

CONSUMO DE *Pennisetum purpureum* CV. KING GRASS A TRES EDADES DE COSECHA EN CAPRINOS¹

Pablo Andrés Chacón-Hernández², Claudio Fabián Vargas-Rodríguez²

RESUMEN

Consumo de *Pennisetum purpureum* cv. king grass a tres edades de cosecha en caprinos. El objetivo de este trabajo fue determinar la edad del pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grass, a la cual los caprinos presentan un mayor consumo y aprovechamiento de nutrientes. El experimento se llevó a cabo durante el segundo semestre del 2007 en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata de la Universidad de Costa Rica, ubicada a 1542 msnm. Se obtuvo la cantidad de pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grass producida a los 60, 75 y 90 días de rebrote, consumida por caprinos (peso promedio 45 kg) de las razas Saanen Lamancha y Toggenburg, distribuidas en un cuadrado latino con tres repeticiones. El mayor consumo de materia verde se obtuvo cuando el forraje fue cosechado a 60 días ($p < 0,01$) (1810 g/animal/día); en base seca no se mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$). Se observó una disminución gradual en el consumo de materia seca y proteína cruda conforme aumentó la edad de cosecha y la proporción de tallos en el forraje; mientras que la fibra neutro detergente y la fibra ácido detergente se comportaron de manera contraria. A menor edad del material y mayor relación hoja:tallo, las cabras aumentaron el consumo de forraje y el aprovechamiento de los nutrientes del mismo.

Palabras claves: Forrajes, cabras, rumiantes, pasturas, nutrición animal.

ABSTRACT

Consumption of *Pennisetum purpureum* cv. king grass at three different ages by goats. The objective of this work was to determine the age of *Pennisetum purpureum* cv. king grass preferred by goats, and the age at which the animals experience highest nutrient assimilation. The experiment was conducted during the second semester of year 2007 at Alfredo Volio Mata Experiment Station, of the Universidad of Costa Rica, located at 1542 m. The amount of pasture produced at 60, 75 and 90 days after re-sprouting, and consumed by goats (average weight = 45 kg) of the races Saanen, Lamancha and Toggenburg was obtained, distributed in a Latin square with three replications. The highest consumption of green material was obtained when the forage was harvested at 60 days ($p < 0.01$) (1,810 g/animal/d); on a dry-matter basis no significant differences between treatments were observed ($p > 0.05$). A gradual reduction in dry matter and crude protein consumption was observed as the age of the harvested material and the proportion of shoots in the forage increased; whereas the neutral - detergent and acid-detergent fiber behaved in the opposite way. As the age of the material increased and the shoot: leaf relation decreased, forage consumption and nutrient assimilation by the goats increased.

Key words: Forages, goats, ruminants, pastures, animal nutrition.



¹ Recibido: 27 agosto, 2009. Aceptado: 17 de mayo, 2010. Trabajo financiado por la Vicerrectoría de Investigación. Proyecto 737-A6-083. Universidad de Costa Rica.

² Estación Experimental Alfredo Volio Mata, Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. pablochaconh@gmail.com; fabian.vargas@ucr.ac.cr

INTRODUCCIÓN

Los requerimientos de espacio y la facilidad de manejo que presenta la especie caprina permiten un eficiente uso de tierras marginales y pequeñas parcelas con su implementación (Devendra y McLeroy 1986). Además, los caprinos son capaces de sobrevivir alimentándose de arbustos, árboles o hierbas mientras que otras especies podrían sucumbir ante estas condiciones (Haenlein 1992).

Se supone que las cabras pueden ser alimentadas con materiales de baja calidad, pero esta especie requiere una dieta con una mayor concentración nutricional que otros rumiantes (Fernández y Sánchez-Seiquer 2003, Peterson 2002). En una explotación caprina, el objetivo es lograr altos niveles productivos y rentabilidad económica. Es importante considerar los nutrientes bajo los cuales se deben desarrollar los animales (Steevens y Ricketts 1993).

La producción caprina se realiza principalmente en sistemas de estabulación intensivos. Los productores deben usar materiales forrajeros que aporten volumen y calidad, e implementar pasturas de corte y acarreo que les permita suplir las necesidades del hato (Ortiz 2000). Una de las variedades de pasto más utilizada es el *Pennisetum purpureum* cv. king grass, con buena producción de biomasa, y cosechado al momento óptimo puede aportar una apropiada cantidad de nutrientes (Araya y Boschini 2005, Meléndez *et al.* 2000, Araque 1995).

Para una adecuada utilización del forraje en cuestión, se deben tomar en cuenta factores de la fisiología vegetal (acumulación de azúcares, madurez del cultivo entre otras) que va a definir en parte, el beneficio que se puede lograr del material durante cada corte (Sosa *et al.* 2006, Burns *et al.* 2007), así como el momento de cosecha que favorezca una mayor aceptación por parte de las cabras.

El objetivo de este trabajo fue determinar la edad del pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grass, a la cual los caprinos presentan un mayor consumo y aprovechamiento de nutrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento fue desarrollado durante el segundo semestre del año 2007 en la Estación Experimental de

Ganado Lechero Alfredo Volio Mata, de la Universidad de Costa Rica, ubicada en Ochomogo de Cartago a 1542 msnm, donde la precipitación media anual es de 1502 mm, concentrada en la época de mayo a noviembre, la humedad relativa media es de 88% y la temperatura promedio anual de 17,9°C (IMN 2010³). El suelo es de origen volcánico, clasificado como "Typic Distrandepts", caracterizado por poseer buen drenaje y una fertilidad media. El ecosistema de la zona es considerado como bosque húmedo montano bajo (Vásquez 1982).

Materiales experimentales

Como grupo experimental se utilizaron tres cabras de cada una de las siguientes razas: Lamancha, Toggenburg y Saanen, seleccionadas con pesos promedios de 45 kg, con una condición corporal adecuada de 3,5 (Steine 1976) y sin haberse sometido a empadre; adicionalmente, para garantizar el control de parásitos internos, las cabras se valoraron con el método FAMACHA (Vargas 2006) y sometidas a un tratamiento de desparasitación con Fenbendazole a aquellos animales con valores superiores a tres en dicha escala. Los nueve animales seleccionados se distribuyeron en tres grupos de forma aleatoria de manera tal que en cada uno de los mismos quedaran representados los grupos raciales objeto del estudio.

El material experimental empleado fue *P. purpureum* cv. king grass cosechado a edades de 60, 75 y 90 días de rebrote, para lo cual inicialmente se realizó una corta de uniformización escalonada por parcelas para poder contar con suficiente material de las edades analizadas durante el desarrollo del proyecto. Para eliminar las malezas desarrolladas y reducir cualquier competencia que pudiera alterar el crecimiento normal del pasto se realizó una aplicación de herbicida a base de Ión Paraquat (ASF 378) en una dosis de 2,5 l/ha (Márquez *et al.* 2007) inmediatamente después de uniformizada; y 30 días después se aplicó el equivalente a 115,5 kg/ha/año de nitrógeno (Araya y Boschini 2005). Finalmente, el forraje se ofreció a los animales en planta entera sin ningún proceso de picado para favorecer la conducta de ramoneo de las cabras.

El experimento tuvo una duración de 42 días divididos en tres periodos de catorce días cada uno;

³ IMN. 2010. Instituto Meteorológico Nacional, comunicación personal.

de éstos, los primeros siete fueron de adaptación y los restantes días de evaluación.

La cantidad de materia seca ofrecida a cada cabra fue determinada de acuerdo con las tablas de requerimientos nutricionales del NRC para caprinos (NRC 1981) (Cuadro 1). A cada animal se le suministró una cantidad constante de alimento concentrado, disponible comercialmente (1000 g/animal/día) que nutricionalmente aporta un 87% de materia seca, un 16% de proteína cruda, 5% de extracto etéreo, 12% de fibra cruda y 3150 kcal/kg de energía digestible que se ofreció después del suministro de forraje para evitar que los animales sufrieran un efecto de llenado producto del consumo del concentrado y se viera afectada la ingesta del forraje. La cantidad diaria de pasto ofrecida a cada animal se muestra en el Cuadro 1.

Se pesó diariamente la cantidad de forraje fresco ofrecido y rechazado de cada uno de los animales. Para los análisis bromatológicos, durante la semana de evaluación, se recolectaron muestras del material ofrecido a las cuales se le separaron las hojas y tallos para pesarlas y determinar la relación hoja:tallo existente; dividiendo el peso de las hojas entre el de los tallos; también se recolectaron muestras del material rechazado por los animales para poder determinar el consumo diario de nutrientes.

El análisis bromatológico realizado fue de las siguientes variables: contenido de materia seca (MS) y cenizas (Sosa de Pro 1979), extracto etéreo (EE)

(A.O.A.C. 2000), proteína cruda (PC) (Sosa de Pro 1979), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina (Goering y Van Soest 1970). La celulosa y hemicelulosa que se obtuvieron por diferencia (Sosa de Pro 1979).

Modelo experimental

El modelo experimental empleado fue un Cuadrado Latino con tres repeticiones (Steel y Torrie 1980), los tratamientos corresponden a las tres edades de corta del pasto y los cuadrados corresponden a los tres grupos de animales. Los datos obtenidos se analizaron con el PROC GLM del paquete estadístico SAS (SAS 1985) por medio del análisis de varianza de dicho sistema. Las diferencias entre las medias fueron analizadas por medio de la prueba de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo y aprovechamiento

La composición nutricional del material que se ofreció a los animales durante el experimento se presenta en el Cuadro 2.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la ingesta promedio de forraje fue de 1810,0 g de materia fresca/animal/día. El mayor consumo 1990,0 g/animal/

Cuadro 1. Cantidad de pasto en materia seca y en materia verde ofrecido a cada cabra diariamente, con base en las tablas de requerimientos nutricionales NRC (1981), para caprinos. Cartago, Costa Rica. 2008.

Raza	Requerimiento de materia seca estimado (% peso vivo)	Cantidad de pasto en base fresca (g/animal/día)	Cantidad de pasto en base seca (g/animal/día)
Toggenburg	2,90	2430	360
Toggenburg	2,94	2260	340
Toggenburg	3,04	1820	270
Saanen	2,75	3090	460
Saanen	2,74	3120	460
Saanen	3,10	1620	240
Lamancha	2,81	2840	420
Lamancha	2,67	3390	500
Lamancha	2,96	2160	320

Cuadro 2. Composición nutricional del pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grass, a tres diferentes edades de cosecha. Cartago, Costa Rica. 2008.

Componente	Edad de cosecha		
	60 días	75 días	90 días
% Materia seca	13,03	13,79	14,43
% Proteína cruda	9,56	8,70	8,42
% Extracto etéreo	1,41	1,37	1,29
% Cenizas	14,47	13,86	13,61
% Fibra neutro detergente	73,78	75,48	76,91
% Fibra ácido detergente	46,53	49,77	51,83
% Celulosa	34,38	36,47	38,28
% Hemicelulosa	27,25	26,23	24,71
% Lignina	12,15	13,30	13,59

día, se dio cuando el material ofrecido a los animales se cosechó a una edad de 60 días, con el king grass de 75 días el consumo se deprimió en un 10%, y un 17% al cosecharse a 90 días dado que apenas se logró una ingesta de 1640,0 g/animal/día; estas diferencias resultaron altamente significativas ($p < 0,01$) (Cuadro 3).

La disminución en el consumo en base fresca, al aumentar la edad de corte del king grass, parece indicar una predilección de las cabras a consumir materiales de menores edades y de mayor calidad nutricional, situación coincidente con Elizondo (2004); a pesar de que el contenido de materia seca a 60 días fue bajo, los niveles de proteína cruda fueron más altos y los de fibra más bajos lo que se suma a una mejor relación hoja: tallo que estimuló el consumo.

El aprovechamiento porcentual del material consumido con respecto a lo ofrecido también mostró diferencias significativas ($p < 0,01$), la utilización promedio fue de 65,31%, generándose una disminución en dicho valor cuando la edad de corte del forraje fue mayor, lo que indica también una selectividad de los animales que tiende a favorecer el consumo de los materiales de menor edad.

A pesar de las diferencias en el consumo de materia fresca, la cantidad del forraje seco consumido por los animales no resultó significativamente diferente ($p > 0,05$) obteniendo promedios de 250 g/animal/día, lo que permite suponer que las diferencias observadas en las cantidades consumidas de forraje verde se deban

a las diferencias en los contenidos de humedad. Cuando hay mucha agua en el forraje, la concentración de nutrientes se ve diluida por lo que los animales requieren de un volumen mayor de alimento para satisfacer sus necesidades nutricionales, ésto se complementa con lo indicado por Nunes *et al.* (2007) quienes obtuvieron consumos más altos que los de este trabajo (623 g/animal/día) cuando utilizó king grass pero sometido a un proceso de henificación.

La ingesta de materia seca del king grass medida como porcentaje del peso vivo promedió 0,52%. Entre tratamientos no hubo diferencia estadística; estos datos son inferiores a los encontrados por Elizondo (2004) quien alimentó cabras con sorgo negro (*Sorghum almum*) y obtuvo 0,90%, 0,92% y 1,04% del peso vivo del animal para 56, 70 y 84 días de crecimiento respectivamente, con un aumento proporcional a la edad del forraje, caso contrario a lo sucedido con el forraje analizado en este trabajo. Esto puede atribuirse a que Elizondo (2004) no empleó concentrado, además

Cuadro 3. Consumo diario promedio por cabras según la edad de cosecha del pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grass. Cartago, Costa Rica. 2008.

Material	Edad de cosecha		
	60 días (1,34)	75 días (1,33)	90 días (1,31)
Forraje consumido en base fresca (g/día)	1990,0 a*	1810,0 b	1640,0 c
% de forraje consumido del total ofrecido	71,1 a	65,1 b	59,2 c
Materia seca de forraje consumido (g/día)	255,0	251,3	246,5
Materia seca total consumida (g/día) ¹	1125	1121,3	1116,5
Consumo de materia seca de forraje/día (% del peso vivo)	0,54	0,52	0,52
Relación forraje/concentrado (% materia seca total)	22/78	21/79	20/80
Consumo de materia seca total/día ¹ (% del peso vivo)	2,56	2,55	2,55

* Letras diferentes en las columnas presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

¹ Incluye forraje y concentrado.

el contenido de fibra y el proceso de lignificación del king grass es más acelerado que para otros forrajes como es el caso del sorgo negro (*Sorghum almum*) que puede presentar valores de lignina de 4,83% a 77 días (Vargas 2005) y 4,98% a 119 días (Boschini y Elizondo 2005).

La cantidad de forraje consumido en base fresca y en base seca mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los animales de la raza Lamancha y Toggenburg, y entre Toggenburg y Saanen, no así entre Saanen y Lamancha (Cuadro 4); estas variaciones pueden atribuirse a las preferencias por el tipo de material que consumen las cabras, siendo el contenido fibroso y a la edad de los materiales, factores determinantes como indican Morand-Fehr y Sauviant (1980) y Huston (1978). A pesar de que se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$) en el consumo de materia seca total entre razas, no se obtuvieron diferencias importantes estadísticamente en el consumo de materia seca del forraje como porcentaje del peso vivo ni entre el porcentaje de aprovechamiento del forraje.

Cuadro 4. Consumo diario promedio de pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grass por cabras según la raza de cabra. Cartago, Costa Rica. 2008.

Cantidad de pasto consumido	Raza		
	Lamancha	Toggenburg	Saanen
Forraje consumido/día en base fresca (g)	1930,0 a*	1620,0 b	1880,0 a
% de forraje consumido del total ofrecido	64,87	64,97	66,10
Materia seca de forraje consumida (g/día)	268,25 a	223,81 b	260,72 a
Materia seca total consumida (g/día) ¹	1138,25 a	1093,81 b	1130,72 a
Consumo de materia seca de forraje/día (% del peso vivo)	0,54	0,50	0,53
Consumo de materia seca total/día (% del peso vivo)	2,45 a	2,68 b	2,54 c

* Letras diferentes en las columnas presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

¹ Incluye forraje y concentrado.

Si se observa el consumo de materia seca total como porcentaje del peso vivo del animal, éste se mantuvo en el rango de 2,50 a 2,60%, similar a lo que indica Crespo (2007), quien mencionan valores de 1,8 a 2,7 y 2,43 a 2,90%, pero dista de las aseveraciones de Esnaola y Ríos (1990) quienes encontraron en cabras consumos de 2,96 y 4,43% del peso vivo.

La relación porcentual de forraje: concentrado en promedio fue de 23:77 (Cuadros 3 y 4); según Yang y Beacuchemin (2009) una dieta alta en concentrado en bovinos podría ocasionar una acidosis ruminal por disminución en los tiempos de masticación y por consiguiente una disminución del pH ruminal; no obstante, en caprinos, Jimeno *et al.* (2003) indican que las cabras presentan cierta capacidad de adaptación en función de la velocidad de degradación del concentrado evitando el riesgo de acidosis especialmente con relaciones de forraje concentrado de 30:70, rango muy similar al que se presentó en este trabajo; además, el comportamiento selectivo de la cabra la faculta para invertir más tiempo en el consumo que en el proceso de rumia (Domingue *et al.* 1991), lo que hace que las dietas utilizadas sean aceptables y no pongan en peligro la salud de los animales aunque la cantidad de forraje sea baja.

El consumo de materia seca proveniente del forraje mostró una tendencia a disminuir de manera lineal a razón de 0,28 g por cada día que avanzó la edad de cosecha del material (Cuadro 5), ésto puede atribuirse a que conforme la planta envejece aumenta el contenido de la fracción fibrosa del forraje (Cuadro 2) (Farid *et al.* 1997), por lo tanto el animal tiene que emplear más

Cuadro 5. Predicción del consumo en cabras, de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra neutro detergente, fibra ácido detergente y cenizas con base en la edad de cosecha del *Pennisetum purpureum* cv king grass. Cartago, Costa Rica. 2008.

Componente (g/día)	Regresión	R ²
Materia seca	Y= -0,28467x + 272,32	0,9958
Proteína cruda	Y= -0,1773x + 35,33667	0,9397
Extracto etéreo	Y= -0,01467x + 4,91333	0,9456
Fibra neutro detergente	Y= 0,200x + 175,93333	0,9822
Fibra ácido detergente	Y= 0,53667x + 84,18333	0,9788
Cenizas	Y= -0,13667x + 46,41667	0,9766

tiempo en el proceso de rumia lo que disminuye la ingesta de materia seca (Giger *et al.* 2009). Adicionalmente Lu y Potchoiba (1990) en un estudio realizado con dietas con diferentes niveles de energía y proteína, determinaron que el consumo de materia seca se deprime cuando disminuye el contenido proteico en la dieta lo que coincide con los resultados del presente estudio.

El consumo de materia seca se presenta en base a la relación hoja: tallo, donde se observa un aumento gradual de la ingesta conforme aumenta la proporción de hojas en el forraje ofrecido, que de acuerdo con la ecuación de predicción es de un 5% diario. Esto se puede atribuir en gran parte a la conducta alimenticia de las cabras que las hace diferentes al resto de los animales domésticos, los caprinos tienden a ejercer una selección de las partes de la planta donde se concentran los componentes más succulentos de planta, y generalmente esto ocurre en las hojas (Gihad y Bedawy 1980, Morand-Fehr *et al.* 1980).

Al igual que sucede con la materia seca, la ingesta de proteína cruda, conforme aumenta la edad de cosecha del forraje, el consumo de dicho nutriente se deprimió en 0,18 g.

El consumo de fibra neutro detergente aumentó a razón de 0,2 g por día. Esto se debe a que al madurar el forraje se incrementó la fracción fibrosa disponible, lo que coincide con lo expuesto por Santini *et al.* (1992) quienes encontraron que el consumo de fibra

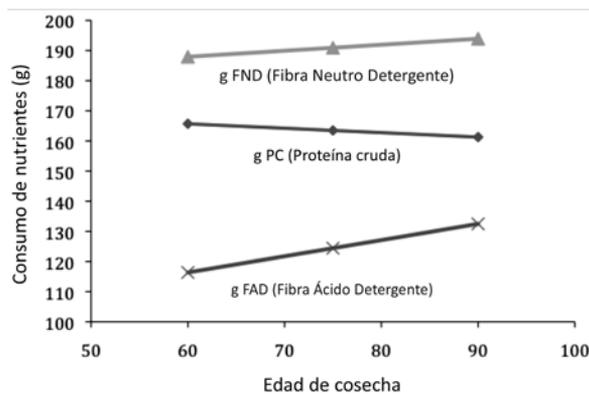


Figura 1. Cantidad de proteína cruda, fibra neutro detergente y fibra ácido detergente consumidas por cabras de acuerdo con la edad de corte en días del pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grass. Cartago, Costa Rica. 2008.

detergente neutro aumenta linealmente conforme se incrementa el contenido de ese componente en la dieta; y la FAD fibra ácido detergente también aumentó 0,54 g/día conforme se aumentó la edad a la que se cosechó el forraje (Figura 1).

La cantidad de proteína cruda consumida diariamente por el animal aumentó conforme se incrementó la proporción de hojas con respecto al tallo, a razón de un 6% por cada 0,1 que aumentó la relación hoja tallo (Figura 2). Esto se debe a que las hojas contienen mayor concentración de proteína cruda (Rodríguez y Blanco 1970) y a que las cabras aprovechan la mayor parte del tiempo de consumo seleccionando las hojas (Gihad y Bedawy 1980).

Por su parte, el consumo de fibra neutro detergente y fibra ácido detergente aumentó conforme se incrementó la proporción de tallo en el forraje que fue cosechado, debido a que éste presenta la mayor cantidad de carbohidratos no estructurales.

En el caso del extracto etéreo y las cenizas, el consumo diario de ambos disminuyó con la reducción de la proporción de hojas en el forraje según se indica en las ecuaciones de predicción establecidas (Cuadro 6).

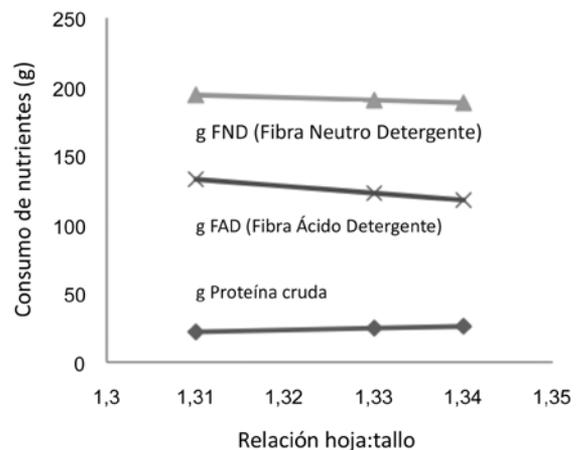


Figura 2. Cantidad de proteína cruda, fibra neutro detergente y fibra ácido detergente consumida por cabras de acuerdo con la relación hoja:tallo del pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grass. Cartago, Costa Rica. 2008.

Cuadro 6. Predicción del consumo por cabras de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra neutro detergente, fibra ácido detergente y cenizas, según la relación hoja: tallo del *Pennisetum purpureum* cv king grass. Cartago, Costa Rica. 2008.

Componente (g/día)	Regresión	R ²
Materia seca	Y= 277,92857x - 117,74857	0,9844
Proteína cruda	Y= 135,14286x - 155,00286	0,8199
Extracto etéreo	Y= 14,85714x - 15,89714	0,9956
Fibra neutro detergente	Y= -187,85714x + 440,15714	0,8986
Fibra ácido detergente	Y= -502,85714x + 791,55714	0,8912
Cenizas	Y= 127,85714x - 133,45714	0,8864

LITERATURA CITADA

- Araque, C. 1995. Evaluación del king grass ensilado con excremento de pollo (Yacija) en el engorde de mautes. *Zootecnia Tropical* 13(1):3-16.
- Araya, M; Boschini, C. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la Meseta Central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 16(1):37-43.
- A.O.A.C (Association of Official Analytical Chemistry). 2000. Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists (en línea). 17 ed. Gaithersburg. United States of America. Consultado 5 ene. 2009. Disponible en <http://www.eoma.aoac.org/>
- Boschini, C; Elizondo, J. 2005. Determinación de la calidad y la producción de sorgo negro forrajero (*Sorghum almum*) para ensilar. *Agronomía Mesoamericana* 16(1): 29-36.
- Burns, J; Fisher, D; Myland, H. 2007. Diurnal shifts in nutritive value of alfalfa harvested as hay and evaluated by animal intake and digestion. *Crop Science* 47: 2190-2197.
- Crespo, M. 2007. Características agronómicas, composición química y selectividad ingestiva por ganado ovino de tres leguminosas arbustivas: *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze, *Calliandra calothyrsus* Meisn. y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Tesis para optar por el grado de Maestro en Ciencias en Industria Pecuaria. Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico. 72 p.
- Devendra, C; McLeroy, B. 1986. Producción de cabras y ovejas en los trópicos. Editorial el Manual Moderno. D. F. México. 295 p.
- Domingue, B; Dellow, D; Barry, T. 1991. The efficiency of chewing during eating and ruminating in goats and sheeps. *British Journal of Nutrition* 65:355-363.
- Elizondo, J. 2004. Consumo de sorgo negro forrajero (*Sorghum almum*) en cabras. *Agronomía Mesoamericana* 15(1):77-80.
- Farid, M; Khamis, H; Abou El-Nasr, H; Ahmed, M; Shawket, S. 1997. Diet selection and food intake capacity of stall-fed shep, goats and camels in relation to some physical properties of foods and their potential digestión in the rumen. *Options Méditerranéennes* 34:109-114.
- Fernández, C; Sánchez - Seiquer, P. 2003. Feed intake and digestibility of total mixed ration fed murciano-granadina dairy goats. *Pakistan Journal of Nutrition* 2(1):25-32.
- Giger, S; Desnoyers, M; Rigalma, K; Morand, P; Sauvart, D; Tessier, J; Dhumez, O; Duvaux, C. 2009. Behavioral strategies of dairy goats fed an acidogenic diet. *Options Méditerranéennes* 85:85-89.
- Gihad, E; Bedawy, T. 1980. Fiber Digestibility by goats and sheep. *Journal of Dairy Science* 63:1701-1706.
- Haenlein, G. 1992. National goat handbook. All about goats (en línea). University of Maryland. Maryland. Estados Unidos de América. National Dairy Database (USA) comp. Consultado 10 ago. 2007. Disponible en <http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/goat/>
- Huston, J. 1978. Symposium: Dairy goats. Forage utilization and nutrient requirements of the goat. *Journal of Dairy Science* 61:988-993.
- Jimeno, V; Rebollar, P; Castro, T. 2003. Nutrición y alimentación del caprino de leche en sistemas intensivos de explotación. XIX curso de especialización FEEDNA. Madrid, España. p. 155-178.
- Lu, C; Potchoiba, M. 1990. Feed intake and weight gain of growing goats fed diets of various energy and protein levels. *Journal of Animal Science* 68:1751-1759.
- Márquez, F; Sánchez, J; Urbano, D; Dávila, C. 2007. Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). 1. Rendimiento y contenido de proteína. *Zootecnia Tropical* 25(4):253-259.
- Meléndez, J; Ibarra, G; Iglesias, O. 2000. *Pennisetum purpureum* cv. CRA - 265 en condiciones de cecano. Parámetros agronómicos y valor nutritivo. *Producción animal* 12:17-20.

- Morand-Fehr, P; Sauvant, D. 1980. Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation. *Journal of Dairy Science* 63:1671-1680.
- Morand-Fehr, P; Hervieu, J; Sauvant D. 1980. Contribution à la description de la prise alimentaire de la chèvre. *Reproduction Nutrition Development* 20(5B):1641-1644.
- NRC (National Research Council). 1981. Nutrient requirements of goats: angora, dairy and meat goats in temperate and tropical countries. Committee on Animal Nutrition, National Research Council. Washington D.C. Estados Unidos de América. 91 p.
- Nunes, A; Germano, R; Batista, I; Ramos, F; Vallecillo, A; Dos Santos, N. 2007. Efecto de diferentes niveles de consumo de pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Schum var. Cameroon) durante la recría de caprinos. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal* 15(3):75-82.
- Ortiz, M. 2000. Efecto de un alimento complejo catalítico en asociaciones de forrajes y fuentes alternas de proteína en bovinos de engorde. Tesis para optar por el grado de Maestra en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima, México. 95 p.
- Peterson, P. 2002. Forage for goats. (en línea). Consultado 8 ago. 2005. Disponible en http://goatconnection.com/articles/publish/printer_102.shtml
- Rodríguez, S; Blanco, E. 1970. Composición química de hojas y tallos de 21 cultivares de elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumacher). *Agronomía Tropical* 20(6):383-396.
- Santini, F; Lu, C; Potchoiba, M; Fernández, J. 1992. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion and rate of passage in goats fed alfalfa hay. *Journal of Dairy Science* 75:209-219.
- SAS (Statistical Analysis System). 1985. SAS user's guide; Statistics (Version 5 ed.). SAS Institute Inc. Cary, NC. Estados Unidos de América. 373 p.
- Sosa de Pro, E. 1979. Manual de procedimientos analíticos para alimentos de consumo animal. Chapingo, México. 115 p.
- Sosa, D; Larco, C; Falconi, R; Toledo, E; Suárez, G. 2006. Digestibilidad de maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en cabras. *Boletín Técnico 6 Serie Zoológica* 2:68-76.
- Steel, R; Torrie, J. 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. USA. 2 ed. Ed. McGraw-Hill. 633 p.
- Steevens, B; Ricketts, R. 1993. Feeding and housing dairy goats. Consultado 8 agosto 2005. Disponible en <http://muextension.missouri.edu/explore/agguides/dairy/g03990.htm>
- Steine, T. 1976. Genetic and phenotypic parameters for production characters in goats. *Animal Breeding Journal* p. 432-433.
- Vargas, C. 2005. Valoración nutricional y degradabilidad ruminal de genotipos de sorgo negro forrajero (*Sorghum* sp). *Agronomía Mesoamericana* 16(2):217-225.
- Vargas, C. 2006. FAMACHA. Control de haemonchosis en caprinos. *Agronomía Mesoamericana* 17(1):103-112.
- Vásquez, A. 1982. Estudio detallado de los suelos de la Estación Experimental de Ganado Lechero El Alto. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 36 p.
- Yang, W; Beauchemin, K. 2009. Increasing physically effective fiber content of dairy cow diets through forage proportions versus forage chop length: Chewing and ruminal pH. *Journal of Dairy Science Association* 92 (4):1603-1615.