



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

**MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y GESTIÓN
LOCAL**

**“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, VARIABLES RUMINALES Y
DIGESTIBILIDAD DE CORDEROS COMPLEMENTADOS CON
BLOQUES NUTRICIONALES ELABORADOS CON ACEITE DE COCO
Y/O VAINA DE *Samanea saman*”**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y GESTIÓN LOCAL**

P R E S E N T A:

VICTORIA MARCHÁN MARTÍNEZ

DIRIGIDA POR:

DR. NICOLÁS TORRES SALADO

DR. OMAR RAMÍREZ REYNOSO

DR. PAULINO SÁNCHEZ SANTILLÁN

DR. ELÍAS HERNÁNDEZ CASTRO

DR. GREGORIO SARABIA RUÍZ

IGUALA DE LA INDEPENDENCIA, GRO. JULIO DE 2018

La presente tesis titulada “**Comportamiento productivo, variables ruminales y digestibilidad de corderos complementados con bloques nutricionales elaborados con aceite de coco y/o vaina de *Samanea saman***”, realizada por la alumna **Victoria Marchán Martínez**, fue realizado como parte de los trabajos de investigación del Cuerpo Académico UAGro-CA-183 “Producción Sustentable de Rumiantes en el Trópico” de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero, bajo la dirección del Comité Tutorial indicado y ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y GESTIÓN LOCAL**

COMITÉ PARTICULAR

Director

Dr. Nicolás Torres Salado

Codirector

Dr. Omar Ramírez Reynoso

Tutor

Dr. Paulino Sánchez Santillán

Tutor

Dr. Elías Hernández Castro

Tutor

Dr. Gregorio Sarabia Ruiz

DEDICATORIAS

A Dios:

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres:

Sr. Candelarío y Sra. María del Carmen, este logro es para ustedes, por ser las personas más importantes en mi vida. A quienes sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme. A quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en persona de provecho. A quienes nunca podré pagar todo lo que han hecho por mí. Gracias por haberme heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo, sus consejos, sus valores y sobre todo gracias por su amor.

A mis hermanos:

Lidia y Ramón, para que este logro sea deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida, gracias por estar conmigo en las buenas y en las malas.

A mi sobrina:

Melanny por ser esa personita especial que me alegra día con día, por esos momentos maravillosos que pasamos juntas y porque eres uno de los motivos para superarme.

A Luis Roberto:

Porque estuviste desde que inicie con este proyecto, por motivarme a seguir adelante, me has apoyado e impulsado a alcanzar esta meta, no dejaste que me diera por vencida, gracias por tu amor, amistad, paciencia y por estar al pendiente de mí.

A mis amigos:

Yessica, Mayra, Patricia, Osiris, Marbellá, Litzy, Iris, Zaira y Luis Gustavo porque gracias a ustedes sé que hay amigos verdaderos y sé que una amistad puede perdurar por muchos años; gracias, por estar conmigo en las buenas y en las malas y porque siempre me dieron ánimos para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer al Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada durante el proceso de realización de mis estudios de maestría.

Agradezco a la institución que me permitió realizar mis estudios de posgrado: La Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local, U.AGro.

Dr. Nicolás Torres Salado por su gran apoyo académico durante los dos años del posgrado, por facilitarme la estancia en la Facultad de Medicina Veterinaria durante el trabajo de campo, por sus conocimientos, su amistad y ese gran esfuerzo que realizó al dedicarle tiempo para culminar este proyecto.

Mi más sincero reconocimiento al Dr. Paulino Sánchez Santillán por compartir su gran experiencia y conocimientos, por su apoyo, por toda esa dedicación de tiempo en esta investigación, por sus consejos y su amistad.

Dr. Omar Ramírez Reynoso especialmente por sus consejos y por estar siempre al pendiente de este proceso de investigación, por sus experiencias y su amistad.

Dr. Elías Hernández Castro. Por su gran apoyo y amistad desde que inicié con este proceso de formación, por sus aportaciones a este trabajo, por sus conocimientos y por aconsejarme durante estos dos años.

Dr. Gregorio Sarabía Ruíz por contribuir con sus conocimientos y experiencias durante mi formación académica durante mi estancia en este posgrado.

A los profesores y administrativos tanto de la Maestría como de la Facultad de Medicina Veterinaria, que formaron parte de mi formación académica y que compartieron sus experiencias y conocimientos durante el proceso de esta investigación.

A mis compañer@s de generación: Iris, Zayra, Armando y Lenin por compartir sus experiencias, por las críticas constructivas durante todo este proceso de formación, por su amistad y por compartir grandes momentos a su lado.

A mi amiga y ahora madrina Osiris, por ser un ejemplo de superación y por ese apoyo y amistad incondicional que me brindas en momentos difíciles.

A doña Rosi por todo su apoyo, por sus consejos y su linda amistad. Gracias por verme como una hija y por quererme.

A doña Rufina (Guina) y Paty por brindarme tan amablemente posada durante mi estadía en Cuajá, por los ánimos que me daban para seguir adelante, por preocuparse por mí en todo momento y sobre todo gracias a ti Paty, porque me hiciste sentir parte de tu apreciable familia y por esa gran amistad que construimos.

A los profesores y compañeros de la facultad de MVZ que me ayudaron en la realización del trabajo de campo y trabajo de laboratorio (Dr. Paulino, M.C. Mario, Fercho, Martín, Texta, Ricardo, Adán, Ulises) y muy especialmente a Gustavo porque estuviste desde el inicio, fuiste un gran apoyo en cada momento, eres una gran persona, a la cual admiro y agradezco esa gran amistad que me sigues brindando.

CONTENIDO

DEDICATORIAS	I
AGRADECIMIENTOS	II
ÍNDICE DE CUADROS	VI
I.- INTRODUCCIÓN GENERAL	1
II. JUSTIFICACIÓN	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. OBJETIVOS	5
4.1. Objetivo General	5
4.2. Objetivos Particulares.....	5
V. LITERATURA CITADA.....	6
VI. CAPITULO I. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, VARIABLES RUMINALES Y DIGESTIBILIDAD DE CORDEROS COMPLEMENTADOS CON BLOQUES NUTRICIONALES ELABORADOS CON ACEITE DE COCO Y/O VAINA DE <i>SAManea SAMAN</i>	8
6.1. RESUMEN.....	8
6.2. ABSTRACT	9
6.3. INTRODUCCIÓN	10
6.4. MATERIALES Y MÉTODOS	11
6.4.1. Tratamientos.	11
6.4.2. Animales.....	11
6.4.3. Alimentación.....	11
6.4.4. Análisis bromatológico.....	12
6.4.5. Respuesta productiva.....	13

6.4.6. Digestibilidad.....	13
6.4.7. Variables fermentativas.....	14
6.4.8. Diseño experimental.....	15
6.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
6.6. CONCLUSIONES.....	21
6.7. AGRADECIMIENTOS.....	22
6.8. LITERATURA CITADA.....	22

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición de los bloques nutricionales para la alimentación de corderos en confinamiento.....	12
Cuadro 2. Variables productivas de corderos complementados con bloques nutricionales elaborados con vaina de <i>Samanea saman</i> y/o aceite de coco alimentados con heno de pasto pangola.....	17
Cuadro 3. Efecto de la digestibilidad de corderos complementados con bloques nutricionales elaborados con vaina de <i>Samanea saman</i> y/o aceite de coco alimentados con heno de pasto pangola.....	18
Cuadro 4. Variables ruminales de corderos complementados con bloques nutricionales elaborados con vaina de <i>Samanea saman</i> y/o aceite de coco alimentados con heno de pasto pangola.....	21

I.- INTRODUCCIÓN GENERAL

En 2017, México produjo 96,129 t de carne ovina, de las cuales 50.48 % se comercializó en canal (Luna *et al.*, 2011). La alimentación ovina en el trópico se basa en gramíneas introducidas o nativas y residuos de cultivos agrícolas (Vázquez-Mendoza *et al.*, 2012); por lo que en época de estiaje la producción de gramíneas es escasa y de bajo valor nutricional (Hernández-Morales *et al.*, 2018). Sin embargo, existen estrategias para complementar la alimentación como la suplementación (Hernández-Morales *et al.*, 2018; Arias *et al.* 2014; Clavero, 2014), el uso de bloques nutricionales (Vázquez-Mendoza *et al.*, 2012; Cesar *et al.*, 2017; Birbe *et al.*, 2006) y/o el uso de alimentos no convencionales regionales que son accesibles y de bajo costo (Luna *et al.*, 2011; Hernández-Morales *et al.*, 2018).

Los bloques nutricionales (BN) son un suplemento alimenticio balanceado, de consistencia sólida, que facilita el suministro de diversos nutrientes en forma lenta. Se caracterizan por contener una alta concentración de proteína, energía y minerales. Son elaborados utilizando urea, melaza y agente solidificante. En forma adicional pueden incluirse minerales, sal y harinas que proporcionen energía (Araujo, 2005). Los BN son una estrategia de suplementación alimenticia en los sistemas de pastoreo. Entre las ventajas está el uso de ingredientes proteínicos y/o energéticos, y el uso de materiales no convencionales (Birbe *et al.*, 2006) como vainas de leguminosas arbóreas y aceite de coco.

En el trópico de México se pueden obtener vainas y hojas de leguminosas arbóreas que contienen entre 14 y 18 % de proteína cruda (Vázquez-Mendoza *et al.*, 2012; Hernández-Morales *et al.*, 2018), lo que permite su uso como complementos proteicos en condiciones de pastoreo (De Andrade *et al.*, 2004). Ejemplos de estas leguminosas arbóreas son *Samanea saman*, *Leucahena sp.*, *Acacia sp.*, *Gliricidia sepium*, *Guacima sp.* (De Andrade *et al.*, 2004), *Enterolobium cyclocarpum* y *Guazuma ulmifolia* (Hernández-Morales *et al.*, 2018). *Samanea saman* muestra la presencia de saponinas y taninos (Delgado *et al.*, 2012) y son de importancia, ya que afectan positiva o negativamente el funcionamiento digestivo de los rumiantes (Pizzani *et al.*, 2006; Delgado *et al.*, 2014). El aceite de coco está constituido de 86 a 91 % de ácidos grasos saturados, de los cuales 48 % son ácidos láurico, mirístico, caprílico, palmítico y otros ácidos de cadena corta (Granados y López, 2002). En la mayoría de las investigaciones con aceite de coco en la

alimentación de rumiantes, se ha presentado una disminución en el consumo de alimento (Delgado *et al.*, 2013) y a veces una menor degradación de nutrientes generado por el efecto inhibitorio del ácido láurico sobre los protozoarios ruminales (Machmüller y Kreuzer, 1998; Mendez *et al.*, 2012).

II. JUSTIFICACIÓN

La alimentación de ovinos en el trópico se basa en pastoreo y requiere de complementos por las características nutritivas que presentan los pastos y los requerimientos fisiológico-productivos (Carmona, 2007). Por otro lado, las vainas de leguminosas arbóreas del trópico mexicano contienen de 13 a 30 % de proteína cruda (PC); donde la vaina de *Samanea saman* es una alternativa viable por su contenido de 16 % PC y su producción, contiene saponinas, esteroides, alcaloides, flavonoides y taninos (Delgado *et al.*, 2012). Estos metabolitos disminuyen la cantidad de protozoarios en rumen; lo que favorece el uso del nitrógeno en dietas con base en pastoreo (Delgado *et al.*, 2014; Carmona 2007). Además, en el trópico mexicano se producen 200,000 t de coco para la extracción de aceite y copra, por lo que es una alternativa de uso dado que incrementa la densidad energética y modifica el patrón de fermentación ruminal (Calsamiglia *et al.*, 2005). Por el efecto defaunante, algunos investigadores (Méndez *et al.*, 2012; Delgado *et al.*, 2013) han evaluado la inclusión de aceite de coco en dietas altas en forrajes en rumiantes para disminuir la depredación bacteriana por parte de los protozoarios y con ello incrementar la cantidad de proteína metabolizable de origen microbiano disponible en el intestino delgado (Casalmiglia *et al.*, 2005), con lo cual se mejora la respuesta productiva (Méndez *et al.*, 2012).

El hecho de que los forrajes contengan bajos niveles de proteína durante la época de sequía (menos de 7 %) provoca que las bacterias y los protozoarios no digieran adecuadamente algunos nutrientes especialmente los carbohidratos estructurales del forraje como la celulosa y la hemicelulosa; por eso es importante alimentar las bacterias en el rumen con nitrógeno adicional como la urea (nitrógeno no proteico) y así incrementar significativamente el número de bacterias y consecuentemente la digestibilidad de los alimentos (Bustos, 2018).

En este caso, los bloques nutricionales cumplen con este objetivo y pueden elaborarse con ingredientes energéticos, proteicos, nitrógeno no proteico (urea) y minerales, a fin de mantener un balance adecuado cuando los forrajes presentan diferencias (Bustos, 2018). Por tanto, una alternativa de complementación alimenticia de ovinos en pastoreo son los bloques nutricionales (Birbe *et al.*, 2006) elaborados con vaina de algarrobo y aceite de coco como ingredientes principales en su elaboración, por ser ingredientes regionales disponibles en el trópico.

III. HIPÓTESIS

El uso de bloque nutricionales elaborados con vaina de *Samanea saman* y/o aceite de coco son una estrategia viable para evitar la pérdida de peso de corderos alimentados con base en forrajes en la época de sequía en el trópico mexicano.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Evaluar el comportamiento productivo, las características ruminales y la digestibilidad de corderos alimentados con base en heno de pasto pangola complementados con bloques nutricionales elaborados con aceite de coco y/o vaina de *Samanea saman*.

4.2. Objetivos Particulares

- Estimar consumo de alimento y ganancia diaria de peso en corderos alimentados con base en heno de pasto pangola y bloques nutricionales elaborados con aceite de coco y/o vaina de *Samanea saman*.
- Determinar digestibilidad de materia seca, materia orgánica, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida y proteína cruda de corderos alimentados con base en heno de pasto pangola y bloques nutricionales elaborados con aceite de coco y/o vaina de *Samanea saman*.
- Estimar pH ruminal, nitrógeno amoniacal, ácidos grasos volátiles, conteo de bacterias totales y conteo de protozoarios en fluido ruminal de corderos alimentados con base en heno de pasto pangola y bloques nutricionales elaborados con aceite de coco y/o vaina de *Samanea saman*.

V. LITERATURA CITADA

- Andrade, C. M. S. D., Valentim, J. F., Carneiro, J. D. C., & Vaz, F. A. 2004. Growth of tropical forage grasses and legumes under shade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(3), 263-270.
- Araujo-Febres, O. 2005. Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. IX Seminario de pastos y forrajes. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía. Maracaibo, Venezuela, 1-12.
- Arias, C., Valiente, O., Corrales, M. P., Rosthoj, S., & Castellani, P. 2014. Supplementation influence on coconut kernel expeller's (*Acrocomia aculeata*) ruminal degradability, and rumen fermentation characteristics in sheep. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, 4(2), 07-13.
- Birbe, B., Herrera, P., Colmenares, O., & Martínez, N. 2006. El consumo como variable en el uso de bloques multinutricionales. X Seminario de Pastos y Forrajes, 43-61.
- Bustos, JM. 2018. diciembre. Utilización de bloques nutricionales en bovinos en el trópico. *Entorno Ganadero*. 87, 38-45. Recuperado de: <https://bmeditores.mx/static/media/versionesdigitales/20171215100411-197115.pdf>
- Calsamiglia, S., Castillejos, L., Busquet, M., & i dels Aliments, D. C. A. 2005. Estrategias nutricionales para modificar la fermentación ruminal en vacuno lechero. XXI Curso de Especialización FEDNA. Madrid. España, 161-185.
- Carmona, A. J. C. 2007. Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva de bovinos. *Revista Lasallista de investigación*. 4 (1): 40-50 p.
- Cesar, M. F., Cunha, M. D. G. G., de Sousa, W. H., Pereira Filho, J. M., Sales, A. T., da Nóbrega, G. H., & Ferreira, R. C. 2017. Cortes comerciales y característica de la canal de borregos y cabritos suplementados con bloques multinutricionales. *Revista MVZ Córdoba*, 22(3), 6180-6190.
- Clavero, T. 2014. Utilización de frutos de árboles forrajeros en la ganadería tropical. *Revista de la Universidad del Zulia*, 4(8).
- Delgado D.C., R. González J. Galindo L.E. Dihigo J. Cairo M. Almeida. 2013. Efecto del aceite de coco en el consumo, digestión de nutrientes y producción de metano en ovinos alimentados con forraje y concentrado. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 47, Número 1

- Delgado, D. C., Galindo, J., González, R., González, N., Scull, I., Dihigo, L., ... & Moreira, O. 2012. Feeding of tropical trees and shrub foliages as a strategy to reduce ruminal methanogenesis: studies conducted in Cuba. *Tropical Animal Health and Production*, 44(5), 1097-1104.
- Delgado, D. C., Hera, R., Cairo, J., & Orta, Y. 2014. *Samanea saman*, árbol multipropósito con potencialidades como alimento alternativo para animales de interés productivo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(3), 205-212.
- Granados Sánchez, D., & López Ríos, G. F. 2002. Manejo de la palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 8(1).
- Hernández-Morales, J., Sánchez-Santillán, P., Torres-Salado, N., Herrera-Pérez, J., Rojas-García, A. R., Reyes-Vázquez, I., & Mendoza-Núñez, M. A. 2018. Composición química y degradaciones in vitro de vainas y hojas de leguminosas arbóreas del trópico seco de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9(1), 105-120.
- Luna, E. D. J. P., Ángel, M. C. G., Moreno, S. A., Rincón, R. S., & Velasco, H. L. 2011. Parámetros productivos de ovinos de pelo en un sistema de alimentación intensiva en la región central de Chiapas. *Quehacer Científico en Chiapas*, 1, 7-13.
- Machmüller, A., M. Kreuzer. 1998. Methane suppression by coconut oil and associated effect son nutrient and energy balance in sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 79: 65-72.
- Méndez, M., Obispo, N., Valdez, M. 2012. Efectos de la desfaunación con aceite de coco (*Cocos nucifera*) sobre el ecosistema ruminal en ovinos. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 38: 89-97.
- Pizzani, P., Matute, I., Martino, G., Arias, A., Godoy, S., Pereira, L., ... & Rengifo, M. 2006. Composición fitoquímica y nutricional de algunos frutos de árboles de interés forrajero de los llanos centrales de Venezuela. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 47(2), 105-113.
- Vázquez-Mendoza, P., Castelán-Ortega, O. A., García-Martínez, A., & Avilés-Nova, F. 2012. Uso de bloques nutricionales como complemento para ovinos en el trópico seco del altiplano central de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15(1). 87-96.

VI. CAPITULO I. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, VARIABLES RUMINALES Y DIGESTIBILIDAD DE CORDEROS COMPLEMENTADOS CON BLOQUES NUTRICIONALES ELABORADOS CON ACEITE DE COCO Y/O VAINA DE *Samanea saman*

PRODUCTIVE BEHAVIOR, RUMINAL VARIABLES AND DIGESTIBILITY OF COMPLEMENTED LAMBS WITH NUTRITIONAL BLOCKS PREPARED WITH COCONUT AND / OR SHELL OIL FROM *Samanea saman*

6.1. RESUMEN

En la época de estiaje en el trópico, la disponibilidad y calidad de forraje es baja por lo que una alternativa de complementación son los bloques nutricionales (BN). El objetivo fue evaluar el comportamiento productivo, las características ruminales y la digestibilidad de corderos alimentados con base en heno de pasto pangola complementados con BN elaborados con aceite de coco y/o vaina de *Samanea saman*. En la prueba *in vivo* se utilizaron 28 corderos criollos (19.6 kg) distribuidos en corraletas individuales. Los tratamientos fueron: BN testigo, BN con 3 % de aceite de coco; BN con 30 % de vaina de *S. saman* y BN con 3 % de aceite y 28 % de vaina de *S. saman*. En los corderos se midió consumo de materia seca del bloque (CMSB), consumo de materia seca de heno (CMSH), consumo de materia seca total (CMST), ganancia diaria de peso (GDP), digestibilidad de la materia seca (DMS), la materia orgánica (DMO), la fibra detergente neutro (DFDN), la fibra detergente ácida (DFDA) y la proteína cruda (DPC); así como, pH, conteo de bacterias, conteo de protozoarios, nitrógeno amoniacal (N-NH₃) y ácidos grasos volátiles (AGV) en el fluido ruminal de los corderos. El diseño experimental fue un completamente al azar. Los corderos que consumieron BN con aceite de coco mostraron mayor CMSB y CMST y menor CMSH ($p < 0.05$). La DMS y DMO fue menor en los BN con aceite de coco y vaina de *S. saman* en comparación con el tratamiento testigo ($p < 0.05$). La GDP, DFDA, DPC, pH, N-NH₃, ácido acético, conteo de bacterias y protozoarios no mostraron diferencias ($p > 0.05$) entre tratamientos. El BN con vaina de *S. saman* fue diferente ($p < 0.05$) al BN testigo en la concentración de butírico y AGV totales; así como al BN con aceite de coco en el contenido de ácido propiónico. Se concluye, la inclusión de aceite de coco o vaina de *Samanea saman* representan una alternativa en la

elaboración de bloques nutricionales para la alimentación ovina, ya que se mejora el consumo de materia seca, producción de ácidos grasos volátiles y la digestibilidad.

Palabras clave: corderos, bloques nutricionales, *Samanea saman*, aceite de coco.

6.2. ABSTRACT

In the dry season in the tropics, the availability and quality of forage is low so an alternative of complementation are the nutritional blocks (BN). The objective was to evaluate the productive behavior, ruminal characteristics and digestibility of lambs fed with pangola grass hay supplemented with BN made with coconut oil and / or *Samanea saman* sheath. In the in vivo test, 28 Creole lambs (19.6 kg) distributed in individual carriers were used. The treatments were: control BN, BN with 3% coconut oil; BN with 30% *S. saman* pod and BN with 3% oil and 28% *S. saman* pod. In the lambs, dry matter consumption of the block (CMSB), dry matter consumption of hay (CMSH), total dry matter consumption (CMST), daily weight gain (GDP), dry matter digestibility (DMS) were measured. , organic matter (DMO), neutral detergent fiber (DFDN), acid detergent fiber (DFDA) and crude protein (DPC); as well as, pH, bacteria count, protozoa count, ammoniacal nitrogen (N-NH₃) and volatile fatty acids (VFA) in the ruminal fluid of the lambs. The experimental design was completely random. The lambs that consumed BN with coconut oil showed higher CMSB and CMST and lower CMSH ($p < 0.05$). DMS and BMD were lower in BNs with coconut oil and *S. saman* sheath compared to the control treatment ($p < 0.05$). The GDP, DFDA, DPC, pH, N-NH₃, acetic acid, bacteria and protozoa count did not show differences ($p > 0.05$) between treatments. The BN with *S. saman* sheath was different ($p < 0.05$) to the control BN in the total butyric concentration and AGV; as well as BN with coconut oil in the content of propionic acid. It is concluded that the inclusion of coconut oil or *Samanea saman* sheath represents an alternative in the elaboration of nutritional blocks for sheep feeding, since it improves the consumption of dry matter, production of volatile fatty acids and digestibility.

Key words: lambs, nutritional blocks, *Samanea saman*, coconut oil.

6.3. INTRODUCCIÓN

La producción ovina se desarrolla principalmente en pastoreo (Partida *et al.*, 2013) porque la alimentación se basa en la producción de forrajes. Sin embargo, la calidad de los forrajes varía según la época y la edad de rebrote (Araujo-Febres *et al.*, 2001). En la época de estiaje en el trópico, la disponibilidad de forraje es baja o nula (Fariñas *et al.*, 2009). Además, los forrajes disminuyen rápidamente su calidad porque se afecta el contenido de nitrógeno y baja digestibilidad conforme aumenta su edad. Estos factores provocan que los forrajes no satisfagan los requerimientos de los ovinos en pastoreo (Araujo-Febres *et al.*, 2001). Una estrategia en la época de estiaje es complementar con fuentes nitrogenadas a los corderos para optimizar la función ruminal (Araujo-Febres *et al.*, 2001); por lo que la elaboración de bloques nutricionales es una alternativa de complementación (Tobía *et al.*, 2003).

Los bloques nutricionales (BN) sirve para suministrar nitrógeno, energía y minerales para promover un ecosistema microbiano eficiente para la digestión de la fibra y la producción de proteína microbiana (Araujo-Febres *et al.*, 2001). En la elaboración de BN se pueden aprovechar recursos disponibles en la región como hojas y vainas de arbóreas leguminosas, subproductos industriales (Birbe, 2006) y alimentos no convencionales en la alimentación de rumiantes (Manuel-Luviano *et al.*, 2018).

Las vainas de leguminosas arbóreas representan una alternativa para la elaboración de BN o como suplemento directo (Pirela 2010; Carvalho, 2012; Delgado *et al.*, 2014) para la alimentación ovina; así mismo, son una estrategia para disminuir la dependencia de concentrados comerciales (Clavero, 2013), además contiene taninos; los cuales disminuyen la cantidad de protozoarios en el rumen; lo que favorece el uso del nitrógeno en dietas con base en pastoreo (Delgado *et al.*, 2014; Carmona 2007). El aceite de coco en la alimentación de rumiantes se usa para incrementar la densidad energética de la dieta, modificar el patrón de fermentación ruminal y disminuir la producción de metano (Casalmiglia *et al.*, 2005), así mismo tiene un perfil lipídico compuesto por ácidos grasos de cadena media, los cuales actúan sobre la membrana de los protozoarios (Méndez *et al.*, 2012). Por ello, el objetivo fue evaluar el comportamiento productivo, la digestibilidad aparente y las variables ruminales de corderos en confinamiento alimentados con base en heno de

pangola (*Digitaria eriantha* Steud) suplementados con bloques nutricionales elaborados con vaina de *Samanea saman* y/o aceite de coco.

6.4. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de marzo a mayo del 2017 en la Unidad Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero, ubicada en Cuajinicuilapa, Guerrero, México. Cuajinicuilapa se localiza en las coordenadas 16° 28' 18'' de latitud norte y 98° 24' 55'' de longitud oeste y una altura de 30 m.s.n.m. El clima es subhúmedo cálido, con temperatura que oscila entre 19 y 34 °C y una precipitación pluvial de 1,129 mm.

6.4.1. Tratamientos.

La composición de los bloques nutricionales (BN) se muestra en el Cuadro 1. Las vainas de *Samanea saman* fisiológicamente maduras se recolectaron en primavera de 2017 en el municipio de Cuajinicuilapa, Guerrero. Estás y el heno de pasto pangola (*Digitaria eriantha* Steud) se molieron en un molino mixto (M.A.GRO® TR-3500) antes de elaborar los BN. Los ingredientes se homogeneizaron, se vertieron en un molde de plástico, se compactaron, se desmoldaron y dejaron secar al sol por 48 h.

6.4.2. Animales.

Se utilizaron 28 corderos criollos con un peso promedio de 19.6 ± 1 kg pv. Los corderos se alojaron en corraletas individuales de 2 m² provistas de sombra, comedero y bebedero. Antes de iniciar el estudio, los corderos se desparasitaron vía oral (Closantel, 10 mg Kg⁻¹ PV) y se administró vitaminas ADE + B₁₂ (5 mL animal⁻¹).

6.4.3. Alimentación.

Los corderos se adaptaron al consumo de los bloques por 15 días antes de iniciar la evaluación de las variables. El heno de pangola obtuvo un 3.32 % de PC, se ofreció dos veces al día 8:00 y 17:00 horas (50:50) y el heno rechazado se recolectó por las mañanas. El BN se ofreció hasta su consumo total; pero, todas las mañanas se pesó para determinar la cantidad de BN consumido. El agua se ofreció a libre acceso.

Cuadro 1. Composición de los bloques nutricionales para la alimentación de corderos en confinamiento.

Composición (%)	Testigo ¹	Aceite de coco ²	<i>Samanea saman</i> ³	Aceite de coco + <i>Samanea saman</i> ⁴
Vaina de <i>Samanea saman</i>	-	-	30	28
Aceite de coco	-	3	-	3
Melaza	38	38	38	38
Urea	10	10	10	10
Pasta de soya	8	8	-	-
Sal común	5	5	5	5
Sal mineral	3	3	3	3
Cal	10	10	10	10
Heno de pangola	26	23	4	3
Composición química (%)				
MS	97.35	97.63	97.72	98.28
MO	69.06	68.06	68.74	70.31
PC	33.04	34.38	36.14	36.91
Ce	29.06	30.29	29.65	28.46
FDN	33.53	37.18	35.79	34.24
FDA	14.77	16.56	15.89	16.66

¹Testigo, bloque nutricional sin aceite y sin vaina de *S. saman*; ²bloque nutricional con 3% de aceite de coco; ³bloque nutricional con 30% de vaina de *S. saman*; ⁴bloque nutricional con 3% de aceite y 28% de vaina de *S. saman*.; MS, materia seca; MO, materia orgánica; PC, proteína cruda; FDN, fibra detergente neutro; FDA, fibra detergente ácida; Ce, cenizas.

6.4.4. Análisis bromatológico.

En el análisis bromatológico se determinó materia seca (MS), proteína cruda (PC), cenizas (Ce), materia orgánica (MO) según la metodología de AOAC (2007). La fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) fue mediante la metodología de ANKOM Technology® según Van

Soest *et al.* (1991). El contenido de cenizas insolubles en ácido (CIA) fue según el método de Church (1993) y Van Keulen y Young (1977).

6.4.5. Respuesta productiva.

La prueba constó de 56 días. Los corderos se pesaron al inicio y cada 14 días con 10 h de ayuno previo en una báscula electrónica (OHAUS T32XW, México) para estimar la ganancia diaria de peso (GDP; g d⁻¹) por diferencia de peso. El consumo de materia seca de heno de pangola (CMSH, g d⁻¹), consumo de materia seca del bloque (CMSB, g d⁻¹) y el consumo de materia seca total (CMST, g d⁻¹) se calculó por diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado.

6.4.6. Digestibilidad.

Cinco días antes de culminar la prueba, se recolectaron heces directas del ano de los corderos para estimar la digestibilidad. Las muestras de heces se deshidrataron 48 h a 60 °C en una estufa (RIOSSA HCF-41, México) y se molieron usando una criba de 1 mm en un molino Thomas-Wiley Mill (Thomas Scientific, Swedesboro, NJ, USA). A las heces se determinó MS, PT, Ce, MO (AOAC, 2007), FDN, FDA (Van Soest *et al.*, 1991) y CIA (Church, 1993; Van Keulen y Young, 1977). La digestibilidad de la materia seca (DMS), materia orgánica (DMO), fibra detergente neutro (DFDN), fibra detergente ácido (DFDA) y proteína cruda (DPC) se calcularon con las fórmulas descritas por Church (1993) y Van Keulen y Young (1977).

Las fórmulas fueron: $DMS = 100 - [(CIA_d - CIA_h) * 100]$; $DMO = 100 - [(CIAMO / CIA_h) * 100]$; $DFDN = 100 - (CIA_d * FDN_h / CIA_h) * FDN_d$; $DFDA = 100 - (CIA_d * FDA_h / CIA_h) * FDA_d$; $DPC = 100 - (CIA_d * PCh_h / CIA_h) * PC_d$; donde: DMS = Digestibilidad de la materia seca; CIA_d = Porcentaje de cenizas insolubles en ácido clorhídrico de la dieta; CIA_h = Porcentaje de cenizas insolubles en ácido clorhídrico de las heces; DMO = Digestibilidad de la materia orgánica; CIAMO = Porcentaje de cenizas insolubles en ácido clorhídrico de la materia orgánica de la dieta; DFDN = Digestibilidad de la fibra detergente neutra; FDN_h = Fibra detergente neutra de las heces; FDN_d = Fibra detergente neutra de la dieta; DFDA = Digestibilidad de la fibra detergente ácida; FDA_h = Fibra detergente ácida de las heces; FDA_d = Fibra detergente ácida de la dieta; DPC = Digestibilidad de la proteína cruda; PCh = Proteína cruda de las heces; PC_d = Proteína cruda de la dieta.

6.4.7. Variables fermentativas.

En el día 56, tres horas después de ofrecer el heno por la mañana se extrajeron 50 mL de fluido ruminal usando una sonda esofágica en cada cordero. Inmediatamente se midió pH con un potenciómetro portátil (ORION SA 210, USA®; calibración: pH 7 y 4).

Para el conteo de Bacterias totales se usó una micropipeta (Corning®, USA) para extraer 1 mL fluido ruminal y se depositó en un tubo de ensayo (Pirex®, México) con 0.25 mL de formaldehído al 10 % (Sigma Aldrich®). La cantidad de bacterias totales (28 muestras independientes) se calculó realizando el conteo directo en una cámara Petroff-Hausser (Hausser #39000, Electron Microscopy Sciences, USA), con un área de 0.0025 mm² y profundidad de 0.02 mm. Para el recuento se usó un microscopio (BX31, Olympus®, USA) a una magnificación de 1,000. La cantidad de bacterias se calculó con la fórmula: Cantidad de bacterias = (promedio) (factor de dilución, 2×10^7) (Sánchez-Santillán *et al.*, 2016).

Para el conteo de protozoarios se usó una micropipeta (Corning®, USA) para extraer 1 mL fluido ruminal y se depositó en un tubo de ensayo (Pirex®, México) con 0.25 mL de formaldehído al 10 % (Sigma-Aldrich). El cálculo de la cantidad de protozoarios (28 muestras independientes) se calculó realizando un conteo directo en una cámara de Neubauer (Bright line Brand®), con un área de 0.0025 mm² y profundidad de 0.1 mm. Para el recuento se usó un microscopio (Axiostar, Zeiss) a una magnificación de 400X. La cantidad de protozoarios se calculó con la fórmula: conteo de protozoarios= (promedio) (factor de dilución, 2×10^4).

El N-NH₃ se determinó al extraer 1 mL de fluido ruminal en un tubo de ensayo con 0.25 mL de ácido metafosfórico al 25% (Meyer®), se centrifugó a 3500 rpm durante 25 min, del sobrenadante se colectaron 20 µL y se depositaron en tubos de ensayo (Pyrex®) adicionando 1 mL de solución fenol [10 mg de Na₂(NO)Fe(CN)₅.H₂O (Meyer®) + 10 g de cristales de fenol (Meyer®) aforado en 1 L de agua destilada] y 1 mL de solución hipoclorito [7.5 g de NaOH (Reasol®) + 21.3 g de Na₂HPO₄ (Meyer®) + 15 mL de hipoclorito (5 %; Reasol®) aforado en 1 L de agua destilada]. Las muestras se mantuvieron a 37 °C por 30 min en baño maría, se adicionaron 5 mL de agua destilada, para diluir las muestras, se agitaron con vortex (Genie 2 G-560, USA) y la absorbancia se midió a 630 nm en un espectrofotómetro UV-VIS (Jenway® 6850, USA) calibrado con un método ($r^2 = 0.9994$) de concentración de nitrógeno amoniacal según McCullough (1967).

Para la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) en el fluido ruminal, se tomó 1 mL y se depositó en tubos para microcentrifuga (Neptune[®], México), en el cual se mezcló con ácido metafosfórico al 25 % (razón 4:1). Los tubos se centrifugaron a 18,800 x g por 10 min y el sobrenadante se colocó en viales para cromatografía (1.5 mL, Perkin Elmer[®]). La concentración de AGV se determinó en un cromatógrafo de gases (Perkin Elmer[®], modelo Claurus 500, USA) equipado con detector de ionización de flama y columna capilar (Elite FFAP; Agilent[®]) de 30 m x 0.25 mm; usando helio como gas acarreador a una presión constante de 10 psi, H₂ y aire para generar flama con flujo de 40 y 400 mL min⁻¹. Las temperaturas del horno, inyector y columna fueron 80, 240 y 250 °C y se inyectó 1 µl de muestra. Los tiempos de retención fueron 3.74, 4.39 y 5.23 min para los ácidos acético, propiónico y butírico, respectivamente.

6.4.8. Diseño experimental.

Las variables productivas, las digestibilidades y variables ruminales se analizaron en un diseño completamente al azar. Los datos de las variables se analizaron utilizando el programa GLM de SAS[®] (2011) y las medias de los tratamientos se compararon con la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

6.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de materia seca de bloque (CMSB) en los corderos complementados con bloque nutricional elaborado con aceite de coco, vaina de *Samanea saman* y su combinación entre ellos, se incrementó ($p < 0.05$) 12.92 %, en comparación con el tratamiento testigo (Cuadro 2); lo cual, fue 32 % superior a lo reportado por Araujo-Frebes *et al.* (2001), cuando evaluaron el suministro de bloques melaza - urea en corderos alimentados con heno de *Brachiaria humidicola* con 4.5 % de PC. Cabe resaltar, en este estudio, el CMSB de los corderos complementados con bloques con aceite de coco y vaina de *Samanea saman* fue 1.76 y 1.44 superior respecto al tratamiento testigo.

Al respecto, algunos investigadores han reportado que la inclusión de fuentes de proteínas como son las vainas de leguminosas arbóreas o arboles forrajeros como *Samanea saman* (Delgado *et al.*, 2014; Santos, 2012) y / o aceites (Méndez *et al.*, 2012) en suplementación para corderos o rumiantes en pastoreo puede incrementar el consumo de materia seca (Delgado *et al.*, 2014; Santos, 2012). Hristov *et al.* (2011) y Galindo *et al.* (2014) reportaron que los ácidos grasos de cadena

media, como el ácido láurico, contenido en el aceite de coco pueden provocar cierta toxicidad contra los protozoarios ruminales; lo cual puede disminuir la depredación bacteriana ruminal (Méndez *et al.*, 2012) e incrementar la digestibilidad de los nutrientes (Machmüller y Kreuzer, 1998; Méndez *et al.*, 2012) y el consumo de materia seca. De igual forma, se reportó que 2.3 a 7 % taninos condensados como metabolitos secundarios presente en la vaina de *Samanea saman* (Galindo *et al.*, 2014; Navas *et al.*, 1999; Ukoha *et al.*, 2011) pueden generar también cierta toxicidad contra los protozoarios ruminales; generando un efecto similar al del aceite de coco (Cuadro 2). Aunque, los resultados similares de digestibilidad en este estudio (Cuadro 3), contrastan con los anteriormente mencionado.

Asimismo, el consumo de materia seca de heno (CMSH) en los corderos complementados con bloques nutricionales con aceite de coco disminuyó ($p < 0.05$) 10.62 %, en comparación con el tratamiento testigo (Cuadro 2); lo cual contrasta con 34.77 % de incremento en el CMSH reportado por Araujo-Frebes *et al.* (2001) cuando evaluó el suministro de bloques melaza - aurea en corderos alimentados con heno de *Brachiaria humidicola* con 4.5 % de PC. Sin embargo, el consumo total de materia seca (CMST) de los corderos suplementados con bloques nutricionales elaborados con aceite y vaina de *Samanea saman* se incrementó ($p < 0.05$) 7.86 y 5.07 %, en comparación con el tratamiento del grupo testigo. No obstante, al adicionar ambos ingredientes en los bloques nutricionales, no se modificó el CMST respecto al testigo ($p > 0.05$).

Aunque la ganancia diaria de peso (GDP) no se modificó ($p > 0.05$) por efecto de los tratamientos, el promedio general fue de 16.1 g d⁻¹, lo que muestra que los corderos tenían un balance energético positivo (González, 2000; Osuna *et al.*, 1996). Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio difieren con el registrado por Osuna *et al.* (1995); donde obtuvieron una GDP promedio de 28 g d⁻¹, donde se evaluaron dos fuentes de energía en bloques nutricionales en ovinos, siendo este superior en un 37 %, mientras que en el estudio de Cordão *et al.* (2014) reportaron una ganancia de 92 g d⁻¹, la cual fue 81 % superior comparado con esta investigación, cuando evaluaron el efecto de la complementación con bloques multinutricionales. Cabe señalar, que algunos autores (Osuna *et al.*, 1995; Cordão *et al.*, 2014) mencionan que la respuesta productiva de rumiantes suplementados con bloques melaza – urea puede variar en función del contenido de las fuentes proteínicas, el ligante, el contenido de sal y urea (Birbe, 2006).

Cuadro 2. Variables productivas de corderos complementados con bloques nutricionales elaborados con vaina de *Samanea saman* y aceite de coco alimentados con heno de pasto pangola.

Variables	Tratamientos				EEM*
	Testigo ¹	Aceite de coco ²	<i>Samanea saman</i> ³	Aceite de coco + <i>Samanea saman</i> ⁴	
CMSB, g d ⁻¹	250.7 ^c	332.3 ^a	272.5 ^b	258.9 ^b	3.08
CMSH, g d ⁻¹	451.8 ^a	403.8 ^b	445.5 ^a	447.4 ^a	2.52
CMST, g d ⁻¹	678.4 ^c	736.3 ^a	714.6 ^{ab}	705.9 ^{bc}	4.94
GDP, g d ⁻¹	11.8	20.8	19.2	12.4	3.90

^{a,b,c} Media con letra distinta entre las líneas son diferentes ($p \leq 0.05$)

*Error Estándar de la media.

¹Testigo, bloque nutricional sin aceite y sin vaina de *S. saman*; ²bloque nutricional con 3% de aceite de coco; ³bloque nutricional con 30% de vaina de *S. saman*; ⁴bloque nutricional con 3% de aceite y 28% de vaina de *S. saman*; CMSB g^{-d}, Consumo de materia seca del bloque; CMSH g^{-d}, Consumo de materia seca de heno; CMST g^{-d}, Consumo de materia seca total; GDP g^{-d}, Ganancia diaria de peso.

La mayoría de las investigaciones han señalado que al incluir ácidos grasos de cadena media como es el ácido láurico del aceite de coco (Méndez *et al.*, 2012) y los taninos condensados en la vaina de *Samanea saman* (Soliva *et al.*, 2008; Delgado *et al.*, 2014) en la alimentación en rumiantes se disminuye la digestibilidad de los nutrientes en los rumiantes. Sin embargo, la nula modificación en la digestibilidad en este estudio (Cuadro 3), contrastan con lo anteriormente mencionado; excepto entre la digestibilidad de la materia seca (DMS) y la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) de los corderos complementados con BN elaborados con aceite de coco y vaina de *Samanea saman*; la cual disminuyó ($p < 0.05$) 29.58 % y 51.46 %, respectivamente, en comparación con el tratamiento testigo, lo que fue 44 % y 67 % superior a lo reportado por Araujo-Frebes *et al.* (2001) cuando evaluaron el suministro de bloques melaza-urea en corderos alimentados con heno de *Brachiaria humidicola* de igual forma fue superior la DMO en un 73.57 % según lo reportado por Ojeda *et al.* (2012); esta disminución de la DMS se puede deber al efecto sinérgico detrimental de los ácidos grasos de cadena media como el ácido laurico del aceite de coco y de los taninos de la vaina de *Samanea saman* sobre los protozoarios ruminales (Méndez *et al.*,

2012; Machmüller y Kreuzer, 1998; Galindo *et al.*, 2014; Navas *et al.*, 1999); lo cual también pudo influir en la disminución del 53.73 % en la DFDN con respecto al tratamiento testigo (Méndez *et al.*, 2012). No obstante, la DFDA no se modificó ($P > 0.05$) por efecto de tratamientos. Aunque la digestibilidad depende del tipo, de la disponibilidad y la calidad de los alimentos de las dietas (McDonal, 1975).

Cuadro 3. Efecto de la digestibilidad de corderos complementados con bloques nutricionales elaborados con vaina de *Samanea saman* y/o aceite de coco alimentados con heno de pasto pangola.

Variables, %	Tratamientos				EE*
	Testigo ¹	Aceite de coco ²	<i>Samanea saman</i> ³	Aceite de coco + <i>Samanea saman</i> ⁴	
DMS	40.50 ^a	37.68 ^a	40.10 ^a	28.52 ^b	1.36
DMO	28.41 ^a	23.31 ^a	27.09 ^a	13.79 ^b	1.47
DFDN	28.53 ^a	23.01 ^{ab}	24.60 ^{ab}	13.20 ^b	1.85
DFDA	28.92	29.05	25.56	20.55	1.36
DPC	59.16	61.95	66.39	60.12	2.07

^{a,b,c} Media con letra distinta entre las líneas son diferentes ($p \leq 0.05$)

*Error Estándar de la media.

¹Testigo, bloque nutricional sin aceite y sin vaina de *S. saman*; ²bloque nutricional con 3% de aceite de coco; ³bloque nutricional con 30% de vaina de *S. saman*; ⁴bloque nutricional con 3% de aceite y 28% de vaina de *S. saman*.; DMS, digestibilidad de la materia seca; DMO, digestibilidad de la materia orgánica; DFDN, digestibilidad de la fibra detergente neutro; DFDA, digestibilidad de la fibra detergente ácida; DPC, digestibilidad de la proteína cruda.

La digestibilidad de proteína cruda (DPC) no presentó diferencias ($p > 0.05$; Cuadro 3) entre tratamientos. En promedio, se obtuvo 61.9 % y este valor fue 16 % inferior al reportado por Araujo-Febres *et al.* (2001) cuando suministró BN elaborados con 40 de % melaza de caña, 26.75 % de harina de maíz, 10 % de cal, 10 % de sal, 8 % de multiminerales, 5 % de urea y 0.25 % de azufre en la alimentación de corderos.

El pH del contenido ruminal (Cuadro 4) no mostró diferencias ($p > 0.05$) entre tratamientos, promediando 7.53. Sin embargo, el pH ruminal oscila entre 5.5 a 7 (Contreras, 2010), valores

inferiores al presente estudio. Estudios publicados en ovinos alimentados con base en forraje reportan pH de 6.63 cuando suplementan con 2 % de aceite de coco (Méndez *et al.*, 2012) y de 6.80 cuando suplementan con 450 g d⁻¹ de *Enterolobium cyclocarpum*, los cuales son inferiores al presente trabajo. Así mismo, en corderos alimentados únicamente con *Pennisetum purpureum* reportaron pH de 7.2 (Méndez *et al.*, 2012) y de 6.74 con heno de alfalfa (Noro *et al.*, 2012). En el presente trabajo los pH son ligeramente superiores al neutro, lo cual se puede asumir al contenido de proteína de los bloques, ya que alimentos ricos en proteína pueden incrementar el pH ruminal (Noro *et al.*, 2012).

La población de bacterias y protozoarios del rumen son un aspecto importante en la fermentación ruminal porque son los responsables directos de llevar a cabo dicha fermentación anaerobia de los alimentos que llegan a rumen, las bacterias proteolíticas y ureolíticas hidrolizan el nitrógeno no proteico y proteico en N-NH₃, mientras las bacterias amilolíticas, celulolíticas, entre otras fermentan los carbohidratos en ácidos grasos volátiles, CO₂ y H₂. Además, los protozoarios son capaces de hidrolizar almidón, hemicelulosa y celulosa (Church, 1993; Contreras, 2010). Así, el conteo de bacterias y de protozoarios del fluido ruminal extraído de los corderos no mostró diferencias ($p > 0.05$) entre los bloques ofrecidos en el presente trabajo (Cuadro 4). Esto indicó que las cantidades de vaina de *S. saman* y de aceite de coco no afectaron la población tanto de bacterias como de protozoarios; ya que, las vainas de *S. saman* contienen metabolitos secundarios con potencial antimicrobiano (Delgado *et al.*, 2014) y el aceite de coco en concentraciones de hasta 4 % reduce 99.99 % la población de protozoarios en rumen (Méndez *et al.*, 2012). Espinosa *et al.* (2006) reportaron conteos bacterianos de 7.5×10^8 , 1.1×10^8 y 1.5×10^9 células mL⁻¹ y conteo de protozoarios de 17.28×10^4 , 24.07×10^4 y 26.07×10^4 células mL⁻¹ en ovinos alimentados con base en zacate estrella suplementados con 200 g animal⁻¹ día⁻¹ harina de las leguminosas *Gliricidia sepium*, *Morus alba* y *Hibiscus rosa-sinensis*, respectivamente; valores inferiores al conteo bacteriano y superiores al conteo de protozoarios en los BN que incluían vaina de *S. saman* en el presente estudio. Méndez *et al.* (2012) reportaron un conteo de 9.08×10^9 bacterias g⁻¹ contenido ruminal y 0.07×10^2 protozoarios mL⁻¹ en ovinos alimentados con heno de *Cinodon dactylon* que incluía 4 % de aceite de coco, valores inferiores en conteo bacteriano y superiores en conteo de protozoarios, a los presentados en los BN que incluían aceite de coco en el presente estudio.

Las concentraciones de N-NH₃ (Cuadro 4) en el fluido ruminal no presentaron diferencias ($p > 0.05$), los cuales oscilaron entre 21.09 y 27.76 mg dL⁻¹. Dichos valores muestran que la disposición de N-NH₃ no fue una limitante para el desarrollo de los microorganismos ruminales; ya que, una concentración entre 5 y 23 mg dL⁻¹ de N-NH₃ en fluido ruminal cubre los requerimientos para el desarrollo de los microorganismos ruminales (Khejornsart *et al.*, 2011). Los resultados del presente trabajo son similares a lo publicado por Rueda y de Combellas (1998); quienes reportaron una concentración de 22.8 mg dL⁻¹ en ovinos alimentados con base en heno de *Cynodon dactylon* suplementado con bloques nutricionales. Así mismo, los valores de N-NH₃ del presente trabajo son mayores que el de corderos complementados con 4 % de aceite de coco (Méndez *et al.*, 2012) y que ovinos complementados con 200 g animal⁻¹ día⁻¹ de harina de leguminosas *Gliricidia sepium*, *Morus alba* y *Hibiscus rosa-sinensis* (Espinosa *et al.*, 2006).

En la producción de AGV se observó que el ácido acético no presentó diferencias ($p > 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 4), lo cual se asume que la alimentación de los corderos se basó en el heno de pasto pangola y los bloques contienen hasta 26 % de heno de pasto pangola (Cuadro 1), lo que propició una fermentación por bacterias celulolíticas, las cuales producen principalmente acetato, CO₂ e H₂ (Zhang *et al.*, 2015). El BN con aceite de coco mostró menor producción de ácido propiónico que el BN con vaina de *S. saman*; mientras que en la producción del ácido butírico, el BN testigo fue menor que el BN con vaina de *S. saman*. La producción de ácido propiónico se puede asumir al contenido celular de la vaina de *S. saman*, la cual contiene cantidades de almidón que son fermentadas por bacterias amilolíticas (Anrique, 2010). Los valores de ácido butírico en el presente trabajo se pueden asumir al contenido de urea y melaza usado en la elaboración de los bloques nutricionales (Zavaleta, 1976). Lo anterior se asume porque la vaina de *S. saman* contiene 43 % de carbohidratos solubles (Navas *et al.*, 1999; Pirela *et al.*, 2010). Por lo descrito anteriormente, el BN con vaina de *S. saman* presentó mayor ($p < 0.05$) contenido de AGV en fluido ruminal que el BN testigo (Cuadro 4).

La relación acetato-propionato-butirato en los corderos que consumieron BN que incluían aceite de coco fue en promedio 45-32-23, valores inferiores en acetato, pero superiores en propionato y butirato a la relación acetato-propionato-butirato (64-28-8) de corderos alimentados con base en C.

dactylon suplementados con 4 % de aceite de coco (Méndez *et al.*, 2012). Por otra parte, la relación acetato-propionato-butirato en los corderos que consumieron bloques que incluían vaina de *S. saman* fue 42-32-25, valores menores en acetato y mayores en propionato y butirato en la relación acetato-propionato-butirato (68-20-12) de corderos suplementados con 60 g d⁻¹ de *S. saman* (Anantasook *et al.*, 2014). Las diferencias en las relaciones de AGV se asumen a la composición nutrimental de la alimentación por el tipo de fermentación que generan en rumen (Oba, 2011).

Cuadro 4. Variables ruminales de corderos complementados con bloques nutricionales elaborados con vaina de *Samanea saman* y/o aceite de coco alimentados con heno de pasto pangola.

Variables	Tratamientos				EE*
	Testigo ¹	Aceite de coco ²	<i>Samanea saman</i> ³	Aceite de coco + <i>Samanea saman</i> ⁴	
pH	7.60	7.50	7.54	7.47	0.04
Bacterias (10 ⁹ células mL ⁻¹)	1.86	1.80	2.00	2.02	0.08
Protozoarios (10 ⁴ células mL ⁻¹)	3.12	2.64	2.98	2.73	0.19
N-NH ₃ (mg dL ⁻¹)	21.09	27.76	26.72	24.98	1.69
Acético (mM L ⁻¹)	28.20	26.52	31.16	30.61	1.08
Propiónico (mM L ⁻¹)	20.88 ^{ab}	18.55 ^b	23.78 ^a	22.15 ^{ab}	1.10
Butírico (mM L ⁻¹)	8.56 ^b	14.49 ^{ab}	18.64 ^a	14.50 ^{ab}	2.07
AGV total (mM L ⁻¹)	57.64 ^b	59.56 ^{ab}	73.59 ^a	67.26 ^{ab}	3.67

^{a,b,c} Media con letra distinta entre fila son diferentes ($p \leq 0.05$)

*Error Estándar de la media.

¹Testigo, bloque nutricional sin aceite y sin vaina de *S. saman*; ²bloque nutricional con 3% de aceite de coco; ³bloque nutricional con 30% de vaina de *S. saman*, ⁴bloque nutricional con 3% de aceite y 28% de vaina de *S. saman*.; pH, potencial de hidrogeno; N-NH₃, Nitrógeno Amoniacal; AGV, Ácidos grasos volátiles.

6.6. CONCLUSIONES

La inclusión de 3 % de aceite de coco en bloques nutricionales para corderos, mejora el consumo de materia seca sin disminuir la digestibilidad de la materia seca y orgánica. Mientras que la inclusión de vaina de *Samanea saman* en bloques nutricionales no afecta el consumo de materia

seca y no afecta la digestibilidad, además de que es una alternativa viable en la alimentación de rumiantes en el trópico.

6.7. AGRADECIMIENTOS

Este experimento fue realizado como parte de los trabajos de investigación del Cuerpo Académico UAGro-CA-183 “Producción Sustentable de Rumiantes en el Trópico” de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero.

6.8. LITERATURA CITADA

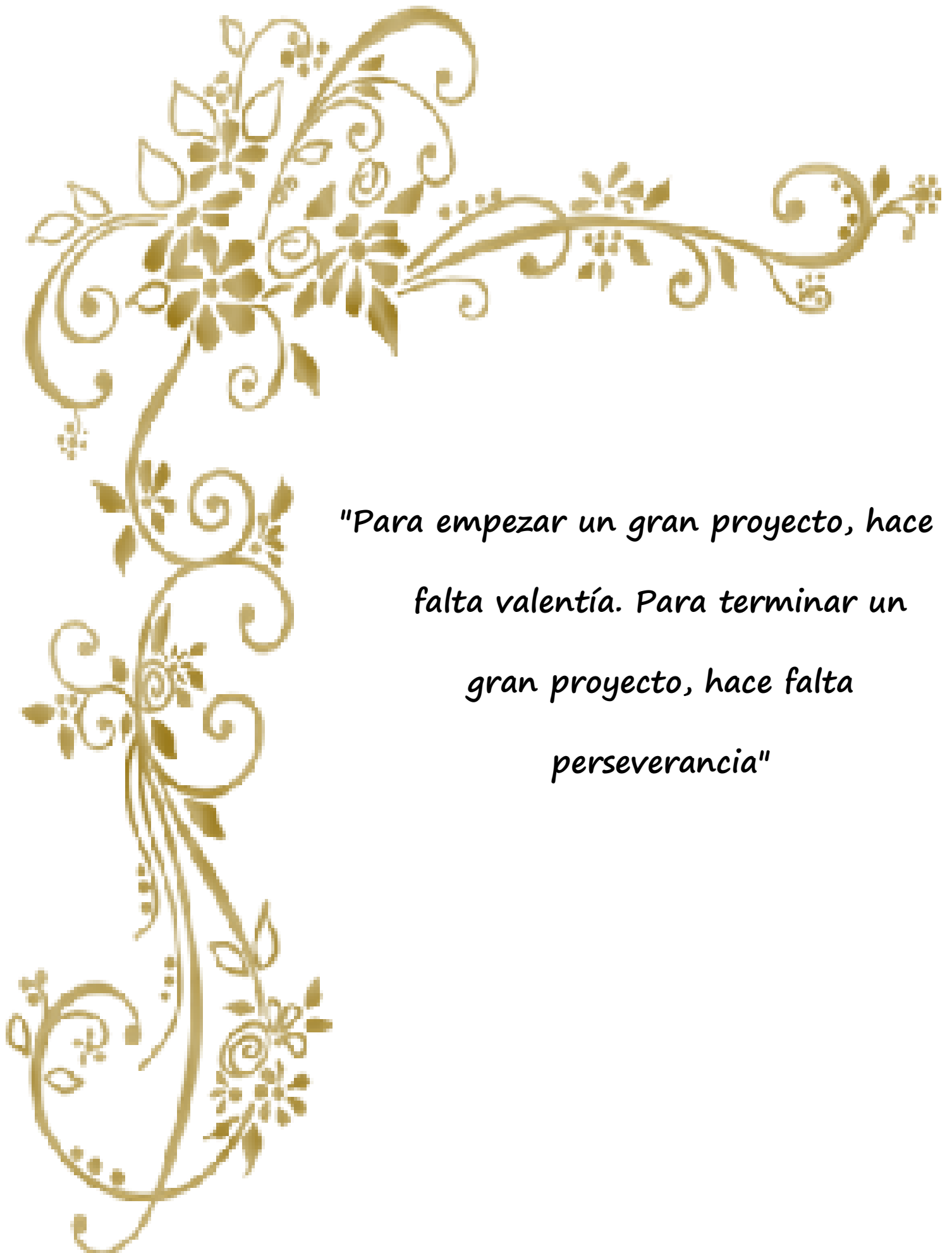
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Edition 18. Association of Official Analytical Chemists. Washington, EE.UU. 1928 p.
- Anantasook, N., Wanapat, M., Cherdthong, A., & Gunun, P. 2015. Effect of tannins and saponins in *S amanea saman* on rumen environment, milk yield and milk composition in lactating dairy cows. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 99(2), 335-344.
- Anrique R. G. 2010. Metabolismo ruminal de los hidratos de carbono. In: Contreras P. A. y M. Noro (eds). *Rumen: Morfofisiología, Trastornos y Modulación de la Actividad Fermentativa*. 3ra ed. Valdivia, América. pp: 25-36.
- Birbe, B., Herrera, P., Colmenares, O., & Martínez, N. 2006. El consumo como variable en el uso de bloques multinutricionales. *X Seminario de Pastos y Forrajes*, 43-61.
- Bustillo-s'Hermes, C. T. A., & Urdaneta, B. D. 2003. Evaluación de la dureza y el consumo de bloques nutricionales en ovinos. *Gaceta de Ciencias Veterinarias*, 9(1), 26-31.
- Calsamiglia, S., Castillejos, L., Busquet, M., & i dels Aliments, D. C. A. 2005. Estrategias nutricionales para modificar la fermentación ruminal en vacuno lechero. *XXI Curso de Especialización FEDNA*. Madrid. España, 161-185.
- Church, D. C. 1993. El rumiante: fisiología digestiva y nutrición (No. SF 768.2. R8. R8518 1993).
- Clavero, T. 2014. Utilización de frutos de árboles forrajeros en la ganadería tropical. *Revista de la Universidad del Zulia*, 4(8).
- Contreras, P., & Noro, M. 2010. *Rumen Morfofisiología, Trastornos y Modulación de la actividad fermentativa*. Instituto deficiencias clínicas veterinarias. Facultad deficiencias veterinarias. Universidad Austral de Chile, Casilla, 567.

- Cordão, M. A., Cezar, M. F., Cunha, M. G. G., Sousa, W. H., Pereira Filho, J. M., Lins, B. S., & Nóbrega, G. H. 2014. Efeito da suplementação com Blocos Multinutricionais sobre o desempenho e características de carcaça de ovinos e caprinos na Caatinga. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 66(6), 1762-1770.
- Delgado D.C., R. González J. Galindo L.E. Dihigo J. Cairo M. Almeida. 2013. Efecto del aceite de coco en el consumo, digestión de nutrientes y producción de metano en ovinos alimentados con forraje y concentrado. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 47, Número 1
- Delgado, D. C., Hera, R., Cairo, J., & Orta, Y. 2014. *Samanea saman*, árbol multipropósito con potencialidades como alimento alternativo para animales de interés productivo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(3), 205-212.
- Espinosa, M. M., Sánchez, D. H., Peralta, M. C., Cerrilla, M. E. O., Martínez, G. M., & García, J. L. A. 2006. Comportamiento productivo y fermentación ruminal de corderos suplementados con harina de cocoíte (*Gliricidia sepium*), morera (*Morus alba*) y tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*). *Revista Científica*, 16(3).
- Faciola A.P. Broderick G.A. 2013. Effects of feeding lauric acid on ruminal protozoa numbers, fermentation, and digestion and on milk production in dairy cows. *Journal of Animal Science*.
- Fariñas, T., Mendieta, B., Reyes, N., Mena, M., Cardona, J., Pezo, D. 2009. Como preparar y suministrar bloques multi-nutricionales al ganado. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CAITE). Managua, Nicaragua. Manual técnico No. 92:54 p.
- Febres, O. A., López, J. V., Ortega, A. E., & Lachmann, M. 2001. Influencia del tiempo de almacenamiento de los bloques multinutricionales sobre el consumo y la digestibilidad del heno en corderos.
- Galindo J. N. González D. Delgado R. González A. Sosa Y. Marrero A.I. Aldana O. Moreira J. Cairo V. Torres L. Sarduy A. Noda. 2014. Efecto de un producto modulador de la fermentación con aceite de coco en la población de metanógenos y otros grupos microbianos del rumen de ovejos Pelibuey. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 48, Número 4.
- González, J. S. 2000. Nutrición energética del ganado lechero. *Nutrición animal tropical*, 6(1), 97-128.

- Hollmann M. Powers W.J. Fogiel A.C. Liesman J.S. Bello N.M. Beede D.K. 2012. Enteric methane emissions and lactational performance of Holstein cows fed different concentrations of coconut oil. *J. Dairy Sci.* 95:2602
- Hristov A.N. C. Lee T. Cassidy M. Long K. Heyler B. Corl R. Forster. 2011. Effects of lauric and myristic acids on ruminal fermentation, production, and milk fatty acid composition in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94:382–395.
- Khejornsart P., M. Wanapat, and P. Rowlinson. 2011. Diversity of anaerobic fungi and rumen fermentation characteristic in swamp buffalo and beef cattle fed on different diets. *Livestock Sci.* 139: 230-236.
- Machmüller, A., M. Kreuzer. 1998. Methane suppression by coconut oil and associated effect on nutrient and energy balance in sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 79: 65-72.
- Manuel-Luviano, D., Torres-Salado, N., Ávila-Nájera, D. M., Peláez-Acero, A., Herrera-Pérez, J., Rojas-García, A. R., ... & Sánchez-Santillán, P. 2018. Conducta de cabras (*Capra aegagrus hircus*) estabuladas en corraletas alimentadas con bloques nutricionales elaborados con pulpa de mango. *Agroproductividad*, 11(2).
- McCullough H. 1967. The determination of ammonia in whole blood by a direct colorimetric method. *Clínica Chimica Acta.* 17: 297-304
- McDonald, P. 1975. *Nutrición Animal*. Zaragoza, España. 462 p.
- Méndez, M., Obispo, N., Valdez, M. 2012. Efectos de la desfaunación con aceite de coco (*Cocos nucifera*) sobre el ecosistema ruminal en ovinos. *Revista de la Facultad de Agronomía.* 38: 89-97.
- Navas, A., Restrepo, C., & Jiménez, G. 1999. Funcionamiento ruminal de animales suplementados con frutos de *Pithecellobium saman*. (IV Seminario Internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles). CIPAV, Cali.
- Noro, M., Scandolo Lucini, D., & Wittwer Menge, F. 2012. Respuesta metabólica en ovinos suplementados con alto contenido de nitrógeno no proteínico en la dieta. *Zootecnia Tropical*, 30(3), 225-235.
- Oba M. 2011. Review: effects of feeding sugar on productivity of lactating dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 91:37-46.
- Osuna, D., Ventura, M., & Casanova, A. 1996. Alternativas de suplementación para mejorar la utilización de los forrajes conservados. II. Efecto de diferentes concentraciones de dos

- fuentes de energía en bloques nutricionales sobre el consumo y ganancia de peso de ovinos en crecimiento. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 13(2).
- Partida, P. J. A., Braña, V. D., Jimenez, S. H., Rios, R. F. G., Buendía, R. G. 2013. Producción de carne ovina. Centro de investigación disciplinaria en fisiología y mejoramiento animal. Libro técnico No. 5 (1ª ed).
- Pirela, M., Bravo, A. P., Urdaneta, M. M., Mora, G. C., Colmenares, E. V., & Nava, S. Z. 2010. Producción y calidad de la leche de vacas Criollo Limonero suplementadas con harina de frutos de samán (*Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 27(4).
- Rueda, E., & De Combellas, J. 1999. Evaluación de la suplementación con bloques multinutricionales en un sistema de producción ovina I. Ovejas en lactancia. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 16(1).
- Sánchez-Santillán, P., y M. A. Cobos-Peralta. 2016. Producción in vitro de ácidos grasos volátiles de bacterias celulolíticas reactivadas y bacterias ruminales totales en sustratos celulósicos. *Agrociencia* 50: 565-574.
- Santos L. C. 2012. Características e qualidade da carcaça e de carne de cordeiros Bergamácia alimentados com dietas contendo samanea saman. Itapetinga, BA: UESB/Programa de Pós-graduação em Zootecnia
- SAS (Statistical Analysis System). 2011. SAS Proceeding Guide, Versión 9.0 SAS Institute. Cary NC. USA.
- Soliva, C. R., Zeleke, A. B., Clement, C., Hess, H. D., Fievez, V., & Kreuzer, M. 2008. *In vitro* screening of various tropical foliages, seeds, fruits and medicinal plants for low methane and high ammonia generating potentials in the rumen. *Animal feed science and technology*, 147(1-3), 53-71.
- Ukoha, P. O., Cemaluk, E. A., Nnamdi, O. L., & Madus, E. P. 2011. Tannins and other phytochemical of the Samanaea saman pods and their antimicrobial activities. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 5(8), 237-244.
- Van Keulen, J. Y. B. A., & Young, B. A. 1977. Evaluation of Acid-Insoluble Ash as a Natural Marker in Ruminant Digestibility Studies 1, 2. *Journal of Animal Science*, 44(2), 282-287.

- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 1991; 74 (10):3583-3597.
- Zavaleta, E. 1976. Los ácidos grasos volátiles, fuente de energía en los rumiantes. *Ciencia Vet*, 1, 223-240.
- Zhang J., G. Rong-Bo, Q. Yang-Ling, Q. Jiang-Tao, Y XianZheng, S. Xiao-Shuang, and W. Chuan-Shui. 2015. Bioaugmentation with an acetate-type fermentation bacterium *Acetobacteroides hydrogenigenes* improves methane production from corn straw. *Bioresour. Technol.* 179:306-313.



*"Para empezar un gran proyecto, hace
falta valentía. Para terminar un
gran proyecto, hace falta
perseverancia"*