



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC**

LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**DEGRADABILIDAD RUMINAL Y CINÉTICA DE DIGESTIÓN DE LA MATERIA
SECA Y DE LA PROTEÍNA DE DIETAS PARA VACAS LECHERAS CON
INCLUSIÓN DE *MORINGA OLEIFERA***

TESIS

QUE PRESENTA
EMILIO TRINIDAD TINOCO

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

M. EN C. SHEREZADA ESPARZA JIMENEZ
DIRECTOR DE TESIS

DR. DANIEL LÓPEZ AGUIRRE
CODIRECTOR DE TESIS

DR. JOSÉ FERNANDO VÁZQUEZ ARMIJO
DR. BENITO ALBARRÁN PORTILLO
ASESORES DE TESIS

TEMASCALTEPEC DE GONZÁLEZ, MÉXICO; 28 DE MARZO DE 2019.

RESUMEN

El experimento se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal del Centro Universitario UAEM Temascaltepec. El objetivo fue evaluar el efecto sobre la degradabilidad y cinética de digestión *in vitro* de Moringa oleífera como sustituto de la alfalfa en dietas para bovinos productores de leche. Se realizó la técnica de producción de gas *in vitro*. Se utilizaron dietas integrales iso-proteicas e iso-energéticas con contenidos similares de fibra (TMR; proteína, 130 g kg⁻¹ de MS; energía metabolizable, 2.51 Mcal kg⁻¹ de MS; fibra detergente neutro, 430 g kg⁻¹ de MS) para cumplir con los requerimientos nutricionales de vacas lecheras en producción, en las cuales se incluyó forraje de *M. oleífera* incluidos en niveles crecientes (0, 50, 100 y 150 g kg⁻¹ de MS). Los parámetros de producción de gas, la DIVMS, la EM y la producción de AGCC se analizó con un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Para los parámetros que describen la cinética de producción de gas *in vitro*, la asíntota de PG (es decir, fracción b), tasa de producción de gas (es decir, c) mostraron una tendencia cuadrática (P<0.01). Adicionalmente la inclusión de *M. oleífera* en la dieta no tuvo efecto sobre la fase lag (L). La inclusión de *M. oleífera* en la dieta mostró una tendencia cuadrática (P<0.05) sobre la EM, AGCC y la DIVMO. El presente trabajo muestra que la inclusión de Moringa oleífera, como sustituto de Medicago sativa, modifica los parámetros y la cinética de producción de gas, con valores mayores con el 5 % de inclusión. No se observaron diferencias con el 15 % de inclusión y la dieta control. La mayor producción de gas se obtuvo con el 5 % de inclusión de Moringa oleífera.

SUMMARY

The experiment was carried out at the Animal Nutrition Laboratory of the UAEM Temascaltepec University Center. The objective was to evaluate the effect on the degradability and kinetics of in vitro digestion of *Moringa oleifera* as a substitute for alfalfa in diets for dairy cattle. The in vitro gas production technique was performed. Iso-protein and iso-energy integral diets with similar fiber contents were used (TMR, protein, 130 g kg⁻¹ DM, metabolizable energy, 2.51 Mcal kg⁻¹ DM, neutral detergent fiber, 430 g kg⁻¹ MS) to meet the nutritional requirements of dairy cows in production, which included *M. oleifera* forage included in increasing levels (0, 50, 100 and 150 g kg⁻¹ DM). The gas production parameters, the DIVMS, the EM and the production of AGCC were analyzed with a completely random design with four repetitions. For the parameters that describe the kinetics of in vitro gas production, the PG asymptote (ie, fraction b), gas production rate (ie, c) showed a quadratic trend (P <0.01). Additionally, the inclusion of *M. oleifera* in the diet had no effect on the lag phase (L). The inclusion of *M. oleifera* in the diet showed a quadratic trend (P <0.05) on MS, SCFA and DIVMO. The present work shows that the inclusion of *Moringa oleifera*, as a substitute for *Medicago sativa*, modifies the parameters and the kinetics of gas production, with higher values with 5 % inclusion. No differences were observed with the 15 % inclusion and the control diet. The highest gas production was obtained with a 5 % inclusion of *Moringa oleifera*.

CONTENIDO

RESUMEN	II
SUMMARY	III
CONTENIDO	IV
ÍNDICE DE CUADROS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. JUSTIFICACIÓN	5
V. MATERIAL Y MÉTODO	6
5.1. LOCALIZACIÓN Y ZONA DE COLECTA DE MUESTRAS.....	6
5.2. TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES	6
5.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y FACTORES ANTI NUTRICIONALES	9
5.4. FERMENTACIÓN RUMINAL <i>IN VITRO</i>	10
5.4.1. COLECTA DEL INÓCULO RUMINAL	13
5.4.2. PREPARACIÓN DEL MEDIO NUTRITIVO.....	13
5.4.2.1. SOLUCIONES.....	13
5.5. CÁLCULOS DE LA CINÉTICA Y VALOR ENERGÉTICO.....	15
5.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	17
VI. RESULTADOS	18
VII. CONCLUSIÓN	21
VIII. RECOMENDACIÓN	22
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. CINÉTICA DE PRODUCCIÓN DE GAS, VALOR ENERGÉTICO, DEGRADABILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA ORGÁNICA DE DIETAS PARA VACAS LECHERAS CON DIFERENTE INCLUSIÓN DE MORINGA OLEÍFERA.....	18
CUADRO 2. PRODUCCIÓN DE GAS ACUMULADA (ML G-1 DE MS) DE LA FERMENTACIÓN IN VITRO DE DIETAS PARA VACAS LECHERAS CON DIFERENTES NIVELES DE MORINGA OLEÍFERA.	19

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC. EN CÍRCULO SE INDICA LA UBICACIÓN DE LOS LABORATORIOS.....	6
FIGURA 2. PESAJE DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO DE NUTRICIÓN ANIMAL DEL CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC.....	7
FIGURA 3. DESHIDRATADO DE MUESTRAS ESTUFA DE SECADO.....	8
FIGURA 4. CALCINACIÓN DE MUESTRAS EN MUFLA.....	9
FIGURA 5. INOCULACIÓN DE LAS MUESTRAS.....	11
FIGURA 6. LECTURA DE GAS ACUMULADO.....	12
FIGURA 7. AGREGACIÓN DEL AGENTE REDUCTOR.....	14
FIGURA 8. MEDIO NUTRITIVO PARA LA INCUBACIÓN IN VITRO.....	15
FIGURA 9. PRODUCCIÓN DE GAS ACUMULADA (ML G^{-1} DE MS) DE FERMENTACIÓN IN VITRO DE DIETAS VACAS LECHERAS CON DIFERENTES NIVELES DE MORINGA OLEÍFERA. HOJAS DE M. OLEÍFERA (G KG^{-1} DE MS) A: 0, TESTIGO; 50, MOD-05; 100, MOD-10; Y 150, MOD-15.....	20

I. INTRODUCCIÓN

Los prototipos predictivos, que determinan la disponibilidad de nutrientes en los alimentos para los rumiantes, cada día involucran métodos más complicados y complejos. Estos prototipos han mostrado la necesidad de contar con características fijas de la cinética y degradación de las diferentes fracciones del alimento como parte indispensable del proceso de evaluación nutricional de los alimentos (AFRC, 1993). Actualmente, para alimentar al ganado se tiene la necesidad de buscar alternativas para que se mejore la calidad y cantidad de los alimentos para los animales, entre otras características. Una alternativa importante es el follaje de arbustos y árboles (La O et al., 2006). Según Pedraza (2000) y La O (2000), citados por La O et al. (2006), las prerrogativas de la utilización de leguminosas en la alimentación del rumiante se efectúan esencialmente, porque aporta nitrógeno soluble a los microorganismos del rumen y además contribuyen a la proteína que no es degradable.

Los arbustos y árboles forrajeros juegan un papel importante en la alimentación de los rumiantes en las zonas áridas y semiáridas, especialmente durante la época de sequía, cuando el forraje de mala calidad y los residuos de cosecha son comunes (Ahn et al., 1989; Kibon y Ørskov, 1993). Durante estos períodos, los árboles siguen siendo forrajes verdes y mantienen un nivel relativamente alto de proteína cruda, y son comúnmente utilizados como complemento proteico y energético (Balogun et al., 1998). Además de que el valor alimenticio de estos recursos forrajeros es muy variable, depende de la especie consumida por el animal, etapa fenológica y las condiciones ambientales (Ventura et al., 2002).

Existe una gran diversidad de arbustos y árboles leguminosos con valor potencial para la alimentación animal, algunos géneros que han demostrado ser prometedores incluyen *Lucaena sp.*, *Gliricidia sp.*, *Erythrina sp.*, *Acacia sp.*, *Calliandria sp.*, *Prosopi sp.*, *Sesbania sp.* Sin embargo, la digestibilidad de las hojas de árboles y arbustos es baja debido a la presencia de compuestos secundarios, especialmente lignina y taninos. Una de las especies que puede ser una opción es la *Moringa spp.*, la cual contribuye a mejorar la producción animal (Reyes et al., 2006; Mendieta-Araica et al.,

2011), por su elevado contenido de proteína y rendimiento de materia seca (Reyes et al., 2006). De acuerdo con Moyo et al. (2013), *Moringa oleífera* sirva como fuente buena y barata de proteínas y micronutrientes. Se han reportado mejoras en la ingesta, digestibilidad y ganancia de peso cuando se usaron hojas de árboles como complemento para pastos de baja calidad (Manaye et al., 2009).

El uso de *M. oleífera* como fuente de proteína tiene varias ventajas, que incluyen la capacidad de ser cosechada varias veces por temporada de crecimiento, pequeña diferencia en la ingesta de hojas frescas o secas y la capacidad de almacenar el forraje deshidratado por periodos prolongados sin deterioro en el valor nutritivo (Mendieta-Araica et al., 2011).

Con base en lo anterior, se realizó un estudio *in vitro* para determinar la digestibilidad y cinética de digestión de dietas con inclusión de diferentes niveles de moringa en dietas balanceadas para bovinos lecheros en producción.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto sobre la degradabilidad y cinética de digestión *in vitro* de *Moringa oleifera* como sustituto de la alfalfa en dietas para bovinos productores de leche.

2.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el volumen de producción de gas *in vitro* y los parámetros de la cinética de producción de gas (*b*, *c* y fase *lag*) de dietas para bovinos productores de leche con diferente inclusión de *Moringa oleifera*.
2. Determinar la degradabilidad *in vitro* de la materia seca, la materia orgánica, la proteína y las fracciones de fibra (fibra detergente neutro, fibra detergente ácido) de dietas para bovinos productores de leche con diferente inclusión de *Moringa oleifera*.

III. HIPÓTESIS

La inclusión de *Moringa oleífera* modificará la degradabilidad ruminal *in vitro* y la cinética de digestión de dietas para bovinos productores de leche.

IV. JUSTIFICACIÓN

En zonas con poca precipitación, se presentan restricciones a causa de la deficiencia de agua, las cuales afectan el crecimiento de la biomasa y los rebrotes en árboles y arbustos, lo cual se debe tener en cuenta, al considerar que las plantas herbáceas pueden contabilizarse como más del 50 % de la biomasa vegetal disponible en tierras de pastoreo (Bennison y Paterson, 1993).

En América Central, del 45 % al 78 % de los productores agrícolas, cuentan con explotaciones de 3.5 a 10 ha, que representa del 0.4 y el 10.0 % de la tierra cultivada (CATIE, 1985). Aunado a lo anterior, la producción bovina es limitada por restricciones de tierra, capital y la ubicación. Por lo que la energía presente apenas es suficiente para cubrir el requerimiento de mantenimiento de los bovinos (McDowell y Bove, 1977 citado por Raun, 1982).

La producción de rumiantes en las regiones tropicales y subtropicales es limitada por la falta de alimentos de buena calidad, especialmente durante los periodos prolongados de sequía. La escasez de recursos alimenticios a menudo impone restricciones importantes en el desarrollo de la producción animal.

Por lo anterior se realizará un experimento de degradabilidad y cinética de la digestión de la materia seca y la proteína *in vitro* utilizando *Moringa oleífera* como sustituto de alfalfa, con la finalidad de determinar su valor proteico y su digestibilidad, para así poder optar por la arbórea como una alternativa de alimentación del ganado lechero en la zona sur del estado de México.

V. MATERIAL Y MÉTODO

5.1. Localización y zona de colecta de muestras

El experimento de fermentación ruminal *in vitro* se desarrolló en el Laboratorio de Nutrición Animal del Centro Universitario UAEM Temascaltepec de la Universidad Autónoma del Estado de México (Figura 1). Las muestras de forraje (*M. oleífera*) se colectaron de plantíos ubicados en el sur del estado de México. Se colectaron muestras (~2,5 kg de forraje fresco) compuestos de hojas jóvenes y maduras.

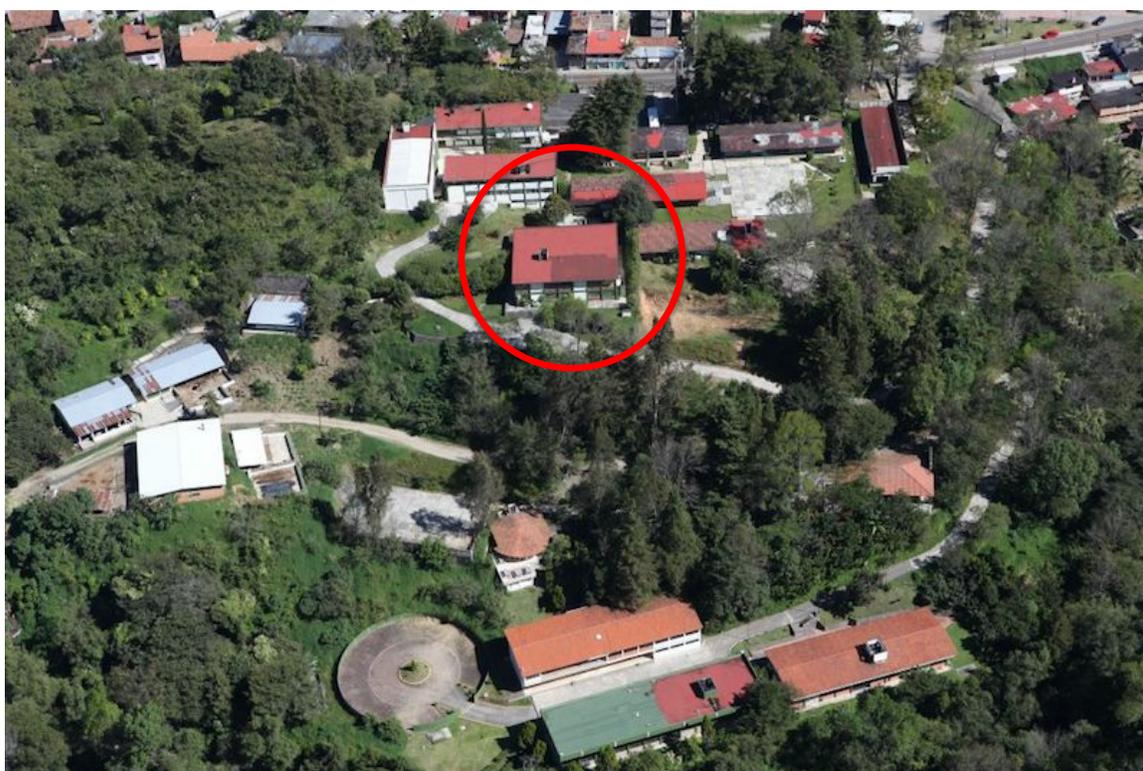


Figura 1. Centro Universitario UAEM Temascaltepec. En círculo se indica la ubicación de los Laboratorios.

5.2. Tratamientos experimentales

Este estudio se realizó para evaluar la inclusión niveles crecientes de forrajes de *M. oleífera* en la dieta de bovinos productores de leche. Se formularon dietas integrales iso-proteicas e iso-energéticas con contenidos similares de fibra (TMR; proteína, 130 g kg⁻¹ de MS; energía metabolizable, 2.51 Mkal kg⁻¹ de MS; fibra detergente neutro, 430 g kg⁻¹ de MS) para cumplir con los

requerimientos nutricionales de vacas lecheras en producción. En el balanceo de raciones se incluyeron ingredientes locales disponibles como: grano de sorgo molido, harina de soya, Heno de alfalfa (picado), melaza de caña, premezcla mineral-vitaminica y forraje de M. oleífera incluidos en niveles crecientes (0, 50, 100 y 150 g kg⁻¹ de MS) (Figura 2).

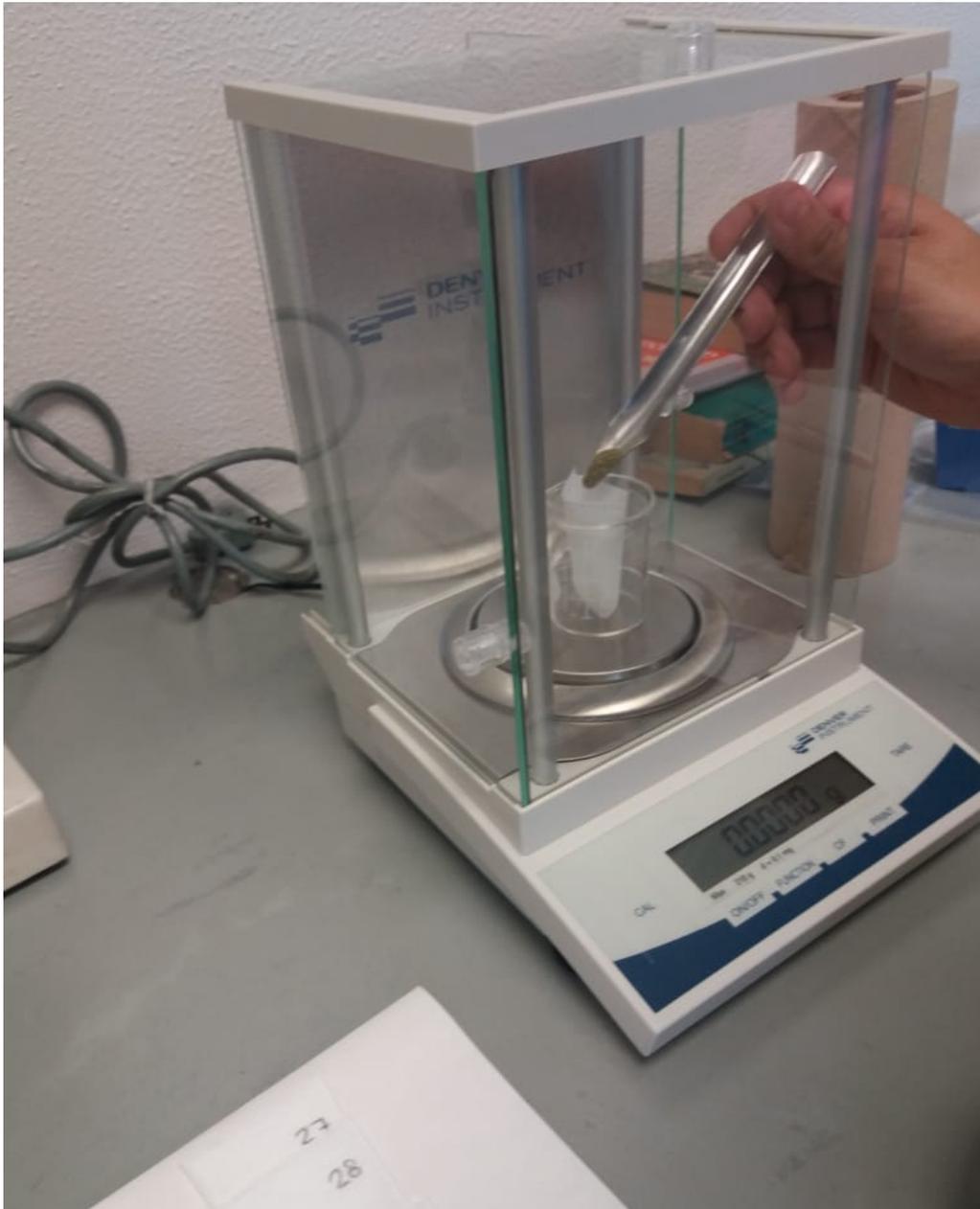


Figura 2. Pesaje de muestras en el Laboratorio de Nutrición Animal del Centro Universitario UAEM Temascaltepec.

Las muestras de las dietas experimentales fueron deshidratadas (45 °C durante 48 horas) (Figura 3) y posteriormente molidas a un tamaño de partícula de 1 mm y almacenadas en bolsas de plástico para posteriores determinaciones de composición química y fermentación ruminal *in vitro*.



Figura 3. Deshidratado de muestras estufa de secado.

5.3. Composición química y factores anti nutricionales

La muestra de *M. oleífera* y de las dietas experimentales fueron analizadas para materia seca (MS, en estufa de aire forzado a 105 °C durante 24 horas), materia orgánica (MO, por pérdida de peso tras la calcinación a 150°C durante 6 horas) (Figura 4) y nitrógeno (N, procedimiento Kjeldahl) de acuerdo con los procedimientos descritos por la AOAC (1999). El contenido de proteína cruda (PC) será calculado y sulfito de Na) y fibra detergente ácido (FDA, Van Soestet al., 1991) se terminará utilizando bolsas filtro ANKOM F-57 en un analizador de fibra ANKOM200. El contenido de hemicelulosa fue calculado a partir de la diferencia entre FDN y FDA.



Figura 4. Calcinación de muestras en mufla.

Los compuestos secundarios: fenoles totales (FT), saponinas (SAP) y la fracción acuosa (FA) fueron determinados mediante la metodología escrita por Salem et al (2006). Diez gramos de forraje de *M. oleífera* serán extraídos con 80 ml de una mezcla de solventes. La mezcla de solventes será preparada con 10 ml de metanol, 10 ml de etanol y 80 ml de agua destilada. La mezcla forraje-solventes será incubada a temperatura de laboratorio (25-30 °C) durante 48 horas en frascos cerrados. Después del tiempo de incubación todos los frascos se mantendrán en baño de agua a 39 °C durante una hora, e inmediatamente después serán filtrados a través de cuatro capas de gasa, el material colectado será almacenado a 4 °C hasta su posterior análisis.

5.4. Fermentación ruminal *in vitro*

La producción de gas (PG) *in vitro* se realizó mediante la metodología propuesta por Theodorou et al. (1994) con las modificaciones de Mauricio et al. (1999). Las dietas experimentales con diferentes niveles de inclusión de forraje de *M. oleífera* fueron (g kg⁻¹ de MS): testigo (0, sin *M. oleífera*-M0), baja (50-M5), media (100-M10) y alta (150 mg-M15) Se pesaron por triplicado 1 ± 0.002 g⁻¹ de MS de cada dieta (sustrato, de M0-M15) y se introdujeron dentro de las botellas de 160 ml de capacidad. Una vez cumplida esta fase se adicionaron a cada botella 90 ml de solución buffer, la cual incluye macro y micro elementos, un agente reductor y resazurina como indicador de Anaerobiosis (Mauricio et al 1999). Posteriormente cada botella se inoculó con 10 ml de líquido ruminal (Figura 5).



Figura 5. Inoculación de las muestras.

La PG acumulado (ml g⁻¹ de MS) se registró con ayuda de un manómetro (Figura 6) a las siguientes horas 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48, 72 y 96 horas después de la incubación de las botellas a 39°C en una incubadora o baño de agua. Al final de la incubación (72 h) el contenido de MS residual de cada una de las botellas fue filtrado usando crisoles de vidrio (Porosidad

1, 100-160 μ m tamaño de poro) con ayuda de una bomba de vacío los residuos de la fermentación se deshidrataron en una estufa de aire forzado a 65°C durante 24 horas para determinar la degradabilidad in vitro de la MS (DIVMS) y de la materia orgánica (DIVMO).



Figura 6. Lectura de gas acumulado.

5.4.1. Colecta del inóculo ruminal

El inóculo ruminal fue colectado de 1 hembra bovina de la raza Holstein, con edad de 7 años y un peso de 470 kg, la cual estaba provista con una cánula ruminal. La hembra bovina permaneció en semi-estabulación, ya que estuvo en pastoreo mañana y tarde, dos horas respectivamente, en una pradera conformada en el 100 de pasto nativo aparte esta misma fue suplementada de 3000 gramos de una dieta balanceada con un contenido de P_c del 15 % y 2.5 de Mcal/kg. El contenido ruminal se obtuvo antes de la alimentación de los animales, se transportó en garrafas térmicas (500-1000 ml de capacidad) del lugar de colecta hasta el laboratorio. Posteriormente bajo condiciones de laboratorio fue filtrado y mantenido a 39°C bajo una corriente continua de CO₂ hasta su uso. Se incluyó en la prueba botellas con medio nutritivo, líquido ruminal con o sin enzima, pero sin sustrato para la corrección de gas producido a partir de pequeñas partículas presentes en el líquido ruminal.

5.4.2. Preparación del medio nutritivo

Para la preparación de 900 ml de medio nutritivo se mezclaron 0.1 ml de solución micro-mineral, 200 ml de solución buffer, 200 ml de solución macromineral, 1 ml de solución rezasurina y 500 ml de agua destilada. Previamente se calculó la cantidad total necesaria de medio nutritivo a utilizar en la prueba y fue mezclada bajo flujo constante de CO₂ durante un periodo de 2 a 3 h, en seguida se agregó una pequeña cantidad de agente reductor (2 ml por litro de solución buffer) (Figura 7) y se continuó con el gaseo con CO₂ hasta que el medio nutritivo adquirió una ligera coloración rosa (Figura 8), utilizando rezasurina como indicador.

5.4.2.1. Soluciones

Las soluciones utilizadas para la preparación del medio nutritivo se describen a continuación: solución micro-mineral (13.2 g de CaCl₂ 2 H₂O, 10.0 g de MnCl₂ 4 H₂O, 1.0 g de CoCl₂ 6 H₂O, 8.0 g de FeCl₃ 6 H₂O, en 1000 ml de agua destilada), solución buffer (4.0 g de NH₄HCO₃, 35.0 g de NaHCO₃, en 1000 ml de agua destilada), solución macro-mineral (9.45 g Na₂HPO₄ 12 H₂O, 6.2 g de KH₂PO₄, 0.6 g de MgSO₄ 7 H₂O, en 1000 ml de agua destilada), solución rezasurina (0.1 g/100 ml de agua destilada) y agente reductor (625

mg de Cisteína-HCl $1 \text{ H}_2\text{O}$, 95 ml de agua destilada, 4 ml de NaOH 1 N, 625 mg de sulfito de sodio).



Figura 7. Agregación del agente reductor.

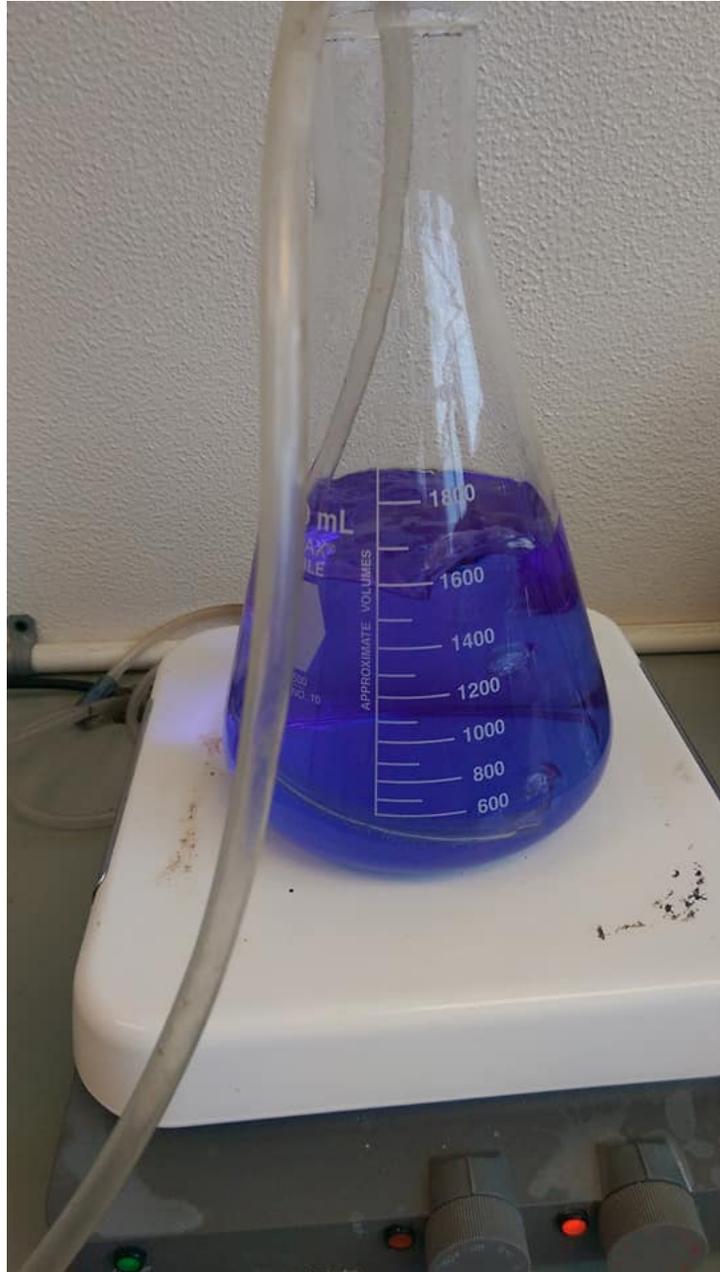


Figura 8. Medio nutritivo para la incubación *in vitro*.

5.5. Cálculos de la cinética y valor energético

La estimación de los parámetros de la cinética de producción de gas (ml g⁻¹ de MS) se obtuvieron usando el procedimiento NLIN de SAS (2002) de acuerdo con el modelo propuesto por France *et al.* (2000):

$$P_t = b \times [1 - e^{-c(t-L)}]$$

Dónde: PG_t es el volumen de PG en el tiempo t , b es la PG asintótica ($ml\ g^{-1}\ MS$); c es la tasa de PG (h^{-1}) y L es la fase lag (h).

El valor de la energía metabolizable (EM, $MJ\ kg^{-1}\ MS$) se estimó de acuerdo con Menke y Steingass (1988) como:

$$E = 2.20 + 0.136P_2 + 0.057P$$

Dónde: PG_{24} es el volumen de gas producido hasta las 24 h de incubación expresado en $ml\ g^{-1}$ y PC es el contenido de proteína cruda en la dieta (% de MS).

La degradabilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se determinó a las 96 h, mediante la recuperación de la fracción no degradada, después del periodo de incubación, por medio de la filtración del residuo.

La energía metabolizable (EM, $MJ\ kg^{-1}$ de MS) fue estimada de acuerdo con la metodología descrita por Menke y Steingass (1988), mediante la siguiente formula:

$$EM\ (MJ\ kg^{-1}\ de\ MS) = 2.20 + 0.136IVGP_{24}\ (ml\ 0.5\ g^{-1}\ de\ MS) + 0.57PC\ (\% \ de\ MS)$$

Donde IVGP24 es el volumen de gas producido a las 24 h post-incubación (ml) y PC (% de MS) es el contenido de proteína en la dieta.

La concentración de ácidos grasos de cadena corta (AGCC, $mmol\ g^{-1}\ MS$) se calculó de acuerdo con la ecuación propuesta por Getachew *et al.* (2002):

$$A = -0.00425 + 0.0222 P_2$$

Dónde: PG_{24} es la producción neta de gas a las 24 h ($mL\ 200mg^{-1}\ MS$).

5.6. Diseño experimental

Los parámetros de producción de gas, la DIVMS, la EM y la producción de AGCC se analizó con un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, mediante el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

dónde:

Y_{ij} representa la respuesta de la ij -ésima observación de los parámetros de producción de gas, DIVMS, EM y producción de AGCC;

μ representa la media general;

T_i representa el efecto de la i -ésima inclusión de *Moringa oleífera*;

E_{ij} representa el error aleatorio.

Las medias de las variables significativas se compararon con la prueba de Tukey al nivel de significancia $\alpha = 0.05$ (Steel y Torrie, 1989).

VI. RESULTADOS

En el **Cuadro 1** se muestran las estimaciones de los parámetros de la cinética de fermentación ruminal, la degradabilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO), energía metabolizable (EM) y concentración de ácidos grasos de cadena corta (AGCC).

Para los parámetros que describen la cinética de producción de gas *in vitro*, la asíntota de PG (es decir, fracción b), tasa de producción de gas (es decir, c) mostraron una tendencia cuadrática ($P < 0.01$). Adicionalmente la inclusión de *M. oleífera* en la dieta no tuvo efecto sobre la fase lag (L). La inclusión de *M. oleífera* en la dieta mostró una tendencia cuadrática ($P < 0.05$) sobre la EM, AGCC y la DIVMO.

Cuadro 1. Cinética de producción de gas, valor energético, degradabilidad *in vitro* de la materia orgánica de dietas para vacas lecheras con diferente inclusión de *Moringa oleífera*.

Dietas ^Ø	b	c	L	DIVMO	EM	AGCC
Testigo (T)	183.9	0.050	1.97	759 ^b	11.3 ^b	1.36 ^b
MOD05	194.2	0.053	1.50	814 ^a	12.1 ^a	1.49 ^a
MOD10	188.1	0.050	1.81	777 ^{ab}	11.6 ^{ab}	1.40 ^{ab}
MOD15	185.8	0.049	2.33	763 ^b	11.3 ^b	1.35 ^b
EEM	2.98	0.0011	0.22	12.46	0.19	0.03
Contrastes (P<)						
T vs MOD	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Lineal	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Cuadrático	*	NS	*	*	*	*

^ØNivel de inclusión de harina de hojas de *Moringa oleífera* en la dieta totalmente mezclada (MOD): 0% (Testigo), 5% (MOD-05), 10% (MOD-10) y 15% (MOD-15), respectivamente.

b: Asíntota de producción de gas (ml g⁻¹ de MS); c: tasa fraccional de producción de gas (h⁻¹); L: fase lag (h); DIVMO: degradabilidad *in vitro* de la MO (mg g⁻¹ de MS); EM: energía metabolizable (MJ kg⁻¹ de MS); AGCC: ácidos grasos de cadena corta (mmol).

^{ab}Las medias en la misma columna con diferente superíndice son diferentes significativamente ($P < 0.05$).

EEM = Error estándar de la media.

En el Cuadro 2 se muestran los valores medios y los errores estándar de la PG en diferentes tiempos post-inoculación (6 h-96 h).

Cuadro 2. Producción de gas acumulada (ml g⁻¹ de MS) de la fermentación *in vitro* de dietas para vacas lecheras con diferentes niveles de *Moringa oleífera*.

Dietas ^Ø	PG6	PG12	PG24	PG48	PG72	PG96
Testigo (T)	33.8 ^b	72.9 ^b	123.1 ^b	165.7	178.4	182.3
MOD-05	41.1 ^a	82.5 ^a	134.8 ^a	177.4	189.4	192.9
MOD-10	35.5 ^{ab}	75.2 ^{ab}	126.2 ^{ab}	169.5	182.5	186.4
MOD-15	32.2 ^b	71.4 ^b	122.2 ^b	166.0	179.6	183.8
EEM	1.60	2.10	2.81	3.06	3.01	3.00
Contrastes (P<)						
T vs MOD	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Lineal	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Cuadrático	**	**	*	*	*	*

^ØNivel de inclusión de harina de hojas de *Moringa oleífera* en la dieta totalmente mezclada (MOD): 0% (Testigo), 5% (MOD-05), 10% (MOD-10) y 15% (MOD-15), respectivamente. Producción de gas acumulada (PG; ml g⁻¹ de MS) a distintos tiempos post-inoculación (PG6-PG96).

^{ab}Las medias en la misma columna con diferente superíndice son diferentes significativamente (P<0.05).

EEM = Error estándar de la media.

Las curvas de la producción de gas (PG) acumulada ajustadas con el modelo cinético de France et al. (2000) para cada uno de los tratamientos (testigo, MOD05-MOD15) se muestran en la Figura 9.

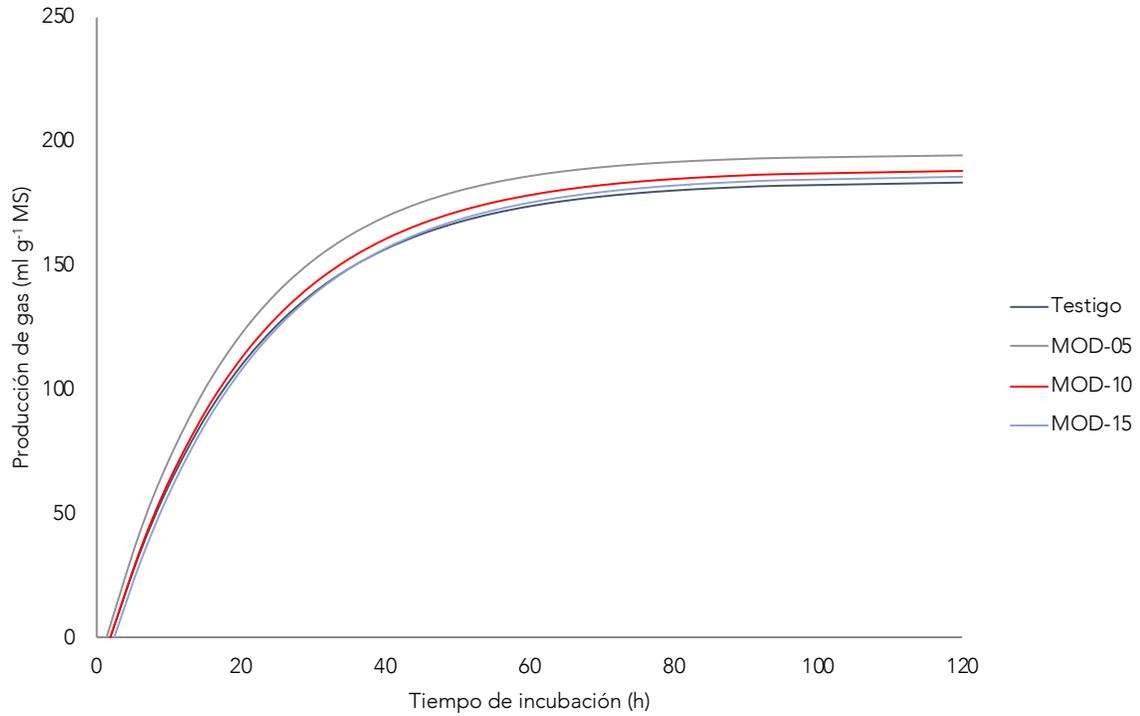


Figura 9. Producción de gas acumulada (ml g⁻¹ de MS) de fermentación *in vitro* de dietas vacas lecheras con diferentes niveles de *Moringa oleífera*. Hojas de *M. oleífera* (g kg⁻¹ de MS) a: 0, Testigo; 50, MOD-05; 100, MOD-10; y 150, MOD-15.

VII. CONCLUSIÓN

El presente trabajo muestra que la inclusión de *Moringa oleífera*, como sustituto de *Medicago sativa*, modifica los parámetros y la cinética de producción de gas, con valores mayores con el 5 % de inclusión. No se observaron diferencias con el 15 % de inclusión y la dieta control. La mayor producción de gas se obtuvo con el 5 % de inclusión de *Moringa oleífera*.

VIII. RECOMENDACIÓN

Por los resultados obtenidos en el presente trabajo se recomienda la inclusión de *Moringa oleifera* en la dieta de bovinos productores de leche, lo cual brinda una opción más en el uso de recursos arbóreos forrajeros nativos, lo cual puede coadyuvar a la disminución de costos de producción, o al empleo de fuentes alternativas de forraje en épocas de estiaje.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adegun MK, Aye PA, Dairo FAS. 2011. Evaluation of *Moringa oleifera*, *Gliricidia sépium* and *Leucaena leucocephala* based multinutrient blocks as feed supplements for sheep in South Western Nigeria. *Agric Biol J N Am* 2: 1395-1401. doi:10.5251/ abjna.2011.2.11.1395.1401.
- Ahn, J.H., Robertson, B.M., Elliot, R., Gutteridge, R.C. 1989. Quality assessment of tropical browse legumes: tannin content and protein degradation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 27, 147-156.
- Ahn, J.H., Robertson, B.M., Elliot, R., Gutteridge, R.C., 1989. Quality assessment of tropical browse legumes: tannin content and protein degradation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 27, 147-156.
- Akinfemi A, Adesanya AO, Aya VE. 2009. Use of an in vitro gas production technique to evaluate some Nigerian feedstuff. *Am Eurasian J Sci Res* 4: 240- 245.
- Alemán, F. 2004. *Morango Cultivo y utilización en la alimentación animal*. Universidad Nacional Agraria. Disponible en: http://www.underutilizedspecies.org/Documents/PUBLICATIONS/marango_manual_lr.pdf
- Alexander G, Singh B, Sahoo A, Bhat TK. 2008. In vitro screening of plant extracts to enhance the efficiency of utilization of energy and nitrogen in ruminant diets. *Anim Feed Sci Tech* 145: 229-244. doi:10.1016/j.anifeedsci. 2007.05.036
- Almanza AJJ, Espinoza DJR, Rocha L, Reyes-Sánchez N, Mendieta Araica B. 2013. Degradabilidad ruminal del follaje de *Moringa oleifera* a tres diferentes edades de rebrote. *Calera* 13(21): 76-81.
- Almanza, J., Rocha, J., Rocha, L., Reyes, N., and B. Mendieta. 2013. Degradabilidad ruminal del follaje de *moringa oleifera* a tres diferentes edades de rebrote. *La Calera*, 13 (21). Disponible en: <http://lcalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/229>
- AlMasri MR. 2003. An in vitro evaluation of some unconventional ruminant feeds in terms of the organic matter digestibility, energy and microbial biomass. *Trop Anim Health Prod* 35: 155- 167. doi: 10.1023/A:1022877603010
- Almeyda, J.M. 2005 *Alimentación y manejo de vacunos lecheros*. Unalm. Lima, Perú.

- Alonso, J. 2011. Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193022245001>> | ISSN 0034-7485
- Ángeles, S. 2014. Fermentación ruminal, tamaño de partícula y efecto de la fibra en la alimentación de vacas lecheras. Departamento Nutrición Animal Y Bioquímica FMVZ UNAM available from: <https://www.researchgate.net/publication/237315199/download>
- AOAC. 1999. Official Methods of Analysis, 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA. Applied Environmental Microbiology 48: 473-476.
- Araujo, F; Vergara, L. 2007. Propiedades físicas y químicas del rumen. Producción animal 15:133-140.
- Aregheore EM. 2002. Intake and digestibility of Moringa oleifera batiki grass mixtures by growing goats. Small Ruminant Res 46: 23-28. doi: 10.1016/S0921-4488(02)00178-5
- Arriaga J., C. Et al. 2012 . Importancia de los sistemas de producción de leche a pequeña escala en México. ICAR-UAM. México. 25 p.
- Astuti DA, Baba AS, Wibawan IWT. 2011. Rumen fermentation, blood metabolites, and performance of sheep fed tropical browse plants. Media Peternakan 34: 201-206. doi: 10.5398/medpet.2011.34.3.201
- Balogun, R.O., Jones, R.J., Holmes, J.H.G., 1998. Digestibility of some tropical browse species varying in tannin content. Anim. Feed Sci. Technol. 76, 77-88.
- Balogun, R.O., Jones, R.J., Holmes, J.H.G., 1998. Digestibility of some tropical browse species varying in tannin content. Anim. Feed Sci. Technol. 76, 77-88.
- Barrientos, L., Vargas, J., Rodríguez, A., Ochoa, H., Navarro, F., and J. Zorrilla. 2012. Evaluación de las características del fruto de huizache (*Acacia farnesiana (L.) Willd.*) para su posible uso en curtiduría o alimentación animal. Madera y Bosques, 18 (3), 23-35.
- Barros, M., Briceño, E., Canul, J., Sandoval, C., Solorio, J., and J. Ku. 2008. Sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala* como alternativa en la producción ovina. Departamento de Nutrición Animal, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.

- Barros, M., Solorio, J., Ku, J., Ayala, A., Sandoval, C., and G. Solís. 2012. Productive performance and urinary excretion of mimosine metabolites by hair sheep grazing in a silvopastoral system with high densities of *Leucaena leucocephala*. *Tropical Animal Health and Production* 44, 1873-1878.
- Ben Salem H, Makkar HPS. 2009. Defatted *Moringa oleifera* seed meal as a feed additive for sheep. *Anim Feed Sci Tech* 150: 27-33. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2008.07.007
- Benavides, J. 1994. La investigación en árboles forrajeros. En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. (Ed. J.E. Benavides). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Vol. 1, p. 3.
- Bennison, J. and R. Paterson. 1993. Use of trees by livestock: GLIRICIDIA. The Natural Resources Institute (N R I). United Kingdom. 18 P.
- Bonal, R. R., Rivera, O. R. & Bolívar, C. M. (2012). *Moringa Oleifera*: Una opción saludable para el bienestar. *Rev. Medisan*, 16(10), 1596-1599.
- Bondi, A. 1989. Nutrición animal. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 546 P.
- Bondi, A. A. 1989. Nutrición Animal. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 546 P.
- Bonilla, J. 2000. Consumo voluntario de forraje por vacas lecheras en pastoreo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro Campo Experimental "EL Verdineño" Folleto científico Núm. 1.
- Bouton, J. H. 2001. Alfalfa. In: Proceedings of the XIX International Grassland Congress. Sao Pedro, Sao Paulo, Brazil. pp: 545-547.
- Brisibe EA, Umoren UE, Brisibe F, Magalhaes PM, Ferreira JFS, Luthria D, Wu X, Prior RL. 2009. Nutritional characterization and antioxidant capacity of different tissues of *Artemisia annua* L. *Food Chem* 115: 1240-1246. doi: 10.1016/j.foodchem. 2009.01.033
- Brookman, J. L., E. Ozkose, S. Roger, A. P. J. Trinci, M. K. Theodorou. 2000. Identification of spores in the polycentric anaerobic gut fungi which enhance their ability to survive. *FEMS Microbiology Ecology* 31(3):261-267.
- Cáceres, O. 1985. Estudio de los principales factores que afectan el valor nutritivo de gramíneas forrajeras tropicales en Cuba. Tesis en opción al

- grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Escuela Superior Agrícola de Praga, República Checa
- Camargo, M. 2000. Sistemas de vacunos doble propósito. x congreso venezolano de zootecnia. Unellez-Guanare, Venezuela. 193-199.
- Camargo. 2000. sistemas de vacunos doble propósito. X congreso venezolano de zootecnia. Unellez-Guanare, Venezuela. 193-199.
- Carballo N. 2011. Moringa oleifera Lam. Árbol de la vida. La Habana: CENPALAB. 12 p.
- Castro M, A. M. (2013). El Árbol Moringa (Moringa Oleifera Lam.): Una Alternativa Renovable Para El Desarrollo De Los Sectores Económicos Y Ambientales De Colombia.
- CATIE. 1985. Programa regional de capacitación para el desarrollo agrícola y la alimentación en el Istmo Centroamericano y la República Dominicana. In Políticas de investigación y desarrollo agropecuario (Turrialba, C.R., nov., 1984). Memorias. Turrialba, C.R., CATIE.
- CeballosA,NogueraRR,BolívarDM, Posada SL. 2008. Comparación de las técnicas in situ de los sacos de nylon e in vitro (DaisyII) para estimar la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. Livest res rural dev 20(7). [Internet]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd20/7/ceba20108.htm>
- Church C. D.1993. El rumiante, Fisiología digestiva y nutrición. Tomo 1. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 191-223.
- Church, D. C. 1988. The ruminant animal digestive physiology and nutrition. Prentice hall, Englewood Cliffs, New Jersey USA. 564 p.
- Church. W.G. Y Pond.1990, Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Edición Limusa México, Segunda Edición.
- Coleman, G. S. 1979. El papel de los protozoarios en el metabolismo de rumiantes alimentados con productos tropicales. Prod. Anim. Trop. 4:204-219 pp.
- Coleman, G. S., Laurie, I. J. and J. Bairey, E. J. 1977. The cultivation of the rumen ciliate Entodinium bursa in the presence of Entodinium caudatum. J. Gen. Microbiol. 101: 253-258 pp.
- Cone JW, Van Gelder AH. 1999. Influence of protein fermentation on gas production profiles. Anim Feed Sci Technol 76: 251-264. doi: 10.1016/S0377- 8401(98)00222-3

- Cornelissen JHC, Lavorel, S, Garnier E, Diaz S, Buchmann N, Gurvich DE, Reich PB, et al. 2003. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Aust J Bot* 51: 335-380.
- Correa C.H.J. 2006. Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) cosechado a dos edades de rebrote, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd18/6/corr18084.htm>
- Cowan, M.M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.* 12, 564-582.
- Crespo, G. 2008. Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 42:329.
- Crowley, P., Fernandez, A., Agüero, M., Arzone, C., Fernandez, O., Klich, M. G., Vidal Figueredo, R. 2011. Técnica de fistulación aplicada a bovinos *Vet. Arg.* Vol. XXVIII N° 284.
- Cruz, B. J. O., Vázquez, G. E., Obregón, J. F. Pérez, A. P., 2009. Alimentación de ovinos con moringa. *moringa oleifera*, una alternativa forrajera para Sinaloa. Fundación produce Sinaloa. Universidad Autónoma De Sinaloa/Gobierno De Sinaloa/Sagarpa.
- Czerkawski, J. W. 1986. An introduction to rumen studies. Pergamon Press. 51-82 pp.
- Debela, E. and A. Tolera. 2013. Nutritive value of botanical fractions of *moringa oleifera* and *moringa stenopetala* grown in the mid-rift valley of southern Ethiopia. *Agroforest Syst.* 87:1147-1155.
- Del Pozo, M. 1983. La Alfalfa. Su Cultivo y Aprovechamiento. Editorial MundiPrensa. Madrid, España. 380 p.
- Delgado DC, La O O, Chongo B. 2007. Composición bromatológica y degradabilidad ruminal in situ de leguminosas tropicales herbáceas con perspectivas de uso en los sistemas productivos ganaderos. *Rev Cub Cienc Agric* 41(4):343-346.
- Devendra, C. 1995. Composition and nutritive value of browse legumes. *Tropical animal nutrition.* Cab International, UK p. 49 - 66.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2012. Ley de Desarrollo Rural Sustentable. <http://www.diputados.gob.mx/leyesbiblio/pdf/235.pdf>.

- Duke J, A. 1983. Handbook of energy crops (*Moringa oleifera*). Center for new crops and plant products. Purdue University, Indiana, US. http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Moringa_oleifera.html.
- Duke J. 1983. *Moringa oleifera* Lam. Handbook of Energy Crops. Disponible en: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Moringa_oleifera.html
- Durand, R., M. Fischer, M. Fevre. 1995. Neocallimastix frontalis gene. enol: first report of an intron in an anaerobic fungus. Microbiology 141:1301-1308.
- Dzowella, B., L. Hove and J. Topps. 1995. Nutritional and anti-nutritional characters and rumen degradability of dry matter and nitrogen for some tree species with potential for agroforestry in Zimbabwe. Animal Feed Science and Technology 55:207-214.
- ECURED. 2018. Huizache (*Acacia farnesiana*). Disponible en: <https://www.ecured.cu/Huizache>
- Ephraim, E., A. Odenyo and M. Ashenafi. 2005. Isolation and characterization of tannin-degrading bacteria from faecal samples of some wild ruminants in Ethiopia. Animal Feed Science and Technology 118 (3-4):243-253.
- Escobar, A. 1996. Estrategias para la suplementación alimenticia de rumiantes en el trópico. En: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. Ed. T. Clavero. 49.
- Falasca S, Bernabé MA. 2008. Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de *Moringa oleifera* en Argentina. Redesma. [Internet]. Disponible en: http://api.ning.com/files/Meaxm2/Moringa_investigacin_Argentina.pdf
- Falasca S. 2008. Las especies del género *Jatropha* para producir biodiesel. Redesma 19 p. [Internet]. Disponible en: <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Espgenjatprobioar.pdf>
- FAO. (2015). Producción y productos lácteos. Sistemas de producción. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Disponible En: <Http://Www.Fao.Org/Agriculture/Dairy->

- Gateway/Produccion-Lechera/Sistemas-De-Produccion/Es/#.Vtinbtj_Oko. Febrero 2015.
- FAO. 2002. Statistical database for Agriculture of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome.
- FAO. 2015 Producción y productos lácteos. Sistemas de producción. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura disponible en: http://www.Fao.org/agriculture/dairy-gateway/produccion-lechera/sistemas-de-produccion/es/#.vtinbtj_oko. Febrero 2015.
- FAO. 2018. Los pequeños productores en la cadena de valor. Portal Lácteo. Disponible en: <http://www.fao.org/dairy-production-products/socio-economics/smallholders-in-the-value-chain/es/>
- FEDNA. 2018. Alfalfa en rama. Disponible en: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/alfalfa-en-rama
- Fernández M.A.E. 2017. Producción de carne y leche bovina en sistemas silvopastoriles - 1a Ed. ISBN: 978-987-521-800-0. Bordenave, Buenos Aires: Ediciones Inta, 2017. Libro Digital, 195p.
- Ferreira F, Urrutia G, Alonso-Coello P. 2011. Revisiones sistémicas y metaanálisis: bases conceptuales e interpretación. Rev Esp Cardiol 64: 688-696. doi: 10.1016/j.recesp.2011.03.029
- Financiera Rural. 2009. Bovinos y sus derivados. FINRURAL. México. 29 p.
- Financiera Rural. 2012. Monografía de bovinos lecheros. FINRURAL. México. 24 p.
- Foidl N, Mayorga L, Vásquez W. 2011. Utilización del marango (Moringa oleifera) como forraje fresco para ganado. Conferencia electrónica de la FAO sobre «Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica». [Internet]. Disponible en: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/foidl16.htm>
- 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. <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/foidl16.htm>.

- Foidl, N. *et al.* The potential of *Moringa Oleifera* for agricultural and industrial uses. Proceedings of the 1st what development potential for Moringa products? Dar Es Salaam, Tanzania. 2001.
- Foidl, N. *et al.* Utilización del marango (*Moringa Oleifera*) como forraje fresco para ganado. Agroforestería para la alimentación animal en latinoamérica. (Eds. M.D. Sánchez Y M. Rosales). Estudio Fao: Producción y sanidad animal No. 143, P. 341. 1999
- Folkard G, Sutherland J. 1996. Moringa oleifera un árbol con enormes potencialidades. Agroforestería en las Américas. [Internet]. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/nonfao/LEAD/X6324S/X6324S00.pdf>
- Folkard, G. and J. Sutherland. 1996. Moringa oleífera un árbol con enormes potencialidades. Traducido de Agroforestry Today. Vol. 8 No 3. P. 5-8.
- Fondevila, M., G. Muñoz, C. Castrillo, F. Vicente, S. M. Martin-Orue. 1997. Differences in microbial fermentation of barley straw induced by its treatment with anhydrous ammonia. Animal Science 65:111-119.
- Fonty, G., K. N. Joblin. 1991. Rumen anaerobic fungi: their role and interactions with other rumen microorganisms in relation to fiber digestion, En: Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants. pp. 655- 680.
- Forbes, J. M. 2007. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Wallingford, UK: CABI Publishing.
- France, J., Dijkstra, J., Dhanoa, M.S., Lopez, S., Bannink, A., 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed in vitro: derivation of models and other mathematical considerations. Br. J. Nutr. 83, 143-150.
- Frutos P, Hervas G, Ramos G, Giraldez FJ, Montecon AR. 2002. Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. Anim Feed Sci Tech 95: 215-226. doi: 10.1016/S0377-8401(01)00323-6
- Garavito, U. 2008. *Moringa Oleifera*, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel.
- García G, Ivan A. 2001. Universidad Nacional Autónoma De Chihuahua. Facultad De Zootecnia. "Sistema digestivo en rumiantes" Anatomofisiología. P:8

- García Tobar E Ing. Agr. Marcos Gingins. 1969. Conferencia En Dpto. Zootecnia, Fac. Agr. Y Vet. Uba. Anatomía y fisiología del aparato digestivo de los rumiantes. [Www.Produccion-Animal.Com.Ar](http://www.Produccion-Animal.Com.Ar)
- García Tobar e Ing. Agr. Marcos Gingis. 1969., Anatomía y fisiología del aparato digestivo de los rumiantes conferencia en dpto. Zootecnia, Fac. Agr. Y Vet. Uba. www.production-Animal.com.ar
- García, E. and M. Gingins. 1969. Conferencia en Dpto. Zootecnia, Fac. Agr. Y Vet. Uba. Anatomía y fisiología del aparato digestivo de los rumiantes. Disponible en: www.produccion-animal.om.ar
- García, G. and A. Ivan. 2001. Universidad Nacional Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia. “sistema digestivo en rumiantes” Anatomofisiología. P:8.
- García, Q., Mora, J., A. Estrada and V. Piñeros. 2017. ¿Cuál es el Efecto de la *Moringa oleifera* sobre la Dinámica Ruminal? Revisión sistemática. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, RIVEP, 28 (1), 43-55.
- Gasque, G. 2010. Alimentación de vacas lecheras de alta producción. Sextas Jornadas Bovinas, Alternativas para mejorar la salud y producción bovina en México. FMVZ-UNAM 9 (Pp. 84-87).
- Gasque., G.,R. Alimentación de vacas lecheras de alta producción. Sextas Jornadas Bovinas, Alternativas para mejorar la salud y producción bovina en México. Fmvz-Unam 9-10 De Septiembre De 2010., (Pp.,84-87)
- Getachew G, Makkar HPS, Becker K. 2000. Effect of polyethylene glycol on in vitro degradability and microbial protein synthesis from tannin rich browse and herbaceous legumes. Br J Nutrit 84: 73-83.
- Getachew G, Robinson PH, De Peters EJ, Taylor SJ. 2004. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and in vitro gas production of several ruminant feeds. Anim Feed Sci Technol 111: 57-71. doi: 10.1016/S0377-8401(03)00217-7
- Getachew, G., Makkar, H.P.S., Becker, K. 2002. Tropical browses: contents of phenolics compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid an in vitro gas production. Journal of Agricultural Science 139: 341-352.
- Gobierno Federal. 2007. Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007. México.

- Gómez Ortega OR, Amaya Rey MC. 2013. ICrESAI-IMeCI: Instrumentos para elegir y evaluar artículos científicos para la investigación y la práctica basada en evidencia. *Aquichan* 13: 407- 420.
- Gordon, G. L. R., M. W. Phillips. 1995. New approach for the manipulation of anaerobic fungi En: *The Rumen. Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*. J. B. Rowe, J. V. Nolan. pp. 108-115.
- Gutiérrez PM. 2012. Determinación de la tasa de degradación ruminal del follaje de Marango (*Moringa oleifera*) usando la técnica in sacco en vacas Reyna. Finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua. Tesis de grado. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. 35 p.
- Háubi, C. and J. Gutiérrez. 2015. Evaluation of family dairy farms in Aguascalientes: strategies to increase production and profitability. *Avances en Investigación Agropecuaria*. ISSN 0188789-0. 19(2): 7-34
- Hazard, S. 2000. Importancia De La Nutrición En La Reproducción De Las Vacas Lecheras. Argentina.
- Hernández, M. P.; Estrada, F. J. G.; Avilés, N. F.; Yong, A. G.; López, G. F.; Solís, M. A. D. y Castelán, O. O. A. 2013. Tipificación de sistemas campesinos del Sur del Estado de México. México. *Universidad y Ciencia*. 29(1):19-31.
- Higgins JPT, Green S. 2011. Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones. v. 5.1.0 [Internet]. Disponible en: https://es.cochrane.org/sites/es.cochrane.org/files/uploads/Manual_Cochrane_510_reduit.pdf
- Hoffmann EM, Muetzel S, Becker K. 2003. Effects of *Moringa oleifera* seed extract on rumen fermentation in vitro. *Arch Tierernahr* 57: 65-81. doi: 10.1080/0003942031000086617
- Hofmann, R. 1993. Anatomía del conducto gastro-intestinal. En: *El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición*. C. D. Church (Ed.). Editorial Acribia.
- Holmann, F., Rivas, L., Carulla, J., Rivera, B., Giraldo, L., Guzmán, S., Martínez, M. A. Medina and A. Farrow. 2003. Evolución de los Sistemas de Producción de Leche en el Trópico Latinoamericano y su interrelación con los Mercados. Un Análisis del Caso Colombiano. Disponible en: http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/tropileche/ArtCol_Esp_May_2003.pdf

- Hsu, J. T., G. C. Fahey, N. R. Marchen, R. Y. Mackie. 1991. Effects of defaunation and various nitrogen supplementation regimens on microbial numbers and activity in the rumen of sheep. *Journal of Animal Science* 69:1279-1289.
- HUPN. 2018. Departamento de producción pecuaria. Disponible en: http://www.unavarra.es/he_rbaio/pratenses/htm/Medi_sati_p.htm.
- Ibrahim, M., Villanueva, C. F. Casasola and P. Rojas. 2006. Sistemas silvopastoriles como herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. (CD-ROM)
- Izaguirre F., F., Martínez T., J. J. 2008. El uso de árboles multipropósito como alternativa para la producción animal sostenible. *Tecnología en Marcha* 21(1):28-40.
- Izaguirre, F., Martínez, J.J., 2008. El uso de los arboles multipropósito como alternativa para la producción animal sostenible. *tecnología en marcha*, vol. 21-1, P.28-40.
- Izaguirre, F.F., Martínez T. J. J. 2008. El uso de árboles multipropósito como alternativa para la producción animal sostenible. *Tecnología en marcha*, Vol. 21-1, Enero a Marzo de 2008, P.40.
- Jarquín Almanza, J.A. Rocha Espinoza, J.D. 2012. Degradación ruminal de la materia seca y materia orgánica follaje de Marango (*Moringa Oleifera*) a diferentes edades de corte en vacas reyna. Finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua 2012. Tesis para optar al grado de Ingeniero Zootecnista en La Universidad Nacional Agraria (Una), Managua, Nicaragua. *Calera* 13(21): 76-81.
- Jarquín, A. J.A., D. Rocha, L. Rocha, N. Reyes-Sánchez, Mendieta y B. Mendieta-Araica. 2013. Degradabilidad ruminal del follaje de moringa oleifera a tres diferentes edades de rebrote. *La calera*.13:76-81.
- Jarquín, J., Rocha, J., Rocha, L. N. Reyes and B.Mendieta. 2013. Degradabilidad ruminal del follaje de *moringa oleifera* a tres diferentes edades de rebrote. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.
- Jelali R, Ben Salem H. 2014. Daily and alternate day supplementation of *Moringa oleifera* leaf meal or soya bean meal to lambs receiving oat hay. *Livest Sci* 168: 84-88. doi: 10.1016/j.livsci. 2014.07.005

- Jouany, J. P. 1994. Methods of manipulating the microbial metabolism in the rumen. *Annals of Zootechny* 43:49-62.
- Juncafresca, B. 1983. Forrajes, fertilizantes y valor nutritivo. 2a edición. Editorial Aedos Barcelona, España. 203 p.
- Jyothi, P.V. et al. 1990. Ecología de la polinización de *Moringa oleifera* (Moringaceae). *Procedimientos de la Academia India de Ciencias (Ciencias de las plantas)*. 100: 33
- Kibon, A., Ørskov, E.R., 1993. The use of degradation characteristics of browse plants to predict intake and digestibility by goats. *Anim. Prod.* 57, 247-251.
- Kibon, A., Ørskov, E.R., 1993. The use of degradation characteristics of browse plants to predict intake and digestibility by goats. *Anim. Prod.* 57, 247-251.
- Koeslag, F. 1990. Bovinos de carne. Manuales para la educación agropecuaria. Producción animal; 6 SEP Trillas.
- La O, O, Delgado, D, Chongo, B, Castellanos, E. 2006. Degradabilidad ruminal de materia seca y nitrógeno total en vacas, en un sistema de pastoreo de gramíneas y leguminosas *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 40, núm. 1, pp. 65-70 Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba.
- La O, O., Delgado, D., Chongo, B., Castellanos, E. 2006. Degradabilidad ruminal de materia seca y nitrógeno total en vacas, en un sistema de pastoreo de gramíneas y leguminosas *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 40, núm. 1, pp. 65-70 Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba.
- Lam Kim Yen, Luu Huu Manh, Bach Tuan Kiet, Nguyen Nhut Xuan Dung, Tran Phung Ngoi. 2007. Effect of *Moringa oleifera* on performance and nitrogen utilization of growing goats. En: MEKARN Regional Conference 2007.
- Lammers, B., Heinrichs, A., Ishler, V. 2002. Uso de ración total para vacas lecheras. Universidad de Pensilvania.
- Lastra MI y Peralta AM. 2000. La producción de carnes en México y sus perspectivas 1990-2000”carne. Sagarpa. <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/estudio/carne.pdf>
- Lastra y Peralta Am. La producción de carnes en México y sus perspectivas 1990-2000”Carne. Sagarpa. 2000.

- Lee, S. S., J. K. Ha, K. J. Cheng. 2000. Relative contributions of bacteria, protozoa, and fungi to In Vitro degradation of Orchard grass cell walls and their interactions. *Applied and Environmental Microbiology* 66(9):3807-3813.
- Leng, R. A. 1997. Tree foliage, in ruminant nutrition. *FAO Animal Production and Health Paper*, Rome. 102 p.
- Leos, R. J. A.; Serrano, P. A.; Salas, G. J. M.; Ramírez, M. P. P. y Sagarnaga, V. M. 2008. Caracterización de ganaderos y unidades de producción pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México, DF. *Agric. Soc. Des.* 2(5):213-230
- Liñán T, F. Moringa Oleífera El árbol de la nutrición. *Ciencia y salud virtual*, [S.L.], V. 2, N. 1, P. 130-138, Dic. 2010. Issn 2145-5333.
- Liu, J. H., L. Brent, L. Selinger, C. F. Tsai, K. J. Chemg. 1999. Characterization of a *Neocallimastix patriciarum* xylanase gene and its product. *Canadian Journal of Microbiology* 45:970-974.
- Llenderal, O. T. 2009. *Sistemas silvopastoriles*. México: Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación.
- Loera, J., Banda, J., 2017. Industria lechera en Mexico: parametros de la produccion de leche y abasto del mercado interno. *Rev .investig.altoandin.vol. 19 no. 4*.
- Lozano T, Corredor G, Venegas R, Figueroa L, Ramírez G. 2006. *Sistemas Silvopastoriles con uso de biofertilizantes*. Nataima Espinal, Tolima: Programa Nacional de Recursos Biofísicos.
- Luu Huu Manh, Nguyen Nhut Xuan Dung, Tran Phung Ngoi. 2005. Introduction and evaluation of *Moringa oleifera* for biomass production and as feed for goats in the Mekong Delta. *Livest Res Rural Dev* 17(9). [Internet]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd17/9/manh17104.htm>
- Mahecha, L. 2003. Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* Disponible en: <http://www.uacm.kirj.redalyc.redalyc.org/articulo.oa?id=295026121002> ISSN 0120-0690
- Mahmood, K. T., T. Mugal and I. U. Haq. 2010. *Moringa oleifera*: a natural gift - A review. *Journal of Pharmaceutical Science and Research.* 2:775-781

- Makkar H 2001 Recent advances in in vitro gas method for evaluation of nutritional quality of feed resources.
- Makkar H, PS; Becker, K. 1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. *Animal Feed Science and Technology*. 63: 211–228.
- Makkar HPS, Becker K. 1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. *Anim Feed Sci Tech* 63: 211-228. doi: 10.1016/S0377-8401(96)01023-1
- Makkar, H.P.S., Singh, B., 1991. Distribution of condensed tannins (proanthocyanidins) in various fractions of young and mature leaves of some oak species. *Anim. Feed Sci. Technol.* 32, 253-260.
- Manaye, T., Tolera, A., Zewdu, T., 2009. Feed intake, digestibility and body weight gain of sheep fed Napier grass mixed with different levels of *Sesbania sesban*. *Livest. Sci.* 122, 24-29.
- María *Et Al.*, 2013. Sistemas de producción y calidad de la carne de bovino. Macroproyecto “Indicadores de calidad en la cadena de producción de carne fresca en México” Con registro y fondos de Sagarpa- Conacyt No. 109127.
- Márquez F., Sánchez J., Urbano D., Dávila C., 2007. Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). 1. Rendimiento y contenido de proteína. Disponible en: [http:// bioline.org.br/request?zt07038](http://bioline.org.br/request?zt07038)
- Martín C, Martín G, García A, Fernández T, Hernández E, Puls J. 2013. Potenciales aplicaciones de *Moringa oleifera*. Una revisión crítica. *Pastos y Forrajes* 36: 137-149.
- Martín, C. Martín, G. Teresa, F, G. Ena, H. Y Jurgen Puls,. 2013 Potenciales aplicaciones de *Moringa Oleifera*. Una revisión crítica. *Pastos y forrajes*, Vol. 36, No. 2, Abril a Junio, Pp:137-149.
- Martínez, A., Sánchez, J. 2006. Alimentación y reproducción de vacas lecheras.
- Mauricio R M, Mould F L, Dhanoa M S, Owen E, Channa K S and Theodorou M K.1999. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. *Animal Feed Science and Technology*. 79: 321-330.

- Mejía, J. 2002. Consumo Voluntario de Forraje por Rumiantes en Pastoreo. Acta Universitaria, Universidad de Guanajuato. Guanajuato, México. vol. 12, núm. pp. 56-63.
- Melesse A, Steingass H, Boguhn J, Rodehutschord M. 2013. In vitro fermentation characteristics and effective utilisable crude protein in leaves and green pods of *Moringa stenopetala* and *Moringa oleifera* cultivated at low and mid altitudes. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 97: 537-546. doi: 10.1111/j.1439-0396.2012.01294.x
- Melesse A., Bulang M., Kluth H. 2009. Evaluating the nutritive values and in vitro degradability characteristics of leaves, seeds and seedpods from *M. stenopetala*. *J Sci Food Agric* 89: 281- 287. doi: 10.1002/jsfa.3439
- Melesse, A. 2012. Assessing the feeding values of leaves, seeds and seeds-removed pods of *Moringa stenopetala* using in vitro gas production technique. *African Journal of Biotechnology*.11:11342-11349.
- Mendieta Araica B, Spörndly R, Reyes Sánchez N, Spörndly E. 2011. Moringa (*Moringa oleifera*) leaf meal as a source of protein in locally produced concentrates for dairy cows fed low protein diets in tropical areas. *Livest Sci* 137: 10-17. doi: 10.1016/j.livsci. 2010.09.021
- Mendieta-Araica, B., Spörndly, R., Reyes-Sánchez, N. Spörndly, E. 2011. Moringa (*Moringa oleifera*) leaf meal as a source of protein in locally produced concentrates for dairy cows fed low protein diets in tropical areas. *Livest. Sci.* 137, 10-17.
- Mendieta-Araica, B., Spörndly, R., Reyes-Sánchez, N. Spörndly, E. 2011. Moringa (*Moringa oleifera*) leaf meal as a source of protein in locally produced concentrates for dairy cows fed low protein diets in tropical areas. *Livest. Sci.* 137, 10-17.
- Menke, K.H., Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.* 28, 47-55.
- Merchen, N. R. 1993. Digestión, absorción y excreción de los Rumiantes. En: D. C. Church (ed.). *El rumiante, Fisiología digestiva y nutrición*. Tomo 1. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 191-223.
- Merchen, N. R. 1993. Digestión, absorción y excreción en los Rumiantes. En: D. C. Church (Ed.). *El rumiante, Fisiología digestiva y nutrición*. Tomo I. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 191-223.

- Minson, J. D. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press. San Diego, CA.
- Montejo IL, López O, Sánchez T, Muetzel S, Becker K, Lamela L. Efecto del nivel de inclusión de soya en la digestibilidad in vitro de la harina de piscidium de Moringa oleifera. Pastos y Forrajes 35: 197-204.
- Morgavi, D. P., M. Sakurada, M. Mizokami, Y. Tomita, R. Onodera. 1994b. Effects of Ruminant Protozoa on Cellulose Degradation and the Growth of an Anaerobic Ruminant Fungus, Piromyces Sp. Strain Ots1, In Vitro. Applied and Environmental Microbiology 60(10):3718- 3723.
- Morton, J.F. 1991. El rábano picante, Moringa pterigosperma (Moringaceae) ¿Una bendición para las tierras áridas? Botánica económica 45 (3): 318
- Moyo B, Masika PJ, Muchenje V. 2014. Effect of feeding moringa (Moringa oleifera) leaf meal on the physicochemical characteristics and sensory properties of goat meat. S Afr J Anim Sci 44: 64-70.
- Moyo, B., Masika, P.J., Hugo, A., Muchenje, V. 2013. Nutritional characterization of Moringa (Moringa oleifera Lam.) leaves. Afr. J. Biotech. 10, 12925-12933.
- Moyo, B., Masika, P.J., Hugo, A., Muchenje, V. 2013. Nutritional characterization of Moringa (Moringa oleifera Lam.) leaves. Afr. J. Biotech. 10:12925-12933.
- Murro JK, Muhikambe VRM, Sarwatt SV. 2003. Moringa oleifera leaf meal can replace cotton seed cake in the concentrate mix fed with Rhodes grass (Chloris gayana) hay for growing sheep. Livest res rural dev 15(11). [Internet]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd15/11/murr1511.htm>
- Muslera, P., E. y G. Ratera C. 1991. Praderas y Forrajes, Producción y Aprovechamiento. 2a Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 674 p.
- Nelson, C. J. & L. E. Moser. 1994. Plant factors affecting forage quality in Forage Quality, Evaluation, and Utilization. Based on the
- Nair, P., B. Kumar and V. Nair. 2009. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. J Plant Nut. Soil Sci. 172:10
- National Academic of Sciences. 1979. Tropical legumes: resources for the future. NAS Washington D.C. 331 p.
- National Conference on Forage Quality, Evaluation, and Utilization held at the University of Nebraska, Lincoln, on 13-15 april 1994. Chapter 3: 115-154.

- Navia, E., Restrepo, M., Z. Villada and P. Ojeda. 2003. Agroforestería: Opción tecnológica para el manejo de suelos en zonas de ladera. Santiago de Cali: Fundación para la Investigación y Desarrollo Agrícola.
- Nogueira-Filho, J. C. M., M. Fondevila, U. A. Barrios, R. M. González. 2000. In vitro microbial fermentation of tropical grasses at an advanced maturity stage. *Animal Feed Science and Technology* 83:145-157.
- Nordheim-Viken H, Volden H. 2009. Effect of maturity stage, nitrogen fertilization and seasonal variation on ruminal degradation characteristics of neutral detergent fibre in timothy (*Phleum pratense* L.). *Anim Feed Sci Technol* 149:30-59.
- Norton, B. 1994. The nutritive value of tree legumes. *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. CAB INTERNATIONAL, UK p. 177 - 192.
- Nouala FS, Akinbamijo OO, Adewumi A, Hoffman E, Muetzel S, Becker K. 2006. The influence of *Moringa oleifera* leaves as substitute to conventional concentrate on the in vitro gas production and digestibility of groundnut hay. *Livest res rural dev* 18: 121. [Internet]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd18/9/noua18121.htm>
- Nozieré, P., B. Michalet-Doreau. 1994. Effect of extraction method on activities of polysaccharide-depolymerase enzymes in the microbial population from the solid phase in the rumen. *Reproduction Nutrition and Development* 34:281- 288.
- NRC, National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy Press. Washington, Usa.
- Ojeda A, Barroso JA, Obispo N, Gil JL, Cegarra R. 2012. Composición química, producción de gas in vitro y astringencia en el follaje de *Samanea saman* (Jacq.) Merrill. *Pastos y Forrajes* 35(2):205-218.
- Ojeda, P., Restrepo, M., Z. Villada and G. Cesareo. 2003. *Sistemas Silvopastoriles. Una opción para el manejo sustentable de la ganadería*. Santiago de Cali: Fundación para la investigación y desarrollo agrícola.
- Olson, M. E. Y S. G. Raza Mandimbison. 2000. *Moringa Hildebrandtii: A Tree Extinct In The Wild But Preserved By Indigenous Horticultural Practices In Madagascar*. *Adansonia Sér.* 3 22:217-221.
- Ørskov, E.R. 1994. Avances recientes en la comprensión de la transformación microbiana en los rumiantes. *Ciencia de producción ganadera*. 39: 53-60.

- Ørskov, E.R., De B Hovell, F.D., Mould, F., 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Trop. Anim. Prod.* 53, 195-213.
- Ortiz, E. 2018. Digestión *in situ* de la dieta para bovinos lecheros en producción con sustitución de alfalfa (*Medicago sativa*) por moringa (*Moringa oleifera*). Tesis de licenciatura. UAEM.
- Owens, F and A. Goetsch.1993. Fermentación ruminal. En: El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. C. D. Church (Ed.). Editorial Acribia.
- Pacheco RM. 2006. Análisis del intercambio de plantas entre México y Asia de los siglos XVI al XIX. Tesis de maestría. México DF: Universidad Nacional Autónoma de México. 254 p.
- Palomeque, F. E. 2009. Sistemas agroforestales. Chiapas, México.
- Patra AK. 2010. Aspects of nitrogen metabolism in sheep fed mixed diets containing tree and shrub foliages. *Br J Nutrit* 103: 1319-1330. doi: 10.1017/ S0007114509993254
- Paulino, J. 2006. Alimentación de vaca lechera de alta producción.
- Pedraza R, Pérez S, González M, González E, León M, Espinosa E. 2013. Indicadores in vitro del valor nutritivo de Moringa oleifera en época de seca para rumiantes. *Rev Prod Anim* 25 (Especial).
- Pérez A, Sánchez N, Amerangal N, Reyes F. 2010. Características y potencialidades de Moringa oleifera, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes* 33: 1-16.
- Pérez AN, Ibrahim M, Villanueva C, Skarpe C, Cuerin H. 2013. Diversidad forrajera tropical 2. Rasgos funcionales que determinan la calidad nutricional y preferencia de leñosas forrajeras para su inclusión en sistemas de alimentación ganadera en zonas secas. *Agroforestería en las Américas* 50: 44-52.
- Pérez, A, Sánchez, Ta, Armengol, Nayda, R. 2010. Características y potencialidades de Moringa oleifera, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal *Pastos y Forrajes*, vol. 33, núm. 4, pp. 1-16 Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba.
- Pérez, A., Sánchez, N., N. Amerangal and F. Reyes. 2010. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes* 33: 1-16.
- Piedra, M. R.; Hernández, D. G.; Albarrán, P. B.; Rebollar, R. S. y García, M. A. 2011. Tipología de las explotaciones de ganado bovino en el Municipio

- de Tejupilco, estado de México. In: la ganadería ante el agotamiento de los paradigmas dominantes. Beatriz, A.; Cavallotti, V.; Ramírez, V. B.; Martínez, C. F. E.; Álvarez, M. C. F. y Cesín, V. A. 2:205-218.
- Primavesi, A. and O. Primavesi. 2006. En Brasil, optimizando las interacciones entre el clima, el suelo, los pastizales y el ganado LEISA Revista de Agroecología, 18(1).
- Ramachandran C, Peter KV, Gopalakrishnan PK. 1980. Drumstick (*Moringa oleifera*): a multipurpose Indian vegetable. *Econ Bot* 34: 276-283.
- RAUN, N.S. 1982. The emerging role of goats in world food production. In International Conference of Goat Production and Disease, 3ra., Tucson, Ariz., EE.UU. Proceedings. *Dairy Goat Journal*, 1982. 133-141 p.
- Rees, E. M. R., D. Llod, A. G. Williams. 1998. The effects of differing concentrations of CO₂ and O₂ on the fermentative metabolism of the rumen fungi *Neocallimastix patriciarum* and *Neocallimastix frontalis* L2. *Canadian Journal of Microbiology* 44(9):819-824.
- Reich PB, Wright IJ, Cavender Bares J, Craine JM, Oleksyn J, Westoby KM, Walters MB. 2003. The evolution of plant functional variation: traits, spectra, and strategies. *Int. J Plant Sci* 164(Suppl):S143-S164.
- Relling, A., E. Mattioli, G., A. 2002. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. *Fac. Cs veterinarias U.N.L.P.* 72p.
- Relling, A., E. Mattioli, G., A. 2002. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. *Fac. Cs Veterinarias U.N.L.P.* 72p
- Relling, A. and E. Mattioli. 2002. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. *Fac. Cs. Veterinarias U.N.L.P.* 72 p.
- Restrepo, C., Muhammad, I., Harvey, C., J. Harmand and J. Morales. 2004. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco en Cañas, Costa Rica.
- Reta S, D. Santamaría C, J. Serrato C, S. Figueroa V, R. Berúmen P, S. 2007. Leguminosas con potencial forrajero para el ciclo de verano en la comarca lagunera. Folleto Técnico Num. 14 Octubre 2007. Inifap.
- Reyes F. 2010. Características y potencialidades de *Moringa Oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y forrajes* 33: 1-16
- Reyes Sánchez, N.; Rodríguez, R.; Mendieta Araica, B.; Mejía Sobalvarro, L.; Mora Taylor, A.P. 2009. Efecto de la suplementación con *Moringa*

- Oleífera sobre el comportamiento productivo de ovinos alimentados con una dieta basal de pasto guinea (*Panicum Maximun Jacq.*). La Calera. Universidad Nacional Agraria, Managua, Ni. 9(13). 60-69.
- Reyes SN. 2006. *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: potential fodder species for ruminants in Nicaragua. PhD Thesis. Uppsala, Sweden: Swedish University of Agricultural Sciences. 51 p.
- Reyes-Sánchez, N.; Ledin, S. and Ledin, I. 2006. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. *Agroforestry Systems* 66:231–242.
- Reyes-Sánchez, N.; Ledin, S. and Ledin, I. 2006. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. *Agroforestry Systems* 66:231–242.
- Reyes, N., S. Ledin and I. Ledin. 2006. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. *Agroforestry Systems* 66:231–242.
- Reyes, N., Spörndly, E., Ledin, I., 2006. Effect of feeding different levels of foliage of *Moringa oleifera* to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. *Livest. Sci.* 101, 24-31.
- Reyes, N., Spörndly, E., Ledin, I., 2006. Effect of feeding different levels of foliage of *Moringa oleifera* to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. *Livest. Sci.* 101:24-31.
- Reyes, S. N., R. Rodríguez, B. M. Araica, L. M. Sovalbarro y A. P. M. Taylor. 2012. Efecto de la suplementación con moringa oleífera sobre el comportamiento productivo de ovinos alimentados con una dieta basal de pasto guinea (*panicum maximun jacq.*). La calera. Universidad Nacional Agraria. México. pp: 60-69.
- Roa, M. and J. Muñoz. 2012. Evaluación de la degradabilidad *in situ* en bovinos suplementados con cuatro especies arbóreas. *Revista MVZ Córdoba*: Disponible en: <http://decubacubawww.redalyc.org/articulo.oa?id=69323749013> ISSN 0122-0268
- Rocha, L.R.; Mendieta, B. 1998. Efectos de la suplementación con follaje de *Moringa Oleífera* sobre la producción de leche de vacas en pastoreo. Tesis. Ing. Agro. Facultad De Ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria. Managua, Ni. 36 P.

- Rodríguez R, González N, Alonso J, Domínguez M, Sarduy L. 2014. Valor nutritivo de harinas de follaje de cuatro especies arbóreas tropicales para rumiantes. *Rev Cub Cienc Agric* 48: 371-378.
- Rodríguez R. 2011. Alimentación de vacas lecheras con *Moringa oleifera*, fresco o ensilado y su efecto sobre la producción, composición y calidad de leche. Tesis de Maestría. Managua, Nicaragua: Univ Nacional Agraria. 35 p.
- Rodríguez, P.R. 2011. Alimentación de vacas lecheras con *Moringa oleifera* fresco o ensilado y su efecto sobre la producción, composición y calidad de leche. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. 35 p.
- Rodríguez, P.R.C. 2011. "Alimentación de vacas lecheras con *Moringa Oleifera* fresco o ensilado y su efecto sobre la producción, composición y calidad de leche". Tesis De Maestría En Agroecología y desarrollo sostenible. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria (Una).
- Rodríguez, R. 2011. Alimentación de vacas lecheras con *Moringa oleifera* fresco o ensilado y su efecto sobre la producción, composición y calidad de leche. Trabajo de Tesis. Universidad nacional agraria facultad de agronomía.
- Rodríguez, R., N. González, J. Alonso, M. Domínguez y L. Sarday. 2014. Valor nutritivo de harinas de follaje de cuatro especies arbóreas tropicales para rumiantes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 48:371-378.
- Rojas, A., Torres, N., Cancino, S., Hernández, A., M. Maldonado and P. Sánchez. 2017. Componentes del rendimiento en variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*). *Agrociencia*, 51 (7), 697-708.
- Ruckebusch, Y. 1993. Motilidad del conducto gastro-intestinal. En: El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. C. D. Church (Ed.). Editorial Acribia.
- Ruiz, F., Sagarnaga, M., Salas, V., Mariscal, A., A. González and Z. Juárez. 2004. Impacto TLCAN en cadena de valor de bovinos para carne. Universidad Autónoma de Chapingo.
- SAGARPA. 2008. Producción Agrícola en México. Centro de Estadística Agropecuaria. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. <http://www.siap.gob.mx/>.

- Sagarpa. 2009 Sistemas de producción y calidad de carne bovina. Macroproyecto “Indicadores de calidad en la cadena de producción de carne fresca en México”. Octubre 2013, Isbn: 978-607-37-0095-5.
- Sagarpa. 2009. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de bovino en México 2004. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. Coordinación general de ganadería. [Http://Www.Sagarpa.Gob.Mx/Dgg](http://Www.Sagarpa.Gob.Mx/Dgg). 15 De Noviembre De 2015.
- SAGARPA. 2013. SAGARPA hacer rentables lecherías familiares y de traspatio. B003/México, D.F. Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa/prensa/busca-sagarpa-hacer-rentables-lecheria-familiar-y-de-traspatio>
- Salem, A.Z.M., Salem, M.Z.M., El-Adawy, M.M., Robinson, P.H., 2006. Nutritive evaluations of some browse tree foliages during dry season: secondary compounds, feed intake and in vivo digestibility in sheep and goats. Anim. Feed Sci. Technol. 127, 251-267.
- Samarakoon, S., H. Shelton and J. Wilson. 1990. Voluntary feed intake by sheep and digestibility of shaded *Stenotaphrum secundatum* and *Pennisetum clandestinum* herbage. J. Agric. Sci. Cambridge. 114:143
- Sánchez NR, Spórndly E, Ledin I. 2006. Effect of feeding different levels of foliage of *Moringa oleifera* to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. Livest Sci 101: 24-31. doi: 10.1016/j.livprodsci. 2005.09.010
- Sánchez, M. D. 1999. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en América Latina tropical. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. FAO, Roma. p. 1.
- Sánchez, G., J., I. 2011. Alternativas de destete en bovinos productores de carne. Séptimas jornadas bovinas, alternativas para mejorar la salud y la reproducción bovina en México. FMVZ-UNAM,. (Pp., 108-116).
- Sánchez, G., J., I. Alternativas de destete en bovinos productores de carne. Séptimas jornadas bovinas, alternativas para mejorar la salud y la reproducción bovina en México. FMVZ-UNAM, 1-2 Sept-2011. (Pp., 108-116).
- Santana, R., R. Valencia and D. Díaz. 1999. Evaluación de tres sistemas silvopastoriles de Guayaba dulce (*Psidium guajaba*), Cañafistola

- (*peltophorum dubium*) y Guayaba cañafistola, con *Brachiaria humidicola* en el bajo cauca antioqueño. Colombia: PRONATTA.
- Sarwatt SV, Kapange SS, Kakengi AMV. 2002. Substituting sun flower seed cake with Moringa oleifera leaves as a supplemental goat feed in Tanzania. *Agroforest Syst* 56: 241-247. doi: 10.1023/A:1021396629613
- Sarwatt SV, Milangha MS, Lekule FP, Madalla N. 2004. Moringa oleifera and cottonseed cake as supplements for smallholder dairy cows fed Napier grass. *Livest Res Rural Dev* 16(6). [Internet]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd16/6/sarw16038.htm>
- SAS Institute. 2002. SAS User's Guide: Statistics. Ver 9.0. SAS Institute. Cary, NC, USA.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2007. Programa Lechero 2007-2012. SAGARPA. México. 41 p.
- Secretaría de Economía. (2012). Análisis del sector lácteo en México. SE, México. 29 p.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. 2014 . Panorama de la carne y leche de bovino. SHCP. México. 38 p.
- Sharma, G.K. & Rains, V. 1982. Técnicas de propagación de Moringa Oleifera Lam. En: Mejora de la biomasa forestal, (Khosia, P.K., Ed.). Actas de un simposio. Sociedad India De Tree Scientist. Solan, India. Pag. 175
- SIAP-SAGARPA. 2014. Panorama de la lechería en México.
- SIAP. 2014. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). Disponible en: <http://www.siap.gob.mx>.
- Simón, L., Hernández, M., F. Reyes and S. Sánchez. 2005. Efecto de las leguminosas arbóreas en el suelo y en la productividad de los cultivos acompañantes. *Pastos y Forrajes*. 28(1):29-45.
- Small, E. and Jomphe. 1998. A sinopsis of the genus *Medicago* (leguminocea). *Can J. Bot.* 67: 3260-3296.
- Soliva CR, Kreuzer M, Foidl N, Foidl G, Machmüller A, Hess HD. 2005. Feeding value of whole and extracted Moringa oleifera leaves for ruminants and their effects on ruminal fermentation in vitro. *Anim Feed Sci Tech* 118:47-62.doi:10.1016/j.anifeedsci.2004.10.005
- Solorio, F. and B. Solorio. 2008. *Leucaena leucocephala* (Guaje), una opción forrajera en los sistemas de producción animal en el trópico. Manual de manejo agronómico de *Leucaena leucocephala*. Fundación Produce.

- Soria, M.. 2008. Sistemas de producción animal 2. Nutrición y alimentación.
- Sotelo, A. 1981. Leguminosas silvestres, reserva de proteínas para alimentación del futuro. *Inf. Científica Tecnol.* 3:28-34.
- Stewart, C. S., S. H. Duncan, A-J. Richardson, R. Baekwell, R. Begbie. 1992. The inhibition of fungal cellulolysis by cell-free preparations from Ruminococi. *FEMS Microbiology Letters* 97:83-87.
- Tarazona, A., Ceballos, M., J. Naranjo and C. Cuartas. 2012. Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25 (3), 473-487
- Theodorou M K, Williams B A, Dhanoa M S, McAllan A B and France J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology.* 48: 185-197.
- Tsai, K. P., R. E. Calza. 1993. Optimization of protein and cellulase secretion in *Neocallimastix frontalis*, EB 188. *Applied Microbiology Biotechnology* 39:477- 482.
- UGRJ, Unión Ganadera Regional De Jalisco, <Http://Www.Ugrj.Org.Mx> 21 March, 2018, 22:35p.
- Ushida, K., J. P. Jouany. 1990. Effect of defaunation on fiber digestion in sheep give two isonitrogenous diets. *Animal Feed Science and Technology* 29:153.
- Valderrama, X. and R. Anrique. 2011. In Situ Rumen Degradation Kinetics Of High-Protein Forage Crops In Temperate Climates *Chilean Journal Of Agricultural Research* 71(4)
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant.* Cornell University Press, Ithaca, N.Y.
- 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. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
- Van. L. E y Regueiro. M. 2008 *Digestión en retículo-rumen.* Facultad de Agronomía Universidad de la Republica. Departamento de Produccion Animal y Pasturas Curso de Anatomía y Fisiología Animal.
- Velázquez, A., González, M., Bórquez, J., I. Domínguez and R. Perezgrovas. 2011. Composición química y producción de gas *in vitro* de dietas con vainas de *Acacia farnesiana*. *Arch. Zootec.* 60: 1-9.

- Velázquez, A., Perezgrovas, M, Velasco, L., Zaragoza and G. Rodríguez. 2005. "Evaluación de vainas de quebracho (*Acacia farnesiana*) en Alimentación de Ganado lanar. Archivos de Zootecnia 54(206-207):535-540.
- Ventura, M.R., Castanon, J.I.R., Rey, L., Flores, M.P., 2002. Chemical composition and digestibility of Tagasaste (*Chamaecytisus proliferus*) subspecies for goats. Small Rumin. Res. 46, 207-210.
- Ventura, M.R., Castanon, J.I.R., Rey, L., Flores, M.P., 2002. Chemical composition and digestibility of Tagasaste (*Chamaecytisus proliferus*) subspecies for goats. Small Rumin. Res. 46:207-210.
- Williams, A. G. and G. S. Coleman. 1988. The rumen protozoa. p. 77-128. En: The rumen microbial ecosystem. P.N. Hobson (ed.), Elsevier Applied Sciences, Londres.
- Windham, W. R., D. E. Akin. 1984. Rumen fungi and forage fiber degradation.
- Wood, T. M., C. A. Wilson, S. I. McCrae. 1995. The cellulase system of the anaerobic rumen fungus *Neocallimastix frontalis*: studies on the properties of fractions rich in 1- \rightarrow 4-D- glucanase activity. Applied Microbiology Biotechnology 44:177-184.
- Yokoyama, M. and K. Johnson. 1993. Microbiología del rumen e intestino. En: El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. C. D. Church (Ed.). Editorial Acribia.
- Yokoyama, M. T. y K. A. Johnson. 1993. Microbiología del rumen e intestino. En: El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. C. D. Church (Ed.). Editorial Acribia.
- Yousef, E.M., Rouzbehan, Y. 2008. Characterization of *Quercus persica*, *Quercus infectoria* and *Quercus libani* as ruminant feeds. Anim. Feed Sci. Technol. 140, 78-89.