



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INTEGRALES DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Trabajo de Graduación

Análisis descriptivo de la degradación ruminal *in situ* de piscidium de *Moringa oleifera* en la Finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua.

AUTORES

Br. Donald Alberto Corrales Artola

Br. José Benito Escobar Mondoy

ASESOR

Ing. Nadir Reyes PhD.

Lic. Rosario Rodríguez Pérez MSc.

Ing. Norlan Caldera N. MSc.

Managua, Nicaragua

Octubre, 2015

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Ciencia Animal como requisito para optar al título profesional de:

INGENIERO EN ZOOTECNIA

MIEMBROS DEL TRIBUNAL:

Ing. Marcos Jiménez Campos

Presidente

Ing. Sergio Álvarez

Secretario

Ing. Wendell Mejía Tinoco

Vocal

Managua, Octubre del 2015

ÍNDICE DE CONTENIDO

	SECCIÓN	PAGINA
	DEDICATORIA	i.
	AGRADECIMIENTO	ii.
	ÍNDICE DE CUADROS	iii.
	ÍNDICE DE FIGURAS	iv.
	RESUMEN	v.
	ABSTRACT	vi.
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	2
	2.1. Objetivo General	2
	2.2. Objetivos específicos	2
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	3
	3.1. Ubicación del área de estudio	3
	3.2. Duración del experimento	3
	3.3. Descripción del ensayo	3
	3.4. Material a incubar	3
	3.5. Periodos de incubación	3
	3.6. Manejo de las muestras	4
	3.7. Variables a evaluar	6
	3.7.1. Análisis químico de la muestra	6
	3.7.2. Degradación de materia seca (DMS)	6
	3.7.3. Degradación de materia orgánica (DFB)	6
	3.7.4. Degradación de proteína bruta (DPB)	6
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
	4.1. Composición química de la harina de piscidium de <i>Moringa oleifera</i>	7
	4.2. Degradabilidad de la Materia Seca (DMS)	8
	4.3. Degradabilidad de la proteína bruta (DPB)	10
	4.4. Degradabilidad de la Fibra Cruda (DFC)	12
V.	CONCLUSIONES	14
VI.	RECOMENDACIONES	15
VII.	LITERATURA CITADA	16

DEDICATORIA

A DIOS PADRE: SALMO 137

Te doy gracias, Señor, de todo corazón; delante de los ángeles tañeré para ti, me postraré hacia tu santuario, daré gracias a tu nombre: por tu misericordia y tu lealtad, porque tu promesa supera a tu fama; cuando te invoqué, me escuchaste, acreciste el valor en mi alma.

Que te den gracias, Señor, los reyes de la tierra, al escuchar el oráculo de tu boca; canten los caminos del Señor, porque la gloria del Señor es grande.

El Señor es sublime, se fija en el humilde, y de lejos conoce al soberbio.

Cuando camino entre peligros, me conservas la vida; extiendes tu brazo contra la ira de mi enemigo, y tu derecha me salva.

El Señor completará sus favores conmigo: Señor, tu misericordia es eterna, no abandones la obra de tus manos.

Acción de gracias

Agradecimiento

A nuestros padres por ser el cimiento del desarrollo de nuestras virtudes, principios y valores humanos que nos impulsaron ayer hoy y siempre a razonar el sentido de vivir, la razón de ser y por ende forjarnos un espíritu de lucha abnegación y perseverancia.

A nuestro tutor el Ing. Nadir Reyes. PhD por darnos la oportunidad de contar con su apoyo constante así como a nuestros asesores la Lic. Rosario Rodríguez Pérez. MSc y el Ing. Norlan Caldera Navarrete MSc por su disponibilidad y humanidad para orientarnos lo cual nos permitió concluir este trabajo de vital importancia en la culminación de esta etapa en nuestra vida académica.

INDICE DE CUADROS

CUADROS		PAGINA
1.	Composición química de piscidium de <i>Moringa oleifera</i>	7

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1.	Dispositivo utilizado para la incubación de piscidium de <i>Moringa oleifera</i>	4
2.	Introducción del dispositivo conteniendo las bolsas de nylon con las muestras de piscidium de <i>Moringa oleifera</i>	5
3	Bolsas de nylon recolectadas una vez transcurrido el periodo de incubación conteniendo las muestras de piscidium de <i>Moringa oleifera</i> .	5
4	Degradabilidad ruminal de la materia seca (DMS) del piscidium de <i>Moringa oleifera</i>	8
5	Degradabilidad ruminal de la Proteína bruta (DPB) del piscidium <i>Moringa oleifera</i> .	10
6	Degradabilidad ruminal de la Fibra cruda (DFC) de piscidium <i>Moringa oleifera</i>	12

RESUMEN

Se realizó un estudio en la finca Santa Rosa propiedad de la Universidad Nacional Agraria ubicada en Managua-Nicaragua. El objetivo de este estudio fue realizar un análisis descriptivo de la composición química de la harina de piscidium de *Moringa oleifera* [Materia seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra Cruda (FC), Extracto etéreo (EE) y Ceniza (CE)] así como la degradación ruminal *in situ* de la MS (DMS), PB (DPB) y FC (DFC) de la misma. Se utilizó la técnica de degradación *in situ* para evaluar la cinética de la degradabilidad de piscidium de Moringa en el rumen. Los tiempos de incubación evaluados fueron 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72h. Los resultados obtenidos mostraron que la composición química de piscidium de Moringa presentó valores de 97.16% MS, 5.27% PB, 59.7% FC, 1.08% EE y CE de 8.18%. La DMS fue de 36.12% a las 72 h de incubación. La DPB tuvo una rápida degradabilidad en las primeras 6 h (29.75%) con un máximo de degradación potencial a las 72 h de 45.71%, sin embargo la DFC fue lenta durante las primeras 12 h, (6.77%), posterior a las mismas se incrementó la degradabilidad de la FC alcanzando un máximo potencial de degradabilidad de 19.38% a las 72 h de incubación. Los resultados indican que la harina de piscidium de Moringa es un alimento de mayor valor nutritivo que muchos alimentos toscos o lignificados, sin embargo para mejorar su aprovechamiento en la alimentación animal debe ser acompañado con una fuente nitrogenada o ser incluido como material de relleno en alimentos concentrados, bloques multinutricionales o amonificado.

Palabras Claves: Piscidium, *Moringa oleifera*, Cinética de degradación ruminal, alimentos toscos lignificados

ABSTRACT

study was conducted on the farm Santa Rosa property of the National Agrarian University in Managua, Nicaragua. The aim of this study was to conduct a descriptive analysis of the chemical composition of flour of *Moringa oleifera* piscidium [dry matter (DM), Crude protein (CP) Crude fiber (CF), ether extract (EE) and Ash (EC)] and in situ ruminal degradation of DM (DDM), CP (DCP) and FC (DCF) thereof. Degradation technique was used to evaluate in situ degradability kinetics piscidium Moringa in the rumen. Incubation times were evaluated 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72h. The results showed that the chemical composition of Moringa piscidium present values DM 97.16%, 5.27% CP, 59.7% CF, EE 1.08% and 8.18% EC. The DMS was 36.12% at 72 h incubation. The DCP had a rapid degradability in the first 6 h (29.75%) with a maximum potential at 72 h of 45.71% degradation, however the DCF was slow during the first 12 h, (6.77%), after the same degradability of CF reaching a maximum potential degradability of 19.38% at 72 h incubation. The results indicate that the flour piscidium Moringa is a food with higher nutritional value than many foods or uncouth lignified, but for improving its use in animal feed must be accompanied with a nitrogen source or be included as a filler material in food concentrated or ammoniated multinutritional blocks.

Keywords: Piscidium, *Moringa oleifera*, ruminal degradation kinetics, foods or uncouth lignified

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería vacuna constituye una de las actividades económicas más relevantes en Nicaragua, por su participación en el producto interno bruto como en las exportaciones, así como también es una de las actividades más relevante en los sistemas de producción agropecuarios del país (FAO, 2007).

El PIB Vacuno (productos cárnicos y lácteos) representa un 19% del PIB agropecuario. La participación del sector pecuario en el Producto Interno Bruto Agropecuario (PIBA), es de 28%, porcentaje en el cual la ganadería bovina aporta el 71% (*Op cit*).

Por otro lado, la actividad agropecuaria basa su desarrollo en la utilización extensiva del recurso tierra generando la expansión de la frontera agrícola, por falta de conocimiento de la utilización de los recursos natos que permitirían alimentar mayor cantidad de animales por hectárea en uso y superar los problemas de calidad nutritiva y disponibilidad de alimento en épocas de crisis (*Op cit*).

En el que hacer pecuario, estos aspectos, presenta un problema a resolver, debido principalmente a la falta de conocimiento de alternativas nutritivas para enfrentar la época seca y el deficiente aprovechamiento de los recursos alimenticios con el que cuentan las unidades de producción.

Actualmente en la búsqueda de la solución de los problemas alimenticios y nutricionales que aquejan la ganadería se ha optado por la creación de sistemas integrales y auto sostenible como bancos forrajeros y sistemas silvopastoril en el cual se integran como componentes los árboles, arbustos y el ganado lo cual asegura la complementariedad de la dieta de los animales.

Las especies arbóreas forrajeras han jugado siempre un papel significativo en la alimentación de los animales domésticos. Sin embargo, hasta hace relativamente poco, estos recursos alimenticios habían sido generalmente ignorados por investigadores debido al conocimiento inadecuado de su uso potencial y a la carencia de iniciativas para desarrollar sistemas alimenticios más innovadores (Benavides, 1994).

En este sentido *Moringa oleifera* es un árbol que ha despertado mucho interés debido a algunas de sus características tales como: alta tasa de crecimiento, alta productividad de follaje, capacidad de rebrote, tolerancia a la poda, altos contenidos de proteína en las hojas y vigoroso desarrollo radicular (Foidl *et al*, 1999). Sin embargo se desconoce el uso del piscidium de *Moringa* (*Moringa oleifera*) después de la extracción de la semilla el cual puede ser un recurso aprovechable en la alimentación del ganado.

Para la utilización del piscidium de *Moringa* en la alimentación animal, se debe de pasar por una caracterización nutricional, además de la degradabilidad de este alimento, lo cual permitirá conocer la magnitud y velocidad en que se fermentan sus componentes.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

Generar información cuantitativa y cualitativa sobre la calidad nutricional de piscidium de *Moringa oleifera*.

2.2. Objetivos Específicos:

- Analizar la composición química de piscidium de *Moringa oleifera* (Materia seca (MS), Proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), Cenizas)
- Describir la degradabilidad ruminal de la materia seca, Fibra cruda y Proteína bruta de piscidium *Moringa oleifera* en distintos intervalos de fermentación mediante la técnica in Sacco.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

El ensayo se realizó en la galera experimental de la Facultad de Ciencia Animal (FACA), ubicada en la finca Santa Rosa, propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), localizada en la comarca Sabana Grande, municipio de Managua, con coordenadas geográficas de 12° 08'15" latitud norte, 86° 09'36" longitud este, con una elevación de 56 msnm (INETER, 2014).

3.2. Duración del experimento

El ensayo se culminó en un lapso de tiempo de tres meses, el cual consistió en un periodo de recolección y secado de material vegetativo (piscidium de Moringa), para la obtención de la harina del piscidium, una etapa de adaptación al alimento de siete días y una etapa experimental con duración de 72 h, con un período posterior de tres semanas para análisis de las muestras en el laboratorio de bromatología.

3.3. Descripción del ensayo

Para el experimento se utilizó una vaca seca fistulada de la raza Reyna con un peso promedio de 375(9) kg y edad aproximada de 7 años, del hato bovino presente en la finca. La vaca se sometió al proceso de adaptación al confinamiento y alimentación por lo cual se le proporcionó una ración equivalente al 3 % de su peso vivo basado en los requerimientos de la NRC (1989); el alimento consistió en forraje fresco del pasto cubano CT-115 (*Pennisetum purpureum x P. tiphoides*), el cual se picó en trozos de aproximadamente 2 cm de longitud usando una picadora eléctrica, la ración se dividió en dos tantos para ser suministrado durante la mañana (6:00 am) y la tarde (6:00 pm), el consumo de agua fue *ad libitum*; se limpió diariamente el cubículo así como comedero y bebedero.

3.4. Material a incubar

Cumpliendo con la metodología planteada por Ørskov y McDonald (1979), el material a incubar en el rumen fue recolectado una vez que el piscidium fue separado de las semillas al momento de la cosecha, posteriormente se sometió a pre secado al aire libre por 5 d para eliminar el exceso de humedad. Luego el material pre secado fue cortado en una picadora estacionaria e introducido en un horno de circulación de aire forzado por 48 h a 65 °C. Al final de las 48 h de secado, el material se molió en un molino Cyclotec® con una criba de 2.5 mm.

3.5. Periodos de incubación

Se utilizaron siete intervalos de retiro de incubación: 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 h con tres repeticiones por intervalo para un total de 21 mediciones.

3.6. Manejo de las muestras

Para medir la tasa de degradabilidad de las distintas fracciones tales como: MS, FC y PB, se utilizó la metodología planteada por Ørskov y McDonald (1979). Para esto se utilizaron bolsas de nylon PSE 28/17 con tamaño de poros de 28 micras y área abierta de 17%.

La bolsa con proporciones en cuanto a tamaño exterior de 120 x 60 mm e interior de 100 x 50 mm, cosidas con hilo de poliéster y los agujeros de la aguja (los puntos) sellados con pegamento Bostik® 1782¹.

Con el fin de establecer un correcto control del material a incubar, las bolsas de nylon se enumeraron y pesaron individualmente y los datos de peso se registraron en una base de datos.

A cada bolsa de nylon se le introdujeron 5 g aproximadamente de harina de piscidium de Moringa y se cerró el extremo abierto de cada una de ellas con cintas plásticas de amarre de 16 cm de largo por 0.25 cm de diámetro.

Para sostener las bolsas suspendidas libremente dentro del rumen se creó un dispositivo consistente en lo siguiente: al centro del tapón de la fistula se atornillara una armella cerrada de 7.62 cm y por medio de un hilo de nylon de 80 cm de largo y 0.1 cm de diámetro. Se fijaran un dispositivos consistentes en un trozo de tubo PVC 14.7 cm de largo por 3.81 cm de diámetro, al tubo se le atornillaron 7 armellas cerradas de 3.2 cm de largo alrededor del diámetro, a cada armella se fijara una manguera plástica transparente en forma de anillos de 40.64 cm de largo por 0.95 cm de diámetro a las cuales se les realizaran pequeñas incisiones permitiendo fijar las bolsas con el material a incubar (Gutiérrez *et al.*, 2013).



Figura 1. Dispositivo utilizado para la incubación de piscidium de *Moringa oleifera*

¹ Bostik 1782: Adhesivo transparente, en presentación de 100 ml utilizado especialmente para material PVC.

Las bolsas con el material fijado en el dispositivo arriba descrito, se introdujeron al rumen de la vaca fistulada.



Figura 2. Introducción del dispositivo conteniendo las bolsas de nylon con las muestras de piscidium de *Moringa oleifera*.

Pasado el tiempo de incubación se retiraron las bolsas, las que fueron debidamente lavadas con abundante agua con el objetivo de detener la fermentación y lograr la eliminación de cualquier rastro de saliva, líquido ruminal o material extraño.

Las bolsas extraídas del rumen fueron secadas en un horno de circulación forzada a una temperatura de 65 °C por 48 h.



Figura 3. Bolsas de nylon recolectadas una vez transcurrido el periodo de incubación conteniendo las muestras de piscidium de *Moringa oleifera*.

3.7. Variables a evaluar

3.7.1. Análisis químico de la muestra

Para la determinación de la MS y cenizas fue utilizado el procedimiento de la AOAC (1990). La concentración de nitrógeno total fue determinado utilizando el método de Kjeldahl (AOAC, 1984) y la concentración de Proteína Bruta fue calculada mediante la siguiente fórmula: $PB = \% \text{ de nitrógeno total} * 6.25$. El contenido de Fibra Cruda fue analizada según lo descrito por la AOAC (1990).

3.7.2, Degradación de materia seca (DMS)

Para estimar la degradación de materia seca (MS) se utilizó tanto el contenido inicial de materia seca inicial de piscidium de *Moringa oleifera* antes de la incubación ruminal como el contenido de materia seca de las muestras una vez incubadas. La diferencia entre el contenido inicial y el final se consideró como contenido degradado.

Degradación de la materia seca = contenido inicial de MS - contenido final de MS

3.7.3. Degradación de proteína bruta (DPB)

Con el fin de estimar la degradación de proteína bruta (PB) se calculó la diferencia entre la concentración de proteína bruta de las muestras de piscidium de *Moringa oleifera* antes de la incubación ruminal y de las muestras incubadas

Degradación de la proteína bruta= concentración inicial de PB - concentración final de PB

3.7.4. Degradación de la Fibra Cruda (DFC)

La degradación de la fibra cruda se calculó como la diferencia entre el contenido de fibra cruda (FC) de las muestras antes de la incubación ruminal y el contenido de fibra cruda de las muestras una vez incubadas.

Degradación de la fibra cruda= contenido inicial FC - contenido final de FC

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición química de la harina de piscidium de *Moringa oleifera*

El cuadro 1, muestra la composición química de la harina de piscidium de Marango (*Moringa oleifera*), mostrando que este material presenta un contenido de 5.27% de Proteína Bruta, pero a su vez manifiesta un alto contenido de fibra bruta (59.71%).

Cuadro 1. Composición química de piscidium de *Moringa oleifera*

Componentes	Valores (%)
Materia Seca (MS)	97.16
Fibra Cruda (FC)	59.71
Proteína Cruda (PC)	5.27
Extracto Etéreo (EE)	1.08
Ceniza	8.18

Fuente: Laboratorio de Bromatología, UNA, 2014.

Los valores obtenidos en este estudio difieren ligeramente a los reportados por Montejó *et al.* (2012), los que reportan valores de composición química del Piscidium de moringa de 91.2% MS, 3.03% PB y 74.71% de FDN, coincidiendo con los reportados por Mendieta (2011). Las variaciones en la composición química de los materiales evaluados pueden variar de acuerdo a los métodos de secado que se emplearon, como el sol y la sombra (Murro *et al.*, 2003; Kakengi *et al.*, 2007; Olugbemi *et al.*, 2010).

En la literatura se informa que con el secado se remueve la fracción más cruda y se obtiene un producto altamente digestible, con un contenido de nutrientes elevado (Nouala, 2004; Sarwatt *et al.*, 2004).

Así mismo Mabruk *et al.* (2010), reporta valores de composición química del piscidium de *Moringa oleifera* de 94% MS, 7.12% de PC, 49% de FC, 2.0% de EE y Ceniza de 9.71%. Abbas (2013), reporta valores para piscidium de PC, FDN, FDA, Ceniza de 6.2%, 68.4%, 60.9%, 6.9% respectivamente, estos valores se encuentran dentro del rango reportado en el presente estudio.

Al comparar estos valores con otros materiales toscos podemos observar que su contenido de proteína es mayor que el bagazo de caña molido (2.4%), olote de maíz (2.36%), tuza de maíz (1.89%) y que el afrecho de yuca o bien la yuca fresca (2.97 y 2.67% respectivamente). No obstante todos estos materiales mencionados anteriormente presentan valores de fibra bruta por debajo del 44% (43.24, 37.25, 31.14, 7.54 y 2.03% respectivamente).

4.2. Degradabilidad de la Materia Seca (DMS)

En la figura 4 se observa el comportamiento de la curva de degradabilidad de la materia seca de la harina de *Piscidium* de *Moringa oleifera* la cual exhibe un rápido ascenso en las primeras 3 h (19.39%), en las subsiguientes 21 h (24 h de incubación) la degradabilidad ruminal de la MS pasa de 19.39% a 23.51%. Posterior a las 24 h la degradabilidad ruminal de la MS se incrementa a menor magnitud hasta alcanzar un 36.12% a las 72 h de incubación. De forma general la degradabilidad de la MS al inicio fue rápida disminuyendo su velocidad a medida que avanzaba el tiempo de incubación.

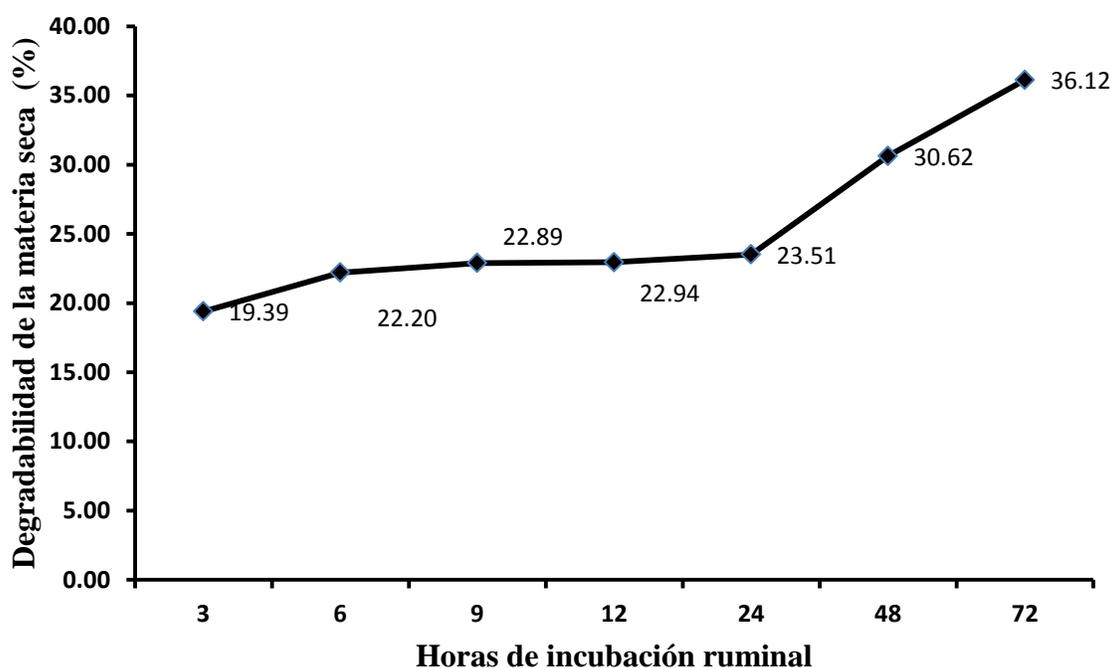


Figura 4. Degradabilidad ruminal de la materia seca (DMS) del *Piscidium* de *Moringa oleifera*.

El tiempo de incubación requerido para estimar la degradabilidad potencial de la MS, de los componentes de la pared celular o de cualquier fracción no ha sido del todo acordada, ya que Smith *et al.* (1971) mencionan que el valor se alcanza al cabo de 48 a 120 h de incubación, mientras que Orskov *et al.* (1980) proponen que se requieren de 12 a 36 h de incubación para los alimentos concentrados, de 24 a 36 h en forrajes de buena calidad y de 48 a 72 h para forrajes de mala calidad.

Existen factores predeterminantes que condicionan la degradabilidad pudiendo ser el volumen del rumen, la tasa de fermentación, tasa de renovación y el tiempo de digestión; impactando significativamente la eficiencia de utilización del alimento.

Para lograr una alta degradación de forraje se requieren largos períodos de retención ruminal, esto se asocia a baja tasa de renovación y gran llenado del rumen (Kamande y Mills, 2006).

La interrelación entre el volumen ruminal, la tasa de fermentación, y el grado de digestión de la dieta remarcan la importancia de la rotación del contenido ruminal en la utilización de la dieta para un rumiante. Largos tiempos de retención redundan en mayores niveles de digestión pero pueden no ser económicos en situaciones prácticas de producción. Dietas eficientes deben contener concentrados y forrajes jóvenes con óptima rotación del contenido ruminal y máxima síntesis microbiana.

Montejo (2012), al evaluar el efecto de la inclusión de harina de soya, en la degradabilidad *in vitro* de la harina de piscidium de *Moringa oleifera*, reporta valores en relación a la MS del 46%, valor superior al encontrado en el presente estudio (36.12%), cabe señalar que este último valor fue obtenido por degradabilidad *in situ*. A su vez señala que es necesario hacer un balance de energía y proteína en las dietas para un mayor aprovechamiento de las mismas, lo cual coincide con lo planteado por Posada y Noguera (2005).

Los resultados expuestos por Montejo (2012), indican que el mayor aprovechamiento nutricional que hicieron los rumiantes no está directamente relacionado con el mayor contenido de fuentes nitrogenadas (soya), sino a un adecuado balance energético, lo que determina la mayor utilización del residuo de las cosechas de semillas de moringa.

Galina *et al.* (2002), mencionan que al realizar análisis de composición química de materiales fibrosos como el bagazo de caña y paja de arroz encontraron que los mismos presentaban valores de MS, PC, FDN, FDA de 55%, 1.4%, 88.5%, 55.1% y 92%, 2.3%, 70.5%, 39.8% respectivamente. A su vez estos materiales mostraron valores de degradabilidad *in situ* de la MS de 24.4%, para bagazo de caña y 39.9% para la paja de arroz.

Para la mejorar la degradabilidad de los materiales antes mencionados se les adiciona nitrógeno en forma de urea el porcentaje de degradabilidad de la MS se mejora pasando a 46% y 57.3% para bagazo de caña y paja de arroz respectivamente (Sánchez *et al.*, 2012).

Figallo *et al.* (2013), al determinar la cinética de la degradación ruminal de la materia seca del camalote (*Eichhornia crassipes*) encontró valores de 50.98% a las 48 h, valor superior a los 30.62% encontrados a las 48 h en el presente trabajo. Cabe indicar que este material tiene un contenido de 12.44% PC y 39% de FC, valores superiores en proteína e inferior en fibra en relación al piscidium de Moringa.

4.3. Degradabilidad de la proteína bruta (DPB)

La figura 5 refleja el comportamiento de la degradabilidad ruminal de la proteína bruta (PB) de la harina de piscidium de *Moringa oleifera*, observándose un crecimiento creciente a medida que se incrementa el tiempo de incubación ruminal la cual exhibe un rápido comportamiento ascendente en las primeras 3 h (18.05%), entre las 3-24 h la curva de degradabilidad de la PB se incrementa a menor velocidad en comparación a las primeras 3 h de iniciada la degradación pasando de 18.05% a 34.10%. En las 48 h posteriores (72 de incubación ruminal) se acumula una degradabilidad ruminal de la PB de 45.71%.

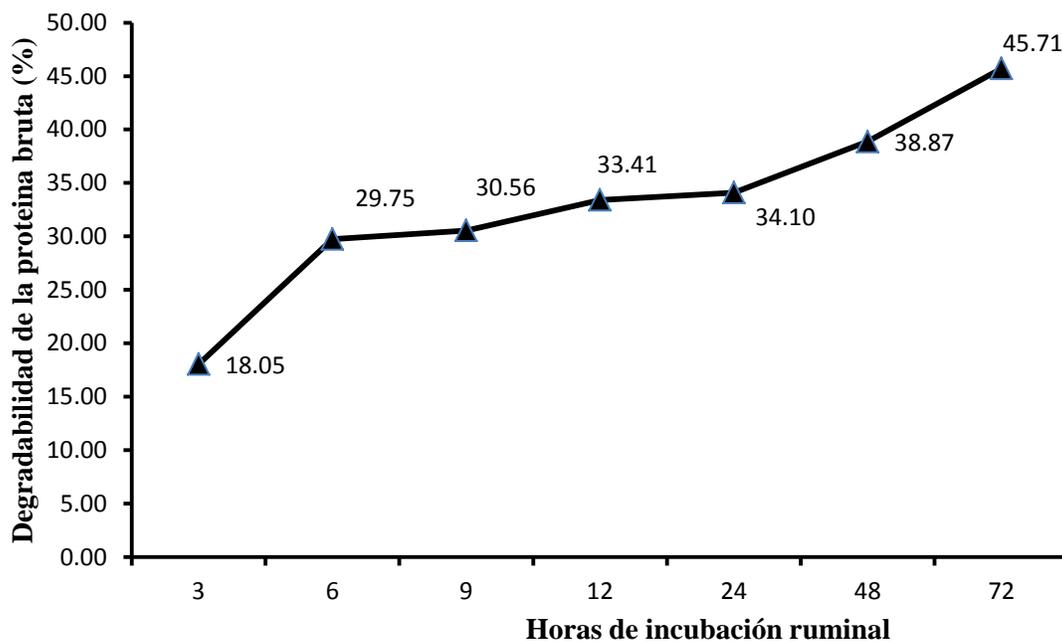


Figura 5. Degradabilidad ruminal de la Proteína bruta (DPB) del Piscidium *Moringa oleifera*.

Loerch *et al.* (1983) menciona que existe una interacción entre el pH ruminal y la fuente de proteína de la dieta. Esto cobra importancia debido a que algunas fuentes de proteína están sujetas a los cambios en el rumen que otras, lo cual afecta la degradación del nitrógeno. Las tasas de degradabilidad de la proteína pueden diferir de acuerdo al contenido de fibra presente en el alimento, si la digestión de celulosa es rápida como en los zacates secos, la proteína puede ser expuesta a la degradabilidad a una tasa más rápida que en la dietas donde la digestión de celulosa es de menor importancia (Ganev *et al.*, citado por Kempton, 1980)

Soto (1995), al estudiar la composición química y la degradabilidad ruminal de la proteína de diferentes especies forrajeras encontró que estas manifestaban una cinética de degradación

ruminal influenciada por el contenido de proteína, fibra y lignina, así por ejemplo: *Acacia greggii* A. (uña de gato) presentó una degradabilidad a las 72 h de 25.92% la que se vio la influencia por su alto contenido de lignina 38.59% y FDN de 42.78% a pesar de presentar un contenido de PB de 15.06%. A su vez *Opuntia cholla weber* (cactácea) con 6.66% PB y contenido de FDN de 57.31% presenta una degradabilidad ruminal de la proteína de 54% a las 72 h. pero con un contenido menor de lignina.

Al comparar estos resultados con el presente estudio donde *Piscidium* de moringa presento un contenido de PB de 5.27% y FB de 59.71% la cinética de la degradación ruminal de la proteína fue de 45.71%, siendo inferior al de *Opuntia cholla* pero superior al de *Acacia greggii*. Cabe señalar que a medida que el porcentaje de proteína es mayor se incrementa la degradabilidad ruminal de los materiales, siempre y cuando el porcentaje de lignina no sea alto.

Ramírez y Ku, (1997), al evaluar la degradabilidad ruminal de la proteína de diferentes follajes de especies arbóreas forrajeras encontraron para *Guazuma ulmifolia*, valores de 83.6% y de 45.5% para *Erithynia tinifolia*, a su vez mencionan que el bajo aporte de PB de *E. tinifolia* al rumen pueda deberse a la presencia de algún factor antinutricional (e.j. taninos) que pudiera limitar la digestión ruminal de la proteína cruda, aunque esto no ha sido comprobado a la fecha. Alayein *et al.*, (1998) al estudiar otras especies forrajeras reportan valores de degradabilidad ruminal de la proteína de 94.5% para follaje de *Gliricidia sepium*.

Figallo *et al.* (2013), al evaluar la cinética de la degradación ruminal *Eichhornia crassipes* encontró valores de degradación de la proteína de 42.54% a las 48 h, valor superior a los 38.87% (48 h de incubación) alcanzados en el presente estudio.

Ku *et al.*, (1999), al evaluar la cinética de la degradación ruminal de diferentes follajes de arbustivas forrajeras encontraron que la degradabilidad de la proteína oscilaba en rangos de 95.19%, 94.50% y 83.60% para *B. alicastrum*, *G. sepium* y *G. ulmifolia*, lo cual es alto, estas tres especies representan una excelente fuente de proteína cruda durante la estación de seca para los rumiantes, en cambio el follaje de *Erythrina tinifolia* presenta una baja tasa de degradabilidad (45.50%). No debe de descartarse la posible presencia de algún factor antinutricional (taninos) en *E. tinifolia* que pudiera limitar la digestión ruminal de la proteína cruda.

Según Delgado *et al.* (2011), la adición de una fuente nitrogenada (soya) mejora la degradabilidad de alimentos con bajo niveles de proteína bruta como el heno de Bermuda cruzada (6.10 %). La adición de fuentes nitrogenadas puede contribuir al crecimiento de la población y a la actividad microbiana ruminal (Ku *et al.* 1999).

Montejo (2012), menciona que la inclusión de un 10% de soya se mejora la digestibilidad de la harina de *piscidium* de moringa e incrementa la biomasa microbiana, lo cual favorece la degradabilidad del *piscidium* de Moringa.

4.4. Degradabilidad de la Fibra Cruda (DFC)

La degradabilidad ruminal de la fibra cruda de la harina de piscidium de *Moringa oleifera* (Figura 6), presenta en general una lenta degradabilidad en relación a las horas de incubación ruminal, esto debido al alto contenido de FC que presenta el material (59.71%). Se puede señalar que en las primeras 6 h la degradación es muy lenta (1.39%), en las posteriores 18 h (24 h de incubación) la degradabilidad de la FC fue de 12.98%, sin embargo pasadas las 24 h la degradación aumenta hasta alcanzar un 19.38% a las 72 h.

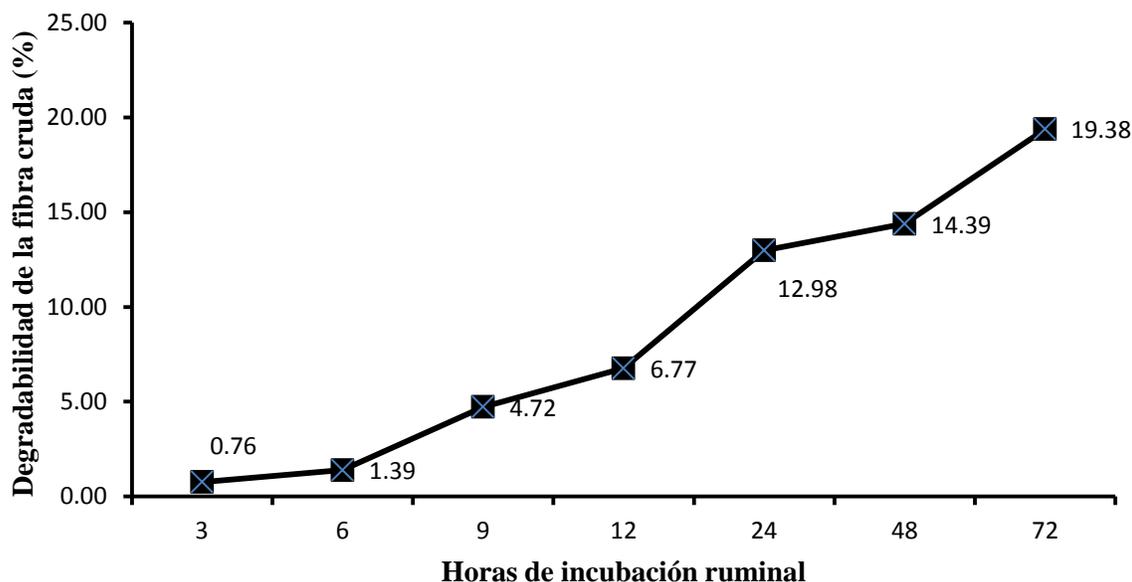


Figura 6. Degradabilidad ruminal de la Fibra cruda (DFC) de piscidium *Moringa oleifera*.

Los rumiantes son animales que se han adaptado al consumo de materiales fibrosos de diversa calidad, el principal componente de los forrajes es la pared celular (esqueleto de las plantas, compuestos de celulosa, hemicelulosa, lignina, minerales y proteína) que les ofrece sostén y protección a los vegetales, pudiendo aportar hasta un poco más del 70% de la energía de los rumiantes. En el retículo-rumen en condiciones de muy poca o nula presencia de aire u oxígeno (anaerobiosis), crecen de manera simbiótica una gran diversidad de microorganismos (bacterias, hongos y protozoos) que se encargan de degradar los componentes de la pared celular y del contenido de las células vegetales (protoplasma) para crecer y multiplicarse.

Este proceso fermentativo deja como desechos, de los microbios, gran cantidad de ácidos grasos volátiles (de bajo peso molecular, ácidos acético, propiónico y butírico principalmente), vitaminas del complejo B (tiamina, niacina, ácido fólico, biotina, riboflavina, piridoxina, cianocobalamina), y vitamina K que son absorbidos por el animal.

Para optimizar las funciones del rumen, es necesario ofrecer una suplementación estratégica o catalítica (definida por Álvarez y Combellas, 1998) a los rumiantes que reciben forrajes de mediana a baja calidad en zonas tropicales, preferiblemente con la incorporación de subproductos o materias primas de origen local en su fabricación, con el fin de optimizar la actividad en el rumen, manteniendo aporte de nitrógeno en las dietas, supliendo todos los minerales en los cuales el forraje es deficiente, manteniendo una adecuada proporción entre forraje de alta y baja calidad, para promover la colonización de la fibra, rápido crecimiento inicial de los microorganismos en el rumen.

Salado *et al.* (2005), Al estudiar la cinética de degradación ruminal de la FDN de dos materiales toscos encontraron que la digestibilidad y el valor energético de la fibra disminuye en animales de alta producción y consumo, en cambio la digestión de la fibra es más completa en animales que consumen raciones con alto proporción de forrajes largos (pastos), donde el tiempo de permanencia del alimento en el rumen es prolongado.

Delgado *et al.* (2011) al evaluar la degradabilidad ruminal *in situ* del heno de Bermuda cruzada en dietas para búfalos. Encontraron que los bajos niveles de degradabilidad ruminal de los componentes del heno parecen estar asociados con el alto contenido de fibra y se corresponden con la calidad del forraje utilizado (81% FDN). La avanzada edad de los pastos provoca pérdida de agua y una fuerte interacción de la lignina con los componentes de la pared celular, factores que se convierten en limitaciones importantes para el mejoramiento de la digestión ruminal de los nutrientes contenidos en los forrajes y que la degradación de la materia seca (Ramírez *et al.* 2001, Razz *et al.* 2004 y Savian *et al.* 2007).

V. CONCLUSIONES

- La composición química de la harina de piscidium de Moringa muestra valores superiores a la de muchos alimentos toscos como las pajas, rastrojos de cosecha y alimentos lignificados lo que la hace una buena opción para ser incluida en la alimentación animal.
- Los resultados obtenidos en este estudio demostraron que la degradabilidad *in situ* de piscidium de moringa se compara con los muchos alimentos toscos (heno, pajas, etc.). La fracción más degradada resultó ser la PB y la MS, mientras que la FC mostro bajos niveles de degradación ruminal.

VI. RECOMENDACIONES

- Para mejorar la degradabilidad de la MS de la harina de piscidium de moringa se podría adicionar una fuente de nitrógeno que permita el incremento de la biomasa microbiana en el rumen y por ende un mejor aprovechamiento de los componentes del piscidium.
- Por ser un subproducto de cosecha, de bajo costo, piscidium de moringa puede ser utilizado como material de relleno en bloques multinutricionales, componente fibroso en alimentos concentrados o bien utiliza en forma amonificada para la alimentación de animales rumiantes.

VII. LITERATURA CITADA

AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 13a. Ed. Washington.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists, 15th ed. Washington, D.C., US. 1213p

Abbas, T. E. 2013. The use of *Moringa oleifera* in poultry diets, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 37: 492-496. (En línea), revisado el 10 de ago 2015. Disponible en: <http://journals.tubitak.gov.tr/veterinary/>

Alayón, J.A.; Ramírez Avilés, L.; Ku, V.J.C. 1998. Intake, rumen digestion and microbial nitrogen supply in Pelibuey sheep fed *Cynodon nlemfensis* and supplemented with foliage of *Gliricidia sepium*. Agroforestry Systems. Volume 41, Issue 2, pp 115-126, [en línea], revisado en 15 de agos. 2015. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1005954629020#close>

Álvarez, R.; Combellas, J. 1998. Efecto de la suplementación con cama de pollos sobre el consumo y la digestión ruminal de bovinos estabulados consumiendo rastrojo de sorgo. Informe Anual IPA 1996-1997, UCV, Maracay. pp. 34-36.

Benavides, J.R. 1994. Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. CATIE, Turrialba, C.R. Vol. 1: 426p. (En línea). Revisado el 20 feb. 2015. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A4589E/A458902E.PDF>

Delgado, D.C.; Franzolín, N.R.; Abdalla, G.C. 2011. Efecto del nivel de proteína no degradable en rumen en la degradación ruminal in situ del heno de bermuda cruzada (*Cynodon dactylon* (L.) 1 Pers) cv. Coast cross en búfalos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 45, Número 2.

Food and Agriculture Organization (FAO). 2007. Informe sobre el estado de los recursos zoogenéticos de Nicaragua. NI. Consultado el 25 Mar. 2012. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1250e/annexes/CountryReports/Nicaragua.pdf>

Figallo, R.; Peronja, N.M.; Pidello, A.; Smacchia, a.M. 2013. Degradación ruminal de materia seca y proteína y composición química de Canutillo (*Panicum elephantipes*) y Camalote (*Eichhormia crassipes*). Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam Vol 22. Suerie supl. 2. Congreso de Pastizales, Argentina.

Foidl, N.; Mayorga, L.; Vásquez, W. 1999. Utilización del Marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para el ganado. Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en América Latina. (en línea) consultado el (18 feb, 2015). Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/Agrofor1/Foidl16.htm>.

Galina MA, Ruiz G, Ortiz MA. 2002. Ceba de bovinos con punta de caña y planta de maíz suplementados con bloque proteico de urea o concentrado. Pastos y Forrajes 3(2): 1-12

Gutiérrez, P., Rocha, L., Reyes-Sánchez, N., Paredes, V., y Mendieta-Araica, B. 2013. Tasa de degradación ruminal de follaje de *Moringa oleifera* en vacas Reyna usando la técnica *in sacco*. La Calera, 12(18), 37-44.

INETER, 2014. Instituto Nicaragüense de estudios Territoriales. Estación Meteorológica del Aeropuerto Internacional Augusto Cesar Sandino, Managua.

Jarquín, A., Rocha, D., Rocha, L., Reyes N., Mendieta, B (2013) Degradación Ruminal de la Materia Seca y Materia Orgánica del Follaje de Marango (*Moringa oleifera*) a diferentes edades de corte en vacas Reyna. Finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua. NI Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tn151j37.pdf>

Kamande, G.M.; Mills, D.V. 2006. Digestión Ruminal y Nutrición. Congreso de Forrajes. Producir XXI, Bs. As., 15(180):52-57. [en línea], revisado el 27 de ago. 2015. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/96-digestion_ruminal.pdf

Kakengi A.M.V.; Kaijage, J.T.; Sarwatt, S.V.; Mutayoba, S.K.; Shem, M.N.; Fujihara, T. (2007). Effect of *Moringa oleifera* leaf meal as a substitute for sunflower seed meal on performance of laying hens in Tanzania. Livest Res Rur Dev; 19: article #120. Available at <http://www.lrrd.org/lrrd19/8/kake19120.htm>

Kempton, T.J. 1980. The use of nylon bags to characterize the potential degradability of feeds for ruminants. Trop. Anim. Prod. 5:107.

Ku, V. J. C.; Ramírez, A. L.; Jiménez, F. G.; Alayón, J. A.; Ramirez, C. L. 1999. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. Agroforestería para la producción animal en América Latina. Estudio FAO. Producción y Sanidad Animal. 143. Pp 231-257.

Loerch, S.C.; Berger, L.L.; Gianola, D.; Faher, G.C. 1983. Effect of dietary protein source and energy level on in situ nitrogen disappearance of various protein sources, J. Anim. Sci. 56:206.

Mabruk, A.A; Talib, H.N.; Mohamed, M.A.; Alawad, A.H.. 2010. A note on the potential use of moringa oleifera tree as animal feed, Hillat Kuku. Journal of Veterinary Medicine and Animal Production. 1(2)184-188.

Mendieta, A.B. 2011. *Moringa oleifera* as an Alternative Fodder for Dairy Cows in Nicaragua. Doctoral Thesis. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, SE.57p.

Montejo, I, L.; López, O.; Sánchez, T.; Muetze, S.; Becker, K.; Lamela, L. 2012. Efecto del nivel de inclusión de soya en la digestibilidad in vitro de la harina de piscidium de *Moringa oleifera*. Pastos y Forrajes (en línea) Consultado el (18 feb, 2015) Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942012000200007&script=sci_arttext.

Murro, J.K; Muhikambe, V.R.M.; Sarwatt, S.V. 2003. *Moringa oleifera* leaf meal can replace cottonseed cake in the concentrate mix fed with Rhodes grass (*Chloris gayana*) hay for growing sheep. *Livestock Research for Rural Development*. 15:11

Nouala, F. 2004. Comparison of plant cell degrading community in the rumen of N'Dama and N'Dama*Jersey crossbred cattle in relation to in vivo and in vitro cell wall degradation. PhD Thesis. University of Hohenheim. Germany

NRC (National Resource Council) 1989. Nutrient requirements of dairy cattle, 6th revised edition. Washington D.C., National Academy of Sciences. 157p.

Olugbemi, T.S.; Mutayoba, S.K.; Lekule, F.P. 2010. Effect of moringa (*Moringa oleifera*) inclusion in cassava based diets fed to broiler chickens.. *Int. J. Poult. Sci.*, 9: 363-367. [en línea] revisado el 30 de agos. 2015. Disponible en: <http://scialert.net/qredirect.php?doi=ijps.2010.363.367&linkid=pdf>

Orskov, E.R y McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, 92(02), 499-503. (en línea). Consultado el 10 feb. 2015. Disponible en: <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=4777356&fileId=S0021859600063048>.

Orskov, E.R., Hovell, F.D. Y Mould, F. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. *Producción Animal Tropical*. 5:213-233.

Posada, S.L.; Noguera, R.R. 2005. Técnica in vitro de producción de gases: Una herramienta para la evaluación de alimentos para rumiantes. *Livestock Research for Rural Development*. 17 (4). [http:// www.lrrd.org/lrrd17/4/posa17036.htm](http://www.lrrd.org/lrrd17/4/posa17036.htm)

Ramírez, C.L.; Ku, V. J.C. 1997. Suplementación con follaje de árboles a ovinos alimentados con pasto taiwan: Consumo, digestión ruminal y suministro de nitrógeno microbiano al duodeno. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Veracruz 1997. Veracruz, México. p111.

Ramírez, R.; Martell, A.; Lozano, F. 2001. Valor nutricional y degradabilidad ruminal del zacate buffel y nueve zacates nativos del NE de México. Universidad Autónoma de Nuevo León 1:179. [en línea], revisado el 10 de sept. 2015. Disponible en: http://eprints.uanl.mx/1027/1/valor_nutricional.pdf

Razz, R.; Clavero, T.; Vergara, J. 2004. Cinética de degradación in situ de la *Leucaena leucocephala* y *Panicum maximum*. *Rev. Científica. FCV-LUZ*. XIV: 424. [en línea], revisado el 08 de sept 2015. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/959/95914507.pdf>

Salado, E.E.; Comeron, E.A.; Gaggiotti, M.C.; Alesso, A. 2005. NR 01. Cascarrilla de soja y afrechillo de trigo: cinética de degradabilidad ruminal de la fibra detergente neutro. In. Ruminant nutrition. XIX Reunión ALPA. Tampico, Mx. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol 13. Supl. 1. Pp 161.

Sánchez A.E, Ortega-Cerrilla M, Mendoza-Martínez G, Montañez-Valdez O, Buntinx-Dios S. 2012. Rastrojo de maíz tratado con urea y metionina protegida en dietas para ovinos en crecimiento. *Interciencia* 37(5): 395-399

Sarwatt, S.V; Milang'ha, M S.; Lekule, F.P.;Madalla, N. 2004. Moringa oleifera and cottonseed cake as supplements for smallholders dairy cows fed Napier grass. *Livestock Research for Rural Development*. 16:6

Savian, T.V, Muniz, J.A., Aquino de , L.E., Vanys, V.L. & Ferreira, D.F. 2007. Estudo da degradabilidade da fibra em detergente neutro do croas cross (*Cynodon dactylon* x *Cynodon nlemfunensis*). *Ciênc. Agrotec. Lavras* 31:1184. [en línea] revisado el 28 de ago. 2015. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n4/35.pdf>

Smith, L.W.; Georing, H.K.; Waldo, D.R.; Gordon, D.H. 1971. In vitro digestion rates of forage cell wall components. *J. Dairy Sci* 54:71.

Soto, S.S. 1995. Cinética de la digestión ruminal y composición química de especies forrajeras en un matorral arbocrasicaulescente bajo condiciones desérticas. I.- Invierno. Tesis I.Z. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Baja California Sur. 98p. [en línea], revisado el 30 de ago. 2015. Disponible en: <http://biblio.uabcs.mx/tesis/TE749.pdf>