

**Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de la Zona Maya**

EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE *Leucaena leucocephala* Y *Manihot esculenta* SOBRE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE Y POBLACIÓN PROTOZOARIA EN OVINOS DE PELO

**Reporte Final de Residencia Profesional
que presenta el C.:**

**MOO BLANCO OMAR ALFREDO
N° de Control 12870094**

Carrera: Ingeniería en Agronomía

Asesor interno: M.C. Díaz Echeverría Víctor Francisco

Juan Sarabia, Quintana Roo

Diciembre 2016

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional del estudiante de la carrera de INGENIERÍA EN AGRONOMÍA, **Moo Blanco Omar Alfredo**; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por el asesor interno M en C. Díaz Echeverría Víctor Francisco, el asesor externo el Dr. Casanova Lugo Fernando, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado: **EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE *Leucaena leucocephala* Y *Manihot esculenta* SOBRE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE Y POBLACIÓN PROTOZOARIA EN OVINOS DE PELO**, que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fe de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

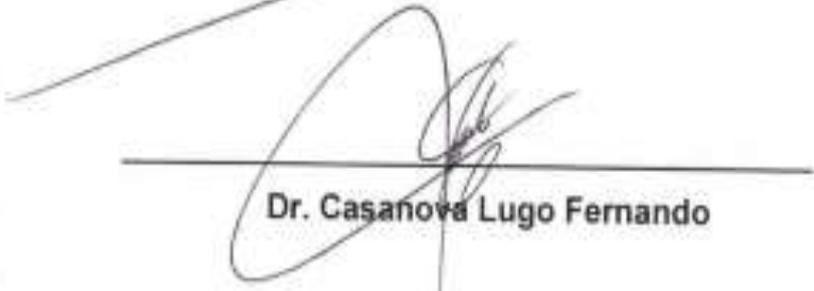
ATENTAMENTE

Asesor Interno



M en C. Díaz Echeverría Víctor Francisco

Asesor Externo



Dr. Casanova Lugo Fernando

Juan Sarabia, Quintana Roo, Diciembre 2016.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a nuestro creador por haberme brindado tolerancia, sabiduría, salud y fortaleza física como espiritual para poder concluir esta fase de crecimiento profesional, el cual necesitare para nuevos retos en mi vida laboral.

Agradezco a mi madre Addy Blanco y Blanco y padrastro Gildardo Chin Kumul por brindarme su esfuerzo y apoyo incondicional, a mi hermana Lizbeth A. Moo Blanco, Aureni A. Moo Blanco, Citlali S. Chin Blanco y Guadalupe A. Chin Blanco que siempre me alentaron en todo momento para seguir estudiando. Gracias de todo corazón a mi familia los cuales son mis pilares que me sostienen, he logrado una meta más en mi vida ante todas las adversidades que tuve que enfrentar durante este largo camino recorrido, que sin duda será una herramienta más que me servirá para afrontar nuevos retos y así ir creciendo profesional.

Les doy gracias a mis amigos Landy, Antonio, Ahireth, Brenda, Rosario Y José M. Por todo su apoyo en este largo camino el cual llevamos juntos, el cual compartimos malos y buenos momentos, de igual forma les agradezco a mis amigos Abel, Gabriel, Miguel A. y Braulia de Servicio Social y Residencia Profesional toda la ayuda brindada la cual sin ellos no podría haber realizado todas mis actividades en cada proceso.

Les agradezco a mis maestros por esos conocimientos brindados el cual será una herramienta para mi crecimiento laboral, también por brindarme su amistad y compartir grandes momentos.

Agradezco a mis asesores al M. en C. Díaz Echeverría Víctor Francisco y el Dr. Casanova Lugo Fernando por toda su paciencia, tiempo, conocimiento brindado, confianza y sobre todo su amistad, lo cual sin ellos no podría haber concluido mis estudios profesionales.

RESUMEN

En Quintana Roo, la producción ovina es afectada por la falta de forrajes de buena calidad nutricional lo que limita la producción de carne y otros productos. Una alternativa es la inclusión de leguminosas forrajeras, para los sistemas de alimentación, como es el caso de la *Leucaena leucocephala*, que aporta nitrógeno fermentable al rumen, sin embargo, este debe de ir acompañado de una fuente de energía de alta disponibilidad, como la *Manihot esculenta* que contiene grandes cantidades de energía digestibles. Por lo que en el presente estudio se evaluó el efecto de niveles crecientes de *Leucaena leucocephala* en fresco en presencia de un nivel adecuado de EM proporcionada a través de harina de *Manihot esculenta* sobre la digestibilidad aparente y población protozoaria.

Se utilizaron 4 borregos con PV de 26.63 ± 2.39 kg, alojados en jaulas metabólicas y alimentados con 4 dietas experimentales, que fueron distribuidos en un diseño de cuadrado latino. Se midió la digestibilidad, el consumo y los gr digeridos de MS, MO Y PC.

Los valores obtenidos respecto a la digestibilidad de MS; MO y PC, fluctuaron de 774.42 ± 62.50 a 834.05 ± 25.59 ; 394.22 ± 144.53 a 686.49 ± 67.66 y 370.79 ± 130.19 a 687.07 ± 53.84 . El consumo de MS; MO y PC estuvo de 1282.58 ± 133.19 a 1490.46 ± 112.65 ; 1676.72 ± 102.21 a 1743.60 ± 138.69 y 314.49 ± 32.28 a 371.29 ± 24.67 . Los gr digeridos de MS; MO y PC fluctuaron entre 1010.95 ± 153.41 a 1249.91 ± 109.27 ; 660.12 ± 247.77 a 1194.58 ± 288.37 y 134.65 ± 45.98 a 226.31 ± 22.51 . Los valores obtenidos sugieren que los niveles variables de *L. leucocephala* en fresco y la harina de *M. esculenta* proporcionada puede hacer variar la digestibilidad, el consumo y digestión de MS, MO Y PC.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. DESCRIPCION DE LA EMPRESA	2
III. PROBLEMAS A RESOLVER	3
IV. OBJETIVOS	4
4.1 Objetivo general.....	4
4.2 Objetivos específicos	4
V. JUSTIFICACIÓN.....	5
VI. MARCO TEÓRICO	8
VII. PROCEDIMIENTO	10
7.1 Animales	10
7.2 Jaulas y corrales.....	10
7.3 Alimentación	10
7.4 Tratamientos.....	11
7.5 Parámetros a medir.....	11
7.6 Elaboración de harina de yuca.....	11
7.7 Ofrecimiento de <i>Leucaena leucocephala</i> en fresco.....	12
7.8 Manejo experimental.....	12
7.8.1 Determinación del consumo voluntario	12
7.8.2 Recolección de heces.....	13
7.8.3 Determinación de la digestibilidad aparente.....	14
7.8.4 Parámetros medidos	14
7.9 Análisis estadístico.....	14
VIII. RESULTADOS.....	15
IX. CONCLUSIONES	19
X. COMPETENCIAS DESARROLLADAS	20
XI. FUENTES DE INFORMACIÓN	21

ÍNDICE DE CUADROS

- Cuadro 1.** Digestibilidad y consumo de borregos de pelo alimentados con 45 % EM en harina de *M. esculenta Crantz* y niveles variables de *L. leucocephala* en fresco en la primera medición.....**15**
- Cuadro 2.** Digestibilidad y consumo de borregos de pelo alimentados con 45 % EM en harina de *M. esculenta Crantz* y niveles variables de *L. leucocephala* en fresco en la segunda medición.....**16**
- Cuadro 3.** Digestibilidad y consumo de borregos de pelo alimentados con 45 % EM en harina de *M. esculenta Crantz* y niveles variables de *L. leucocephala* en fresco en la tercera medición.....**17**
- Cuadro 4.** Digestibilidad y consumo de borregos de pelo alimentados con 45 % EM en harina de *M. esculenta Crantz* y niveles variables de *L. leucocephala* en fresco en la cuarta medición.....**18**

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de rumiantes en el trópico se han basado principalmente en la utilización de pastos y forrajes como fuente básica de la alimentación (Clavero *et al*, 1995). Sin embargo, los sistemas de producción ovina basados en monocultivos de pasturas representan varias limitantes, entre las que destacan la baja calidad y la disponibilidad irregular del forraje, limitando el correcto funcionamiento ruminal y la producción animal principalmente de animales en pastoreo (Solorio y Solorio, 2008). Pues debe de considerarse que, en las regiones tropicales, las gramíneas naturales o cultivadas, experimentan una marcada fluctuación en la cantidad cultivada y la calidad nutritiva a lo largo del año, dado que en la época de secas el rendimiento del forraje es bajo, mientras que, en la época de lluvia, el exceso de humedad y las altas temperaturas aceleran la maduración de las plantas disminuyendo la calidad nutritiva (Bosman *et al*, 1990). Así mismo los pastos tropicales presentan una baja digestibilidad (30-40%) y bajo contenido de proteína (menor al 7%), aunado a que su consumo, representa la ingestión de grandes cantidades de celulosa que sobre pasan el 60% de la materia seca (MS) y lignina, lo que provocan una reducción de la tasa de pasaje y un mayor tiempo de retención en el rumen (Kennedy y Charmley, 2012). La baja calidad de la dieta provoca que los animales no demuestren su verdadero potencial de crecimiento, pues la elevada cantidad de fibra detergente neutra (FDN), consumida en los pastos tropicales provocan una mayor producción de metano (CH₄) y por ende pérdidas energéticas en forma de eructó (Johnson y Johnson, 1995).

II. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

El trabajo se realizó en los terrenos que ocupan la posta pecuaria y laboratorio de bromatología, adscritos al Departamento de Ingenierías en la Carrera de Ingeniería en Agronomía del Instituto Tecnológico de la Zona Maya. El Instituto se encuentra localizado a 21.5 kilómetros en la carretera Chetumal a Escárcega en el Ejido Juan Sarabia del municipio de Othón P. Blanco en el estado de Quintana Roo. El área de trabajo se encuentra situada en un clima cálido subhúmedo tipo AW₁, con lluvias en el verano y parte del invierno, la temperatura media anual fluctúa entre los 24.5 y 25.8 ° C (García, 1993). Se encuentra casi a nivel del mar y su topografía es plana, con predominancia de los suelos *gleisoles haplicos* (Akalche gris) de acuerdo con la clasificación de la FAO, los vientos dominantes con alisios que soplan casi todo el año, pero principalmente en verano (SAGARPA, 2003).

III. PROBLEMAS A RESOLVER

En los trópicos húmedos y subhúmedos como los presentes en el municipio de Othón P. Blanco Quintana Roo, el incremento en el uso de la ganadería intensiva ha provocado una rápida pérdida de las especies propias de la región, causado principalmente por los efectos de la deforestación que representa el establecimiento de nuevas áreas de pastoreo, destinadas a la producción de rumiantes y el mal uso de la quema en dichos sistemas. Aunado a esto, se ha comprobado que la producción ganadera basada en la producción de monocultivos está asociada a la pérdida de la productividad de los sistemas ganaderos y daña la biodiversidad que en ellos se maneja, haciéndolos más vulnerable a los cambios climáticos (Casanova *et al*, 2014).

Por lo que en el presente trabajo se probó el uso del follaje de la *Leucaena leucocephala* que es una fuente de proteína barata y más amigable con el medio ambiente, en las dietas de pequeños rumiantes, asociada a un cultivo tropical energético, que contribuye a mejorar el aprovechamiento ruminal del árbol forrajero, pero además con potencial para sustituir a los granos y cereales como la fuente convencional de almidón utilizada en la alimentación animal en el trópico. Tomando en cuenta que los árboles y especies arbustivas no solo contribuyen a la reforestación de las áreas degradadas, sino también proveen una oportunidad de resolver el problema de la baja disponibilidad y calidad del forraje durante la época de secas y mejora el comportamiento animal.

Así mismo el presente trabajo ofreció la oportunidad de reforzar los conocimientos obtenidos en la carrera de ingeniería en agronomía a través del desarrollo de Residencias Profesionales, para encontrar nuevos planteamientos en el uso de los árboles forrajeros, como un medio de aumentar la productividad ganadera de la región. Dado que existe la factibilidad de que los sistemas silvopastoriles intensivos, constituyan una oportunidad de dar un nuevo enfoque a la producción ganadera del estado, haciéndola más amigable con el medio ambiente, pero igual de productivos que los sistemas intensivos de producción, con la ventaja de ser más económicos.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de niveles crecientes de *Leucaena leucocephala cv. Cunningham* en fresco en presencia de un nivel adecuado de energía metabolizable proporcionada a través de harina de *Manihot esculenta Crantz* sobre la digestibilidad aparente y población protozoaria, en dietas para ovinos de pelo en el sur de Quintana Roo.

4.2 Objetivos específicos

Determinar la digestibilidad aparente de los principales componentes nutricionales en ovinos de pelo alimentados con niveles crecientes de *Leucaena leucocephala cv. Cunningham* en fresco y un nivel adecuado EM proporcionada con harina de *Manihot esculenta Crantz*.

Determinar el contenido de protozoarios en líquido ruminal de ovinos de pelo alimentados con niveles crecientes de *Leucaena leucocephala cv. Cunningham* en fresco y un nivel adecuado EM proporcionada con harina de *Manihot esculenta Crantz*.

V. JUSTIFICACIÓN

En la zona sur del estado de Quintana Roo, la producción ovina se ve afectada por la falta de forrajes de buena calidad nutricional y buen rendimiento por hectárea. La mayor parte de las zonas dedicadas a la producción de carne ovina se encuentran cultivadas con pastos de limitado potencial productivo, que han demostrado ser insuficientes en el aporte de material vegetativo y nutrientes que mantengan una producción estable. Sin embargo desde hace varias décadas fue reportado que los follajes y frutos de plantas de climas tropicales, poseen mayores contenidos de proteína cruda (PC) y calidad nutricional que las gramíneas naturales o introducidas, por lo que las especies arbóreas y arbustivas pueden llegar a aportar alrededor del 80 % de la proteína total de la dieta de rumiantes durante la época de estiaje, subsanando de esta manera la baja cantidad y calidad de los pastos, pudiendo incrementar o mantener la productividad animal (Dixon y Egan, 1988).

Una de las alternativas que actualmente han cobrado mayor importancia para mejorar los sistemas de producción de rumiantes, es la inclusión de leguminosas en los sistemas tradicionales de alimentación, ya que se distingue de otras plantas por su alto contenido de PC, además de tener un amplio rango de adaptación a condiciones climáticas adversas (Solorio y Solorio, 2008). En este sentido la *Leucaena leucocephala* (Guaje o Huaxin) es una leguminosa arbustiva utilizada principalmente como follaje para alimentar animales, que se adapta bien a los sistemas silvopastoriles, con rendimientos que van de los 6300 a 8300 kg de forraje por Ha, además de que presenta una alta palatabilidad, alto contenido de PC (25.6% de la MS) y un amplio espectro de aminoácidos, lo que conlleva una buena digestibilidad ruminal (Solorio y Solorio, 2008), pudiendo contribuir a satisfacer las necesidades alimenticias de los animales, ya sea mediante el aporte de nitrógeno al rumen para el crecimiento de bacterias celulolíticas, o mediante el aporte de cierta cantidad de proteína de baja degradación ruminal necesaria para la absorción de aminoácidos directamente en el intestino delgado (Min *et al.*, 2003).

A este respecto debe de hacerse notar que, en la alimentación de rumiantes, es importante que se suministre suficiente nitrógeno fermentable al rumen, con la finalidad de obtener una óptima fermentación de la materia orgánica consumida. Sin embargo, el nitrógeno fermentable, debe de ir acompañado de una fuente de energía de alta disponibilidad, con la finalidad de que exista sincronía en la disponibilidad de ambas fuentes en el proceso de fermentación. Por lo que es necesario suministrar una fuente energética de rápida disponibilidad para los rumiantes, cuando se emplea el forraje de especies arbóreas y arbustivas, con la finalidad de hacer más eficiente el metabolismo del nitrógeno amoniacal (NH_3) disponible en el rumen, derivado de la fermentación de la proteína cruda del follaje por parte de las bacterias ruminales.

A este respecto debe resaltarse que la yuca (*Manihot esculenta Crantz*) es un cultivo tropical con gran potencial de uso en la alimentación animal, por ser la fuente de almidón más barata que existe (COVECA, 2010; Gil y Buitrago 2002), con una producción nacional promedio de 14 toneladas por hectárea, pudiendo alcanzarse un máximo de hasta 32 toneladas por hectárea bajo riego (Zavaris, 2010)

La yuca es un recurso alimenticio energético, rica en carbohidratos digeribles en forma de almidones (72.81%) y azúcares simples (5.26%) dentro de los tubérculos, mismos que aportan cantidades de energía digestible (ED), que supera ampliamente a los granos de cereales (Buitrago, 2001; Gil y Buitrago, 2002; CLAYUCA, 2004).

Sin embargo, aunque existen reportes en la literatura internacional y nacional sobre su cultivo y conversión en insumos para la alimentación de animales en las unidades de producción pecuarias, en nuestra región, es casi nulo su cultivo y utilización en la alimentación. Debido principalmente al desconocimiento de los rendimientos de este cultivo como pienso alimenticio y la composición nutricional obtenidas de las harinas. Así mismo, bajo las condiciones de producción ovina en los trópicos, se desconoce cuál es el efecto de la inclusión de un nivel adecuado de EM en forma de harina yuca en animales alimentados con niveles variados de follaje de *L. leucocephala*.

Por lo que en el presente trabajo se evaluó el efecto de la inclusión de harina de yuca sobre la digestibilidad aparente y población protozoaria en dietas con

niveles variables de follaje fresco de *L. leucocephala* en ovinos pelibuey, bajo las condiciones del sur de Quintana Roo.

VI. MARCO TEÓRICO

El consumo voluntario es uno de los principales estimadores del potencial de los insumos para ser incorporados en la dieta de rumiantes. En este sentido, se ha observado que la inclusión de diversas arbóreas con menor contenido de FDN, lignina y mayor contenido de PC, mejoran el consumo de MS (Piñeiro *et al.*, 2013), esto puede ser debido a que contenidos de PC en la dieta mayores al 7% mejoran el funcionamiento de las bacterias en el rumen (Ruiz y Febles, 2005), por lo tanto cuando los animales son alimentados con follaje de *L. leucocephala*, donde el contenido de PC es mayor a 160 g/kg de MS, el consumo de nutrientes se incrementa debido a que se reduce el consumo de FDN y FDA, como fue reportado al incluir en la dieta (0, 15, 30 y 45% de *L. leucocephala*) de vacas en producción, en las que se observó un aumento en el consumo voluntario de 9.0, 9.92, 10.17 y 11.94 kg/día, respectivamente o niveles más elevados de 0, 25 y 50% donde se observó un aumento en el consumo de MS y PC (Ruiz, 2013). Por otra parte, la digestibilidad de los componentes de la ración representa la cantidad de dieta que ha sido digerida en el tracto gastrointestinal, por lo que la degradación ruminal representa la cantidad de material ingerido que ha sido fermentado con potencial para ser asimilado por el animal. En este sentido, los pastos de climas tropicales y en general las gramíneas presentan una baja digestibilidad y degradación ruminal pudiendo ser menor al 50%, resultado del elevado contenido de fracciones fibrosas, principalmente FDN y FDA, las cuales son generalmente mayor al 70% de la MS. Lo que provoca un mayor llenado del rumen y menor capacidad de las bacterias celulíticas para degradar las fracciones fibrosas de los pastos (Ramos *et al.*, 1998).

A este respecto Alayón-Gamboa (1998) menciona que al incluir 0, 10, 20 y 30% de *Gliricidia sepium* se produce un aumento en la digestibilidad de la MS, materia orgánica (MO) y PC, asociado a la mayor cantidad de PC y menor concentración de FDN y FDA. Efectos que son corroborados por Ruiz (2013), quien reporta un incremento en la digestibilidad de la MS y MO, cuando incluyó 0, 15, 30 y 45% de *L. leucocephala*, concluyendo que este aumento en el consumo y digestibilidad de la MO podría mejorar los patrones de fermentación ruminal, incrementando la concentración molar de los ácidos grasos volátiles

(AGV's). Sin embargo, por otra parte Piñeiro *et al* (2013) menciona que la inclusión de *L. leucocephala* con niveles de 0, 20, 40, 60 y 80%, no incrementa la digestibilidad de la MS y MO en ovinos pelibuey.

Por otra parte el tipo de dieta proporcionada a los animales también puede hacer cambiar la producción de AGV's en el ambiente ruminal y con ello modificar la población microbiana y el aprovechamiento de los alimentos. A este respecto se ha mencionado que en los rumiantes la producción de metano (CH₄) representa una pérdida de energía que fluctúa entre el 2 al 12% de la energía total consumida, acentuándose esta pérdida en las zonas tropicales, debido a que las gramíneas naturales e introducidas contienen altas proporción de compuestos estructurales entre ellos la FDN, FDA y lignina, que reducen la tasa de pasaje y aumentan las emisiones de CH₄ (Kennedy y Charmley, 2012; Archimède *et al.*, 2011). Sin embargo, el follaje de algunas especies como *Leucaena leucocephala* contienen taninos condensados (TC) y saponinas esteroidales que juegan un papel directo e indirecto en la degradación de la PC de la dieta y en el ambiente ruminal (Galindo *et al.*, 2007). De acuerdo con Mao *et al.* (2010), pueden reducir las poblaciones de bacterias metanogénicas en el rumen.

La reducción de la población protozoaria y bacteriana en el rumen por la acción de metabolitos secundarios está relacionada con disminución de las emisiones de CH₄ (Animut *et al.* 2008), que puede alcanzar valores del 25 al 30% (Díaz *et al.*, 2013). Se ha observado que, con la adición de concentraciones crecientes de metabolitos secundarios en dietas de rumiantes alimentados a base de pasto tropical, su consumo voluntario y la digestibilidad de la MS, MO, FDN y FDA, se ve afectado (Bhatta *et al.*, 2013). De la mismo forma se ha reportado que la concentración proporcional de AGV's se ve afectada, dependiendo el nivel de inclusión de TC y saponinas, contenidas en follajes de árboles tropicales proporcionados en la dieta (Hassanat y Benchaar, 2013).

VII. PROCEDIMIENTO

7.1 Animales

Se utilizaron 4 borregos machos con cruzamiento de las razas Pelibuey y Black Belly, obtenidos en un rancho de la región, con un peso vivo promedio de 26.63 ± 2.39 kg, Los animales fueron desparasitados con Iverfull (*Ivermectina* al 1%) a razón de 1 ml por cada 50 kg de peso vivo, closantel (closantil 5%) y vitaminados con vigantol (ADE + Complejo B) utilizando 1 ml por cada 10 kg de pesos vivo.

7.2 Jaulas y corrales

Para el manejo de los animales se adaptó un corral de 6 x 4 m. techado con lámina de zinc, piso, muros de cemento y rejas de estructura metálica, en el que se instalaron 4 jaulas metabólicas construidas con varengas de madera con dimensiones de 0.80 m de ancho por 1.50 m de largo, con piso intermedio de 1.20 m de alto y una altura total de 1.80 m. Todas las jaulas fueron dotadas con bebederos de plástico tipo cubeta, comedero de plástico tipo tolva y bastidores para recolección de orina fabricados con estructura de madera y cubierta plástica.

7.3 Alimentación

La alimentación de los animales se realizó a base de 4 dietas experimentales, elaboradas con niveles creciente de *Leucaena leucocephala* en fresco y cantidad fija de harina de yuca, (45% de la energía metabolizable), maíz molido, pasta de soya, melaza de caña, y sal mineral, mismos que fueron balanceados para llenar los requerimientos propuestos del AFRC (1993) para MS, EM y PC. Las cantidades ofrecidas fueron estimadas para llenar un consumo diario de 4% del peso vivo más un 15% de rechazo. Las dietas fueron elaboradas en períodos de tiempo no mayores a 25 días entre cada lote, mismos que correspondieron a los periodos de medición de parámetros. Los insumos y las dietas preparadas fueron muestreadas para determinar su contenido de MS, MO, Cenizas y PC, por el método descrito de García (1973) y ajustado por las correcciones hechas por AOAC (1995), la FDN, el Contenido

Celular y Sílice, se obtuvieron mediante el procedimiento descrito por Van Soest et al (1991), en el laboratorio de Bromatología del Instituto Tecnológico de la Zona Maya.

7.4 Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron el resultado de la combinación de 0, 10, 20 y 30 % de *Leucaena* (MS de la dieta) ofrecido en fresco y un nivel fijo de 45% de EM con harina de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) en las dietas experimentales.

T1 = 0% *Leucaena* – 45% EM en harina de yuca

T2 = 10% *Leucaena* – 45% EM en harina de yuca

T3 = 20% *Leucaena* – 45% EM en harina de yuca

T4 = 30% *Leucaena* – 45% EM en harina de yuca

Mismas que fueron distribuidos en un diseño de cuadrado latino, con dos factores a eliminar, numero de animal y tiempo de medición.

7.5 Parámetros a medir

Los parámetros medidos durante el proceso experimental fueron.

Digestibilidad de MS (gr Kg^{-1})

Consumo de MS ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$)

Materia Seca digerida (gr MS día^{-1})

Digestibilidad de MO (gr Kg^{-1})

Consumo de MO ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$)

Materia Orgánica digerida (gr MS día^{-1})

Digestibilidad de PC (gr Kg^{-1})

Consumo de PC ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$)

Proteína Cruda digerida (gr MS día^{-1})

7.6 Elaboración de harina de yuca

Se cosecho tubérculo en verde de *Manihot esculenta Crantz* en una parcela de 185 días posteriores a la siembra, en la posta pecuaria del Instituto Tecnológico

de la Zona Maya. Los tubérculos fueron lavados y se picaron con machete para crear rodajas de aproximadamente 2 mm de grosor, el material picado fue colocado en charolas de aluminio y secado en estufa de aire forzado a una temperatura de 60 °C por un lapso de 72 horas, con la finalidad de evitar el efecto Meller de fibra-proteína y garantizar la eliminación del ácido cianhídrico contenido en el tubérculo de la yuca. El tubérculo seco, se molió en criba de 3 mm de un molino de martillos para la elaboración de la harina.

7.7 Ofrecimiento de *Leucaena leucocephala* en fresco

Se cosechó la hoja y el tallo tierno de la *L. leucocephala* cv. *Cunningham* en una parcela de una hectárea la cual está asociada con *Cynodom plestostachea*. El material cosechado fue picado manualmente con machete, posteriormente pesado en una báscula y ofrecido al animal.

7.8 Manejo experimental

Las actividades del manejo experimental fueron divididas para la determinación del consumo voluntario, recolección de heces y determinación de la digestibilidad,

7.8.1 Determinación del consumo voluntario

Al principio de cada periodo de medición, se pesaron los animales en bascula electrónica colgante y se anotó el peso en el registro individual de cada animal, posteriormente calculó el peso metabólico mediante la fórmula $\text{Kg de PV}^{0.75}$ el valor obtenido fue multiplicado por 0.097 kg de MS para obtener los kilogramos de materia seca a proporcionar por día. Para asegurar esta cantidad de consumo de materia seca y determinar la cantidad de alimento a ofrecer en fresco, se tomó en cuenta la materia seca del alimento preparado, para lo cual se dividió el requerimiento de materia seca por día entre el porcentaje de materia seca del alimento preparado y se multiplico por 100.

Una vez determinado el volumen de alimento a ofrecer por animal por día, se añadió un 15% más de alimento para asegurar el consumo máximo por animal por día. En los periodos de acostumbamiento (10 días) se ofreció al animal la

cantidad de alimento estimado para su peso metabólico y ajustó al consumo máximo, como fue descrito anteriormente. El alimento fue pesado en báscula colgante y anotado en la hoja de registro de cada animal a las 8 am de cada día de acostumbramiento. A las 8 am del día siguiente se recogió los residuos de la dieta no consumida y se anotaron en la hoja de registro individual, con los valores de alimento consumido y alimento rechazado se estimó el consumo de alimento por animal por día. Los valores de alimento ofrecido por día fueron aumentados o reducidos, esto fue tomando en cuenta respecto al alimento rechazado del día anterior, con la finalidad de ajustar a un valor real de alimento a ofrecer durante los días de medición, asegurando un máximo consumo y un mínimo de desperdicio. En los periodos de medición (6 días) se realizó el mismo procedimiento procurando mayor exactitud en las cantidades ofrecidas y consumo de alimento por animal por día. Con los valores obtenidos de consumos por animal por día se estimó el consumo como porcentaje del peso vivo (% PV) y el consumo por kilogramo de peso metabólico (g/Kg^{0.75}).

7.8.2 Recolección de heces

En los periodos de medición (6 días) se colocó a los animales pecheras de cuero en los cuales se sujetó los sacos de recolección de heces, con la finalidad de recolectar el total del volumen de heces producidas al día, dicho procedimiento se realizó a las 8:00 am de cada día de medición.

A las 7:30 horas del día siguiente, se retiró las bolsas de recolección, se pesó el volumen total de heces producidas en una báscula electrónica colgante y se anotó en las hojas de registro individual de cada animal. Posteriormente se homogenizó las heces mediante mezclador y se recolectó una muestra de aproximadamente el 10% del total de heces producidas, mismas que fueron almacenadas en una bolsa con doble cierre tipo ziploc, se marcó con los datos de número de animal, número de jaula, tipo de dieta, periodo de muestreo y día de muestreo, para inmediatamente almacenarla en congelamiento a -3°C en el laboratorio de bromatología. Dicho procedimiento se repitió en cada día y periodo de muestreo de manera individual en los animales en estudio.

7.8.3 Determinación de la digestibilidad aparente

La digestibilidad aparente de la MS, MO y PC fue estimada mediante las fórmulas:

$$\% \text{ DMS} = \frac{(\text{Consumo MS} - \text{Excreción MS})}{\text{Consumo MS}} * 100$$

Dónde:

DMS = Digestibilidad de la MS

$$\% \text{ DX} = \frac{(\text{XA} - \text{XH}) + (\text{XH}) * (\text{DMS})}{\text{XA}} * 100$$

Dónde:

DX = Digestibilidad del componente X

DMS = Digestibilidad de la MS

XA = % del componente X en el alimento

XH = % del componente X en las heces

7.8.4 Parámetros medidos

Los valores obtenidos de la digestibilidad de MS (gr Kg^{-1}), consumo de MS ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$), MS digerida (gr MS día^{-1}); la digestibilidad de MO (gr Kg^{-1}), el consumo de MO ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$), de MO digerida (gr MS día^{-1}), la digestibilidad de PC (gr Kg^{-1}), el consumo de PC ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$) y la PC digerida (gr MS día^{-1}).

7.9 Análisis estadístico

En cada dieta experimental se determinó el promedio y desviación estándar de cada parámetro en medición durante las 4 mediciones realizadas.

VIII. RESULTADOS

Los valores obtenidos para la primera medición respecto a la digestibilidad de MS (gr Kg^{-1}) fluctuaron de 774.42 ± 62.50 a 834.05 ± 25.59 . Así mismo el consumo de MS ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$) estuvo de 1282.58 ± 133.19 a 1490.46 ± 112.65 . Los de MS digerida (gr MS día^{-1}) se encuentran entre los valores de 1010.95 ± 153.41 a 1249.91 ± 109.27 , como se muestran en el cuadro 1.

Con respecto a la digestibilidad de MO (gr Kg^{-1}) fluctuaron de 394.22 ± 144.53 a 686.49 ± 67.66 . El consumo de MO ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$) estuvo de 1676.72 ± 102.21 a 1743.60 ± 138.69 . Los de MO digerida (gr MO día^{-1}) se encuentran entre los valores de 660.12 ± 247.77 a 1194.58 ± 288.37 , como se muestra en el cuadro 1.

En la digestibilidad de PC (gr Kg^{-1}) fluctuaron de 370.79 ± 130.19 a 687.07 ± 53.84 . El consumo de PC ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$) estuvo de 314.49 ± 32.28 a 371.29 ± 24.67 . Los de PC digerida (gr PC día^{-1}) se encuentran de 134.65 ± 45.98 a

Parámetros	Dietas			
	0L – 45Y	10L – 45Y	20L – 45Y	30L – 45Y
DMS (gr kg^{-1})	785.38 ± 37.32	834.05 ± 25.59	838.07 ± 21.93	774.42 ± 62.50

226.31 ± 22.51 , como se muestra en el cuadro 1.

CMS (gr animal⁻¹ día⁻¹)	1282.58 ± 133.19	1443.58 ± 219.63	1490.46 ± 112.65	1337.68 ± 116.65
MSD (gr MS día⁻¹)	1010.95 ± 153.41	1203.33 ± 179.75	1249.91 ± 109.27	1038.02 ± 143.46
DMO (gr kg⁻¹)	686.49 ± 67.66	652.26 ± 51.50	583.95 ± 51.59	394.22 ± 144.53
CMO (gr animal⁻¹ día⁻¹)	1721.49 ± 238.68	1740.33 ± 300.46	1743.60 ± 138.69	1676.72 ± 102.21
MOD (gr MO día⁻¹)	1194.58 ± 288.37	1134.56 ± 204.79	1019.88 ± 131.19	660.12 ± 247.77
DPC (gr kg⁻¹)	687.07 ± 53.84	653.49 ± 60.10	609.29 ± 44.62	370.79 ± 130.19
CPC (gr animal⁻¹ día⁻¹)	314.49 ± 32.28	337.15 ± 50.53	371.29 ± 24.67	366.77 ± 18.66
PCD (gr PC día⁻¹)	217.34 ± 39.64	220.40 ± 38.18	226.31 ± 22.51	134.65 ± 45.98

Cuadro 1. Digestibilidad y consumo de borregos de pelo alimentados con 45 % EM en harina de *M. esculenta* Crantz y niveles variables de *L. leucocephala* en fresco en la primera medición.

DMS = Digestibilidad de la Materia Seca; CMS = Consumo de la Materia Seca; MSD = Materia Seca Digerida; DMO = Digestibilidad de la Materia Orgánica; CMO = Consumo de la Materia Orgánica; MOD = Materia Orgánica Digerida; DPC = Digestibilidad de la Proteína Cruda; CPC = Consumo de la Proteína Cruda; PCD = Proteína Cruda Digerida.

Los valores obtenidos en la segunda medición respecto a la digestibilidad de MS (gr Kg⁻¹) fluctuaron de 807.30 ± 40.62 a 826.10 ± 15.12. Así mismo el consumo de MS (gr animal⁻¹ día⁻¹) estuvo de 1111.25 ± 26.77 a 1604.28 ± 99.46. Los de MS digerida (gr MS día⁻¹) se encuentran entre los valores de 917.91 ± 23.34 a 1293.80 ± 60.26, como se muestra en el cuadro 2.

En la digestibilidad de MO (gr Kg⁻¹) fluctuaron de 387.44 ± 113.24 a 737.27 ± 22.59. El consumo de MO (gr animal⁻¹ día⁻¹) estuvo de 1687.04 ± 65.58 a 2023.78 ± 71.87. Los de MO digerida (gr MO día⁻¹) se encuentran entre los valores de 725.56 ± 182.59 a 1414.98 ± 77.13, como se muestra en el cuadro 2.

Y en la digestibilidad de PC (gr Kg⁻¹) fluctuaron de 106.22 ± 177.99 a 790.64 ± 73.49. El consumo de PC (gr animal⁻¹ día⁻¹) estuvo de 299.76 ± 12.79 a 585.05 ± 121.44. Los de PC digerida (gr PC día⁻¹) se encuentran de 34.21 ± 55.64 a 469.37 ± 136.16, como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Digestibilidad y consumo de borregos de pelo alimentados con 45 % EM en harina de *M. esculenta* Crantz y niveles variables de *L. leucocephala* en fresco en la segunda medición.

DMS = Digestibilidad de la Materia Seca; CMS = Consumo de la Materia Seca; MSD = Materia Seca Digerida; DMO = Digestibilidad de la Materia Orgánica; CMO = Consumo de la Materia Orgánica; MOD = Materia Orgánica Digerida; DPC = Digestibilidad de la Proteína Cruda; CPC = Consumo de la Proteína Cruda; PCD = Proteína Cruda Digerida.

Los valores obtenidos en la tercera medición respecto a la digestibilidad de MS (gr Kg^{-1}) fluctuaron de 713.21 ± 58.36 a 840.95 ± 35.92 . Así mismo el consumo de MS ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$) estuvo de 1078.12 ± 64.71 a 2048.99 ± 252.77 . Los de MS digerida (gr MS día^{-1}) se encuentran entre los valores de 907.12 ± 73.53 a 1467.59 ± 262.71 , como se muestra en el cuadro 3.

Respecto a la digestibilidad de MO (gr Kg^{-1}) fluctuaron de 420.97 ± 85.50 a 662.29 ± 78.13 . El consumo de MO ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$) estuvo de 1179.29 ± 72.66 a 2523.79 ± 319.48 . Los de MO digerida (gr MO día^{-1}) se encuentran entre los valores de 782.41 ± 111.06 a 1404.44 ± 232.33 , como se muestra en el cuadro 3.

La digestibilidad de PC (gr Kg^{-1}) fluctúan de 201.46 ± 148.65 a 550.62 ± 81.14 . El consumo de PC ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$) estuvo de 184.64 ± 12.52 a $506.17 \pm$

Parámetros	Dietas			
	0L - 45Y	10L - 45Y	20L - 45Y	30L - 45Y
DMS (gr kg^{-1})	807.30 \pm 40.62	826.10 \pm 15.12	826.98 \pm 27.76	807.69 \pm 33.54
DMS (gr kg^{-1})	713.21 \pm 58.36	802.75 \pm 35.47	840.95 \pm 35.92	769.39 \pm 56.28
CMS ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$)	1457.24 \pm 93.50	1111.25 \pm 26.77	1400.44 \pm 86.12	1604.28 \pm 99.46
CMS ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$)	2048.99 \pm 252.77	1567.05 \pm 146.56	1078.12 \pm 64.71	1387.74 \pm 300.89
MSD (gr MS día^{-1})	1177.37 \pm 108.39	917.91 \pm 23.34	1149.93 \pm 84.94	1293.80 \pm 60.26
MSD (gr MS día^{-1})	1467.59 \pm 262.71	1259.77 \pm 149.82	907.12 \pm 73.53	1075.94 \pm 281.62
DMO (gr kg^{-1})	700.34 \pm 53.12	737.27 \pm 22.59	530.28 \pm 75.35	387.44 \pm 113.24
DMO (gr kg^{-1})	420.97 \pm 85.50	636.22 \pm 65.70	662.29 \pm 78.13	539.01 \pm 107.28
CMO ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$)	2023.78 \pm 71.87	1687.04 \pm 65.58	1734.89 \pm 114.61	1886.91 \pm 98.74
CMO ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$)	2523.79 \pm 319.48	2200.12 \pm 202.19	1179.29 \pm 72.66	1698.51 \pm 295.49
MOD (gr MO día^{-1})	1414.98 \pm 77.13	1243.69 \pm 58.37	921.25 \pm 155.24	725.26 \pm 182.59
MOD (gr MO día^{-1})	1065.05 \pm 260.78	1404.44 \pm 232.33	782.41 \pm 111.06	927.71 \pm 303.76
DPC (gr kg^{-1})	790.64 \pm 73.49	731.96 \pm 23.27	583.93 \pm 67.27	106.22 \pm 177.99
DPC (gr kg^{-1})	201.46 \pm 148.65	550.62 \pm 81.14	500.53 \pm 115.73	300.34 \pm 165.77
CPC ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$)	585.05 \pm 121.44	299.76 \pm 12.79	362.87 \pm 24.37	328.61 \pm 17.42
CPC ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$)	506.17 \pm 60.60	373.85 \pm 34.39	184.64 \pm 12.52	320.59 \pm 48.22
PCD (gr PC día^{-1})	469.37 \pm 136.16	219.40 \pm 11.48	212.16 \pm 30.89	34.21 \pm 55.64
PCD (gr PC día^{-1})	104.85 \pm 81.41	206.83 \pm 42.56	92.74 \pm 22.51	99.07 \pm 66.16

60.60. Los de PC digerida (gr PC día^{-1}) se encuentran de 92.74 ± 22.51 a 206.83 ± 42.56 , como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Digestibilidad y consumo de borregos de pelo alimentados con 45 % EM en harina de *M. esculenta* Crantz y niveles variables de *L. leucocephala* en fresco en la tercera medición.

DMS = Digestibilidad de la Materia Seca; CMS = Consumo de la Materia Seca; MSD = Materia Seca Digerida; DMO = Digestibilidad de la Materia Orgánica; CMO = Consumo de la Materia Orgánica; MOD = Materia

Orgánica Digerida; DPC = Digestibilidad de la Proteína Cruda; CPC = Consumo de la Proteína Cruda; PCD = Proteína Cruda Digerida.

Los valores obtenidos en la cuarta medición respecto a la digestibilidad de MS (gr Kg^{-1}) fluctuaron de 784.77 ± 87.99 a 825.75 ± 26.05 . Así mismo el consumo de MS ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$) estuvo de 1131.56 ± 97.19 a 1823.45 ± 89.32 . Los de MS digerida (gr MS día^{-1}) se encuentran entre los valores de 887.07 ± 113.56 a 1458.36 ± 47.58 , como se muestra en el cuadro 4.

En la digestibilidad de MO (gr Kg^{-1}) fluctuaron de 605.07 ± 163.86 a 692.05 ± 46.16 . El consumo de MO ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$) estuvo de 1390.34 ± 81.45 a 2503.90 ± 234.34 . Los de MO digerida (gr MO día^{-1}) se encuentran entre los valores de 843.34 ± 240.21 a 1615.73 ± 108.43 , como se muestra en el cuadro 4.

Y en la digestibilidad de PC (gr Kg^{-1}) fluctuaron de 432.30 ± 217.80 a $591.88 \pm$

Parámetros	Dietas			
	0L – 45Y	10L – 45Y	20L – 45Y	30L – 45Y
DMS (gr kg^{-1})	825.75 ± 26.05	801.41 ± 47.68	786.07 ± 28.34	784.77 ± 87.99
CMS ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$)	1624.48 ± 78.46	1823.45 ± 89.32	1551.04 ± 67.80	1131.56 ± 97.19

55.66. El consumo de PC ($\text{gr animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$) estuvo de 242.53 ± 11.67 a 396.14 ± 17.05 . Los de PC digerida (gr PC día^{-1}) se encuentran de 106.47 ± 58.02 a 228.94 ± 30.54 , como se muestra en el cuadro 4.

MSD (gr MS día ⁻¹)	1340.75 ± 61.79	1458.36 ± 47.58	1218.04 ± 36.11	887.07 ± 113.56
DMO (gr kg ⁻¹)	692.05 ± 46.16	634.85 ± 82.32	624.59 ± 52.62	605.07 ± 163.86
CMO (gr animal ⁻¹ día ⁻¹)	2337.02 ± 119.21	2503.90 ± 234.34	1879.91 ± 60.11	1390.34 ± 81.45
MOD (gr MO día ⁻¹)	1615.73 ± 108.43	1581.64 ± 189.06	1172.14 ± 71.32	843.34 ± 240.21
DPC (gr kg ⁻¹)	591.88 ± 55.66	581.04 ± 93.82	538.18 ± 59.34	432.30 ± 217.80
CPC (gr animal ⁻¹ día ⁻¹)	318.22 ± 14.00	396.14 ± 17.05	347.57 ± 9.87	242.53 ± 11.67
PCD (gr PC día ⁻¹)	188.04 ± 16.14	228.94 ± 30.54	186.60 ± 16.32	106.47 ± 58.02

Cuadro 4. Digestibilidad y consumo de borregos de pelo alimentados con 45 % EM en harina de *M. esculenta* Crantz y niveles variables de *L. leucocephala* en fresco en la cuarta medición.

DMS = Digestibilidad de la Materia Seca; CMS = Consumo de la Materia Seca; MSD = Materia Seca Digerida; DMO = Digestibilidad de la Materia Orgánica; CMO = Consumo de la Materia Orgánica; MOD = Materia Orgánica Digerida; DPC = Digestibilidad de la Proteína Cruda; CPC = Consumo de la Proteína Cruda; PCD = Proteína Cruda Digerida.

IX. CONCLUSIONES

Los valores obtenidos sugieren que los niveles variables de *L. leucocephala* en fresco y la harina de *M. esculenta* Crantz proporcionada puede hacer variar la digestibilidad, el consumo y digestión de MS, MO Y PC.

El consumo de materia seca, mostrado por los animales evaluados en los diferentes tratamientos y periodos de medición, concluyen que los valores obtenidos están por encima de los valores mostrados por animales alimentados exclusivamente con gramíneas. Por tal motivo cabe resaltar que la inclusión de los diferentes niveles de *L. Leucocephala* y *M. esculenta* Crantz mejoran el consumo de ovinos en la región.

X. COMPETENCIAS DESARROLLADAS

Manejo de ovinos en jaulas metabólicas.

Elaboración de harina de *Manihot esculenta Crantz* de manera rustica, realizado desde la cosecha hasta la elaboración de la harina.

Elaboración de las diferentes dietas de manera rustica.

Aplicación de diferentes medicamentos, las cuales eran necesarias para el seguimiento del proyecto.

Extracción de líquido ruminal.

Manejo adecuado de heces y orina, obteniendo una sub-muestra en cada periodo de medición.

Capacitó para la extracción de líquido ruminal de los animales por medio de una sonda esofágica, así como el procedimiento de determinación del pH ruminal.

Elaboración del ácido sulfúrico para conservación de muestras de orina.

Manejo de registros en los diferentes periodos de medición.

Manejo de los datos y resultados obtenidos en los diferentes periodos de medición.

Aplicación de fórmulas para la obtención de Materia Seca, Materia Orgánica y Proteína Cruda.

XI. FUENTES DE INFORMACIÓN

AFRC. 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB International. Wallingford, UK. pp. 97-159.

Alayon J. A, Ramírez A.L, Ku V. J. 1998. Intake, rumen digestión, digestibility and microbial nitrógen supply in sheep fed *Cynodon nlemfuensis* supplemented whit *Gliricidia sepium*. *Agroforestry Systems* 41: 115 – 126.

Animut G, Puchala R, Goetsch A. L, Sahlut T, Varel V. H, Well J. 2008. Methane emisión by goats consuming diets whit differents levels of condensed tannins from lespedeza. *Animal Feed Science and Tech nology* 144: 212-227.

Archimedes H., Eugene M., MARIE M. C., Boval M., Murcin D. P., Morgavi D. P., Lecomte p. Doreau. 2011. Comparison of methape Produccion between C₃ an C₄ grasses and legumes. *Animal feed Sciencie and Technology* vol. 166: 59-64.

Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). 1995. Methods of analysis. 15th Edition. Washington DC. pp. 12-44.

Bhatta R, Enish O, Yabumoto Y, Nonaka I, Takusari N, Higuchi K. 2013. Methane reduction and energy partitioning in goats fed two concentrations of tannin from *Mimosa* spp. *Journal of Agriculture Science Cambridge* 151: 119-128.

Bosman H. G, Castillo G. E, Valles M. B y De Lucía G. R. (1990). Composición botánica y nodulación de leguminosas en las pasturas nativas de la planicie costera del Golfo de México. *Pasturas Tropicales* 12. pp. 2-8.

Buitrago J. (2001). La yuca en la alimentación animal. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia. 446p

Casanova L. F, Petita J, Solorio S. F, Parsons D, Ramírez A. L. (2014). Forage yield and quality of *Leucaena leucocephala* and *Guazuma ulmifolia* in mixed and pure fodder Banks systems in Yucatán, México. *Agroforestry Systems* vol. 88. 29-39.

Clavero I, Bolívar M, Gutiérrez D, Razz R, Araugo F. D, y Rodríguez A. (1995). Consumo y balance de nitrógeno en ovinos suplementados con mata ratón (*Gliricidia sepium*). *Revista Argentina de Producción Animal* 15: 411- 425.

Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (COVECA). (2010). Monografía de la yuca. Gobierno del Estado de Veracruz. pp. 1-21.

Consortio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA). (2004). Una alternativa en la alimentación para los cerdos. Yuca por maíz en dieta porcina. Edición 6. 23-29

Díaz G, Tavares P. M, Oliveira B. B, Primavesi O, Longo C, McManu C, Addalla A, Louvandini H. 2013. Tropical tanniferous legumes used as an option to mitigate sheep enteric methane emission. *Tropical Animal Health and Production* 45: 879-882.

Dixon R. M, and Egan A. R. 1988. Strategies for optimizing use of fibroos crop residues as animal feed. In: Dixon R.M (ed) Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibros Agricultural Residues. International Development Program of Australian Universities and Colleges, Canberra, Australia. pp. 11-26.

Galindo J, Garcia C, Marrero Y, Castillo E, Aldana A.L, Torres V. & Sarduy L. 2007. Effect the composition of a grassland of *Leucaena leucocephala* whit grasses on the microbial rumen population of bulls. Cuban Journal of Agriculture Science 41: 137.

García M. (1973). Modificaciones del sistema de clasificación climática de Koopen. México. UNAM. pp. 243.

Gil J.L, Buitrago J. A. (2002). La yuca en el tercer milenio; Utilización de la yuca en la alimentación animal. Centro Internacional de Agricultura (CIAT). 590-620.

Hassanat F. Benchaar C. 2013. Assesment of effect of condensed (Acacia and quebracho) and hydrolysable (Chestnut and valonea) tannins on rumen fermentation and methane production invitro. Journal Science Food Agriculture 93: 332-339.

Johnson K.A, & Johnson D.E. 1995. Methane emission from cattle. Journal Animal Science 73:2483.

Kennedy P. M, Charmley E. 2012. Methane yields Brahman cattle fed tropical grasses and legumes. Animal Production Science 52: 225-239.

Mao L.H, Wang J.K, Zhou Y. Y, Liu X.J. 2010. Effects of addition of tea saponins and soybean oil on methane production, fermentation and microbial population in the rumen of growing lambs. Livestock. Science. 129: 56-62.

Min B. R, Barry T. N, Attwood G. T, Macnabb W. C. 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: A review. *Animal Feed Science and Technology* 106: 3-19.

Piñeiro A.T, Ayala A.J, Chay A.J, Ku J.C. 2013. Dry matter intake and digestibility of rations replacing concentrates with graded levels of *Enterolobium cyclocarpum* in Pelibuey lambs. *Tropical Animal Health Production* 45: 577-583.

Ramos G, Frutos P, Giraldez F.J, Mantecón. 1998. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. *Archivos de Zootecnia* 47: 597-620.

Ruiz T. E, y Febles G. 2005. *Sistemas silvopastoriles. Conceptos y tecnologías desarrolladas en el Instituto de Ciencia Animal de Cuba.* EDICA. San José de las Lajas, Cuba. pp. 34-46.

Ruiz G. A. 2013. Balance de nitrógeno y composición de la leche de vacas alimentadas con *Leucaena leucocephala*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. pp. 36-41.

Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2003). Evaluación de los programas de fomento ganadero de la alianza para el campo. Available at <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/ganind2.htm>.

Solorio S. F, Solorio S. B. (2008). *Leucaena leucocephala* (Guaje), una opción forrajera en los sistemas de producción animal tropical. Manual de manejo agronómico de *Leucaena leucocephala*. Morelia Michoacán México. pp. 12-23.

Van Soest P. J, Robertson J.B, Lewis B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science* 74. 3583-3598.

Zavaris R. B. M. (2010). Bioetanol de yuca. Secretaria de Educación Pública
20:51.