

Producción y calidad de la leche de vacas Criollo Limonero suplementadas con harina de frutos de samán (*Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth)

Production and quality of milk from "Criollo Limonero" cows supplemented with Saman (*Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth) fruits meal

M. Pirela¹, A. Perozo-Bravo¹, M. Montero-Urdaneta², G. Contreras-Mora¹,
E. Valbuena-Colmenares³ y S. Zambrano-Nava¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Estación Local Carrasquero, estado Zulia

²Facultad de Ciencias Veterinarias (LUZ).

³Unidad de Investigaciones de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Ciencias Veterinarias. La Universidad del Zulia. Apartado 15205. Maracaibo, 4005, Zulia.

Resumen

Con la finalidad de evaluar el efecto de la suplementación con harina de frutos de samán (*Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth) sobre la producción y calidad de la leche de vacas Criollo Limonero, se llevó a cabo un experimento en la Estación Local Carrasquero, del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), estado Zulia, Venezuela. Se utilizaron 20 vacas lactantes Criollo Limonero agrupadas en dos grupos homogéneos. Se aplicó un diseño balanceado simple crossover con dos tratamientos, dos períodos de muestreo de 21 días y 7 días de adaptación a los suplementos. Los tratamientos consistieron en la suplementación al momento del ordeño con alimento concentrado (AC) y una mezcla de 90% de harina de frutos de samán y 10% de melaza de caña de azúcar (HSM). Las variables medidas diariamente fueron: producción de leche, consumo de suplemento, rechazo y el índice económico relativo. Para medir la calidad de la leche se determinó: sólidos totales, sólidos no grasos, acidez titulable, proteína cruda, proteína sérica, lactosa, grasa, caseína, cenizas, punto crioscópico y densidad relativa. Se detectó un efecto altamente significativo sobre la producción diaria de leche ($P<0,01$), consumo ($P<0,01$), rechazo del suplemento ($P<0,01$) y sobre el índice económico relativo ($P<0,05$). El AC favo-

Recibido el 18-3-2009 • Aceptado el 3-5-2010

Autor de correspondencia e-mail: mpirela@inia.gob.ve; aperozo@inia.gob.ve;
aliperozo@gmail.com; gcontreras@inia.gob.ve; szambrano@inia.gob.ve;
unizmontero@yahoo.es; eavalbue@cantv.net

reció una mayor producción diaria de leche (6,02 vs. 5,31 kg.d⁻¹), un mayor consumo de suplemento (1,97 vs. 1,55 kg.d⁻¹) y un menor rechazo (0,03 vs. 0,45 kg.d⁻¹). Mientras que la suplementación con HSM registró un mayor índice económico relativo que el AC (8,73 vs. 8,07). No se detectó efecto sobre la calidad de la leche. Los resultados obtenidos sugieren que bajo estas condiciones agroecológicas la utilización de harina de frutos de samán resulta ser una alternativa económicamente viable para los productores.

Palabras clave: Criollo Limonero, frutos de samán, diseño cruzado, calidad de la leche, alimento balanceado.

Abstract

In order to evaluate the effect of the supplementation with monkey-pod fruits (*Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth) meal on production and quality of milk from "Criollo Limonero" cows, an experiment was carried out at the "Carrasquero station", of the Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Zulia State, Venezuela. Twenty lactating cows grouped in two homogeneous groups were used. A simple balanced crossover design with two treatments was used; two sampling periods of 21 and 7 adaptation days to supplements. Treatments consisted on supplementing the cows at milking time with: a) a concentrate (CO) or b) a supplement made of 90% monkey-pod fruits meal and 10% of sugarcane molasses (MFS). The variables milk production, feed intake, rejection and index relative economic were measured daily. Chemical composition of milk was also measured. Variables analyzed were: total solids, non-fat solids, titrable acidity, crude protein, serum protein, lactose, fat, casein, ash, cryoscopy point and relative density. Cows feeding CO showed significantly higher ($P<0.01$) milk production (6.02 vs. 5.31 kg.d⁻¹), feed intake (1.97 vs. 1.55 kg.d⁻¹) and lower rejection of the supplement (0.03 vs. 0.45 kg.d⁻¹), while supplementing with MFS showed a greater index relative economic ($P<0.05$) than CO (8.73 vs. 8.07). There were not effects of diets on the chemical composition of milk. Results suggest that under these agroecological conditions, the use of monkey-pod fruits meal proved to be economically viable for farmers. **Key words:** "Criollo Limonero" cows, monkey-pod fruits, crossover design, quality milk, balanced supplement.

Introducción

La ganadería de doble propósito en Venezuela y en la mayoría de los países de América se sustenta fundamentalmente mediante el uso de pasturas nativas y/o introducidas. Este germoplasma presenta limitacio-

Introduction

Dual purpose cattle in Venezuela and in the most of América countries are mainly based on the use of native and/or introduced pastures. This germplasm shows limitations in quantity and quality, especially in dry

nes en cantidad y calidad, especialmente en la época seca, éstas pueden ser corregidas mediante el uso de la suplementación estratégica, con la finalidad de alcanzar mayores niveles de producción tanto de leche como de carne. La utilización de concentrados comerciales asociado al uso de pastizales aparece como una alternativa tecnológica de alto impacto para superar esas limitantes. Sin embargo, en la actualidad, los alimentos balanceados energéticos y proteicos tienen un alto costo dentro del presupuesto. En vista de esto, muchos países latinoamericanos han explorado otras alternativas, en el campo de los recursos alimenticios, que puedan sustituir parcialmente el uso de alimentos concentrados para proveer de una manera eficiente y económicamente viable una producción animal sostenible (García *et al.*, 2006).

La combinación de especies de árboles podría proveer al ganado de recursos forrajeros adicionales de mayor calidad que el pasto, reduciendo así el uso de alimentos comerciales (Andrade *et al.*, 2008). En este sentido, las plantas arbóreas y arbustivas han tenido un papel preponderante por sus considerables niveles proteicos, valor nutritivo, naturaleza multipropósito y amplio margen de adaptación a climas y suelos (García, 2003).

La utilización de frutos de leguminosas tiene ventajas tales como una menor incidencia de enfermedades en el ganado, menor riesgo de mortalidad, mayor producción durante la época seca, mayor valor nutritivo que los pastos, lo que se traduce en una mejora de la producción de leche (Casasola *et al.*, 2001). Las principa-

time that can be corrected through the use of strategic supplementation, with the purpose of reaching higher production levels both milk and meat. The use of commercial concentrates used related to the use of pastures appears like a technological alternative of high impact to overcome these limitations. Nowadays, however, energetic and protein balanced foods have a high cost. Many Latin American countries have explore other alternatives, in field of feeding resources that can partially substitute the use of concentrate foods to supply the sustainable animal production in an efficient and economically viable way. (García *et al.*, 2006).

Trees species combination could supply to cattle of additional fodder resources of higher quality than pasture, reducing the use of commercial foods (Andrade *et al.*, 2008). The fodder and shrub plants have play an important role because its considerable protein levels, nutritive value, multi purpose nature and width adaptability margin to any climate and soil (García, 2003).

The use of leguminous fruits shows advantages such as a lower incidence of diseases in cattle, lower mortality index, higher production during dry time, higher nutritive value of pastures, which is traduced on milk production improvement (Casasola *et al.*, 2001). The main disadvantages are the labor hand requirements all the time during dry time for fruits preparation, the quantity of additional work, compared to the traditional management, and the need of buying machinery (cutter) for its crushing (Zamora *et al.*, 2001).

les desventajas son los requerimientos de mano de obra permanente durante la época seca para la preparación de frutos, la cantidad de trabajo adicional, comparado con el manejo tradicional, y la necesidad de comprar maquinaria (picadora) para la trituration de los mismos (Zamora *et al.*, 2001).

Existen muchas especies con potencial forrajero, entre las que se destacan las integrantes de la familia *Leguminosae* por su excelente producción de biomasa en el periodo seco y naturaleza multipropósito. Asimismo, en América Continental y el Caribe, algunas de las leguminosas forrajeras de mayor importancia lo constituyen las especies pertenecientes a los géneros *Albizia*, *Cassia*, *Enterolobium*, *Leucaena*, *Lysiloma* y *Pithecellobium* (García y Medina, 2006).

El samán o árbol de lluvia (*Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth) es un árbol de gran tamaño, ampliamente distribuido en los ecosistemas ganaderos tropicales, debido fundamentalmente a su capacidad de proveer sombra y frutos comestibles a los rumiantes. Los frutos del samán resultan ser muy provechosos, especialmente en la época seca, donde logran suplir parte del déficit de forraje, incrementando el aprovechamiento del mismo. La producción por árbol se ubica entre 50 y 150 kg.árbol⁻¹.año⁻¹ (IRENA, 1993; Roncallo, 1996; Fandiño *et al.*, 1998). Adicionalmente al aporte de materia seca a la dieta, se encuentra su buen valor nutritivo, lo que permite catalogarlo como una fuente alimenticia nutricionalmente balanceada (Skolmen, 1990).

There is a lot of species with fodder potential, among them, *Leguminosae* family detaches by its excellent biomass production on dry time and its multi purpose nature. Likewise, in America and the Caribbean, some of more important fodder leguminous are those of *Albizia*, *Cassia*, *Enterolobium*, *Leucaena*, *Lysiloma* and *Pithecellobium* genus (García and Medina, 2006).

The "Saman" or "Rain-tree" (*Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth) is a great tree, widely distributed around tropical livestock ecosystems, because its capacity of providing shadow and edible fruits to the ruminants. The monkey-pod fruits are very useful, especially on dry time, where they supply a part of forage, increasing its advantages. The production per tree is located between 50 and 150 kg.tree⁻¹.año⁻¹ (IRENA, 1993; Roncallo, 1996; Fandiño *et al.*, 1998). Additionally, its high nutritive value is the contribution of dry matter to diet that permit to consider it like a nutritionally balanced feeding source (Skolmen, 1990).

Despite of traditional use of monkey-pod fruit entire or grinded, there is not enough experimental information about the correct use of this feeding source (Zamora *et al.*, 2001). This becomes more relevant because the metabolism of these fruits generates some compounds, especially saponins and condensed tannins that could affect the digestive functioning of ruminants (Hess *et al.*, 2003; García *et al.*, 2006; Pizzani *et al.*, 2006).

Nevertheless, supplementation with monkey-pod fruits improves the productive response of bovines at the

A pesar del uso tradicional del fruto de samán entero o molido no se dispone de suficiente información experimental sobre el buen uso de este recurso alimenticio (Zamora *et al.*, 2001). Esto adquiere mayor relevancia debido a que estos frutos en su metabolismo generan algunos compuestos, especialmente saponinas y taninos condensados que pueden afectar drásticamente el funcionamiento digestivo de los rumiantes que las consumen (Hess *et al.*, 2003; García *et al.*, 2006; Pizzani *et al.*, 2006).

Sin embargo, la suplementación con frutos de samán mejora la respuesta productiva de los bovinos al inicio del crecimiento y en la primera fase de la lactancia. En evaluaciones realizadas en animales en crecimiento suplementados con vainas de samán en niveles del 15% del consumo de materia seca, mejoró la tasa de crecimiento en 142 g.d⁻¹ (Roncallo *et al.*, 1996). Similar comportamiento se encontró en vacas durante la primera fase de la lactancia en sistemas de doble propósito suplementadas con 0, 2, 4, 6 kg.d⁻¹ de frutos de samán, las cuales presentaron producciones de leche de 3,4; 4,3; 4,5 y 5,6 lt.d⁻¹, respectivamente (Barquero *et al.*, 1999).

Del mismo modo, es importante hacer estudios del costo-beneficio que comparen el uso de frutos con la alimentación tradicional a base de alimentos balanceados, para poder contar con datos económicos para convencer a los productores de su rentabilidad (Zamora *et al.*, 2001).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con harina de frutos de samán (*Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth)

beginning of growth and in the first phase of lactation. In evaluations accomplished on growing cattle supplemented with monkey-pods in levels of 15% of dry matter consumption, improved the growth rate in 142 g.d⁻¹ (Roncallo *et al.*, 1996). A similar behavior was found in cows during the first phase of lactation in dual purpose systems supplemented with 0, 2, 4, 6 kg.d⁻¹ of monkey-pod fruits, which showed milk productions of 3.4; 4.3; 4.5 and 5.6 lt.d⁻¹, respectively (Barquero *et al.*, 1999).

In the same way, it is important to carry on studies about cost-benefit shared between the use of fruits and traditional feeding based on balanced foods, to count with economic data able to convince producers about its profitability (Zamora *et al.*, 2001).

The purpose of this research was to evaluate the effect of supplementation with monkey-pod (*Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth) fruits meal on production and quality of "Criollo Limonero" cattle.

Materials and methods

The essay was carried out in the Local Station "Carrasquero", Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), located at km 16, Carrasquero-Playa Bonita way, Luis De Vicente Parrish, Mara municipality, Zulia state, tropical dry forest life-zone, coordinates 10°38'32" West, longitude 71°36'27" and a height of 6.2 masl with annual rainfall of 920 mm and a mean temperature of 27.4°C.

20 milky "Criollo Limonero" cows, healthy and grouped in two

sobre la producción y calidad de la leche de vacas Criollo Limonero.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en la Estación Local Carrasquero, del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), ubicada en el km 16 vía a Carrasquero-Playa Bonita de la Parroquia Luis De Vicente, Municipio Mara, Estado Zulia, en una zona de vida de Bosque Seco Tropical en las coordenadas 10°38'32" Oeste, longitud 71°36'27" y una altura de 6,2 msnm con una precipitación anual de 920 mm y una temperatura promedio de 27,4°C.

Se utilizaron 20 vacas lactantes Criollo Limonero sanas, agrupadas en dos grupos homogéneos de acuerdo al peso, edad, número de partos, días postparto y producción diaria de leche (cuadro 1). Los animales fueron sometidos a un diseño balanceado simple crossover con dos (2) tratamientos, siete (7) días de adaptación a los suplementos (tiempo de "blanqueo" requerido para eliminar el efec-

homogeneous groups according to weight, age, number of parturitions, days post-parturition and milk daily production (table 1). Animals were subjected to a simple balanced design cross-over with two (2) treatments, seven (7) days of adaptability to the supplements ("bleaching" time needed to eliminate the residual effect) and two (2) sampling periods of 21 days.

Treatments consisted on supplementation of a group of group of animals at the moment of milking with concentrate feeding (AC) (Lecharina 17% PC Agribands Purina®) and the other group with a mixing of 90% monkey-pod (*Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth) fruits meal and 10% of sugarcane molasse (HSM).

In previous nutritional analysis mean values of crude protein in monkey-pod fruits meal of 18.5%, which were superior to 17% of AC were observed. Sugarcane molasse was added to the monkey-pod meal; it was expected to diminish until 16.96% the crude protein of sample, making easier the comparison of the

Cuadro 1. Características de los animales (vacas) al inicio de la etapa experimental.

Table 1. Cows characteristics at the beginning of experimental stage.

Variable	Grupo A	Grupo B
N	10	10
Peso promedio (kg)	331,4	346,5
Edad (años)	5,8	6,2
Número de partos	1,8	1,8
Días postparto	119	118,9
Producción diaria de leche (l.d ⁻¹) (Salida de lluvias)	7,6	7,6

to residual) y dos (2) períodos de muestreo de veintiún (21) días.

Los tratamientos consistieron en la suplementación de un grupo de animales al momento del ordeño con alimento concentrado (AC) (Lecharina 17% PC de Agribrands Purina®) y el otro grupo con una mezcla de 90% de harina de frutos de samán (*Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth) y 10% de melaza de caña de azúcar (HSM).

En análisis bromatológicos previos se reportaron valores promedio de proteína cruda en harina de frutos de samán de 18,5%, el cual resulta superior al 17% del AC. En vista de esto se agregó melaza de caña de azúcar a la harina de samán, con la cuál se esperaba disminuir a un 16,96% la proteína cruda de la mezcla, permitiendo teóricamente la comparación de dos suplementos isoproteicos. Los suplementos fueron analizados en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia mediante los métodos oficiales de COVENIN (FONDONORMA, 1997) y AOAC (1990) de los Estados Unidos. El valor nutritivo de los suplementos se muestra en el cuadro 2.

La harina de frutos de samán se obtuvo al secar los frutos de samán en una estufa de circulación forzada a 65°C por un lapso de 48 horas. Una vez secados los frutos, éstos fueron molidos en un molino tipo martillo con un tamiz de 5 mm.

Los animales recibieron de acuerdo al tratamiento 2 kg.d⁻¹ de suplemento, distribuidos en 1 kg en cada ordeño (am – pm). Además, recibieron sal mineral *ad libitum*. El ordeño

two isoprotein supplements. These supplements were analyzed in the Animal Nutrition Laboratory, Agronomy Faculty, La Universidad del Zulia, through the official methods of COVENIN (FONDONORMA, 1997) and the AOAC (1990) United States. The nutritive value of supplements is shown in table 2.

The monkey-pod fruits meal was obtained by drying the fruits in a forced circulation oven at 65°C by a period of 48 hours. Once fruits dried, these were grinded in a hammer mill with a sieve of 5 mm.

The animals received 2 kg.d⁻¹ of supplement according to treatment, distributed in 1 kg on each milking (am – pm). Also, they receipt mineral salt *ad limitum*. Milking was manually done twice a day, without calf support.

Cows grazing in a grassland formed by 90% of "Aleman" grass (*Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitchc.), 3% "Paéz" grass (*Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf.), 1% native leguminous (*Centrosema* and *Clitoria* genera) and 6% weeds (T'Mannetje and Haydock, 1963).

Grazing system used was rotational and no systematic. Paddocks number, size, permanency and rest days are shown in table 3.

The stocking rate of module was 1.7 UA.ha⁻¹. The assessment was done on dry time (February-April). Grassland was overflow irrigated after animals out of experimental paddocks.

During evaluation period, fresh matter yield was calculated of grassland located at paddocks entrance through the direct cut,

Cuadro 2. Valor nutritivo de los suplementos utilizados en la investigación.**Table 2. Nutritive value of supplement used in research.**

Componente	Suplemento	
	AC	HSM
Materia seca total (%)	94,93	93,89
Ceniza (%)	14,87	5,97
Proteína cruda (%)	19,69	13,40
Extracto etereo (%)	3,46	0,76
Fibra cruda (%)	7,94	16,60
Extracto libre de nitrógeno (%)	54,04	63,27
Nutrientes digeribles totales (%)	68,36	74,22

AC: Alimento concentrado; HSM: Harina de frutos de samán más melaza de caña de azúcar

se efectuó en forma manual dos veces al día, sin apoyo del becerro.

Las vacas pastorearon en un pastizal compuesto por un 90% de pasto alemán (*Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitchc.), 3% pasto paéz (*Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf.), 1% leguminosas nativas (géneros *Centrosema* y *Clitoria*) y 6% de malezas (T'Mannetje y Haydock, 1963).

El sistema de pastoreo utilizado fue el rotacional no sistemático. El número de potreros, tamaño, días de permanencia y días de descanso se presentan en el cuadro 3.

La carga animal del módulo fue de 1,7 UA.ha⁻¹. La evaluación se efectuó en la época seca (febrero-abril). El pastizal fue regado por inundación después de la salida de los animales de los potreros experimentales.

Durante el período de evaluación se estimó el rendimiento de materia fresca del pastizal presente a la entrada en los potreros mediante el cor-

throwing up 4 squares of 1x1 m and by cutting samples to 5 cm of soil level; an average of 843.3 g.(m²)⁻¹ was obtained. A sample of variable weight (aprox. 200 g) was taken and after it was dried to 65°C during 48 h to determine the dry mater percentage which was 17.2% in average, being obtained a mean dry matter yield of 145.1 g.(m²)⁻¹. The offer of mean fodder was 7.7 kg of dry matter by each 100 kg of live weight per day.

Once matter dried, it was grinded on a sieve of 1 mm and the available nutritive value of dry matter was determined. Mean values obtained were: crude protein 13.7% (AOAC, 1990), neutral detergent fiber of 70.6%, acid detergent fiber of 50.5% (Goering and Van Soest, 1970) and organic matter *in vitro* digestibility of 59.3% (Tilley and Terry, 1963).

All the cows were subjected to an adequate preventive and management healthy plan to control

Cuadro 3. Número de potreros, tamaño, días de permanencia (DP) y días de descanso (DD) utilizados en la investigación.

Table 3. Number and size of paddocks, permanency days (PD) and rest days (RD) used in this research.

Potrero	Tamaño (ha)	DP	DD
1	2,85	12	28
2	2,85	12	28
3	5	16	24

te directo, lanzando 3 marcos de 1x1 m y cortando las muestras a 5 cm del nivel del suelo; se obtuvo que la misma registró en promedio 843,3 g.(m²)⁻¹. Se tomó una muestra de peso variable (aprox. 200 g) y se secó a 65°C por 48 h para determinar el porcentaje de materia seca, la cual en promedio fue 17,2%, obteniéndose un rendimiento de materia seca promedio de 145,1 g.(m²)⁻¹. La oferta de forraje promedio fue de 7,7 kg de materia seca por cada 100 kg de peso vivo por día.

Una vez secada la muestra se molió a través de una criba de 1 mm y se determinó el valor nutritivo de la materia seca disponible. Los valores promedios obtenidos fueron: proteína cruda 13,7% (AOAC, 1990), fibra neutro detergente de 70,6%, y fibra ácido detergente de 50,5% (Goering y Van Soest, 1970) y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica 59,3% (Tilley y Terry, 1963).

Todas las vacas estuvieron sujetas a un adecuado plan sanitario preventivo y de manejo para el control de enfermedades infecto contagiosas y parasitarias. Además, se le aplicaron oportunamente vitaminas AD₃E y baños garrapaticidas.

Las variables respuesta medi-

infect contagious and parasitic diseases. Also, AD₃E vitamins and anti-ticks baths were applied at the right time.

The measured response variables were: daily milk production, daily consumption of supplement, daily reject of supplement, relative economical index, total solids, no fatty solids, titrable acidity, crude protein, serum protein, lactose, fat, casein, ashes, cryoscopy point and relative density.

Daily milk production (DML) was each milking measured, by using a hanging scale of 10 kg, with a sensibility of 100 g. In the same way, the consumption and rejection of daily offered supplement quantity was measured. Results of these variables were expressed into kg.d⁻¹.

The economical impact of treatments was measured the relative economical index (REI), which indicates that total cost of feeding estimation during the essay and it is determined through difference between income-cost, where income = daily milk production (DMP) x the value of a milk liter in farm (bolivar.L⁻¹) and cost = supplement mean consumption (SMC) x its value (bolivar.kg⁻¹).

das fueron: producción diaria de leche, consumo diario de suplemento, rechazo diario del suplemento, índice económico relativo, sólidos totales, sólidos no grasos, acidez titulable, proteína cruda, proteína sérica, lactosa, grasa, caseína, cenizas, punto crioscópico y densidad relativa.

La producción diaria de leche (PDL) se midió en cada ordeño, utilizando una báscula colgante de 10 kg, con una sensibilidad de 100 g. Del mismo modo, se midió el consumo y rechazo de la cantidad de suplemento ofertado diariamente. Los resultados de estas variables se expresaron en $\text{kg}\cdot\text{d}^{-1}$.

El impacto económico de los tratamientos se midió mediante el índice económico relativo (IER), el cuál es un indicador que estima el costo total de alimentación durante el ensayo y se determina mediante la diferencia del ingreso-costo, donde ingreso = producción diaria de leche (PDL) x el valor de un litro de leche a puerta de corral ($\text{bolívares}\cdot\text{L}^{-1}$) y costo = consumo promedio de suplemento (CPS) x el valor del mismo ($\text{bolívares}\cdot\text{kg}^{-1}$).

En el caso del AC el costo por kilogramo es de 1,4 bolívares. El costo de la HSM se obtuvo de la siguiente forma: 900 g de harina de samán cuestan 0,375 bolívares. El costo de electricidad y mantenimiento del molino por cada 900 g de harina de samán es de 0,045 bolívares. El costo de 100 g de melaza es de 0,121 bolívares. El costo total por kilogramo de HSM es de 0,541 bolívares.

$\text{IER (AC)} = \text{PDL} \times \text{Precio (1,8 bolívares}\cdot\text{L}^{-1}) - \text{CPS} \times \text{Precio (1,4 bolívares}\cdot\text{kg}^{-1})$

$\text{IER (HSM)} = \text{PDL} \times \text{Precio (1,8$

In case of CA, the cost by kilogram is of 1.4 Bolivar. The cost of MPFM was obtained as follows: 900 g of monkey-pod meal has a cost of 0.375 Bolivar. The cost of electricity by each 900 g of monkey-pod meal is 0.045 Bolivar. The cost of 100 g of molasse is 0.121 Bolivar. The cost of total by kilogram of MPFM is of 0.541 Bolivar.

$\text{REI (CA)} = \text{DMP} \times \text{Price (1.8 bs}\cdot\text{L}^{-1}) - \text{CPS} \times \text{Price (1.4 bs}\cdot\text{kg}^{-1})$

$\text{REI (MPFM)} = \text{DMP} \times \text{Price (1.8 bs}\cdot\text{L}^{-1}) - \text{CPS} \times \text{Price (0.541 bs}\cdot\text{kg}^{-1})$

Respect to the milk quality, a compound sample was taken on each cow; the first sampling began on afternoon and the second one on next day morning. For milk sampling nipples were washed and disinfected, dried and after total milking, a sub-sample of 250 ml was taken in labeled bottles and it was refrigerated in refrigerator of 8 to 12°C. For the following milking, the same operation was repeated and the second sub-sample of 250 ml was taken, being obtaining the compound sample of 500 mL. These samples were send for being analyzed in refrigeration conditions, to the Milk Science and Technology Laboratory of Veterinary Sciences Faculty, University of Zulia. Samples were taken with an interval of 15 days, during day 7 and day 21 of each sampling period. A total of 80 samples were analyzed.

In laboratory, the titrable analysis (TA), fat (F), total solids (TS), ashes (A), crude protein (CP), relative density (RD) and cryoscopy point (CP) were carried out through the methodologies described in Rules of Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) 658, 931, 932,

bolívares.l⁻¹) – CPS x Precio (0,541 bolívares.kg⁻¹)

En lo que respecta a la calidad de la leche, se tomó una muestra compuesta en cada una de las vacas, iniciándose el primer muestreo en la tarde y el segundo en la mañana del día siguiente. Para el muestreo de la leche se lavaron y desinfectaron los pezones, se secaron con un paño y luego del ordeño completo se tomó una submuestra de 250 ml en frascos rotulados para tal fin y se refrigeró en nevera de 8 a 12°C. Para el siguiente ordeño se efectuó la misma operación y se recolectó la segunda submuestra de 250 ml, obteniendo así la muestra compuesta de 500 ml. Las mismas fueron enviadas para su análisis en condiciones de refrigeración, al Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Leche de la Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV) de la Universidad del Zulia (LUZ). Las muestras se tomaron con un intervalo de 15 días, durante el día 7 y el día 21 de cada período de muestreo. El total de muestras analizadas fue de 80.

En el laboratorio se realizaron los análisis de acidez titulable (AT), grasa (GR), sólidos totales (ST), cenizas (CZ), proteína cruda (PR), densidad relativa (DR) y punto crioscópico (PC) mediante la metodologías descritas en las normas de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) 658, 931, 932, 368, 370, 367 y 940, respectivamente (FONDONORMA, 1997a; 1997b; 1997c; 1997d; 1997e; 1982a; 1982b).

El análisis de la caseína (CA) se realizó a través de la técnica descrita por la International Dairy Federation (IDF, 1964). Los contenidos de sólidos

368, 370, 367 and 940, respectively (FONDONORMA, 1997a; 1997b; 1997c; 1997d; 1997e; 1982a; 1982b).

The casein analysis (CA) was carried out through technique described by the International Dairy Federation (IDF, 1964). The no fatty solids content (NFS), serum protein (SEP) and lactose (LA) were determined by difference. Equations used are shown as follows:

$$\text{NFS} = \text{TS} - \text{F}$$

$$\text{SEP} = \text{RP} - \text{CA}$$

$$\text{LA} = \text{TS} - (\text{RP} + \text{F} + \text{A})$$

Results of variables TS, NFS, RP, SEP, LA, F, CA and A were expressed in percentage (%). TA was expressed in ml NaOH 0.1 N by each 100 ml milk. CP was expressed in Horvet degrees (°H). Finally, RD was expressed in grams by milliliter (g.mL⁻¹).

For the data analysis the lineal additive model was used as follows:

$$y_{ijk} = m + \text{sec}_i + \text{cow}_{ij} + \text{per}_k + \text{trt}_h + e_{ijk}$$

Where:

y_{ijk} = performance during k-esimo sampling period of j-esima cow on i-esimo group (i= 1,2; j=1,2,..., n_i; k= 1,2)

m = General mean

sec_i = Effect of i-esima groups sequence (i= 1,2)

cow_{ij} = Effect of j-esima cow on i-esima sequence (j= 1,2,..., n_i), $\text{cow}_{ij} \sim N(0, s^2_{\text{cow}})$

per_k = Effect of k-esimo period (k= 1,2)

trt_h = Effect of h-esimo treatment (h= 1,2; being a function of i and k)

e_{ijk} = Experimental error, $e_{ijk} \sim N(0, s^2_e)$

no grasos (SNG), proteína sérica (PSE) y la lactosa (LA) se determinaron por diferencia. Las ecuaciones utilizadas se presentan a continuación:

$$\text{SNG} = \text{ST} - \text{GR}$$

$$\text{PSE} = \text{PR} - \text{CA}$$

$$\text{LA} = \text{ST} - (\text{PR} + \text{GR} + \text{CZ})$$

Los resultados de las variables ST, SNG, PR, PSE, LA, GR, CA y CZ se expresaron en porcentaje (%). La AT se expresó en ml NaOH 0,1 N por cada 100 ml de leche. El PC se expresó en grados Horvet (°H). Por último, la DR se expresó en gramos por mililitro (g.ml⁻¹).

Para el análisis de los datos se utilizó el siguiente modelo aditivo lineal:

$$y_{ijk} = m + \text{sec}_i + \text{vaca}_{ij} + \text{per}_k + \text{trt}_h + e_{ijk}$$

Donde:

y_{ijk} = desempeño durante el k-ésimo periodo de muestreo de la j-ésima vaca en el i-ésimo grupo (i= 1,2; j=1,2,..., n_i; k= 1,2)

m = media general

sec_i = efecto de la i-ésima secuencia de los grupos (i= 1,2)

vaca_{ij} = efecto de la j-ésima vaca en la i-ésima secuencia (j= 1,2,..., n_i),

$\text{vaca}_{ij} \sim N(0, s^2_{\text{vaca}})$

per_k = efecto de el k-ésimo período (k= 1,2)

trt_h = efecto de el h-ésimo tratamiento (h= 1,2; siendo una función de i y k)

e_{ijk} = Error experimental, $e_{ijk} \sim N(0, s^2_e)$

Los datos se analizaron a través del Statistical Analysis System (SAS, 2000), empleando el procedimiento MIXED, teniendo en cuenta el efecto aleatorio: vaca (sec) y los efectos fijos: sec, trt y per. Las diferencias entre

Data were analyzed through the Statistical Analysis System (SAS, 2000), using the MIXED procedure, taking into consideration the at random effect: cow (sec) and fixed effects: sec, trt and per. Differences between means of treatment were determined by the mean test of LSMEANS, with a probability of 5%.

Results and discussion

A highly significant effect of treatments on daily milk production (P<0.01) was detected, the consumption (P<0.01) and rejection of supplement (P<0.01) (table 4).

The supplementation with concentrate food (CF) produced a high daily milk production (6.02 vs. 5.31 kg.d⁻¹), higher supplement consumption (1.97 vs. 1.55 kg.d⁻¹) and a less rejection (0.03 vs. 0.45 kg.d⁻¹), respect to treatment with monkey-pod fruits meal more molasse (MPFM). Similar values of milk production in cows supplemented with monkey-pod fruits meal were reported by Roncallo *et al.* (1999). In the same way, those cows at first lactation phase in dual purpose systems supplemented with 0, 2, 4, 6 kg.d⁻¹ of monkey-pod fruits showed milk productions of 3.4; 4.3; 4.5 and 5.6 L.d⁻¹, respectively (Barquero *et al.*, 1999).

The higher daily milk production of cows supplemented with CF is probably caused by the higher supplement consumption registered for this treatment. The lower MPFM consumption can be influenced by the effect at pre-rumen level of concentrations of anti-nutritional metabolites which reduce the

medias de tratamiento fueron determinadas por la prueba de medias de LSMEANS, con una probabilidad del 5%.

Resultados y discusión

Se detectó un efecto altamente significativo de los tratamientos sobre la producción diaria de leche ($P < 0,01$), el consumo ($P < 0,01$) y rechazo del suplemento ($P < 0,01$) (cuadro 4).

La suplementación con alimento concentrado (AC) produjo una mayor producción diaria de leche (6,02 vs. 5,31 kg.d⁻¹), un mayor consumo de suplemento (1,97 vs. 1,55 kg.d⁻¹) y un menor rechazo (0,03 vs. 0,45 kg.d⁻¹), con respecto al tratamiento con harina de frutos de samán más melaza (HSM). Valores similares de producción de leche en vacas suplementadas con harina de frutos de samán fueron reportados por Roncallo *et al.* (1999). Igualmente, vacas en primera fase de la lactancia en sistemas de doble propósito suplementadas con 0, 2, 4, 6 kg.d⁻¹ de frutos de samán presentaron producciones de leche de 3,4; 4,3; 4,5 y 5,6 L.d⁻¹, respectivamente (Barquero *et al.*, 1999).

La mayor producción diaria de leche de vacas suplementadas con AC se debe probablemente al mayor consumo de suplemento registrado para este tratamiento. El menor consumo de HSM pudo estar influenciado por el efecto a nivel pre-ruminal de las concentraciones de metabolitos antinutricionales, los cuales reducen la palatabilidad del suplemento (Pizzani *et al.*, 2006).

Varios estudios han determinado que los frutos de samán son ricos

suplement palatability (Pizzani *et al.*, 2006).

Several studies have determined that monkey-pod fruits are rich on saponins (Hess *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2005). The saponins are generally inhibitors compounds of voluntary consumption, by showing bitter taste; they have foamy properties and constitute interferences in the intestinal absorption when levels are substantial (García, 2004).

Likewise, presence of antibacterial compounds like saponins in fodder fruits used in ruminants feeding can reduce the number of cellulolytic bacteria, giving influence on degradation activity of rumen (Santos *et al.*, 2005).

However, Pizzani *et al.* (2006) did not found correspondence between presence of secondary metabolites and dry matter digestibility, possibly because the soluble fraction represented by sugars is abundant in fruits, and as a consequence, represent an immediate energy source for the microbial mass, causing a high total digestibility. Also, many of secondary metabolites are inactivated and hydrolyzed by rumen micro organisms.

Navas *et al.* (1999), evaluated the rumen functioning in bovines, and they found that the productive response of animals supplemented with leguminous fruits related to an increase of voluntary consumption of dry matter and edible energy, higher microbial protein flux to the duodenum and a better balance between glyco and ketogenic nutrients.

On the other hand,

Cuadro 4. Producción y calidad de la leche de vacas Criollo Limonero suplementadas con alimento concentrado (AC) y harina de frutos de samán (HSM).

Table 4. Production and quality of "Criollo Limonero" cows supplemented with concentrate feed (AC) and monkey-pod meal fruits (MPFM).

Variable respuesta	Tratamientos			Valor P	Normas COVENIN
	AC	HSM			
Producción diaria de leche (kg.d ⁻¹)	6,02±1,42 ^b	5,31±1,60 ^a		0,0004	-
Consumo de suplemento (kg.d ⁻¹)	1,97±0,089 ^b	1,55±0,47 ^a		0,0003	-
Rechazo de suplemento (kg.d ⁻¹)	0,03±0,089 ^a	0,45±0,47 ^b		0,0003	-
Índice económico relativo	8,07±2,52 ^a	8,73±2,78 ^b		0,0252	-
Sólidos totales (%)	13,83±0,64 ^a	13,75±0,45 ^a		0,4885	> 12
Sólidos no grasos (%)	8,97±0,50 ^a	8,98±0,32 ^a		0,9888	-
Acidez titulable (ml NaOH 0,1 N.100 mL de leche ⁻¹)	16,42±1,91 ^a	16,46±1,66 ^a		0,8584	15-19
Proteína cruda (%)	4,32±0,45 ^a	4,19±0,42 ^a		0,2990	> 3
Proteína sérica (%)	1,44±0,42 ^a	1,37±0,27 ^a		0,5836	-
Lactosa (%)	3,89±0,55 ^a	4,04±0,59 ^a		0,4347	-
Grasa (%)	4,85±0,40 ^a	4,76±0,57 ^a		0,4457	> 3,2
Caseína (%)	2,88±0,24 ^a	2,82±0,30 ^a		0,4189	-
Cenizas (%)	0,75±0,02 ^a	0,74±0,02 ^a		0,1691	0,70-0,80
Punto crioscópico (°H)	-0,53±0,003 ^a	-0,53±0,003 ^a		0,9511	-0,55-0,54
Densidad relativa (g.ml ⁻¹)	1,03±0,001 ^a	1,03±0,001 ^a		0,6589	1,02-1,03

a, b. Los valores de las mismas filas señalados con letras distintas son significativamente diferentes (P<0,05). Media±Desviación Estándar

en saponinas (Hess *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2005). Las saponinas generalmente son compuestos inhibidores del consumo voluntario, por presentar sabor amargo; tienen propiedades espumantes y hemolíticas y constituyen interferencias en la absorción intestinal cuando los niveles son cuantiosos (García, 2004).

Asimismo, la presencia de compuestos antibacteriales como las saponinas en los frutos de arbóreas utilizados en la alimentación de rumiantes pueden reducir el número de bacterias celulolíticas, repercutiendo en la actividad degradativa del rumen (Santos *et al.*, 2005).

Sin embargo, Pizzani *et al.* (2006) no encontraron correspondencia entre la presencia de metabolitos secundarios y la digestibilidad de la materia seca, debido posiblemente a que la fracción soluble representada por azúcares es abundante en los frutos, y en consecuencia, representa una fuente inmediata de energía para la masa microbiana, trayendo consigo una elevada digestibilidad total. Además, muchos de los metabolitos secundarios son inactivados e hidrolizados por los microorganismos del rumen.

Navas *et al.* (1999), evaluaron el funcionamiento ruminal en bovinos, y encontraron que la respuesta productiva de animales suplementados con frutos de leguminosas arbóreas está asociada con un aumento del consumo voluntario de materia seca y energía digestible, mayor flujo de proteína microbiana al duodeno y un mejor balance entre nutrientes glucos y cetogénicos.

Por otro lado, el consumo también estuvo influenciado por la pre-

consumption also was influenced by the supplement presentation, since CF is offered as pellets, whereas monkey-pod fruit grinded is a meal characterized by being very dusty, that limits its consumption.

When studying the economic analysis, it was obtained that supplementation with MPFM registered a higher ($P < 0.05$) relative economic index (REI) than CF treatment (8.73 vs. 8.07). This result permit to affirm that the use of monkey-pod fruits meal is a viable economic alternative because the high economic revert for producers during dry time.

The milk quality variables were not affected by effect of treatments in a significant way (table 4).

There are a lot of factors that affect milk quality, like those genetic, environmental, animal characteristics and feeding received (Sheen and Riesco, 2002).

Feeding was the main variation source. Nevertheless, supplement used did not cause a significant effect to cause statistically significant responses in highly variables high sensitive to diet, such as the crude protein percentage and milk fat (González, 2002).

In case of lactose variable, response obtained can be explained by the osmoregulator effect, its concentration remain as a part of a very narrow rank (between 4.4 and 5.3%), being independent of diet (González, 2002).

Conclusions

According to the information obtained in this essay and taking into

sentación de los suplementos, ya que el AC se suministra en forma de pellets, mientras que el fruto de samán molido es una harina que se caracteriza por ser muy polvorienta, lo que limita su consumo.

Al efectuar el análisis económico, se obtuvo que la suplementación con HSM registró un mayor ($P < 0,05$) índice económico relativo (IER) que el tratamiento con AC (8,73 vs. 8,07). Este resultado permite afirmar que la utilización de harina de frutos de samán resulta ser una alternativa económicamente viable, debido a su mayor retorno económico para los productores durante la época de sequía.

Las variables de calidad de la leche, no fueron afectadas significativamente por efecto de los tratamientos (cuadro 4).

Existen muchos factores que afectan la calidad de la leche, entre los que destacan los factores genéticos, ambientales, características inherentes del animal y la alimentación que ésta recibe (Sheen y Riesco, 2002).

En este caso en particular, la fuente de variación fundamental fue la alimentación. Sin embargo, los suplementos utilizados no produjeron un efecto lo suficientemente significativo para provocar respuestas estadísticamente significativas en variables altamente sensibles a la dieta, tales como el porcentaje de proteína cruda y grasa de la leche (González, 2002).

En el caso de la variable lactosa, la respuesta obtenida puede explicarse por el hecho de que por su efecto osmoregulador, su concentración se mantiene dentro de un rango muy

account the agro-ecological field conditions and the period on which this essay was carried out, the following conclusions can be proposed:

The commercial balanced food favored a higher daily milk production, higher supplement consumption and a lower rejection.

Despite the best productive response of commercial balanced food, the supplementation with monkey-pod fruits meal more molasse was the more economically viable option, because its relative economical index exceed by 8.17% to those obtained with supplementation with commercial balanced food.

The milk quality did not show significant differences between supplementation with commercial balanced food or with monkey-pod fruits meal more molasse.

Recommendations

To guide forward researches about the presentation of monkey-pod fruits meal, the use of inclusion variables levels of other raw materials, in order to obtain a higher consumption.

End of english version

estrecho (entre 4,4 y 5,3%), siendo independiente de la dieta (González, 2002).

Conclusiones

Según la información obtenida en el estudio realizado y considerando las condiciones agroecológicas de

campo y el tiempo bajo el cual se condujo este ensayo se establecen las siguientes conclusiones:

El alimento balanceado comercial favoreció una mayor producción diaria de leche, un mayor consumo de suplemento y un menor rechazo.

A pesar de la mejor respuesta productiva del alimento balanceado comercial, la suplementación con harina de samán más melaza resultó ser la opción más viable económicamente, debido a que su índice económico relativo superó en un 8,17% al obtenido con la suplementación con alimento balanceado comercial.

La calidad de la leche no registró diferencias significativas entre la suplementación con alimento balanceado comercial ó con harina de samán más melaza.

Recomendaciones

Orientar las próximas investigaciones en aspectos tales como la presentación de harina de samán, la utilización de niveles variables de inclusión de otras materias primas, entre otros, con la finalidad de lograr un mayor consumo.

Literatura citada

Andrade, H.J., Humberto E. y M. Ibrahim. 2008. Disponibilidad de forrajes en sistemas silvopastoriles con especies arbóreas nativas en el trópico seco de Costa Rica. *Zootecnia Trop.* 26(3): 289-292.

AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1990. *Official Methods of Analysis*. 15ta Ed, Association of Official Analytical Chemist, Arlington, Virginia, USA.

Barquero L., A. Becerra, B. Roncallo y J. Silva. 1999. Suplementación de vacas de doble propósito con frutos de Algarrobillo *Pithecellobium saman* durante el verano IV Seminario Internacional Sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Cali, Colombia, 28 al 30 de Octubre de 1999. En: <http://www.cipav.org.co/redagrofór/memorias99/Memorias.htm>.

Casasola F., F. Ibrahim, M. Harvey y C. Kleinn. 2001. Caracterización y productividad de sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotenté, Estelí, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 8(30): 17-20.

Fandiño B. R., E. T. Velandia y M. Sierra. 1998. Producción de vacas de doble propósito suplementadas con frutos de algarrobillo (*Pithecellobium saman*) durante la época de lluvias. Colombia, Primer Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal Sostenible, Memorias. CIPAV, Cali, Colombia.

FONDONORMA 1982a. Norma COVENIN 367-82. Determinación de la densidad relativa. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.

FONDONORMA 1982b. Norma COVENIN 940-82. Determinación del punto crioscópico. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.

FONDONORMA 1997a. Norma COVENIN 658-97. Determinación de acidez titulable. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.

FONDONORMA 1997b. Norma COVENIN 931-97. Determinación de grasa. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.

FONDONORMA 1997c. Norma COVENIN 932-97. Determinación de sólidos totales. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.

- FONDONORMA. 1997d. Norma COVENIN 368-97. Determinación de cenizas. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.
- FONDONORMA. 1997e. Norma COVENIN 370-97. Determinación de proteínas. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.
- García D. E. y M. G. Medina. 2006. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Trop.* 24(3): 233-250.
- García D.E. 2003. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes, EEPF «Indio Hatuey», Cuba. 97 p.
- García D.E. 2004. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. *Pastos y Forrajes.* 27(2): 101-111.
- García, D.E., M.G. Medina, J. Humbría, C. Domínguez, A. Baldizán, L. Cova y M. Soca. 2006. Composición proximal, niveles de metabolitos secundarios y valor nutritivo del follaje de algunos árboles forrajeros tropicales. *Arch. Zootec.* 55 (212): 373-384.
- Goering H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses. *Agriculture Handbook* 379. U.S. Government Printing Office, Washington DC, USA.
- González, H. 2002. Factores nutricionales que afectan la producción y composición de la leche. Circular de Extensión Técnico Ganadera. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Producción Animal. N° 28. Boletín Divulgativo.
- Hess, H.D., M. Kreuzer, T.E. Díaz, C.E. Lascano, D.E. Carulla, C. Soliva and A. Machmuller. 2003. Saponin rich tropical fruits affect fermentation and methanogenesis in faunated and defaunated rumen fluid. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 109: 79-84.
- Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA). 1993. Árboles/Arbustos Forrajeros. Agroforestería. Servicio Forestal Nacional y Cooperación Sueca al Sector Forestal. Nota Técnica No. 17.1-9 pp.
- International Dairy Federation. 1964. *Determination of the casein content of milk*, Int. Dairy Fed. Stand. N° 29., Int. Dairy Fed., Brussels, Belgium.
- Navas, A., Restrepo, C., Jiménez, G. 1999. Funcionamiento ruminal de animales suplementados con frutos de *Pithecellobium saman*. IV Seminario Internacional Sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Cali, Colombia, 28 al 30 de Octubre de 1999. En: <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Memorias.htm>.
- Pizzani P., I. Matute, G. De Martino, A. Arias, S. Godoy, L. Pereira, J. Palma y M. Rengifo. 2006. Composición Fitoquímica y Nutricional de Algunos Frutos de Árboles de Interés Forrajero de Los Llanos Centrales de Venezuela. *Rev. Fac. Cienc. Vet.* 47(2): 1-11.
- Roncillo B., A. Navas y A. Garibella. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. En: A. Uribe (Compilador) *Sistemas silvopastoriles: Alternativa para una ganadería moderna y competitiva*. II Seminario Internacional. Memorias. Valledupar, Colombia. p. 81-92.
- Roncillo B., E. Torres y M. Sierra. 1999. Producción de Vacas de Doble Propósito Suplementadas con Frutos de Algarroillo *Pithecellobium saman* Durante la Época de Lluvias. VI Seminario Internacional Sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Cali, Colombia, 28 al 30 de Octubre de 1999. En: <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Memorias.htm>.

- Santos A. L., H. Jiménez y A. Cano. 2005. Efecto *in vitro* de extractos ricos en saponinas de *Pithecellobium saman* y *Sapindus saponaria* sobre el crecimiento de dos bacterias celulolíticas ruminales. Revista CORPOICA. 6(1): 20-25.
- SAS Institute, Inc. 2000. Software SAS version 8, Nashville Enabled. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Sheen S. y A. Riesco. 2002. Factores que afectan la producción de leche en vacas de doble propósito en trópico húmedo (PUCALLPA). Rev. Inv. Vet. Perú. 13(1): 25-31.
- Skolmen, R. 1990. *Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth. Monkey-pod. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 507-510.
- T'Mannetje L. and K. P. Haydock. 1963. The dry weight-rank method for the botanical analysis of pasture. Journal of the British Grassland Society. 18(4): 268-275.
- Tilley J.M. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18, 104-111.
- Zamora S., J. García, G. Bonilla, H. Aguilar, C. Harvey y M. Ibrahim. 2001. Uso de frutos y follaje arbóreo en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. Agroforestería en las Américas. 8 (31): 31-38.