

## Nota Técnica

# VALOR NUTRITIVO DEL HENO DE MANÍ FORRAJERO DESHIDRATADO EN UN SECADOR SOLAR <sup>1/</sup>

Adrián Filomena Sancho, Augusto Rojas-Bourrillón\*, Rodolfo WingChing-Jones <sup>2/\*</sup>

**Palabras clave:** Maní forrajero, heno, leguminosas, secadores solares, *Arachis sp.*

**Keywords:** Perennial peanut, hay, legumes, solar dryers, *Arachis sp.*

Recibido: 19/02/2007

Aceptado: 10/08/2007

## RESUMEN

Se evaluó la henificación, en un secador solar, de *Arachis sp.* cosechado a 180 días de rebrote. Los tratamientos fueron: camas de material de 15 y 30 cm de espesor; volteos del material (sin volteos, 1 volteo por día y 1 volteo cada 2 días); y 6 y 9 días de secado. La temperatura promedio dentro del secador fue  $13,4\pm 7,7^{\circ}\text{C}$  mayor que la externa y la humedad relativa  $17,4\pm 12,75\%$  menor que la externa. La MS ( $72,52\pm 10,19\%$ ) varió por los efectos principales y la interacción espesor de la cama por volteo ( $p<0,0001$ ). El contenido de proteína ( $15,67\pm 0,68\%$  MS), no fue alterado por los tratamientos ni por sus interacciones. Para la FDN y la FDA, las 3 variables fueron significativas con una concentración promedio de  $52,23\pm 3,99\%$  MS y  $42,41\pm 2,95\%$  MS, respectivamente. El N-FDA fue afectado por las variables en estudio; en promedio se obtuvo  $0,175\pm 0,03\%$  de N-FDA, lo que equivale al  $6,97\pm 0,99\%$  de N/N-total. Así, los secadores solares son una alternativa de bajo costo para la producción de un heno que supera la calidad del producido a base de gramíneas.

## ABSTRACT

**Nutritive value of perennial peanut hay dehydrated in solar dryers.** A solar dryer was used to produce hay of *Arachis sp.* harvested at 180 days regrowth. Fifteen and 30 cm of bed thickness; turn overs (none, 1 turn a day, and 1 turn every 2 days); and 6 and 9 days of drying were evaluated. The average temperature inside the dryer was  $13.47\pm 7.7^{\circ}\text{C}$  greater than outside, and the relative humidity was  $17.4\pm 12.75\%$  lower than outside. Dry matter content ( $72.52\pm 10.19\%$ ) varied ( $p<0.0001$ ) due to the main effects and the bed thickness-turn overs interaction. Protein content ( $15.67\pm 0.68\%$  MS) was not affected neither by the main effects nor by their interactions. NDF and ADF fractions were affected by the bed thickness, turn overs, and drying length. Average dry matter concentration for each fraction was  $52.23\pm 3.99$  and  $42.41\pm 2.95\%$ , respectively. ADIN ( $0.175\pm 0.03\%$ ) was affected only by the main effects; this value was equivalent to  $6.97\pm 0.99\%$  N/N-total. Thus, solar dryers are a low-cost alternative to produce a kind of hay with a better nutritional value than grass hay.

1/ Parte de la tesis del primer autor para optar al título de Licenciado en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia. Universidad de Costa Rica.

2/ Autor para correspondencia correo electrónico: rwingchi@cariari.ucr.ac.cr

\* Centro de Investigaciones en Nutrición Animal, Escuela de Zootecnia. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

## INTRODUCCIÓN

El consumo voluntario de alimentos es el mayor determinante en la producción animal, debido a que este establece los niveles de nutrientes que estén disponibles para las funciones productivas y de mantenimiento. En animales de pastoreo, el consumo voluntario es regulado por el llenado ruminal, la tasa de pasaje y la digestibilidad (Conrad *et al.* 1964), los cuales a su vez están influenciados por el tamaño del animal, el nivel de producción, el procesamiento y la calidad del alimento, la concentración de proteína de la dieta, y el ambiente (Kennelly y Donovan 1991). En rumiantes, la característica que tiene mayor influencia sobre el consumo de alimento es la calidad del forraje. El forraje es el factor más variable de la dieta y su cosecha a edades tempranas previene una concentración excesiva de los elementos que componen la pared celular y su efecto posterior en la digestión ruminal y la tasa de pasaje del material (Kennelly y Donovan 1991). La pared celular ha sido caracterizada mediante las determinaciones de la fibra detergente neutro (FDN) y la fibra detergente ácida (FDA), donde la FDN está relacionada con el consumo de forraje, debido a que esta fracción contiene todos los constituyentes de la pared que ocupan espacio en el rumen y son lentamente digeribles (Holland *et al.* 1995), mientras que la FDA contiene grandes cantidades de lignina, la cual promueve una disminución en la digestibilidad de la fibra (Shaver 1991).

Existen diferencias nutricionales entre forrajes, las leguminosas generalmente presentan contenidos de FDN menores que las gramíneas, producto de un mayor contenido celular (50-60%) en comparación con un 30-45% en las gramíneas (Buxton y Redfean 1997); esto explica el por qué las leguminosas son más digestibles. El menor contenido de FDN de las leguminosas también explica su mayor consumo en comparación con las gramíneas, debido a una menor ocupación del espacio ruminal. Además, contenidos de FDN bajos, aumentan la tasa de digestión y la tasa de pasaje, lo que también favorece el consumo

(Shaver 1991). El contenido de proteína en la dieta es otro determinante para el consumo de los alimentos, ya que al suplir los requerimientos de N de las bacterias del rumen y asegurar un adecuado suministro de aminoácidos a nivel ruminal, se presenta una correlación positiva entre el consumo voluntario, el contenido de proteína en la dieta y la producción láctea (Kennelly y Donovan 1991).

Un forraje de buena calidad es esencial para lograr un consumo de energía adecuado en vacas que son altas productoras; en estudios realizados por Sánchez y Soto (1996, 1999), en forrajes en Costa Rica para pastoreo, ellos determinaron que los contenidos de materia seca (MS), energía y proteína no satisfacen las necesidades nutricionales del ganado lechero con alto potencial productivo, lo que sugiere la necesidad de una suplementación, con fuentes fibrosas bajas en humedad, tales como forrajes oreados de buena calidad, para los meses críticos de la estación lluviosa, cuando algunos forrajes son muy succulentos.

En los últimos años, se ha venido dando énfasis al uso del maní forrajero en la alimentación del ganado, tanto para producción de carne como de leche (Argel y Villarreal 1998). Existen experiencias de su uso en la suplementación de novillas de reemplazo, tanto de carne como de leche (Villarreal 1996, Rojas-Bourrillón *et al.* 1999a,b, Quan *et al.* 1996) y en producción láctea con vacas de bajo potencial (González *et al.* 1992). La utilización de este tipo de forraje ha permitido una reducción en el uso de fertilizantes nitrogenados e insumos alimenticios; también, ha demostrado un efecto beneficioso en la estructura del suelo y poblaciones de lombrices, cuando se encuentra presente en la pastura (Torres 1995).

Análisis químicos de este material indican un contenido de FDN y FDA menor (48,50 y 30,53%, respectivamente) (Nuttin 1996), en comparación con los informados por Sánchez y Soto (1996) para gramíneas. Además, la determinación de la tasa de degradación (10 a 12% h<sup>-1</sup>) por Quan y Rojas-Bourrillón (1994), indica una mayor velocidad de aprovechamiento en rumen,

en comparación con las gramíneas (Argel y Villareal 1998).

El contenido de MS del maní forrajero es similar al de las gramíneas, lo cual limita el gran potencial nutricional de este material, debido a que dietas con un alto contenido de humedad, reducen el consumo de MS en 337 g por cada unidad porcentual en el contenido de humedad por encima de 82% (Vérité y Journet 1970). Esta limitante establece la necesidad de buscar sistemas de conservación de forraje, que permitan hacer uso de esta leguminosa en los sistemas ganaderos que requieren altos insumos.

Experiencias en conservación de este material en el país han sido realizadas por WingChing-Jones y Rojas-Bourrillón (2005) como material ensilado y por Morales *et al.* (2003) como material henificado. La alternativa de henificación tiende a ser la más apropiada, cuando el problema en los rumiantes es el consumo voluntario de MS, lo cual optimiza su uso en estos sistemas (Suttie 2000). Sin embargo, estos mismos sistemas están limitados por el acceso a maquinaria y porque se requiere de grandes extensiones de terreno. La producción de heno mediante secadores solares es una alternativa a estas limitaciones, por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la deshidratación en un secador solar sobre las características nutricionales del maní forrajero *Arachis sp.*

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación

Se utilizó material vegetativo de una variedad de *Arachis sp.*, aún no clasificada. El material fue cosechado a 180 días de rebrote, en agosto de 2004, en la finca La Tabla, ubicada en Río Cuarto de Grecia en Alajuela, con una precipitación y temperatura promedio de 5185 mm y 25°C, respectivamente. El maní cosechado, se trasladó a la finca El Amanecer, ubicada en Vista del Mar de

Guadalupe, en el cantón de Goicoechea, San José, donde se realizó la deshidratación.

### Tratamientos

Los tratamientos fueron: 15 y 30 cm de espesor de la cama de material; volteo de las camas (sin volteos, 1 volteo por día, y 1 volteo cada 2 días); y, 6 y 9 días de secado. Para un arreglo factorial de 2x3x2.

### Manejo de los tratamientos

El material se pesó y se colocó, simulando camas, en cajas plásticas ranuradas en las paredes y el fondo, para la ventilación. Las dimensiones de las cajas fueron 50 cm de largo por 30 cm de ancho y según el tratamiento de espesor 15 ó 30 cm de alto. Las cajas a su vez fueron colocadas en tarimas dentro de un secador solar, tipo invernadero, para la deshidratación del material (Vargas *et al.* 1983), a una altura de 170 cm del suelo. El secador solar midió 12 m de largo, 6 m de ancho y 4 m de alto en su parte más elevada.

Durante la fase experimental se midió la temperatura y la humedad relativa, para cuantificar los cambios ambientales dentro y fuera del secador solar. Las medidas fueron realizadas en los momentos en que se ejecutaba el volteo de las camas, entre las 10 a. m. y las 12 m. (Cuadro 1).

### Análisis químicos

Una vez deshidratado el material se pesó cada caja para determinar los cambios en peso seco. Posteriormente, las muestras se trasladaron al laboratorio, donde todo el material se secó en una estufa inicialmente a 60°C y posteriormente a 105 °C para corregir la MS y así determinar el contenido de MS total (AOAC 1990). Una vez molidas las muestras, se procedió a realizar los análisis químicos de proteína cruda (PC) (AOAC 1990), así como de fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) (Van Soest

Cuadro 1. Temperatura y humedad relativa dentro y fuera del secador solar durante los días de secado.

Días de secado	Dentro del Secador		Fuera del Secador	
	Temperatura °C	Humedad Relativa %	Temperatura °C	Humedad Relativa %
1	53	65	27	85
2	56	70	40	98
3	54	49	30	70
4	29	96	26	97
5	31	87	26	100
6	44	61	31	81
7	42	64	25	86
8	30	91	26	90
9	38	63	26	95
Promedio	41,9 ± 10,7	71,7 ± 15,8	28,5 ± 4,7	89,1 ± 9,7

y Robertson 1985) y N ligado a la FDA (N-FDA), como indicativo de la pérdida de calidad del material (Licitra *et al.* 1996).

### Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron por medio del paquete estadístico SAS (1985), además se realizó una comparación de medias con una probabilidad del 95% (Waller-Duncan).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Composición del material antes de henificar

El material de *Arachis sp.*, cosechado a 180 días tuvo una concentración promedio de 20,38% MS, 17,14% PC, 58,11% FDN, 42,94% FDA, y 0,16% N-FAD. WingChing-Jones y Rojas-Bourrillón (2005) informan, para la variedad CIAT 18744, cosechada a los 60 y 90 días, valores de MS, PC, FDN, y FDA de 18,82 y 20,86%, 21,20 y 19,75%, 58,16 y 52,65%, 35,20 y 38,31%, respectivamente. Mientras que para CIAT 17434 los valores fueron de 19,08 y 19,07%, 15,35 y

18,08%, 59,49 y 55,88%, y 36,45 y 40,901%, respectivamente. Lo que refleja que el género *Arachis sp* tiende a mantener los valores porcentuales de algunos componentes de la pared celular y del contenido de MS. En esta investigación no se evaluó la relación hoja/tallo -una medida que varía con la edad del material y es indicativo de la calidad del mismo-.

### Composición del material henificado

En el cuadro 2 se indica el comportamiento que tuvo el *Arachis sp.* después de ser deshidratado y su efecto en la concentración de las variables nutricionales.

**Materia Seca (MS).** Los factores espesor de la cama, volteos, tiempo de secado y la interacción espesor-volteo resultaron altamente significativos (Cuadro 2). Con relación al espesor de la cama, se presentó una diferencia de 13,63% a favor de la cama más delgada (79,34±8,39 contra 65,71±10,69% MS). Una cama más delgada es menos compacta, permite una mayor aireación y radiación solar directa (calor) del material, lo que favorece la pérdida de humedad (Rotz 1995); en cambio, al aumentar el espesor de la cama

Cuadro 2. Composición nutricional del heno de maní forrajero

Variable	Arachis sp.											
	6				9							
Tiempo de secado (días)	15		30		15		30		15		30	
Espeor de la cama (cm)	Pr>F		Pr>F		Pr>F		Pr>F		Pr>F		Pr>F	
Volteos	Sin volteo	Volteo cada día	Volteo cada 2 días	Sin volteo	Volteo cada día	Volteo cada 2 días	Sin volteo	Volteo cada día	Volteo cada 2 días	Sin volteo	Volteo cada día	Volteo cada 2 días
MS (%)	65,92 <sub>c</sub>	79,26 <sub>a</sub>	74,75 <sub>b</sub>	52,98 <sub>c</sub>	66,45 <sub>a</sub>	59,57 <sub>b</sub>	80,09 <sub>b</sub>	87,91 <sub>a</sub>	88,09 <sub>a</sub>	58,79 <sub>c</sub>	80,42 <sub>a</sub>	76,03 <sub>b</sub>
PC (% MS)	15,92	15,52	15,26	15,80	15,66	16,60	16,07	15,63	15,20	16,63	13,96	15,83
FDN (% MS)	51,07 <sub>a</sub>	52,94 <sub>a</sub>	53,05 <sub>a</sub>	50,38 <sub>a</sub>	51,85 <sub>a</sub>	48,14 <sub>a</sub>	52,79 <sub>a</sub>	49,27 <sub>b</sub>	47,31 <sub>b</sub>	64,68 <sub>a</sub>	50,91 <sub>c</sub>	54,42 <sub>b</sub>
FDA (%MS)	41,15 <sub>a</sub>	36,29 <sub>b</sub>	42,22 <sub>a</sub>	42,27 <sub>a</sub>	41,78 <sub>ab</sub>	39,76 <sub>b</sub>	43,01 <sub>a</sub>	41,93 <sub>ab</sub>	40,84 <sub>b</sub>	50,80 <sub>a</sub>	43,07 <sub>b</sub>	45,78 <sub>b</sub>
N-FDA (%MS)	0,18 <sub>a</sub>	0,15 <sub>b</sub>	0,16 <sub>b</sub>	0,17 <sub>a</sub>	0,17 <sub>a</sub>	0,17 <sub>a</sub>	0,17 <sub>a</sub>	0,15 <sub>b</sub>	0,15 <sub>b</sub>	0,27 <sub>a</sub>	0,19 <sub>b</sub>	0,17 <sub>c</sub>

se reduce el movimiento del aire y aumenta el tiempo de secado del material (Moore y Peterson 1995). El volteo favorece la exposición uniforme del material, debido a que la capa que se encuentra en la parte inferior de la caja es colocada en la parte superior, posición en la cual, la pérdida de humedad se favorece por la velocidad del viento y la radiación directa sobre el material. Voltrear el material en comparación con no voltearlo, significa un incremento promedio de 12,11% (76,56±10,30 contra 64,45±11,70% de MS), mientras que de 1 volteo diario a 1 cada 2 días, el incremento promedio es de 3,9% (78,51±8,91 contra 74,61±11,69 % MS). La práctica del volteo tiene mayor impacto en procesos de henificación con camas más gruesas y densas (p<0,001). Uno de los principales problemas que se presentó en esta investigación, con el volteo del material, fue el desprendimiento de las hojas del tallo.

La duración del secado de 6 a 9 días incrementó el contenido de MS en 12%, en la literatura el tiempo óptimo para un buen deshidratado en campo es de 2-7 días (Moore y Peterson 1995). El tiempo de secado en esta investigación se extendió, debido a que la prueba se realizó en condiciones de invierno, esto provocó que la temperatura fuera baja y la humedad ambiental alta, lo que retardó el proceso (Cuadro 1).

Trabajos en Brasil (Machado 2002) y Costa Rica (Rojas-Bourrillón 2001), en la elaboración de heno de maní forrajero, informan de valores de MS de 88,1 y 80,0%, respectivamente, en materiales cosechados entre 100 y 150 días de rebrote. Al comparar los contenidos de MS con el de gramíneas de uso común en sistemas de producción de rumiantes (Sánchez y Soto 1996), se observa una mejoría en el aporte de MS, que influye directamente en el aporte de nutrimentos a rumiantes de alto potencial (Morales *et al.* 2003).

**Proteína Cruda (PC).** Los valores de proteína cruda en esta investigación, no variaron por los efectos principales. Sin embargo, cuando se comparan los valores con el material antes de henificar, se nota una reducción en su concentración. Tal comportamiento, puede ser explicado por las pérdidas de material por manipulación (relación

hoja/tallo), procesos fisiológicos de la planta como la respiración, y posible formación de hongos y bacterias durante el proceso (Moore y Peterson 1995). Según Argel y Villarreal (1998), las hojas del maní forrajero son más nutritivas que los tallos, por su alto contenido de proteína, y valores de FDA y FDN menores. En esta investigación, los tratamientos de volteo, sufrían una pérdida considerable de sus hojas, también las condiciones imperantes de alta humedad y nubosidad, que aumentaron el tiempo de secado, son factores que pudieron influir en el contenido de proteína. Al comparar los datos de Suttie (2000), con relación al contenido promedio de proteína de heno de 24 gramíneas ( $6,48 \pm 2,28\%$  MS) y el de 24 leguminosas ( $15,78 \pm 4,21\%$  MS), las leguminosas tuvieron en promedio 9,3% más proteína que las gramíneas, lo que representa una alternativa para aumentar el aporte de N al sistema ruminal. Los datos de nuestra investigación coinciden con los informados por Suttie (2000) para henos de leguminosas.

**Fibra detergente neutro (FDN).** El contenido de FDN es afectado significativamente por las variables en estudio y sus interacciones. El material sin volteo obtuvo un valor mayor de FDN ( $54,73 \pm 6,71\%$  MS), mientras que en los tratamientos con volteo cada día ( $51,24 \pm 1,55\%$  MS) o cada 2 días ( $50,73 \pm 3,53\%$  MS) el contenido de fibra disminuyó en promedio 3,75%. Al comparar el material antes y después de la deshidratación, se cuantificó una merma en el contenido de FDN de 5,88%, la cual puede atribuirse a la pérdida de hojas durante el proceso y a la formación de hongos (Nascimento *et al.* 2000). Al comparar los contenidos de FDN de henos de gramíneas tropicales y el heno de *Arachis sp.*, se observa una reducción considerable de este valor que favorece el consumo de la leguminosa (Holland *et al.* 1995).

**Fibra detergente ácida (FDA).** Al igual que la FDN, la FDA se relaciona nutricionalmente con el aprovechamiento del material por los rumiantes, en este caso, con la digestibilidad que

presente el material forrajero a nivel ruminal (Holland *et al.* 1995). En esta investigación la concentración de FDA en el material henificado muestra una respuesta significativa respecto a las variables evaluadas. En relación con el tiempo de secado y el espesor de la cama, al pasar de 6 a 9 días, se incrementa en promedio el porcentaje de FDA en 9 y 7%, respectivamente. Los valores encontrados en esta investigación son muy superiores a los obtenidos por Rojas-Bourrillón (2001) para los ecotipos CIAT 17434 (33,0% MS) y CIAT 22160 (32,2% MS), cosechados a los 147 y 180 días, respectivamente, y, Machado *et al.* (2002) para un forraje cosechado a los 100 días. Es importante recordar que el dato obtenido en nuestra investigación proviene de una especie no clasificada de *Arachis sp.*

**Nitrógeno ligado a fibra detergente neutra (N-FDA).** La N-FDA es un indicativo del aprovechamiento que presenta la PC del material utilizado (Collins 1995), entre mayor sea su valor menor será el aprovechamiento de la proteína cruda total del material. Nuestros datos indican que el valor de N-FDA es afectado tanto por las 3 variables evaluadas como por sus interacciones ( $p < 0,001$ ). Al pasar de 6 a 9 días en el tiempo de secado, hay un incremento del 11,51% en el N-FDA/N-total, influenciado principalmente, por la exposición a la radiación solar. En relación con el espesor de la cama, en aquellas más densas, el incremento de esta fracción fue de 17,78% N-FDA/N-total. La posible causa está ligada al calentamiento del material, debido a una reducción en la velocidad de secado asociada con el contenido promedio de MS del material, como se observa en el cuadro 2 ( $65,71 \pm 10,69\%$  MS). Por último, la acción de voltear el material, reduce en promedio la fracción de N-FDA/N-total en 13,09%, lo que favorece el aprovechamiento de la proteína, en estos materiales. Cuando no se volteó, la pérdida de calidad podría estar ligada a una sobreexposición a la fuente de calor de la capa superior del material, y en la capa inferior se podría asociar al calentamiento, propiciado por la humedad inicial del material (Collins 1995). Los

valores de N-FDA/N-total determinados en esta investigación, para 6 y 9 días de secado ( $6,60 \pm 0,35$  y  $7,36 \pm 1,36\%$  N-FDA/N-total MS, respectivamente), se encuentran por debajo del rango propuesto por Van Soest (1994) para los alimentos animales, por lo que se considera que no existió pérdida de calidad por efecto del proceso.

## CONCLUSIONES

La capacidad que presenta esta variedad de maní forrajero para mantener la calidad nutricional durante el proceso de henificación, es muy similar a la de variedades ya identificadas y evaluadas tanto en Costa Rica como en otros países.

Uno de los factores que afectó, en gran parte, la calidad del material henificado, fue la manipulación del material durante los volteos, debido a que propicia la caída de las hojas cuando estas se han secado. Por otro lado, los volteos favorecen la uniformidad de la deshidratación, principalmente en camas de mayor espesor, lo que permite obtener un material de mejor calidad.

Las condiciones ambientales imperantes durante la elaboración de esta investigación no fueron las más adecuadas para la elaboración del heno, aunque los resultados obtenidos muestran una alta calidad del material, con relación a otros forrajes empleados para la alimentación de rumiantes.

## AGRADECIMIENTO

Al Ing. Alfredo Chávez, propietario de la Finca La Tabla, por facilitar el material forrajero y al Sr. Richard Ramírez por el espacio facilitado en el secador solar en la finca El Amanecer.

## LITERATURA CITADA

- ARGEL P.J., VILLARREAL M. 1998. Nuevo maní forrajero perenne (*Arachis sp.* Krapovickas y Gregory). Cultivar Porvenir (CIAT 18744) leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje. IICA, San José (Costa Rica). p. 6-27.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1990. Official methods of analysis. 15<sup>th</sup> ed. Washington, D.C. 1008 p.
- BUXTON D.R., REDFEAN D.D. 1997. Plant limitations to fiber digestion and utilization. J. Nutrition. 127: 814S-818S.
- COLLINS M. 1995. Hay preservation effects on yield and quality. In: Kral D.M., Viney M.K., Moore K.J., Peterson M.A. (eds). Post-harvest physiology and preservation of forages. Crop Science Society of America. Madison Wisconsin, USA. p. 67-89.
- CONRAD H., PRATT A., HIBBS J. 1964. Regulation of feed intake in dairy cows. Changes in importance of physical and physiological factors with increased digestibility. J. Dairy Sci. 47: 54.
- GONZALEZ M. 1992. Selectividad y producción de leche en pasturas de estrella (*Cynodon nlemfuensis*) sola y asociada con las leguminosas forrajeras *Arachis sp* CIAT 17434 o *Desmodium ovalifolium* CIAT 350. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica 142 p.
- HOLLAND C, KEZAR W, QUADE Z. 1995. The pioneer forage manual. A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred International, Inc. 55 p.
- KENNELLY J., DONOVAN B. 1991. Maximizing feed intake in dairy cows. Advances in dairy technology. In: Proceedings of the Western Canadian Dairy Seminar. University of Alberta. p. 73-82.
- LICITRA G., HERNANDEZ T.M., VAN SOEST P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. Anim. Feed Sci. Technol. 57:347-358.
- MACHADO M., RODRIGUEZ N.M., BORGES I., GONÇALVES L.C., SIMÕES E., CORRÊA S., PINTO DE SÁ L.A. 2002. Avaliação do feno de *Arachis sp* utilizando o ensaio de digestibilidade *in vitro*. Revista Brasileira de Zootecnia 31(6): 2350-2356.
- MOORE K, PETERSON M. 1995. Post-harvest physiology and preservation of forages: In: Proceeding of the annual meetings CSSA: Minneapolis, USA. 22: 115 p.
- MORALES J., ACUÑA V., CRUZ A. 2003. Industrialización de heno de calidad en sistemas bajo riego en Costa Rica. INTA-FUNDECOOPERACIÓN-SUNII-CORFOGA. MAG. San José, Costa Rica. 34 p.

- NASCIMENTO J.M., COSTA C., SILVEIRA A.C., ARRIGONI M. 2000. Influência do método de fenação e tempo de armazenamento sobre a composição bromatológica e ocorrência de fungos no feno de alfalfa (*Medicago sativa*, L. cv. Flórida 77). Revista Brasileira de Zootecnia 29(3):669-677.
- NUTTIN P. 1996. Evaluación de la calidad nutritiva y del potencial de producción de forraje y semilla del maní forrajero (*Arachis sp*) CIAT 18744 en el trópico húmedo de Costa Rica. Tesis. EARTH, Guácimo, Costa Rica.
- QUAN A., ROJAS-BOURRILLON A. 1994. Componentes de degradabilidad de la MS del *Arachis sp.* a través del año. I Congreso Agronómico Regional, Santa Clara, San Carlos. 1: 61.
- QUAN A., ROJAS-BOURRILLON A., VILLALOBOS L. 1996. *Arachis sp.* CIAT 18744 como banco de proteína para el desarrollo de terneras de reemplazo. In: Argel P., Ramírez A. (eds). Experiencias regionales con *Arachis sp.* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. 17 RIEPT-MAG-UCR.
- ROJAS-BOURRILLON A., VILLARREAL M., HIDALGO E., QUAN A. 1999a. Validación del uso del maní forrajero en la crianza de terneras de lechería. I. Reducción de concentrado y empleo del maní forrajero como única fuente forrajera en terneras Jersey. Agronomía Costarricense 23(1):7-13.
- ROJAS-BOURRILLON A., QUAN A.A., ROJAS M., VILLARREAL M. 1999b. Validación del uso del maní forrajero en la crianza de terneras de lechería. II. Utilización como forraje de corte. Agronomía Costarricense 23(1):13-19.
- ROJAS-BOURRILLON A. 2001. Producción de heno de maní forrajero (*Arachis sp.*). Producción, rendimiento y calidad nutritiva". Informe final del proyecto VI-739-A1-017, Vicerrectoría de Investigación, UCR. 13 p.
- ROTZ C.A. 1995. Field curing of forages. In: Kral D.M., Viney, M.K., Moore K.J.; Peterson M.A. (eds). Post-harvest physiology and preservation of forages. Crop Science Society of America. Madison Wisconsin, USA. p. 39-65.
- SAS. 1985. User guide: Statistic. SAS. Inst. Inc. Cary. NC.
- SANCHEZ J.M., SOTO H. 1996. Estimación de la calidad nutricional de los forrajes del cantón de San Carlos. I. MS y componentes celulares. Nutrición Animal Tropical 3(1): 3-18.
- SHAVER R. 1991. Feeding forages to optimize production. Advances in dairy technology. In: Proceedings of the Western Canadian Dairy Seminar. University of Alberta. p.1-11
- SUTTIE J.M. 2000. Hay and straw conservation for small-scale farming and pastoral conditions. Plant production and protection Series N° 29. FAO, Rome. 301 p.
- TORRES M. 1995. Características físicas, químicas y biológicas en suelos bajo pasturas de *Brachiaria brizantha* sola y en asocio con *Arachis sp.*, después de cuatro años de pastoreo en el trópico húmedo de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 98 p.
- VAN SOEST P. 1994. Nutritional ecology of the ruminants. 2<sup>d</sup> ed. Cornell University Press, Ithaca, NY. USA. 374 p.
- VAN SOEST P.J., ROBERSTON J. 1985. Analysis of forage and fibrous foods. Cornell University Press, Ithaca, NY. USA. 164 p.
- VARGAS L., ACUÑA J., ROSALES V., ALVARADO M., PARRALES E. 1983. Secadores solares. MAG. San José, Costa Rica. p. 1-7.
- VÉRITÉ R., JOURNET M. 1970. Influence de la tenue en eau et de la déshydratation de l'herbage sur la alimentaire pour les vaches latiere. Annales de Zootechnie 19:255-268.
- VILLARREAL M. 1996. Desarrollo de bovinos en pasturas de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) con y sin acceso controlado a un banco de proteína a base de la leguminosa *Arachis sp.* Informe Final. ITCR, San Carlos. 35 p.
- WINGCHING-JONES R, ROJAS-BOURRILLON A. 2005. Composición nutricional y parámetros fermentativos del ensilaje de maní forrajero (CIAT 18734 y CIAT 18344). Agronomía Costarricense 31(1): 87-100.