreo / día (Pitt y Pell, 1997).

Tabla1. Composición química de los alimentos (*).(*) Datos obtenidos en el Laboratorio de Bioquímica y Fitoquímica de la FCAyF. UNLP. MS: Materia Seca, TND: Total de Nutrientes Digestibles, PB: Proteína Bruta, FDN: Fibra Detergente Neutro, FDA: Fibra Detergente Ácido, GB: Grasa Bruta, ELN: Extractivo Libre de Nitrógeno.

Ítem	Rollo CN	FVH
MS (%)	86,0	18,5
PB (%)	5,8	23,3
FDN (%)	73	56,1
FDA (%)	43,9	27,9
Hemicelulosa (%)	29,1	28,2
ELN (%)	---	38,2
Lignina (%)	17,68	7
TND (%)	52	61,05
GB (%)	2	5,6
ED (Mcal/kg)	2,11	2,68
EM (Mcal/kg)	1,73	2,2

Se calculó el valor promedio de pH ruminal, tiempo en horas con pH por debajo del 6 y mediante un modelo de medidas repetidas (Littell et al., 1998) el efecto del tiempo pos alimentación y la interacción hora/tratamiento.

La degradabilidad *in situ* se realizó mediante la técnica de bolsa de nylon según Ørskov et al. (1980); se utilizarán bolsas de poliéster, de 10 x 10 cm, con 1600 poros/cm², de la marca Ankom, de 40 a 60 micras de tamaño de poro lo cual impide la salida del alimento sin afectar la libre entrada de los microorganismos. Dentro de las bolsas de nylon, se colocaron 4 g de muestra de

FVH parte aérea en una y FVH parte radicular en otra y fue incubado por un periodo de 48 horas. Finalizado el tiempo de incubación, el material fue retirado del rumen para ser lavado durante períodos de 10 minutos, hasta que el fluido sea transparente. Posteriormente se secó a 65°C durante 48 horas y la degradabilidad se determinó a partir de la diferencia de peso de la fracción antes y después de la incubación *in situ* en las bolsas de nylon. También se midió la degradabilidad ruminal *in situ* del heno de CN en la dieta que incluyó FVH.

Diseño experimental y análisis estadístico

Los datos fueron analizados por el Procedimiento MIXED (SAS, 2004) para un diseño experimental tipo cross-over, utilizando un modelo mixto que incluyó el efecto fijo del muestreo (tratamiento, periodo) y el efecto aleatorio del animal. Se usarán contrastes ortogonales polinomiales para determinar efectos lineales (L) sobre la incorporación de FVH. Se utilizó el test Tuckey para el análisis de comparación de medias. Se realizó análisis de regresión lineal simple para verificar si existió correlación entre el aumento del consumo de PB, consumo de EM y la degradabilidad ruminal del heno de CN. Las diferencias significativa se consideraron con un valor de $p < 0,05$ y las tendencias con un valor de p entre 0,05 y 0,10.

RESULTADO Y DISCUSION

Experimento I

Del análisis de los resultados de las variables probadas

se puede mencionar que el CTMS de D_1 fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que D_0 . En el mismo sentido, se verificó un aumento lineal ($p < 0,05$) sobre el consumo de FDN, PB y EM. Respecto al consumo de heno de CN no se registraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ambos tratamientos. El tratamiento que incluyó FVH, aumentó linealmente ($p < 0,05$) la digestibilidad total de la dieta consumida. (Tabla 2).

Experimento II

En referencia a la degradabilidad ruminal *in situ* de la MS del FVH, para las 48 h de incubación ruminal, no se verificaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre la parte aérea y radicular (Tablas 3). Del análisis de la degradabilidad *in situ* del heno de CN para las 48 h de su incubación ruminal, se observó que fue mayor ($p < 0,05$) en la dieta D_1 . (Figura 1).

El pH ruminal promedio del día, el área bajo la curva del pH umbral considerado y las horas con pH por debajo de 6, no verificaron diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre las dietas probadas (Tabla 4 y Figura 2).

(Figura 3). El coeficiente de correlación fue 0,835 indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables analizadas (Tabla 5). El mismo análisis demostró una correlación significativa ($p < 0,05$) entre el consumo total de EM y la degradabilidad ruminal del heno de CN con un coeficiente de correlación de 0,7989 indicando una relación moderadamente fuerte entre dichas variables (Figura 4 y Tabla 6).

El análisis de regresión lineal simple mostró una correlación significativa ($p < 0,05$) entre el consumo total de PB y la degradabilidad ruminal del heno de CN.

Tabla 2. Efecto lineal del FVH sobre CTMS/PV, CTMS, CMSHCN, CTFDN, CTPB, CTEM y DTIVMS. CTMS/PV (%) = Consumo total de materia seca con respecto al peso vivo expresado en porcentaje, CMST (kg/día)= Consumo materia seca total, CMSHCN (Kg/día)= Consumo materia seca heno de CN, CTFDN (kg/día)= Consumo total de fibra detergente neutro, CTPB (kg/día)= Consumo total proteína bruta, CTEM (Mcal/día)= Consumo total energía metabolizable, DTIVMS (%) = Digestibilidad total *in vivo* de la materia seca.

Item	D ₀	D ₁	EE	Contraste (L)
CTMS/PV(%)	1,54 ^a	2,06 ^b	0,052	0,0002
CTMS(kg/día)	0,617 ^a	0,863 ^b	0,042	0,0003
CMSHCN (Kg/día)	0,617 ^a	0,667 ^a	0,038	0,362
CTFDN (kg/día)	0,444 ^a	0,631 ^b	0,016	0,002
CTPB(kg/día)	0,036 ^a	0,090 ^b	0,003	<,0001
CTEM (Mcal/día)	1,06 ^a	1,708 ^b	0,070	<,0001
DTIVMS (%)	47,84 ^a	61,62 ^b	2,667	0,001

Tabla 3. Degradabilidad ruminal *in situ* del FVH parte aérea y parte radicular. DEGMS48: Degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca a 48 h post incubación, D_{1A}: Dieta solo heno CN + FVH (parte aérea), D_{1R}: Dieta heno de CN + FVH (parte radicular).

Ítems	Dietas		EE	Contrastes L
	D _{1A}	D _{1R}		
DEGMS48	64,13 ^a	49,43 ^a	4,699	0,304

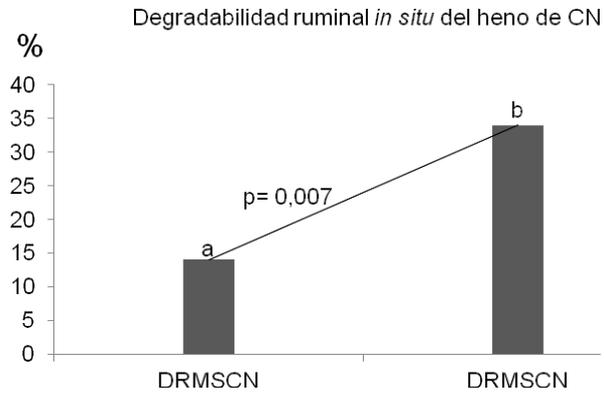


Figura 1. Degradabilidad ruminal *in situ* del heno de CN según tratamiento. DEGHCN48a: degradabilidad ruminal *in situ* del heno de campo natural a las 48 h post incubación ruminal, en la dieta solo heno CN; DEGHCN48b: degradabilidad ruminal *in situ* del heno de campo natural a las 48 post incubación ruminal, en la dieta heno CN + FVH.

Tabla 4. Efectos lineales y análisis de comparación de medias del pH ruminal según tratamiento. pH h/d: área bajo la curva del pH umbral considerado de valor 6, Hr pH < 6pH: horas con pH por debajo de 6, Promedio: pH promedio del día.

Ítem	Dietas		EE	Contrastes
	D ₀	D ₁		
pH h/d	0,530 ^a	1,337 ^a	0,440	0,235
Hr pH < 6pH	4,00 ^a	5,00 ^a	1,535	0,581
Promedio	6,235 ^a	6,157 ^a	0,122	0,668

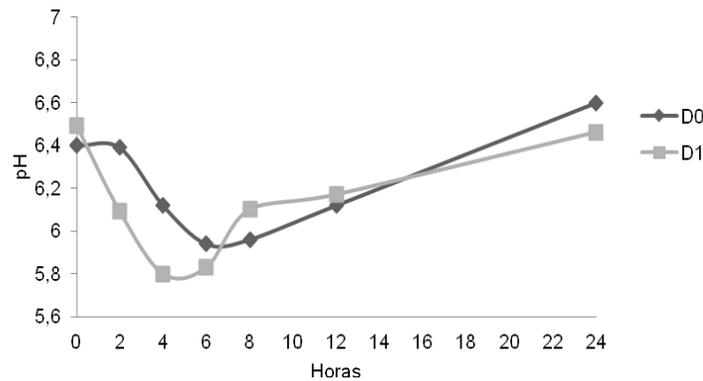


Figura 2. Evolución del pH ruminal durante 24 h de medición. D0: Solo heno de CN; D1: Heno de CN + FVH.

En concordancia con Chen (1975); Less (1983); Níguez (1988); Dosal (1987) el FVH resultó ser un alimento de buen valor nutritivo, palatable y con un importante grado de aceptabilidad y por parte de las cabras. En coincidencia con Castel et al., (2003) tradicionalmente la producción de cabras se desarrolla en condiciones extensivas de explotación, sin embargo existe una tendencia a sistemas de producción más intensivos,

siendo la producción de FVH una alternativa útil para lograr la intensificación de éstos sistemas. La especie caprina puede adaptarse a una amplia gama de condiciones, modificando su conducta alimenticia y siendo más versátiles que otros rumiantes domésticos y adaptarse tanto a pasturas pobres como a dietas ricas y balanceadas (Provenza et al., 2003).

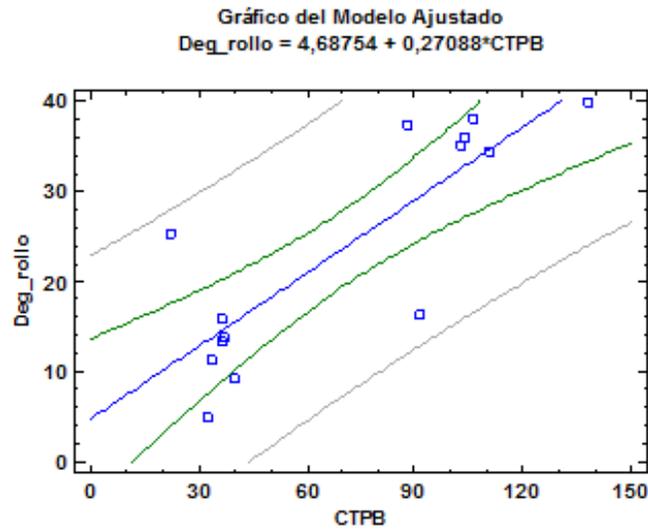


Figura 3. Análisis de regresión lineal simple entre el aumento del CTPB y la Degradabilidad ruminal del heno de CN. CTPB: Consumo Total de Proteína Bruta; Deg_rollo: Degradabilidad ruminal del heno de CN.

Tabla 5. Análisis de varianza. Correlación entre CTPB y degradabilidad del heno de CN. Coeficiente de Correlación = 0,835114, R-cuadrado = 69,74 %.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1455,43	1	1455,43	27,66	0,0002
Residuo	631,458	12	52,6215		
Total (Corr.)	2086,88	13			

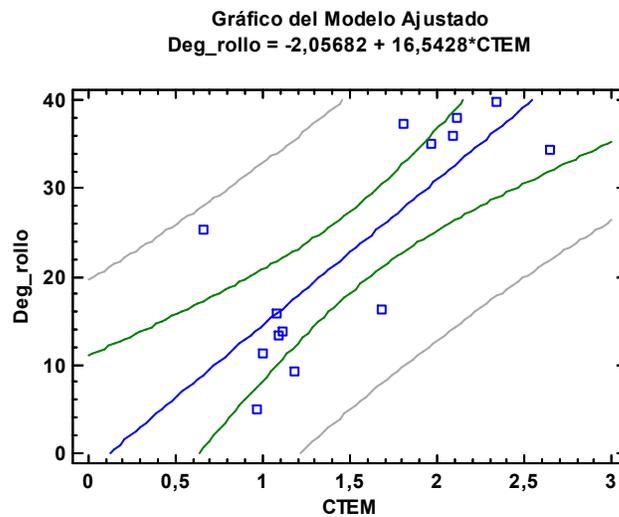


Figura 4. Análisis de regresión lineal simple entre el aumento del CTEM y la Degradabilidad ruminal del heno de CN. CTEM: Consumo total de Energía Metabolizable; Deg_rollo: Degradabilidad ruminal del heno de CN.

Tabla 6. Análisis de varianza. Correlación entre CTEM y degradabilidad del heno de CN. Coeficiente de Correlación = 0,7989, R-cuadrado = 63,83 %

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1332,0	1	1332,0	21,17	0,0006
Residuo	754,885	12	62,907		
Total (Corr.)	2086,88	13			

Debido a los escasos trabajos de investigación realizados en nutrición caprina, la formulación de dietas no debiera ser una extrapolación de las recomendaciones nutricionales para el ganado bovino, (Lu et al., 2005; Rapetti & Bava, 2008), por esta razón fue de interés la realización de este trabajo. En concordancia con Relling & Mattioli (2013), en rumiantes la digestibilidad del alimento cumple un papel importante en la regulación del consumo. Cuando la digestibilidad es inferior al 68% se produce el efecto de llenado debido a una limitación física del tracto gastrointestinal. Las variaciones en la digestibilidad están provocadas fundamentalmente por la concentración de lignina del forraje. Tal como quedó probado en este experimento la dieta solo heno arrojó un valor de digestibilidad total promedio por debajo de 50 % y un menor consumo total de materia seca respecto a la dieta con FVH (0,617 Kg/día/cabra vs 0,863 Kg/día/cabra).

Si bien Mertens (2006) postula un efecto negativo cuando la ingesta de FDN excede el 1,2% del PV del animal o con una proporción del 35% en la dieta, indicando una relación inversa entre la digestibilidad y el consumo, los valores registrados de estas variables en la dieta que incluyó FVH fueron superiores a la dieta solo heno. Probablemente esto se debe, a que dicha fracción contiene un porcentaje importante de hemicelulosa de elevada digestibilidad y bajo contenido de lignina.

Otro factor limitante de la ingesta es la proporción de proteínas en la dieta. Con valores inferiores al 8% de PB se verificó una disminución del consumo en animales que ingirieron recursos forrajeros de baja calidad (Aello & Di Marco, 2000). Se coincide con lo citado por el autor, comprobando dicho efecto en la dieta solo heno, por lo tanto la incorporación de FVH aumentó el tenor de PB en la dieta y el consumo total de la misma.

Se comprobó que la degradabilidad ruminal del heno de CN fue superior en la dieta que incluyó FVH, probablemente esto se deba a lo expresado por Aello & Di Marco (2000) que a un tenor proteico de 12 a 14 % de PB en la dieta o 5 a 8 mg N-NH₃/100 ml de líquido ruminal se logra la máxima síntesis microbiana. Si bien en este estudio no se llegaron a esos niveles de PB, la incorporación de FVH mejoró sustancialmente el tenor proteico y energético de la dieta respecto a la de solo heno (10, 42 vs 5,8% PB); (1,708 vs 1,06 Mcal/día EM), esto podría explicar un ambiente ruminal más favorable para el desarrollo de la flora celulolítica.

Los pH ruminales promedio del día en ambos tratamientos, arrojaron valores semejantes y en un rango que favorece a la celulólisis en particular como demostraron trabajos de Arias et al., (2013).

Si bien sin diferencias estadísticas, la dieta que incorporó FVH registró una mayor área bajo la curva de pH umbral de 6, y es probable que se deba a una mayor concentración de ácidos grasos volátiles totales, producto de la rápida degradabilidad ruminal en las primeras horas post alimentación.

CONCLUSION

Por lo tanto se puede concluir que el FVH incluido en las dietas probadas, provocó un efecto aditivo, mejorando la degradabilidad ruminal de reservas forrajeras de baja calidad, la digestibilidad total aparente y por ende el consumo total de materia seca, convirtiéndose así en una opción válida para la alimentación de cabras criollas x Nubian.

BIBLIOGRAFIA

- ADEC.** Agencia para el Desarrollo Económico de la Ciudad de Córdoba. 2007. Estrategias comerciales para el sector caprino. Estudio de caso de la cadena caprina. Programa de Desarrollo de Cadenas Productivas en la provincia de Córdoba. 79 pp.
- Aello M., O. Di Marco.** 2000. Digestión y metabolismo ruminal. In Nutrición animal. (ed) Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. Balcarce, Argentina. pp: 65-99.
- Aréchiga C.F., C.A. Aguilera, C.F. Rincón, J.I. Méndez de Lara, S. Bañuelos & V.R. Meza-Herrera.** 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*: 9:1-14.
- AOAC.** 1995. Dry mater in Animal Feed. Method number 934.01. In: Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th ed. vol. I. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA, pp, I (Chapter 4).
- 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*. 112:62-67.
- Bravo, R.S.** 1998. Utilización de forraje hidropónico de avena como recurso alternativo en cabras criollas. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. 76 pp.
- 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.

Chen, L. H., C. E. Wells & J. R. Fordham. 1975. Germinated seeds for human consumption. *Journal of Food Science.* 40:1290–1294.

Dosal Aladro, J.J.M. 1987. Efecto de la Dosis de Siembra, Época de Cosecha y Fertilización sobre la Calidad y Cantidad de Forraje de Avena Producido Bajo Condiciones de Hidroponía. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

FAO. 2005. Información Caprina. Disponible en www.fao.org

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 70 pp.

Less, P. 1983. Ganadería hidropónica. *Agricultura de las Américas.* 32:16–41.

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.

Mertens, D.R. 2006. Do We Need to Consider NDF Digestibility in the Formulation of Ruminant Diets? 27th Western Nutrition Conf., Sept. 19–20, Winnipeg, Manitoba 75–98 pp.

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.

Ñíguez Concha, M. E. 1988. Producción de Forraje en

Condiciones de Hidroponía II. Selección de Especies y Evaluación de Cebada y Trigo. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

ONCCA. 2012. Informe mensual de carnes. Caprinos. Disponible en https://serviciosucesci.magyp.gov.ar/documentos/mensual_caprino_octubre.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2002. Forraje Verde Hidropónico, FAO. 79 pp.

Ørskov, E. R., F. D. De b Hovell & F. Mould. 1980. The use of the nylon bag technique for evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production* 5:195–213.

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.

Reed, C.A. 1959. Animal domestication in the prehistoric Near East. *Science.* 130: 1629–1639.

Rapetti, L & L. Bava. 2008. In: Antonello Cannas and Giuseppe Pulina Editores. Feeding Management of Dairy Goats in Intensive Systems. Italy, Milan. pp. 221–337.

Relling A & Mattioli G. 2013. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. Ed: Facultad de Ciencias Veterinarias. UNLP. 104 pp.

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

Silanikove, N. 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments *Small Ruminant Research.* 35:181–193.