

Trabajo Final de la Carrera de Ingeniería Agronómica.

Modalidad individual.



Título: Utilización de Forraje Verde Hidropónico en dietas para caprinos

Nombre: Marino Boccanera

Nº de Legajo: 26145/8

DNI: 34172267

Dirección de correo electrónico: Marino_boccanera@hotmail.com

Nombre del Director: Ing. Agr. Rubén Arias

Nombre del Co – Director: Mg. MV. Diego Boyezuk

Fecha de entrega: 12 de junio de 2017

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	5
ABREVIATURAS	6
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVO GENERAL	11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
MATERIALES Y MÉTODOS	12
Experimento I:	12
Experimento II:	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
CONCLUSIONES	18
BIBLIOGRAFÍA	19

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS:

Tabla 1. Composición química de los alimentos (*)	24
Tabla 2. Efecto lineal del FVH sobre CTMS/PV, CTMS, CMSHCN, CTFDN, CTPB, CTEM y DTIVMS	25
Tabla 3. Degradabilidad ruminal in situ del FVH parte aérea y parte radicular	26
Tabla 4. Efectos lineales y análisis de comparación de medias del pH ruminal	27
Tabla 5. Correlación entre CTPB y degradabilidad del heno de CN	28
Tabla 6. Correlación entre CTEM y degradabilidad del heno de CN	29
Figura 1. Degradabilidad ruminal <i>in situ</i> del heno de CN según tratamiento	30
Figura 2. Evolución del pH ruminal durante 24 h de medición	31
Figura 3. Análisis de regresión lineal simple entre el aumento del CTPB y la degradabilidad ruminal del heno de CN	32
Figura 4. Análisis de regresión lineal simple entre el aumento del CTEM y la degradabilidad ruminal del heno de CN	33

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis, Ingeniero Agrónomo Rubén Arias, co-director Diego Boyezuk, por la colaboración y predisposición que me brindaron.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de la Plata, por darme los conocimientos prácticos y teóricos para mi formación profesional.

A todo el personal de la cátedra de introducción a la Producción Animal que me facilitó información acerca del trabajo final y realización del mismo.

A la Cátedra de Bioquímica y Fitoquímica de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP, por realizar los análisis necesarios para el trabajo final.

Al laboratorio de Edafología, de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP.

A mis familiares y amigos por el apoyo que recibí durante toda la carrera y el trabajo final.

RESUMEN:

El objetivo de este trabajo fue evaluar la incorporación de Forraje Verde Hidropónico (FVH) en dietas para caprinos. Se utilizaron cuatro cabras cruce (criolla x Nubian) en un diseño experimental cruzado (cross over) con cuatro repeticiones. El FVH utilizado fue *Avena sativa*. Las dietas suministradas fueron heno de CN 100% (D_0) y heno de CN + 1,2 Kg FVH/cabra/día (D_1). En todos los tratamientos, el heno de CN se suministró *ad-libitum*. Se realizaron dos experimentos: I) determinación de consumo de materia seca total (CTMS), consumo de heno CN (CMSHCN), consumo de FVH, tasa de sustitución/adición 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 D_1 fue mayor ($p < 0,05$) que D_0 y se verificó un aumento lineal ($p < 0,05$) sobre el consumo de FDN, PB y EM. El CMSHCN no registró diferencias ($p > 0,05$) entre ambos tratamientos. El tratamiento que incluyó FVH, aumentó linealmente ($p < 0,05$) la digestibilidad total de la dieta consumida. 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 *in situ* del heno de CN para las 48 h de su incubación ruminal fue mayor ($p < 0,05$) en la dieta D_1 . El pH ruminal promedio del día, el área bajo la curva del pH umbral 6 y las horas con pH por debajo del umbral, no verificaron diferencias ($p > 0,05$) entre las dietas probadas. Por lo tanto el FVH es una alternativa válida en la alimentación del ganado caprino, actuando como mejorador del consumo, la degradabilidad ruminal, digestibilidad total y valor nutritivo de reservas forrajeras de baja calidad.

ABREVIATURAS:

CN: CAMPO NATURAL.

CTMS: CONSUMO TOTAL DE MATERIA SECA.

CMSHCN: CONSUMO MATERIA SECA HENO DE CAMPO NATURAL.

CTPB: CONSUMO TOTAL PROTEÍNA BRUTA.

CTEM: CONSUMO TOTAL ENERGÍA METABOLIZABLE.

CTFDN: CONSUMO TOTAL FIBRA DETERGENTE NEUTRO.

EM: ENERGÍA METABOLIZABLE.

FDA: FIBRA DETERGENTE ÁCIDO.

FDN: FIBRA DETERGENTE NEUTRO.

FVH: FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO.

MS: MATERIA SECA.

PB: PROTEÍNA BRUTA.

PV: PESO VIVO

INTRODUCCIÓN:

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 10.000 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 cerca de 12,2 millones de toneladas de leche 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 encuentra 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 la 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 consideradas 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 a las cuales están 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. 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 lo largo 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 la alimentación animal. Algunos 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 ventaja la posibilidad de producir en lugares reducidos 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, 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; Níñez, 1988; Dosal, 1987).

Objetivos General: El objetivo de este trabajo es evaluar la incorporación de Forraje Verde Hidropónico (FVH) en dietas para caprinos.

Objetivos específicos:

1. Evaluar el efecto del FVH sobre el consumo de materia seca total, el heno de campo natural (CN) y la digestibilidad de la materia seca total consumida.
2. Evaluar el efecto del FVH sobre el pH ruminal.
3. Determinación de la degradabilidad ruminal *in situ* del FVH y del heno de CN.

Hipótesis: El FVH es un alimento apto para ser incorporado en dietas para caprinos generando un efecto de adición y mejorador de la digestibilidad de la dieta total consumida.

MATERIALES Y MÉTODOS

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

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

Se utilizaron cuatro cabras cruza (criolla x Nubian), no gestantes, secas, de 6 años de edad. Se llevó a cabo un diseño experimental cruzado (cross over) con cuatro repeticiones, con 7 días de lavado entre períodos. Las cabras se alojaron 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*). Las dietas suministradas fueron: heno de CN 100% (D₀) y heno de CN + 1,2 Kg FVH/cabra/día (D₁). La composición química de los alimentos se observa en la (tabla 1). En todos los tratamientos, el heno de CN se suministró *ad-libitum*. Se implementó un período de quince días de acostumbramiento a cada dieta, previo a las determinaciones. Las 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 alimentario 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. A partir de 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 utilizaron cuatro cabras cruzada (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" de diámetro.

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. 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 $\text{pH} \times \text{tiempo de muestreo} / \text{día}$ (Pitt y Pell, 1997).

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 utilizaron bolsas de poliéster, de 10 x 10 cm, con 1600 poros/cm², de la marca Ankom, con un tamaño de poro de 3 mm 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 fue 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 usaron contrastes ortogonales polinomiales para determinar efectos lineales (L) sobre la incorporación de FVH. Se utilizó el test Tukey 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 ente 0,05 y 0,10.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

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).

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 (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).

En concordancia con Chen (1975), Less (1983), Níguez (1988) y Dosal (1987) el FVH resultó ser un alimento de buen valor nutritivo, palatable y con un importante grado de aceptabilidad 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 su intensificación. La especie caprina puede adaptarse a una amplia gama de condiciones, modificando su conducta alimenticia y siendo más versátiles que otros rumiantes domésticos ya que puede adaptarse tanto a pasturas pobres como a dietas ricas y balanceadas (*Provenza et al.*, 2003). 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 (2010) 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 rollo.

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). En coincidencia con lo citado por el autor, fue comprobado 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) quienes afirman 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 celulolisis 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.

CONCLUSIÓN:

Por lo tanto se puede concluir que el FVH es una alternativa válida en la alimentación del ganado caprino, que por un efecto de adición aumentó el consumo total de materia seca y mejoró la degradabilidad ruminal, digestibilidad total y valor nutritivo de reservas forrajeras de baja calidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. **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.
2. **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.
3. **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) 1-14.
4. **AOAC.**1995. Dry mater 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 10-11, I (Chapter 4).
5. **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 (2) 62-67.

6. **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 p.
7. **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.
8. **Chen, L. H., C. E. Wells & J. R. Fordham.** 1975. Germinated seeds for human consumption. Journal of Food Science. Vol 40 (6). 1290–1294.
9. **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.
10. **FAO.** 2005. Información Caprina. Último acceso: www.fao.org.
11. **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 p.

- 12. Less, P.** 1983. Ganadería hidropónica. Agricultura de las Américas. 32(10):16-2039-41.
- 13. 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.
- 14. Lu, C. D., J. R. Kawas & O. G. Mahgoub.** 2005. Fibre digestion and utilization in goats. Small Rumin. Res. 60:45–52.
- 15. Mertens, D.R.** 2010. NDF and DMI – has anything changed? <<http://www.ansci.cornell.edu/cnconf2010/proceedings/CNC2010.18.Mertens.pdf>> [Consulta: 24 enero de 2017].
- 16. 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. Science80:1752–1758.
- 17. 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.
- 18. ONCCA.** 2012. Informe mensual de carnes. Octubre. 2012. Caprinos
- 19. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).** 2002. Forraje Verde Hidropónico, FAO. 79 p.

- 20. 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.
- 21. Pitt, R.E. & A.N. Pell.** 1997. Modeling ruminal pH fluctuations: Interactions between meal frequency and digestion rate. *J. Dairy Sci.* 80:2429–2441.
- 22. 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.
- 23. Reed, C.A. 1959.** Animal domestication in the prehistoric Near East. *Science.* 130: 1629- 1639.
- 24. 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.
- 25. Relling A & Mattioli G.** 2013. *Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes.* Ed: Facultad de Ciencias Veterinarias. UNLP. 104 pp.
- 26. SAS Institute Inc.** 2004. *SAS On line Doc* 9.1.3.* Cary, NC: SAS Institute. Inc.
- 27. Silanikove, N.** 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments *Small Ruminant Research.* 35: 181–193.

Tabla1. Composición química de los alimentos (*).

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

(*). 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

Tabla 2: Efecto lineal del FVH sobre CTMS/PV, CTMS, CMSHCN, CTFDN, CTPB, CTEM y DTIVMS.

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

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.

Tabla 3: Degradabilidad ruminal *in situ* del FVH parte aérea y parte radicular.

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

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).

Tabla 4. Efectos lineales y análisis de comparación de medias del pH ruminal según tratamiento.

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

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.

Tabla 5. Análisis de varianza. Correlación entre CTPB y degradabilidad del heno de CN.

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			

Coeficiente de Correlación = 0,835114
R-cuadrado = 69,74 %

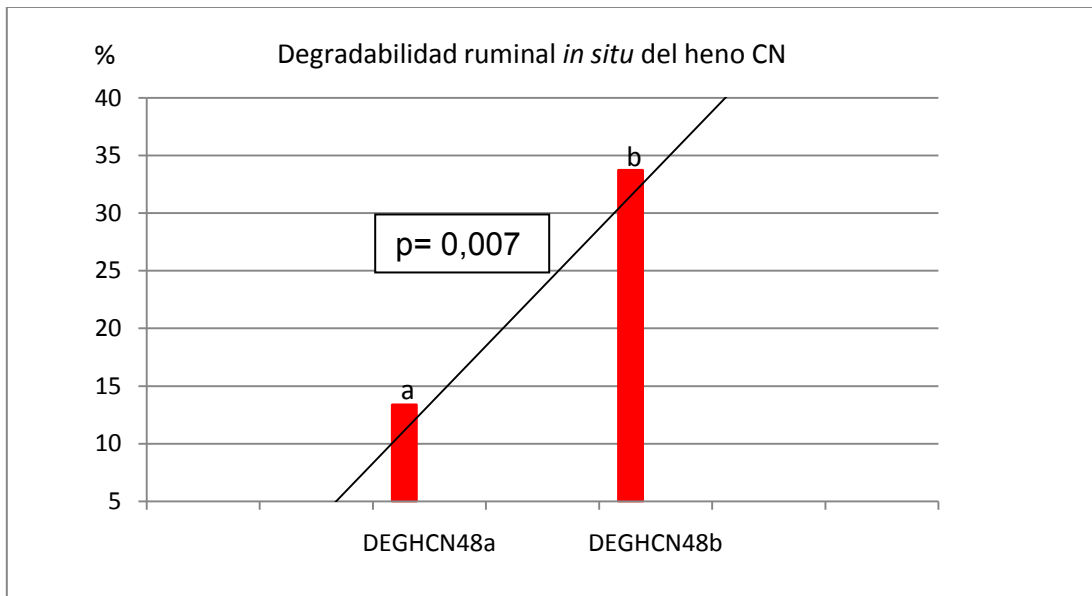
Tabla 6. Análisis de varianza. Correlación entre CTEM y degradabilidad del heno de CN.

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			

Coeficiente de Correlación = 0,7989

R-cuadrado = 63,83 %

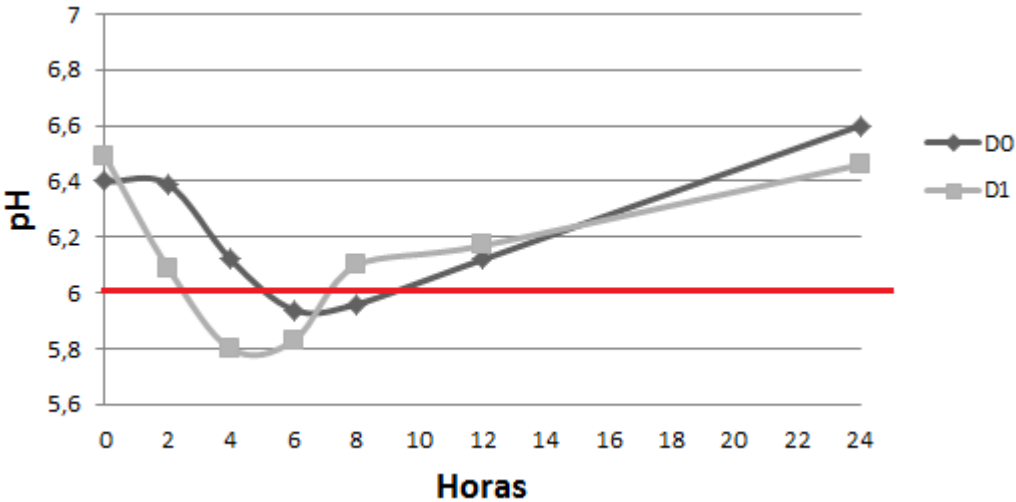
Figura 1: Degradabilidad ruminal *in situ* del heno de CN según tratamiento.



DEGHCN48a: degradabilidad ruminal *in situ* del heno de campo natural a las 48 h post incubación ruminal, en la dieta solo heno CN.

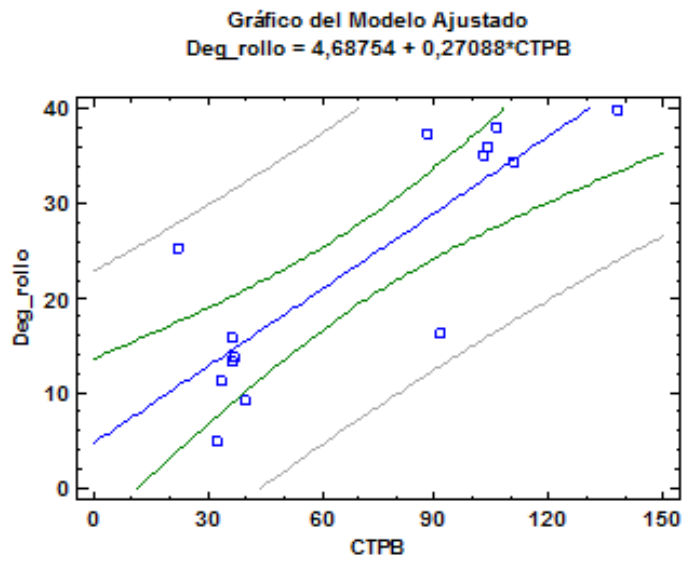
DEGHCN48b: degradabilidad ruminal *in situ* del heno de campo natural a las 48 h post incubación ruminal, en la dieta heno CN + FVH.

Figura2: Evolución del pH ruminal durante 24 h de medición.



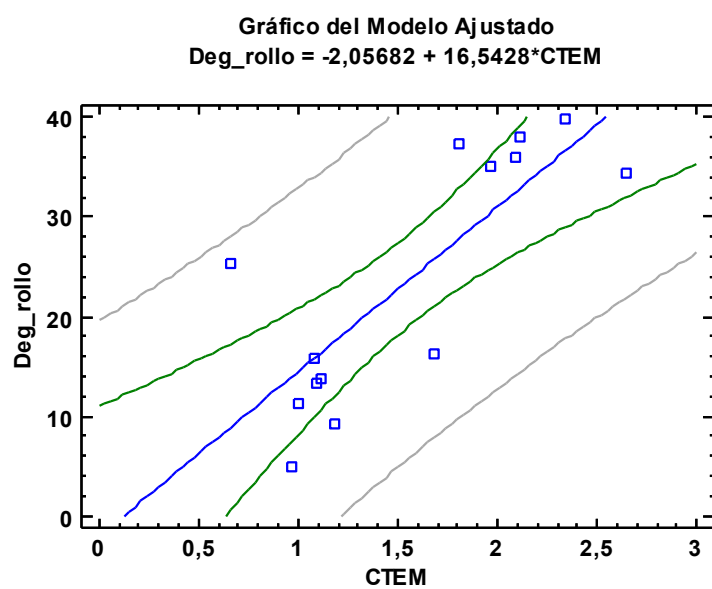
D0: Solo heno de CN
D1: Heno de CN + FVH

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.

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.