

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE CIENCIAS VETERINARIAS



**PERFIL NUTRICIONAL DE ENSILAJE DE SUBPERODUCTO DE NARANJA
CON MORINGA OLEIFERA O LEUCAENA LEUCOCEPHALA ADICIONADOS
CON PULIDO DE ARROZ Y MELAZA CON DIFERENTES DÍAS DE APERTURA**

TESIS

**REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO
DE: MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS**

PRESENTA

MVZ: FERNANDO RETURETA TORRES

DIRECTORES DE TESIS

DR. MARTIN FRANCISCO MONTAÑO GÓMEZ

CO-DIRECTOR

DR. JAIME SALINAS CHAVIRA

ASESORES

DR. MIGUEL MELLADO BOSQUE

M.C. MIGUEL ÁNGEL VEGA CÁZARES

M.C. JOSÉ MELENDREZ LOZANO

MEXICALI, B.C. MÉXICO

JUNIO DE 2017

COMITÉ ASESOR

**PERFIL NUTRICIONAL DE ENSILAJE DE SUBPRODUCTO DE NARANJA CON
MORINGA OLEIFERA O LEUCAENA LEUCOCEPHALA ADICIONADOS CON
PULIDO DE ARROZ Y MELAÇA CON DIFERENTES DÍAS DE APERTURA**

TESIS

**Como requisito para obtener el grado
de: Maestro en Ciencias Veterinarias**

PRESENTA

MVZ: FERNANDO RETURETA TORRES

Dr. Martin Francisco Montaña Gómez
Director

Dr. Jaime Salinas Chavira
CoDirector

Dr. Miguel Mellado Bosque
Asesor

M.C. Miguel Ángel Vega Cázares
Asesor

M.C. José Melendrez Lozano
Asesor

MEXICALI, B.C. MÉXICO

JUNIO DE 2016

AGRADECIMIENTOS

A mi madre y hermana:

Por todo su amor y confianza depositada en mí, por su apoyo moral que me han proporcionado y por nunca haber dejado de preocuparse y ver por mi bienestar para poder alcanzar mis metas. Por eso y muchas cosas más, ¡que Dios los bendiga!

A mis Asesores:

-Dr. Martin Francisco Montaña Gómez

Por su apoyo y confianza para realizar mi investigación. Gracias por su confianza y su apoyo incondicional.

-Dr. Jaime Salinas Chavira

Por todo el apoyo, su confianza y conocimiento que me ha transmitido en el transcurso desde investigación ya que sin él no podría haber logrado la realización de esta tesis. ¡Gracias!

-Dr. Miguel Mellado Bosque

Por el haber aceptado ser parte de este Comité ¡Gracias!

-M.C. Miguel Ángel Vega Cázares y M.C. José Melendrez Lozano

Por su apoyo, muchas gracias.

A Graciana Walle Aguilar:

Por apoyarme en su asesoría y apoyo en el Laboratorio, brindándome su confianza y amistad.
¡Gracias!

A **Fabiola Florentino** y **Fernando Cordero**: Por el gran apoyo en el inicio de esta tesis.

¡Gracias! donde quieran que estén en este momento.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la (UABC).



Por permitirme formarme profesionalmente como Maestro en Ciencias Veterinarias y alcanzar mis metas.

¡Gracias!

A la Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia (UAT).



Por brindarme el apoyo de las instalaciones, para la realización de mi investigación.

¡Gracias!

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Por el apoyo brindado en la realización de la Maestría en Ciencias Veterinarias en el IICV-UABC. El cual agradezco la ayuda, para mi posgrado.



¡Gracias!

DEDICATORIA

A MI MADRE:

Prof. Aidé Julia Torres Sánchez

Infinitas gracias por su esfuerzo y templanza. Por tu amor, tus consejos, valores y por tus motivaciones constantes para hacerme una persona de bien, mis logros son tuyos, mama.

¡Gracias!

A MI HERMANA:

Prof. Anahí Arandi Retureta Torres

Por ser mi ejemplo de seguir progresando, por el apoyo, tus consejos y tu amor.

¡Gracias!

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

Stephanie Coral Sánchez, Ana Yajaira Jacinto, Gabriel López, Heriberto Landeros, Luis Alonzo, Fabiola Florentino, Dafne Sosa y los muchos más que me enseñaron cosas muy únicas de cada uno, que me alentaron y participaron en el apoyo de este logro.

¡Gracias!

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.- Composición bromatológica de la biomasa comestible de especies no leguminosas.....	15
Tabla 2.- Contenido de carbohidratos estructurales de la pulpa fresca de naranja de acuerdo al día de almacenamiento.....	28
Tabla 3.- Valores bromatológicos de las cáscaras de naranja al salir de la industria.....	29
Tabla 4.- Composición y valor nutricional de cáscara de naranja.....	30
Tabla 5.- Valores Nutricionales Pulido de Arroz.....	36
Tabla 6.- Composición Química de Pulido de Arroz.....	37
Tabla 7.- Composición Química de Pulido de Arroz.....	37
Tabla 8.- Valores Nutricionales de la Melaza.....	40
Tabla 9.- Composición química melaza de caña.....	40
Tabla 10.- Valor Nutricional de la Melaza.....	41
Tabla 11.- Composición Química de la Melaza.....	41
Tabla 12.- de distribución de los tratamientos.....	46
Tabla 13. Características de pH, bromatológicas y digestibilidad <i>in vitro</i> de materia seca de ensilajes a 15 días de fermentación.....	50
Tabla 14.- Características de pH, bromatológicas y digestibilidad <i>in vitro</i> de materia seca de ensilajes a 30 días de fermentación.....	52
Tabla 15.- Características de pH, bromatológicas y digestibilidad <i>in vitro</i> de materia seca de ensilajes a 45 días de fermentación.....	55

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar las propiedades nutritivas del ensilaje de residuos de naranja con *Moringa oleifera* (Mor) y *Leucaena leucocephala* (Leu) con pulido de arroz y melaza en diferentes tiempo de apertura. Se evaluaron los valores de pH, %Materia Seca (MS), %Ceniza (Cen), %Proteína Bruta (PB), %Grasa (EE), %Fibra Bruta (FB) %Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) y digestibilidad en un método *in vitro* (DIV). El trabajo se realizó en el laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en Ciudad Victoria, Tamps. Se utilizó un modelo de Contrastes Ortogonales donde los tratamientos a comparar fueron tipo de forraje (Mor. vs Leu.) y nivel de forraje (10% vs 20%), distribuidos de la siguiente manera: T1 (Mor10%), T2 (Mor20%), T3 (Leu10%), T4 (Leu20%). El proceso de los ensilaje se realizó en 2 días, obteniendo 60 silos divididos en 3 etapas fermentativas de 15, 30 y 45 días. Los tratamientos contaron con 5 repeticiones de un peso de 2.5 kg, mezclados a mano hasta llegar a una muestra homogénea. Los silos con Moringa mostraron menor valor de pH vs el silo de Leucaena a los 15, 30 y 45 días ($P<0.01$) efecto al 10% ($P<0.01$) en 30 y 45 días. La MS del silo de Leucaena mostró un mayor valor al compararlo contra los silos de Moringa ($P<0.01$), Cen con efecto ($P<0.01$) en 20% en 15 y 45 días. La PB de los silos de Leucaena mostró mayor contenido vs los silos de Moringa ($P<0.01$) en 15, 30, 45 días, en 20% fueron ($P<0.01$) en 15 y 45 días. Respecto a E.E. los silos de Moringa mostraron mayor valor vs el silo de Leucaena ($P<0.05$) en 15 y 30 días. Los valores para FB y ELN de los silos de Leucaena fueron mayores que los silos de Moringa ($P<0.01$) en 45 días. La DIV de los silos de Moringa mostraron mayor valor que el silo de Leucaena ($P<0.01$). Los ensilajes de residuos de naranja con los 2 forrajes mostraron un nivel de proteína aceptable. En cuanto al pH todos los ensilajes mostraron valores debajo de 4, por lo que podemos deducir que fueron silos de buena calidad. En cuanto a su digestibilidad, es notorio que Moringa es mejor.

Palabras clave: Ensilaje, Moringa, Leucaena, Pulido de arroz, Melaza.

ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the nutritional properties of silage of residues of orange with *Moringa oleifera* (Mor) and *Leucaena leucocephala* (Leu) with polished rice and molasses in different time of opening. Assessed values of pH, % dry matter (MS), % ash (Cen), % crude protein (PB), % fat (EE), % crude fiber (FB) % extract-free nitrogen (ELN) and digestibility *in vitro* method (DIV). The work was carried out in the laboratory of food science and animal nutrition at Veterinary School in Ciudad Victoria, Tamps. It was used a model of orthogonal contrasts to compare treatments were kind of forage (Mor. vs Leu.) and level of forage (10% vs 20%), distributed as follows: T1 (Mor10%), T2 (Mor20%), T3 (Leu10%), T4 (Leu20%). The silage process was carried out in 2 days, obtaining 60 silos divided into 3 stages of fermentation of 15, 30 and 45 days. The treatment included 5 repetitions of a weight of 2.5 kg, hand mixed until a homogeneous sample. Silos with Moringa showed lower value of pH vs Leucaena silo at 15, 30 and 45 days ($P < 0.01$) effect to 10% ($P < 0.01$) in 30 to 45 days. Leucaena silo DM showed a higher value when compared against the silos of Moringa ($P < 0.01$), Cen with effect ($P < 0.01$) to 20% in 15 to 45 days, the silo of Leucaena PB shows higher content than the silos of Moringa ($P < 0.01$) in 15, 30, 45 days, 20% were ($P < 0.01$) at 15 and 45 days, E.E. the Moringa silo shows greater value than the silo of Leucaena ($P < 0.05$) in 15 and 30 days, FB and ELN the silo of Leucaena shows greater value than the silos of Moringa ($P < 0.01$) in 45 days, the Moringa silo DIV shows greater value than the silo of Leucaena ($P < 0.01$). Silages of orange with 2 fodder residues have an acceptable protein level, and in terms of pH all silages were under 4, so a parameter indicates that below 5 are of good quality. While these forage digestibility is notorious that Moringa is better.

Key words: Silage, Moringa, Leucaena, Polished rice, Molasses.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	v
LISTA DE TABLAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	10
REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
El proceso de ensilaje.....	13
Moringa oleifera.....	14
Ensilaje de moringa.....	15
Digestibilidad <i>in vitro</i>	18
Leucaena Leucocephala.....	20
Ensilaje de leucaena.....	22
Digestibilidad de leucaena.....	25
Naranja.....	27
Ensilaje de naranja.....	30
Digestibilidad <i>in vitro</i>	32
Pukido de arroz.....	35
Ensilajes de pukido de arroz.....	38
Melaza.....	39
JUSTIFICACIÓN.....	43
OBJETIVO.....	44
HIPÓTESIS.....	45
MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
RESULTADOS.....	49
DISCUSIÓN.....	56
CONCLUSIONES.....	58
LITERATURA CITADA.....	59
ANEXOS.....	68

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la población mundial es de 7,244 millones de habitantes, donde la fertilidad a nivel mundial se sitúa en cifras globales en torno a 2.5 hijos por mujer, mientras que la esperanza de vida ha aumentado en todo el mundo sobre la base de los avances logrados: Para el mundo en su conjunto, la esperanza de vida en el momento del nacimiento pasó de 64.8 años en el periodo 1990-1995 a 70 años en el periodo 2010-2015, lo que supone 5.2 años más.

La población urbana mundial pasó de 2.300 millones de personas en 1994 a 3.900 millones en 2014, y se prevé que ascienda a 6.300 millones para 2050. En comparación, el tamaño de la población rural apenas experimentó cambios entre 1994 y 2014, y está previsto que comience a contraerse, lo que significa que las zonas rurales podrían tener 300 millones menos de habitantes que en la actualidad (Naciones Unidas, 2014).

El aumento irrestricto de las emisiones de gases está elevando la temperatura del planeta. Las consecuencias incluyen el derretimiento de glaciares, el aumento de las precipitaciones y de la frecuencia de eventos meteorológicos extremos, así como modificaciones en las estaciones del clima. El ritmo acelerado de cambio climático, junto con el aumento de la población y de los ingresos a nivel mundial, amenaza la seguridad alimentaria en todas partes (Nelson et al., 2009).

El desafío de la agricultura en el siglo XXI se enfrenta a múltiples retos: tiene que producir más alimentos y fibras a fin de alimentar a una población creciente con una mano de obra menor, así como más materias primas para un mercado de la bioenergía potencialmente enorme, y ha de contribuir al desarrollo global de los numerosos países en desarrollo dependientes de la agricultura, adoptar métodos de producción más eficaz, sostenibles y adaptarse al cambio climático (FAO, 2009).

La proyección de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) considera que el consumo mundial de carne bovina avance de nuevo en la próxima década, a pesar de que aumentará solo 0.1 kg per cápita en 2023, mientras se provee que el consumo de carne ovina aumente en el período de proyección debido a una prevista estabilización de los precios de la carne ovina en términos reales (Boari et al., 2014).

Siendo México parte de la OCDE, actualmente un gran desafío es proveer de alimentos a la población que se incrementa constantemente, 119´530,753 habitantes (INEGI, 2015). Considerando que incrementar la superficie disponible para la producción de alimentos implica reducir los ya pocos ecosistemas naturales (bosques, selva, desiertos), una alternativa es mejorar la productividad de los sistemas agropecuarios que actualmente están operando. En producción animal se debe mejorar la genética, reproducción, salud y alimentación de los animales, cuidando al mismo tiempo el impacto de los animales en el medioambiente. El mayor costo en la producción animal es la alimentación; el cual considera un rango que va de 60 a 85% del costo total (Simada, 2003). Sin duda alguna, las mejoras que se hagan en la nutrición y alimentación de los animales influirán de forma directa las utilidades económicas del productor.

Noguer y Valles (2006), mencionan que una alternativa en la producción de carne es la conservación del forraje. Sobre esto, el ensilaje es, en la actualidad, el de mayor interés por las siguientes razones:

- 1° Cosechando los forrajes en el momento óptimo se obtiene la máxima producción y calidad por unidad de superficie.
- 2° Se reducen las pérdidas (por la lluvia, por caída de hojas; por respiración, etc.) en comparación con el henificado.
- 3° Deja el terreno libre pronto para otro cultivo.
- 4° Asegura la disponibilidad de alimentos para el ganado durante una larga temporada en la que frecuentemente las condiciones climatológicas son adversas.

Muchos árboles y arbustos son ampliamente utilizados como forraje para los animales. La contribución de las plantas leñosas perennes a la dieta de los animales es muy alta en los ecosistemas semiáridos y en los subhúmedos, sobre todo durante el periodo seco. La biomasa comestible de las plantas perennes, en especial de las leguminosas, es rica en proteína cruda, vitaminas y la mayoría de los minerales. La suplementación con follajes de leñosas en la época seca puede evitar la pérdida de peso o incluso lograr ganancias de peso. También se pueden obtener niveles aceptables de producción de leche sin que los animales hagan uso de sus reservas corporales (Llenderal, 2007).

Desde hace varias décadas los residuos agroindustriales han sido un foco de atención para varios investigadores a nivel mundial, debido a que parte de sus constituyentes pueden ser materia prima para generar diversos productos de interés, esta situación sigue prevaleciendo en la actualidad y se prevé que continuará en el futuro (Saval, 2012).

La pulpa de cítrico es un subproducto común en diversos países del mundo y su costo es relativamente bajo considerando su valor nutritivo. Este subproducto contiene un relativamente alto porcentaje de pectina y carbohidratos solubles, y por esas razones la pulpa de citrus húmeda ha sido utilizada para reemplazar a los cereales en las dietas de rumiantes (Scerra et al., 2001).

El ensilado de subproductos agroindustriales podría ser una contribución importante para optimizar el funcionamiento de los sistemas de producción animal en zonas tropicales y subtropicales, pero su empleo es todavía muy escaso. Si bien esto se debe en parte a los bajos precios de los productos ganaderos, al poco uso de la mecanización y al alto costo de los materiales para el sellado del silo, también se debe a la falta de experiencia práctica en la técnica del ensilaje. Se necesitan además, más investigaciones para dilucidar ciertos temas específicos del ensilaje en zona tropical (Garcés et al., 2004).

REVISIÓN DE LITERATURA

El proceso de ensilaje

El proceso de la conservación por ensilaje se basa en tratar de inhibir el crecimiento de los microorganismos degradadores de la materia seca (Garcés et al., 2006), lo cual se logra por medio de una fermentación láctica espontánea en condiciones anaerobias. Las bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético. Acorde con Weinberg y Muck (1996), al generarse estos ácidos, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción. Una vez que el material fresco ha sido almacenado, compactado y cubierto para excluir el aire, el proceso del ensilaje se puede dividir en cuatro etapas, tal y como lo describen Elferink et al., (1999).

Fase 1 - Fase aeróbica. En esta fase -que dura sólo pocas horas- el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los materiales vegetales y a los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y las enterobacterias. Además, se presenta una actividad importante de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6.5-6.0) (Garcés et al., 2004).

Fase 2 - Fase de fermentación. Esta fase comienza al producirse un ambiente anaeróbico. Dura de varios días hasta varias semanas, dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAC proliferará y se convertirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3.8 a 5.0.

Fase 3 - Fase estable. Mientras se mantenga el ambiente sin aire, ocurren pocos cambios. La mayoría de los microorganismos de la Fase 2 lentamente

reducen su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas. Sólo algunas proteasas y carbohidrasas, y microorganismos especializados, como *Lactobacillusbuchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos pero a menor ritmo.

Fase 4 - Fase de deterioro aeróbico. Esta fase comienza con la apertura del silo y la exposición del ensilaje al aire. Esto es inevitable cuando se requiere extraer y distribuir el ensilaje, pero puede ocurrir antes de iniciar la explotación por daño de la cobertura del silo (p. ej. roedores o pájaros). El período de deterioro puede dividirse en dos etapas. La primera se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Esto induce un aumento en el valor del pH, lo que permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constata un aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje, como algunos bacilos. La última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aeróbicos-también facultativos-como mohos y enterobacterias. El deterioro aeróbico ocurre en casi todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire. Sin embargo, este depende de la concentración y de la actividad de los organismos presentes en el ensilaje. Pérdidas de entre 1.5 y 4.5 por ciento de materia seca diarias pueden ser observadas en las áreas afectadas. Estas pérdidas son similares a las que pueden ocurrir en silos herméticamente cerrados y durante períodos de almacenaje de varios meses (Honig y Woolford, 1980).

Moringa oleifera

La Moringa es un árbol originario del sur de la Cordillera del Himalaya, se encuentra distribuida desde Bangladesh, India, Paquistán y Afganistán. Gracias a su composición química este árbol constituye una opción para alimentación sobre todo los países tropicales, en dónde representa un recurso de importancia en los sistemas de producción animal (Pérez et al., 2010). Es de crecimiento rápido,

relativamente poca exigencia hacia el suelo y se cultiva en toda la franja intertropical. Uno de los principales usos de sus hojas y de la torta de prensado de su semilla es en la formulación de raciones para la alimentación animal (Martín et al., 2013).

García et al. (2006), evaluaron la composición química de seis especies no leguminosas (*Azadirachta indica*, *Cnidoscolus aconitifolius*, *Ficus carica*, *Moringa oleifera*, *Morus alba* y *Trichantera gigantea*) en el estado Trujillo, Venezuela, Mediante un diseño totalmente aleatorizado y cinco réplicas (Tabla 1). Los contenidos de proteína cruda en todas las plantas fueron elevados. A continuación muestran los valores de nutrientes para Moringa.

Tabla 1.- Composición bromatológica de la biomasa comestible de especies no leguminosas.

Nutrientes	Valor %
Proteína Cruda	18.82
Fibra Detergente Neutra	45.13
Nitrógeno No Proteico	2.6
Ceniza	12.18
Carbohidratos	24.14

Fuente: Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado Trujillo, Venezuela.

El contenido de las hojas a 100 cm es de 24% de proteínas, 27% fibra dietética, 5.6% Extracto Etéreo, 29% Carbohidratos y 12.3% Ceniza (Guzmán Maldonado et al., 2015).

Ensilajes de moringa

Mendieta et al. (2009), prepararon catorce silos diferentes utilizando mezclas de moringa (*Moringa oleifera*), pasto elefante (*Pennisetum purpureum* cv *Taiwan*) o caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Se utilizó melaza de caña de azúcar en cantidades de 10 o 50 g kg⁻¹ materia fresca (MF) en los tratamientos sin caña de azúcar. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones de cada tratamiento. Los ensilajes se prepararon en micro silos de

1800 ml y se abrieron después de 120 d. La presencia de Moringa y pasto elefante en el ensilaje cambió el pH por -0.8 y + 0.7, respectivamente ($P < 0.001$), lo que indica un efecto favorable del Moringa sobre el pH del ensilaje. Se encontraron diferencias generales entre los tratamientos para el contenido de materia seca, las concentraciones de proteína bruta y ácido acético, la pérdida de peso, la producción de CO_2 y el pH del ensilado después del deterioro ($P < 0.001$). La pérdida de peso fue proporcionalmente 0.034 y 0.014 en ensilajes con y sin caña de azúcar respectivamente ($P < 0.001$). En general, se encontraron diferencias ($P < 0.05$) para las concentraciones de fibra neutra-detergente y ácido láctico, el recuento de bacterias lácticas, el recuento de clostridios y el tiempo de deterioro de los ensilajes. Los tratamientos que contenían Moringa tuvieron mayores concentraciones de ácido láctico (16 g/kg de MS) ($P < 0.01$) en comparación con los tratamientos sin, pero la presencia de Moringa disminuyó el tiempo de deterioro en 67 h ($P < 0.05$). No se encontraron diferencias en la concentración de ácido propiónico o crecimiento fúngico de los ensilajes. Se concluye que Moringa puede ser utilizado como un componente de ensilajes de alta calidad que también contienen altas concentraciones de proteína cruda.

Rodríguez Pérez et al. (2011), compararon *Moringa oleifera*, fresca o ensilada, con una dieta control basada en *P. purpureum* cv CT-115 + concentrado comercial como dieta única para vacas lecheras. Se evaluó el efecto de las dietas experimentales sobre el consumo y la digestibilidad, la producción y composición de la leche, y las características organolépticas de leche y queso. Seis vacas lecheras fueron utilizadas en un experimento cuadrado latino 3x3, con dos repeticiones. Las dietas de Moringa fueron isocalóricas respecto a la dieta control. El consumo de MS de los tratamientos de Moringa fue significativamente mayor ($P < 0.05$) que el control. Moringa fresca tuvo el mayor consumo ($P < 0.001$) de materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácido (FDA) en comparación con la dieta de control. La mayor digestibilidad ($P < 0.05$) la manifestó el control respecto a los tratamientos de Moringa (fresca o ensilada), con la excepción de la digestibilidad de la PB. La producción de leche del tratamiento de Moringa ensilado fue ligeramente inferior

(9%) respecto a los otros dos tratamientos. La composición de la leche fue similar entre todos los tratamientos. Sin embargo, la leche del tratamiento de Moringa fresca presentó un sabor y aroma a hierba, significativamente diferente ($P < 0.001$) de los otros dos tratamientos, a pesar de que era normal en color y apariencia. No se observaron diferencias organolépticas entre la leche del tratamiento control y el tratamiento de ensilaje de Moringa. Se encontró igual comportamiento en el queso elaborado a partir de la leche de los tres tratamientos. El análisis financiero favorece a los tratamientos de Moringa. La conclusión es que el ensilaje de Moringa se puede utilizar para alimentar vacas lecheras en grandes cantidades para producir la misma cantidad y calidad de la leche que las dietas convencionales.

Gutiérrez et al. (2015), evaluaron la composición química y degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca (MS) en ensilaje mixto del tipo pre-secado con la inclusión del *Pennisetum purpureum* cv Cuba CT-169 y forraje arbóreo de Moringa oleífera cv Supergenius. Para su desarrollo, se utilizaron microsilos construidos con tubos de PVC. Los tratamientos se distribuyeron al azar, constituidos por tres combinaciones de *Pennisetum*: Moringa (80:20, 60:40, 40:60 % / peso base húmeda (BH-1)), dos micro silos con el 100% de los forrajes utilizados y 10 repeticiones por tratamiento. Finalizado el período de fermentación (62 días), se determinó la composición química (MS, MO, PB, FDN, ceniza) y degradabilidad ruminal *in situ* de la MS. Los resultados presentaron variaciones conforme a la participación creciente de la moringa en el ensilaje; en lo que respecta a la concentración de PB la combinación con 60% moringa logró el mejor valor (19.47%; $P < 0.0001$) y menor de FDN (55.98%; $P < 0.0001$). Los parámetros generados por el modelo matemático de degradación indicaron efectos significativos ($P < 0.001$), donde el 60% de moringa en la mezcla mixta alcanza el valor más elevado de degradación de la MS (69.79%), sólo superado por 100% moringa (71.21%). Se concluye que la combinación de *Pennisetum*: Moringa (40:60%) de en ensilaje mixto, mejoró el valor nutritivo de la mezcla en lo referente a la concentración PB, disminución de la FDN y alta degradación de la materia seca; práctica que indica una opción viable de conservación para forrajes arbóreos

combinado con gramíneas tropicales.

Asaolu et al. (2015), evaluaron algunas características de calidad del ensilaje de moringa con o sin pasto de Guinea y Cascarilla de trigo para una optimización de la producción excedente de moringa y pasto de Guinea generalmente producido durante la temporada de crecimiento. Moringa (hojas + tallos blandos + pecíolos), *Panicum maximum*, y Cascarilla de trigo se ensilaron de la siguiente manera (p/p); 100 *Moringa oleifera*, 50 *Moringa oleifera* + 50 Cascarilla de trigo (50MW), 50 *Moringa oleifera* + 50 *Panicum máximo* (50MP), 50 *Moringa oleifera* + 40 *Panicum máximo* + 10 Cascarilla de trigo (M40P10W), 50 *Moringa oleifera* + 30 *Panicum máximo* + 20 Cascarilla de trigo (M30P20W), 50 *Moringa oleifera* + 20 *Panicum máximo* + 30 Cascarilla de trigo (M20P30W) y 50 *Moringa oleifera* + 10 *Panicum máximo* + 40 Cascarilla de trigo (M10P40W) en un diseño completamente al azar con tres repeticiones cada uno. Los ensilajes se abrieron después de 35 días para la evaluación. Significativamente ($P < 0.05$) el pH más alto (6.40) se registró en *Moringa Oleifera* Fresca, mientras que valores de pH para combinaciones de forraje de moringa oscilaron entre 3.61 para M20P30W y 4.04 para M40P10W. El pH de M20P30W y M10P40W fueron comparables ($P > 0.05$), pero ambos fueron significativamente ($P < 0.05$) inferiores en comparación con otras combinaciones de ensilaje. Los colores del ensilaje eran verde oliva claro (FMO y 50MW) y verde oliva (50MP, M10P40W, M20P30W y M40P10W). Las combinaciones de ensilaje de las tres materias primas experimentales presentaron el olor más agradable, con un olor mejorado observado con una proporción creciente de despojos de trigo. Se observó una tendencia similar para la textura del ensilaje y los agregados de los tres índices subjetivos. Con la excepción de 50MP, todos los ensilajes experimentales cumplieron con el requisito mínimo de proteína cruda para los rumiantes.

Digestibilidad *in vitro*

Montejo et al. (2012), evaluaron el efecto de la inclusión de harina de soya en forma de reactivo para simular el efecto de un concentrado proteínico en la

digestibilidad *in vitro* de la harina de semilla de moringa (vainas). Se evaluaron nueve tratamientos de haría de la semilla de moringa:soya (100:0; 90:10; 80:20; 70:30; 60:40; 50B50; 40:60; 20:80 y 0:100). Esto se realizó mediante un diseño aleatorio y se hicieron tres réplicas por cada tratamiento. En el resultado, se observó un incremento en la producción de gas con el aumento del porcentaje de inclusión de soya; en la digestibilidad verdadera tuvo un comportamiento similar. En cambio, en la producción de biomasa microbiana alcanzó su mayor valor con la inclusión de la soya al 10%. La adición de la soya mejora la digestibilidad de las vainas de moringa y la eficiencia óptima de aprovechamiento de esta dieta se alcanza con la inclusión del 10% de soya.

Aderinola y Binuomote (2014), investigaron la composición química y producción de gas *in vitro* después de la incubación por 24 horas de *Moringa oleifera*, *Gliricidia sepium* y *Blighia sapida*. Los valores que arrojó de proteína cruda son de 14,29%, 18.98% y 17,53% de *Moringa oleifera*, *Blighia sapida* y *Gliricidia sepium*, respectivamente ($P < 0.05$). El contenido de fibra cruda fue 18.57%, 16.23% y 15.89%, mientras que la fibra detergente neutro fue 46.97%, 45.55% y 45.19% y la lignina detergente ácida 11,76%, 8.43% y 9.20% respectivamente. Por otro lado la potencial producción de gas, de la fracción b insoluble de los forrajes fue entre 17.00 ml / 200mg de MS y 21.33 ml / 200mg de MS. La producción de metano fue mayor para *Moringa oleifera* (6ml/200mg de MS) y la más baja para *Blighia sapida* (4.67ml/200mg de MS). La digestibilidad de la materia orgánica, la energía metabolizable y el valor de la producción de ácidos grasos de cadena corta fue mayor en *Moringa oleifera* que en *Blighia sapida* y *Gliricidia sepium*. El resultado obtenido de este estudio demostró que estas plantas son complemento útil en la alimentación de rumiantes sobre todo en la época seca.

Meless et al. (2013), evaluaron la digestibilidad *in vitro* y la utilización de las hojas y las vainas verdes de dos especies de *Moringa* en la alimentación de rumiantes durante la temporada seca. A las muestras se les realizaron el análisis proximal mediante métodos oficiales. La energía metabolizable (EM), digestibilidad

de materia orgánica (DMO) y proteína cruda utilizable efectivo (PC) se estimaron usando un método *in vitro* de prueba de gas. El volumen de gas en *Moringa stenopetala* de hojas y vainas verdes fueron generalmente más altos que los de *Moringa oleifera*. El volumen del gas de hojas fue similar entre baja y media altitud pero fue mayor para las vainas verdes a media altura. Hojas de *M. stenopetala* contienen significativamente más alta EM (9.8 MJ/kg MS) y DMO (75%) que los de *M. oleifera*. Del mismo modo, las vainas verde de *M. stenopetala* tenían mayores valores de EM y DMO que los de *M. oleifera*. Para vaina verde, los valores EM y DMO fueron significativamente superiores en altura media que los de baja altura, aunque estos valores para hojas fueron similares entre ambas alturas. Las hojas de *Moringa oleifera* presentaron PC más eficaz que las de *M. Stenopetala*. Sin embargo, la PC efectiva fue mayor para las vainas verdes de *M. stenopetala* que los de *M. oleifera*. La PC efectiva de hojas cultivadas en altitud media fue ligeramente mayor que los de baja altitud. Este estudio sugiere que podrían utilizarse hojas y vainas verdes como alternativa suplementos de energía y proteína para rumiantes tropicales, particularmente durante períodos secos. Se concluyó además que hojas fueron generalmente mejores en composiciones de nutrientes y características de digestibilidad *in vitro* de las vainas verdes.

Leucaena leucocephala

Especie de rápido crecimiento, longevidad de 50 años, sus hojas tienen un alto contenido de nitrógeno como forraje para rumiantes. Las hojas constituyen un excelente forraje (5 a 30 % de materia seca; 20 a 27 % de proteína, rico en calcio, potasio y vitaminas). Tienen un porcentaje de digestibilidad de 60 a 70 % (Zárate, 1987). Por su parte Gaviria et al. (2015), evaluaron nutricionalmente los componentes forrajeros de un Sistema Silvo-Pastoril (SSPi) basado en *Leucaena leucocephala* asociada a pasturas mejoradas evaluando *C. plectostachyus* y *M. maximus* que tenían una edad promedio de 45 días de rebrote, como resultado del análisis de *Leucaena leucocephala* observaron los siguientes valores: 29.4% de Proteína, 2.72 % de Grasa Bruta, 7.83 % de ceniza y 74.8 % de humedad.

Por su parte Palma et al. (1999), evaluaron la composición química y la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) de *Leucaena leucocephala*, *Calliandra calothyrsus* y *Gliricidia sepium* como fuente de alimentación, en la región de Coquimatlán, Colima, México. Se utilizaron tres épocas de corte definidas como inicio de secas, secas y lluvias. El material muestreado tenía 90, 150 y 45 días de rebrote respectivamente. Los resultados indicaron que *L. leucocephala* tuvo un promedio de materia seca (MS) de 33 %; proteína cruda (PC) 32 %; fibra cruda (FC) 24 %; energía metabolizable (EM) 9,70 Mj/kg de MS y DMO de 66 %. En el caso de *C. calothyrsus* la MS fue de 38 %; PC 31 %; FC 29 %; EM 9,55 Mj/kg de MS y DMO de 64 %. Los valores encontrados para *G. sepium* fueron de 30 % MS; 24 % PC; 24 % FC; EM 9,35 Mj/kg de MS y DMO de 65 %. Estos resultados indicaron un alto valor nutritivo de las leguminosas en estudio. Se observó que la composición química y la DMO fueron semejantes por época de corte y edad de rebrote en *L. leucocephala* y *C. calothyrsus* y variables para el caso de la MS y la PC en *G. sepium*. De acuerdo con los valores químicos y la DMO, estas leguminosas poseen gran potencial para ser utilizadas como alimento en la ganadería

García et al. (2009), llevaron a cabo un experimento para caracterizar la composición nutricional del follaje de 53 accesiones (una muestra distinta) del género *Leucaena* (37 *L. leucocephala*, 7 *L. macrophylla*, 5 *L. lanceolata*, 2 *L. diversifolia*, 1 *L. glauca* y 1 *L. esculenta*) establecidas en Matanzas, Cuba. Se determinó la composición química, los niveles de metabolitos secundarios y la degradabilidad ruminal. En general, las accesiones presentaron excelente composición química para ser utilizadas como suplemento en la alimentación de ruminantes (PC: $25.71 \pm 3.94\%$; FDN: $46.91 \pm 2.09\%$; Cenizas: $7.48 \pm 0.96\%$; DMS: $60.24 \pm 9.90\%$). Los indicadores que explicaron mejor las variaciones entre las accesiones fueron los componentes de la fracción fibrosa y la polifenólica, la concentración de mimosina y la degradabilidad ruminal. Sin embargo, la fracción proteica, los niveles de materia seca, de fitatos, minerales y las cenizas

presentaron pocas fluctuaciones. Mediante la Clasificación Automática (ACA) se identificaron tres grupos con características nutricionales diferenciadas entre sí. Las accesiones de *L. macrophylla*, *L. diversifolia* y *L. esculenta* presentaron mayor concentración de metabolitos secundarios y menor degradabilidad ruminal que las pertenecientes a *L. leucocephala*, *L. lanceolata* y *L. glauca*, las cuales mostraron los mejores resultados. La degradación de la MS, PC y FDN se vio afectada por los contenidos de fibra, polifenoles totales, taninos precipitantes y taninos condensados.

Ensilaje de *Leucaena*

Betancourt et al. (2002), realizaron un estudio en una zona caracterizada como bosque muy seco tropical, en el estado Zulia, Venezuela. Evaluaron tres niveles de melaza (0, 2.5 y 5%) y ácido fórmico (0, 0.25 y 0.5%) mediante un Diseño Experimental Completamente Aleatorizado con arreglo factorial 3x3. Se evaluaron los contenidos de materia seca total (MST), proteína cruda (PC), fibra detergente ácida (FDA), fibra detergente neutra (FDN) y carbohidratos no estructurales (CNE). Los resultados obtenidos mostraron un efecto significativo ($P < 0,05$) de la melaza y ácido fórmico sobre las variables en estudio. Los contenidos de MST, PC, FDA y FDN disminuyeron significativamente con los mayores niveles de melaza y ácido fórmico, mientras que se incrementaron los valores de CNE. La adición de altos niveles de melaza y ácido fórmico reducen las características nutritivas del ensilaje de *Leucaena leucocephala*.

Santana et al. (2015), estudiaron los efectos de la adición de forraje de *Leucaena leucocephala* (L) en el proceso fermentativo y la composición química de ensilajes mixtos con *King grass* fresco (K) o pre secado (Kp). Se ensilaron en condiciones de laboratorio diferentes proporciones (kg:kg) K:L y Kp:L (100:0; 75:25; 60:40; 50:50; 40:60 y 0:100), bajo un Diseño Totalmente al Azar con cuatro repeticiones por cada una. Se midió la cantidad de ácidos orgánicos (butírico, acético, láctico), pH, porcentaje de nitrógeno amoniacal y los nutrientes típicos de

la bromatología en el forraje antes de ensilar y en los ensilados resultantes. Los efectos de los tratamientos se midieron mediante análisis de varianza y regresión. Los resultados demostraron las diferencias ($P < 0.05$) de la composición química entre *King grass* y *Leucaena* deshidratada previa y mezclada: son mejores los valores de proteína cruda (24 vs. 7%), de materia seca (33.77 vs. 22.05%) y fibra cruda (26.53 vs. 32.5%) en la leguminosa; así como los beneficios en la preservación del ensilaje mixto (mejores producciones de ácido láctico y menores del butírico, aceptable pH (4.02-4.8) y degradación de la proteína (<8%) y en la bromatología de estos (avance progresivo en la concentración de proteína, materia seca y fibra). Se concluye que los ensilajes mixtos K+L son mejores que los de K siempre que L se adicione hasta 25% con K y hasta 40% con KP con inclusiones mayores de *Leucaena* se empeora la conservación, lo que limita su elaboración.

Phesatcha y Wanapat (2015), estudiaron el valor nutritivo y la eficiencia de fermentación ruminal *in vitro* del ensilaje de *Leucaena* cuando se suplementó con diferentes niveles de melaza y urea. El estudio de ensilaje fue asignado aleatoriamente de acuerdo con un arreglo factorial 3×3 en el cual el primer factor fue el suplemento de melaza (M) al 0%, 1% y 2% de la materia seca del cultivo (MS) y el segundo fue la urea (U) Suplemento como 0%, 0,5% y 1% de la MS del cultivo, respectivamente. Después de 28 días de ensilado, se recogieron las muestras de ensilaje y se analizó su composición química. Los nueve ensilajes *Leucaena* se mantuvieron para el estudio de la eficiencia de la fermentación ruminal utilizando técnicas de producción de gas *in vitro*. El presente resultado muestra que la suplementación de U o M no afectó el contenido de MS, materia orgánica, fibra en detergente neutro y detergente ácido en el ensilaje. Sin embargo, el aumento del nivel de suplementos de U aumentó el contenido de proteína cruda, mientras que el nivel M no mostró ningún efecto. Además, la combinación del suplemento de U y M disminuyó el contenido de concentración de mimosina especialmente con el ensilaje M2U1 (melaza 2% y urea 1%). El resultado del estudio *in vitro* muestra que la cinética de producción de gas, la acumulación de gas a las 96 h y la digestibilidad verdadera *in vitro* aumentaron

con el nivel creciente de suplementos de U y M, especialmente en los tratamientos combinados. La suplementación de M y U dio como resultado el aumento del ácido propiónico, mientras que el ácido acético, las concentraciones de ácido butírico y de metano no cambiaron. Además, el aumento de la suplementación con niveles de U aumentó la concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$. El resultado de la reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real reveló un efecto significativo sobre las bacterias totales, mientras que la población de *Fibrobacter succinogenes* y *Ruminococcus flavefaciens* mientras que *Ruminococcus albus* no fue afectada por la suplementación con M y U. Con base en este estudio, se pudo concluir que la suplementación de melaza y urea podría mejorar el valor nutritivo del ensilaje de *Leucaena* y mejorar la eficiencia de fermentación *in vitro* del rumen. Este estudio también sugirió que el uso combinado de nivel de suplementación M y U fue de 2% y 1%, respectivamente.

Acorde con Giang et al. (2016), *Leucaena leucocephala* (*Leucaena*) es una leguminosa perenne tropical que puede ser directamente pastoreada o cosechada y ofrecida a los rumiantes como heno, ensilaje o fresco. Sin embargo, *Leucaena* contiene compuestos fenólicos, que se consideran factores anti nutricionales, ya que pueden reducir la ingesta, la digestibilidad y por tanto el rendimiento animal. El objetivo del experimento fue determinar los efectos de los niveles de alimentación del ensilaje de *Leucaena* (LS) en las poblaciones microbianas ruminal el equilibrio del nitrógeno y la síntesis de proteínas microbianas en los novillos. Cuatro novillos de raza lecheras fistulados del rumen con un peso inicial de 167 ± 12 kg fueron asignados al azar para recibir el tratamientos de acuerdo con un Diseño Cuadrado Latino 4×4 . Los tratamientos fueron los siguientes: T1 = paja de arroz (RS) control, T2 = 70% de RS + 30% LS, T3 = 40% de RS + LS 60% y T4 = 100% LS. Los novillos fueron alimentados con paja de arroz y LS *ad libitum* y suplementados con concentrado al 0.2% del peso corporal/d. Los resultados revelaron que la población microbiana ruminal, especialmente las celulolíticas, las bacterias proteolíticas y las zoosporas fúngicas se incremento en los novillos que recibieron el 60% de LS ($P < 0.05$), mientras que la población de bacterias

amilolíticas no fue afectada por los tratamientos ($P > 0.05$). La población de protozoos se redujo linealmente con el aumento del nivel de LS ($P < 0.05$). Por otra parte, el equilibrio nitrógeno y la síntesis de proteína microbiana fueron mejoradas por LS en la alimentación ($P < 0.05$) y fueron los más altos en el grupo LS 60%. Sobre la base de este estudio, se puede concluir que la sustitución de RS con 60% LS significativamente mejora la población microbiana y la síntesis de proteína microbiana en novillos de raza lechera.

Digestibilidad de *Leucaena*

Paengkoum et al. (2013), utilizando técnicas móviles bolsa y bolsa de nylon midieron digestibilidad del tracto intestinal y ruminal y total de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) de *leucaena* (*Leucaena leucocephala*), Árbol Espina de Madrás (*Pithecellobium dulce*) y forraje de moringa (*Moringa oleifera*). Utilizaron tres bovinos con cánulas ruminal permanente y cánulas duodenales. La digestibilidad intestinal se midió utilizando la técnica de (MNB) de la bolsa móvil de nylon con o sin incubación en una solución de pepsina-HCl y una técnica *in vitro* de tres pasos. La tasa de desaparición ruminal de MS y PC, y la posible degradación del PC de las bolsas de nylon del Árbol Espinas de Madras y Moringa fueron significativamente mayores que las de forraje de Leucaena. Posibles valores de degradación (A + B) de la CP fueron 45.6%, 54,2% y 52,8% para leucaena, árbol espina de madrás y moringa forraje, respectivamente. En promedio la MS y PC en la digestibilidad en duodeno y tracto total para ambos forrajes del árbol espina de madrás y moringa fueron significativamente mayores que el forraje de leucaena. La digestibilidad promedio de MS y PC en el intestino y tracto total medido con MNB sin solución de pepsina-HCl fue significativamente menor que con pepsina-HCl y con los métodos de tres pasos. Estos datos sugieren que los resultados de los métodos *in vivo* e *in vitro* para estimar la digestibilidad intestinal son similares, aunque en todos los métodos de la incubación en una solución de pepsina-HCl es necesaria.

Rahim, et al. (2012), mencionan que la calidad de los suplementos de la alimentación del ganado puede mejorarse mediante la adición de algunos componentes vegetales que mejoran su valor nutricional. Sin embargo, estos componentes estructurales pueden variar según las condiciones climáticas prevalentes durante los cambios estacionales en zonas templadas o subtropicales. Hojas y vainas de *gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala* están integradas con los cultivos de alimentos y pastos y considerado como importantes complementos de forraje en la alimentación de rumiantes. con el fin de determinar la efectividad de la utilización de *G. sepium* y *L. leucocephala* como forraje, las muestras de hojas se recolectaron para la estimación de algunas de sus características químicas. El mayor valor de proteína cruda (24.6%) y energía bruta más baja (4.095 Mcal kg) fueron observados para *L. leucocephala* mientras que el FDN más alto (45,8%), ADF (24,5%), celulosa (14,6%) y el contenido celular se observaron para *G. sepium*. Los resultados del análisis proximal revelaron significativas ($P < 0.05$) diferencias en Proteína Cruda (PC), Energía Bruta (EB), ceniza, fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente acida (FDA), celulosa, contenido de hemicelulosa y DIVMS entre las especies.

Botero et al. (2013), señalan que la percepción del cambio climático en las últimas décadas ha ido creciendo como uno de los principales problemas ambientales del siglo XXI. Las emisiones de metano por fermentación ruminal representan una pérdida de energía potencialmente utilizable. Estos autores estimaron las emisiones de metano de diversos forrajes utilizados en dietas de ganado de carne. Las dietas evaluadas correspondieron a un sistema silvopastoral intensivo (SSPi) con *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*, Leu) y Guinea (*Megathyrus maximus*, Gui) y un sistema de confinamiento con Matarratón (*Gliricidia sepium*, Mat) y la hierba de Angleton (*Dichanthium aristatum*, Ang). Se analizaron muestras forrajeras representativas de los contenidos de nutrientes. Se midieron las emisiones *in vitro* de metano de los forrajes y mezclas de forrajes (90:10, 80:20 y 70:30, respectivamente, para pasto: forraje, respectivamente) utilizando la técnica de producción de gas. La degradación de la materia seca se midió a 24, 48, 72 y 96 h. Las legumbres tenían mayor contenido de proteína y

grasa cruda que las hierbas, mientras que las hierbas tenían mayor fibra en detergente neutro, fibra detergente ácida y cenizas. La mezcla compuesta por Gui70 - Leu30 tuvo la mayor producción de gas a 96 h (156 ml), mientras que la más baja correspondió a Leu100 ($P \leq 0.05$; 121 ml). Con respecto a los resultados del sistema de confinamiento, la acumulación de gas después de 48 horas por Ang70 - Mat30 y Ang80 - Mat20 fueron mayores que los otros tratamientos ($P < 0.05$). Las leguminosas presentaron mayores tasas de degradación que las hierbas ($P \leq 0.05$). No se encontraron diferencias significativas en las pérdidas de metano entre ambos sistemas de producción.

Pedraza et al. (2003), caracterizaron la degradabilidad efectiva con tasas de flujo (k) de 0.03; 0.04 y 0.05 % h⁻¹, y la digestibilidad intestinal *in vitro* del nitrógeno del follaje de seis leguminosas arbustivas tropicales (*Albizia lebbeck*, *Erythrina berteroana*, *Erythrina variegata*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* y *Samanea saman*) en la época poco lluviosa sin el uso de riego ni fertilizantes, en Camagüey, Cuba. Las especies *E. variegata* y *G. sepium* fueron las de mayor degradabilidad efectiva del nitrógeno ($P < 0.01$), independientemente de la tasa de flujo ruminal; mientras que *L. leucocephala* presentó el menor valor. Con un valor de k 0.04 la degradabilidad efectiva varió entre 71.7 y 47.4 %. La digestibilidad intestinal *in vitro* del nitrógeno del follaje no degradado a las 48 h de incubación ruminal fue diferente ($P < 0.01$) en todos los follajes. La mayor digestibilidad la alcanzaron las especies *G. sepium* (69.4 %) y *L. leucocephala* (65.7 %); mientras que la menor se presentó en los follajes de *S. saman* (34.8 %) y *E. variegata* (39.9 %). La mayor contribución con nitrógeno a las partes bajas del tracto digestivo la hizo el follaje de *L. leucocephala* y la menor los de *E. variegata* y *S. saman*. De forma general, todos los follajes se destacaron por su contribución nitrogenada al ecosistema ruminal.

Naranja

La composición química de la pulpa fresca de naranja (PFN) no se vio

afectada por almacenamiento en montones al aire libre durante siete días, (tabla 2) excepto la MS y PC pero no comprometen su uso en la alimentación de rumiantes (González-Reyna et al., 2013).

Tabla 2- Contenido de carbohidratos estructurales de la pulpa fresca de naranja de acuerdo al día de almacenamiento.

Contenido	Días de almacenamiento							EE
	1	2	3	4	5	6	7	
MS (%)	21.1	24.9	25.3	27.3	27.6	28.1	31	1.19
MO (%)	94.4	94.9	95.9	95.4	25.4	94.4	24.3	0.43
PC (%)	9.1	8.3	8.2	9.6	9.8	14.1	17.1	0.66
Cenizas (%)	5.6	5.1	4.1	4.6	4.6	5.6	5.4	0.43

Fuente: Evolución del valor nutritivo de la pulpa de naranja fresca almacenada durante siete días

Martínez et al. (2008), concluyeron que el estrato de 5-15 cm tuvo mayores valores de temperatura, lo que infirió una mayor intensidad en los procesos exotérmicos. El pH de los tres estratos no sobrepasó las 3.73. Lo antes analizado demostró que las cáscaras de naranja mantenidas en estas condiciones, en el tiempo estudiado, a pesar de las variaciones encontradas en la MS, ceniza y calcio no comprometen su uso en la alimentación de rumiantes (tabla 3). A pesar de sus limitaciones nutritivas, como son los bajos niveles de PC, P, altos contenidos de agua y pH inferior a 4 unidades.

Tabla 3.- Valores bromatológicos de las cáscaras de naranja al salir de la industria

	Mínimo	Media	Máximo	DS
MS	17.79	18.83	20.68	1.08
PC	6.44	7.71	8.92	0.96
MO	95.11	95.35	95.53	0.14
CEN	4.47	4.65	4.89	0.14
CA	0.81	0.88	0.98	0.05
P	0.1	0.11	0.14	0.01
pH	3.41	3.65	3.9	0.17

MS= Materia Seca, CEN=Ceniza, PC= Protein Cruda, MO= Materia Organica. CA:calico P:Fosforo, DS= Desviacion Stándard.

Fuente: Características nutritivas de los hollejos húmedos de naranja (*Citrus sinensis* cv. Valencia) mantenidos en estibas

Acorde con Bernal et al. (2014), es un alimento con alto contenido de humedad (78.1%) ya que el contenido promedio de materia seca determinado fue de 21.9%. La materia seca (MS) de la cáscara de naranja tiene en promedio 6.0% de proteína, y 2.5% de grasa. El contenido promedio de proteína de la cáscara de naranja es menor al 8% recomendado como mínimo para un correcto funcionamiento del rumen, lo cual es esencial para la buena salud y productividad de los animales (Tabla 4). La materia seca (MS) de la cáscara de naranja tiene en promedio 5.4% de cenizas (minerales), de los cuales en promedio 1.5% es calcio y 0.07% es fósforo. Esto indica que la cáscara de naranja tiene un contenido de calcio mayor al requerido por los animales en pastoreo (0.20 a 0.80% de calcio, para diversas clases de ganado en pastoreo). Esto indica también que la cáscara de naranja tiene un contenido muy bajo de fósforo, en comparación con los requerimientos normalmente indicados para ganado vacuno en pastoreo y engorde (0.12 a 0.34%) y para vacas en lactancia (0.32 a 0.44%), así como para ganado ovino (0.16 a 0.38%).

Tabla 4- Composición y valor nutricional de cáscara de naranja

Variable	Promedio	Mínimo	Máximo
Materia seca total (%)	21.9	13.6	32.3
Cenizas (%)	5.4	3.7	8.3
Proteína (%)	6	3.4	9.3
Grasa (%)	2.5	1.5	4.5
Fibra neutro detergente (%)	16.9	10.2	21.8
Hemicelulosa (%)	3.2	0.7	5.9
Celulosa (%)	12.4	7.4	37.1
Lignina (%)	0.8	0.05	1.8
Digestib <i>in vitro</i> de materia seca (%)	97.9	0.8	99.5
Energía Metabolizable (%)	2950	2831	3069
Calcio (%)	1.5	0.6	2.7
Fósforo (%)	0.07	0.01	0.17

Fuente: Desarrollo de tecnologías para la elaboración de nuevos alimentos para ganado con base en pulpa deshidratada de cítricos en la región centro de nuevo león.

Ensilaje de naranja

Benítez y Poveda, (2011), evaluaron el valor nutricional de dietas con base en cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), en ensilaje. Los tratamientos consistieron en 5 niveles de inclusión de cáscara de naranja 0, 10, 20, 30 y 40 %; se estimó caracterización organoléptica (color y olor durante los tiempos de fermentación (1, 3, 7, 21 y 28 días). Conjuntamente se determinó pH, materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), cenizas (CEN) y extracto no nitrogenado (ENN). Se analizaron coeficientes de digestibilidad (CD), con la técnica de bolsa dacrón móvil (TBDM) y un cerdo de 25 kg de peso, al cual previamente se le implantó una cánula duodenal; para esta prueba se escogieron los tiempos de fermentación (3, 7, 21 días) y los tratamientos con inclusión de cáscara de naranja T2 (10 %), T3 (20 %), T4 (30 %) y el control. Por último se

realizó aproximación económica de dietas. La evaluación organoléptica demostró variabilidad en color, debido al cítrico presente en los tratamientos; el olor fue influenciado por la presencia de ácidos, que proporcionaron olor agradable. El análisis químico fue significativo ($P < 0.01$), entre tratamientos y tiempos de fermentación, resultando un comportamiento favorable para T3 con valores promedios de pH (4.19), MS (49.7 %), PC (23.3 %), FC (1.8 %), EE (4.4 %), CEN (5.3 %) y ENN (62.29 %). Los tratamientos T2 y T3 reportaron CD mayores al control. Se propone el ensilaje cítrico con nivel de 20% para dietas iniciadoras de cerdos.

Fernández (2011), estudió el perfil nutricional del ensilaje de residuos de naranja con diferentes aditivos; realizó 36 micro silos de 5 kg; con 12 tratamientos con 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos fueron: cascara de naranja (CN) sola, CN + sorgo al 5%, CN + sorgo al 20%, CN + urea al 1%, CN + pollinaza al 30%. CN + soya al 10%, CN + sorgo al 5% urea al 1 CN + sorgo al 20% + urea al 1%, CN + sorgo al 5% + soya al 10%, CN + sorgo al 5% + pollinaza al 30%, CN + sorgo al 20% + pollinaza al 30%. Los micro silos se destaparon al día 45. Una vez abierto, se tomó una muestra de 400 gr para análisis de laboratorio para determinar el perfil nutritivo estándar por medio de la técnica NIRS (Espectroscopia infrarroja de espectro cercano). Los resultados más importantes muestran que en el ensilaje de CN + sorgo 5% + soya 10% se incrementó el contenido de proteína cruda (PC) 4.13 veces en comparación con el ensilaje de CN sola (6.05% PC), ($P < 0.001$). La grasa cruda (GC) se incrementó teniendo así que el ensilaje de CN sola tuvo 1.21% GC y el ensilaje de CN + sorgo al 5% + pollinaza al 30% alcanzó 4.74% de GC ($P < 0.001$). En cuanto a la fibra ácido detergente (FAD) se observó diferencia estadística significativa ($P < 0.001$) entre la FAD del ensilaje de CN sola 20.98% y el ensilaje de CN + sorgo 20% + urea 1% obtuvo solo 11.04%, asimismo en este ensilaje hubo diferencia estadística significativa ($P < 0.001$) referente a Fibra neutro detergente (FND) el registrado para el ensilaje de CN sola fue de 22.25% y para el ensilaje de CN + sorgo 20% + urea 1% fue de 13.18% ($P < 0.001$). De acuerdo a los resultados concluyeron que

las propiedades físico químicas de la CN favorecen el proceso de ensilaje y que al adicionarle aditivos como lo son sorgo, soya y pollinaza ocurre un enriquecimiento nutricional que mejora el contenido de algunos nutrientes de los componentes del ensilaje.

Triana et al. (2014), evaluaron dos subproductos agroindustriales: cascara de naranja y plátano de rechazo, sometiénolos a un bioproceso para la obtención de ensilados mediante inoculación del microorganismo *Lactobacillus buchneri*, proveniente del lactosuero. Se comprobó la eficiencia de los sustratos y del inoculante en la reducción del tiempo de fermentación, estabilización de las variables temperatura, pH, incremento del porcentaje de ácido láctico, crecimiento de bacterias ácido lácticas y determinación de calidad microbiológica y palatabilidad.

Digestibilidad *in vitro*

Oloche et al. (2012), evaluaron el valor nutritivo de cuatro dietas con diferentes niveles de harina de cáscara de naranja dulce (HCND), D1 (0% HCND), D2(12.5% HCND), D3 (25% HCND) y D4 (50% HCND) en cuanto a su composición química, producción de gas *in vitro* (PGIV), energía metabolizable (EM), digestibilidad de materia orgánica (DMO), ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y características de la producción de gas. Los resultados mostraron que las características de la producción de gas no mostró diferencia significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos. Los valores de potencial de producción de gas «b» y las fracciones potencialmente degradables 'a+ b' para todos los tratamientos dietéticos fueron similares ($P > 0.05$), pero los valores absolutos de D4 (50% HCND) para 'b' y 'a + b' (30.88 y 38.59) respectivamente, fueron superiores a los de D1, D2 y D3. La tasa de fermentación 'c' también fue similar entre los tratamientos. Volúmenes de producción de gas fueron afectados significativamente ($P < 0.05$) entre los tratamientos. La energía metabolizable de D4 (6.56 MJ / kg Ms) fue significativamente mayor que D1 (5.30 MJ/kg de MS), D2

(5.32 MJ/kg de MS) y D3 (5.39 MJ/kg de MS). La digestibilidad de la materia orgánica y los ácidos grasos de cadena corta siguieron la misma tendencia.

Kamalak et al. (2011), evaluaron el efecto de aumentar la dosis de aceite esencial de naranja en producción de gas *in vitro*, metano, ácidos grasos volátiles (AGV), producción de amoníaco, energía metabolizable (ME), digestibilidad de materia orgánica (OMD), digestibilidad de materia seca verdadera (TDMD) y digestibilidad de fibra detergente neutro (NDFD). Producciones de gas de harina de soja se midieron en 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h de incubación en presencia (100, 200, 400, 800 y 1200 mg/L) y en la ausencia de aceite esencial de naranja. La cinética de producción de gas se estimó con la ecuación exponencial no lineal $y = A(1 - \exp(-ct))$. La suplementación de naranja esencial aceite significativamente ($P < 0.001$) disminuyó los parámetros de fermentación y parámetros estimados como la producción potencial de gas (A), EM, TDMD, OMD, NDFD, producciones totales de ácidos grasos volátiles, metano y amoníaco. Las reducciones medias en A, ME TDMD NDFD, OMD, producciones de ácidos grasos volátiles, metano y amoníaco total fueron 0.022 0.033, 0.00209, 0.0197, 0.0213, 0.0414, 0.0207, 0.0093 unidades por mg de suplemento de aceite de naranja esencial, respectivamente. El presente estudio reveló que el aceite esencial de naranja tenía actividad antimicrobiana significativa causando una inhibición de la fermentación total. Por lo tanto, antes de la implementación a gran escala, otras investigaciones son necesarias para determinar el efecto del aceite esencial de naranja en la ingesta voluntaria de alimentos, rendimiento animal y la rentabilidad de la suplementación en vivo.

Hernawan et al. (2015), exponen que el contenido de nutrientes de los residuos de naranja dulce son altos pero que nunca plenamente utilizado, especialmente en animales alimentan industrias en Indonesia. Además, los residuos de naranja dulce contienen también componentes activos alta como antimicrobiano, antibacteriano, antimicótico, antioxidante, etc. Mientras tanto hay

una parte del rumen de ovejas que tiene una función estratégica en la transformación de fibra cruda en distintas fermentaciones que se llevan a cabo por los microbios del rumen. Se prevé que los componentes activos en los residuos de naranja dulce afecten el proceso digestivo en el rumen. Esta investigación fue dirigida a obtener información sobre digestibilidad de materia seca, AGV y NH_3 en la ración de ovejas con adición de residuos de naranja dulce. La investigación se realizó utilizando un Diseño Completamente al Azar en 4 tratamientos de residuos de naranja dulce en la ración, es decir, 0, 6, 9, 12% y 5 repeticiones. Las variables medidas fueron la digestibilidad de materia seca, producción de ácidos grasos volátiles (AGV) y NH_3 . El resultado mostró que los residuos de naranja dulce sobre el 6% dieron lugar a una tendencia descendente de los valores de digestibilidad de materia seca, producción de AGV y producción de NH_3 , pero los cuatro tratamientos (0, 6, 9, 12% residuos de naranja dulce) no fueron significativamente diferentes estadísticamente. En conclusión, disposición de residuos de naranja dulce en la ración hasta el 12% da el mismo efecto sobre el valor de digestibilidad de materia seca, producción de AGV y NH_3 .

Pascual et al. (2010), reportan que la producción de cítricos está muy extendida a nivel mundial (93 millones de toneladas anuales), aunque genera una gran cantidad de subproductos, que puede suponer en muchas ocasiones un problema medioambiental. Su utilización en alimentación animal puede contribuir a disminuir dicho impacto, y por otra parte a la mejora de la eficacia global del sector agrícola del áreas productoras y al mantenimiento de las comunidades rurales. Estos productos se caracterizan por tener un contenido en agua muy elevado (75-92%), que afecta su manipulación, almacenamiento y transporte, siendo éste uno de sus principales desventajas a la hora de su utilización en la alimentación animal. Sin embargo, su materia seca (MS) es muy rica en azúcares (15-65%) y pectinas (6-34%) lo que les confiere un valor energético importante. Contienen cantidades bajas de proteína bruta (3-13%) y muy poca cantidad de grasa bruta, principalmente en forma de aceites esenciales. La cantidad de fibra neutra detergente es variable (4.3-21%), pero se encuentra muy poco lignificada. La

introducción de estos subproductos en la alimentación del ganado debe hacerse de forma gradual y en sustitución de otros productos de características nutritivas similares, como por ejemplo cereales y/o pulpa de remolacha. Entre los productos frescos de los cítricos que más se utilizan en la alimentación animal destacan los frutos enteros de naranjas, clementinas y limones, la pulpa cítrica y el triturado de cítricos. En rumiantes son considerados como un alimento voluminoso energético. En general, a nivel ruminal los cítricos dan lugar a una menor producción de propiónico y láctico que los alimentos ricos en almidón, causando por tanto una menor disminución del pH ruminal. Sin embargo, la síntesis de proteína microbiana puede disminuir en raciones donde la pulpa sustituye a cereales. La mayoría de los trabajos muestran, como la utilización de los cítricos en sustitución de cereales, da lugar a un resultado dispar sobre la producción y composición en grasa de la leche, pero todos ellos coinciden en que no parecen afectar a la producción corregida de leche. El uso de subproductos cítricos en porcinos está mucho menos extendido y estudiado que en rumiantes. Aunque el ganado porcino es a priori menos capaz de extraer energía mediante fermentación, la mayoría de estudios en los que se ha valorado la pulpa cítrica como ingrediente en alimentación de porcino sugieren valores de ED similares a los descritos para rumiantes. Por su composición, en especial por el tipo de fibra que contiene (fácilmente fermentable), se puede incluir hasta un 10-15% en la fase final del crecimiento (de 80 hasta 120 kg), o en la gestación, donde su alto contenido en pectinas puede mejorar la sensación de saciedad y reducir los comportamientos.

Pulido de arroz

Es un subproducto obtenido en el proceso del pulido para la obtención de arroz blanco para consumo humano. Está constituido por parte de la almendra harinosa, la capa de aleurona y el germen, y representa del orden del 8% del peso del grano. En el proceso se obtienen además la cascarilla (20% del peso del grano), rica en fibra (65% FND) y en cenizas (20%, principalmente sílice) y arroz partido. El salvado de arroz es una buena fuente energética en todas las especies,

y sobre todo en rumiantes, dado su alto contenido en grasa (12-15%), su apreciable contenido en almidón (23-28%) y el bajo grado de lignificación (2.5% FDA) de su fracción fibrosa (17.5% FND). Tiene también un notable contenido en proteína, con una composición en aminoácidos esenciales relativamente bien equilibrada. Su contenido en fósforo es bastante alto (1.35%), pero en su mayor parte (90%) está en forma de fitatos. Su contenido en calcio es bajo, aunque en algunas partidas puede elevarse notablemente por la adición de carbonato cálcico. (Monroy y Vargas, 2004).

FEDNA (2012) comenta que el pulido arroz es el cereal más rico en almidón, en torno al 70%. Su endospermo se caracteriza por ser a la vez duro y vítreo, por lo que la temperatura de gelatinización del almidón es elevada (70°C) y su degradabilidad ruminal relativamente reducida (72%). Su contenido en proteína es bajo (7.5%) (Tabla 5) pero tiene un nivel aceptable en lisina (3.8%) con una digestibilidad elevada tanto en aves como en porcino. Su contenido en cenizas es muy escaso y su aporte en macro minerales prácticamente despreciable. Asimismo, su contenido en vitaminas es muy bajo.

Tabla 5.- Valores Nutricionales Pulido de Arroz.

Nutrientes	Valor (%)
Humedad	12.8
Cenizas	1.2
Proteína	7.5
Extracto Eterio	1.2

Fuente: Adaptado de FEDNA 2012

Samalvides, (2005) observó los análisis proximales del pulido de la blanqueadora 1 y 2 respectivamente, ambas con altos contenido de carbohidratos, lípidos y bajos contenidos de fibra cruda (tabla 6 y 7), esto último especialmente para la blanqueadora 2.

Tabla 6.- Composición Química de Pulido de Arroz.

Nutrientes	Valor (%)
Humedad	9.36
Proteína	11.77
Lípidos totales	17.9
Cenizas	8.03
Carbohidratos por diferencia	44.67
Fibra cruda	8.27
Total	100

Fuente: Incorporación de pulido de arroz como fuente de compuestos bio activos en el desarrollo de galletas

Tabla 7.- Composición Química de Pulido de Arroz.

Nutrientes	Valor (%)
Húmedad	15.47
Proteína	10.51
Lípidos totales	10.13
Cenizas	5.52
Carbohidratos por diferencia	55.46
Fibra cruda	2.91
Total	100

Fuente: Incorporación de pulido de arroz como fuente de compuestos bio activos en el desarrollo de galletas

Rodríguez (2017), indica que el pulido de arroz es un subproducto que es obtenido del proceso de elaboración del grano de arroz, específicamente de la etapa de blanqueado 1 y blanqueado 2. El pulido fue separado en tres fracciones y se le realizaron los análisis que se muestran con los resultados que se indican para la fracción pequeña, media y gruesa. Para la composición proximal, medida por los métodos de AOAC (1995), los resultados fueron para proteína 12.09; 12.05 y 10.66 % para las tres fracciones; para lípidos, 14.08, 15.68 y 12.31 %; para fibra cruda, 5.07, 7.17 y 5.85 %; para la ceniza, 8.19, 7.51 y 5,65 % y para la humedad, 10.13, 10.80 y 9.14.

Ensilajes con pulido de arroz

Forraje de pasto elefante en su primer corte fue cosechado a mano en época de lluvias (8.6 % MS, 67.6 % NDF), picado en trozos de 3 cm, y tratado con dosis de 4 por ciento de melaza y/o 15 por ciento de salvado de afrecho desgrasado (2.0 % grasa bruta) sobre una base de materia verde y ensilado en bolsas plásticas. Los resultados mostraron que el contenido de MS de los ensilajes fue de 13.4, 20.1 y 22.5 por ciento, y que las pérdidas por deterioro fueron de 5.6, 0.3 y 3.0 por ciento para los tratamientos con melaza, salvado de arroz y su mezcla, respectivamente. El tratamiento con salvado de arroz corriente mostró valores más altos para ácidos acético (6.7 % de MS) y propiónico (1.4 % de MS) y para N amoniacal, pero más bajos valores en ácido láctico. Los autores (Yokota et al., 1998) concluyeron que la combinación de melaza y salvado de arroz podían mejorar la calidad de la fermentación y facilitar la utilización del ensilaje por cabras, más que cualquier aditivo usado individualmente.

Arreaza y Montoya (1996), realizaron un experimento para establecer la capacidad del residuo agrícola "soca de sorgo", para alimentar bovinos en crecimiento. Se utilizaron 48 novillas de la raza Romosinuano de 12 meses de edad, estabuladas en corrales. La alimentación consistió en ensilaje de soca de sorgo a voluntad más 12 combinaciones de torta de algodón (TA) y salvado de arroz (SA) según un arreglo factorial de 3 x 4. Los niveles fueron 750, 1000 y 1500 g/d para TA y 0, 500, 750 and 1000 g/d para SA. Todas las raciones tuvieron urea (100 g/d) y sal mineral (60 g/d.). El experimento tuvo una duración de 71 días con 56 días experimentales. El consumo de la soca de sorgo ensilada y la ganancia de peso de los animales se incrementaron en forma lineal según el aporte de los suplementos siendo aditivo los efectos de ambos. Los resultados confirmaron que la estrategia de suplementar residuos fibrosos de cosechas con nutrientes para equilibrar la fermentación ruminal (urea y minerales) y aportar proteína sobre pasante conlleva a una mayor eficiencia alimenticia reflejada en un estímulo del consumo del componente básico de la dieta y una mejor tasa de ganancia de peso de los animales.

Thanh et al. (2013), realizaron un estudio de ensilaje a escala de laboratorio para investigar la calidad de la fermentación de Jacinto de agua, suplementado con melaza, salvado de arroz, como absorbente y un inoculante en forma de zumo vegetal fermentado y sus combinaciones. Después de marchitamiento los Jacinto de agua para 7 h a un contenido de materia seca (MS) de 240 a 250 g/kg, se aplicaron los siguientes tratamientos: i) Control (C), WH solamente; ii) WH con melaza de caña de azúcar a 40 g / kg WH (CM); iii) WH inoculado con el jugo vegetal fermentado a 10 ml / kg WH (CI); iv) CM y CI (CMI) combinada; v) WH con 150 g de salvado de arroz / kg WH (CA); vi) CA y CI combinados (CAI); vii) CA y CM combinan (CAM); y viii) CA, CM y CI combinado (CAMI). Después de la aplicación de aditivos, los forrajes tratados de manera diferente se mezclaron y ensilado por triplicado en frascos de polietileno de 1.500 ml. Después de ensilaje durante 3 d, valores de pH en todos los tratamientos, excepto C y CI, habían disminuido a aproximadamente 4.0 y se mantuvo baja hasta el 14 d. Después de 56 días, el pH había aumentado entre 0.4 a 0.9 unidades de pH en comparación con aquellos a los 14 días. El nitrógeno de amoníaco ($\text{NH}_3\text{-N}$) concentración oscila entre un nivel aceptable en el tratamiento CM (8 g/kg N) con un alto $\text{NH}_3\text{-N}$ valor en el tratamiento de CMI (16 g/kg de N). La formación de ácido láctico fue mayor en CI que en todos los otros tratamientos. El contenido de ácido butírico, que indica ensilajes mal fermentados, fueron bajas en todos los ensilajes (< 2 g/kg MS). Se observaron interacciones de dos vías (valores de P de < 0,001 a 0.045) para casi todos los productos finales de fermentación y pH, a excepción de la melaza $\times$ interacción inoculante en $\text{NH}_3\text{-N}$ (P = 0.26). Importantes interacciones de 3 vías se encuentran en todas las variables observadas a excepción de las pérdidas de peso de los ensilajes. Se concluye que la conservación de WH marchita como ensilaje para rumiantes se puede mejorar mediante la adición de melaza o salvado de arroz.

Melaza

FEDNA, (2012) La melaza es un líquido denso y negruzco constituido por el residuo que permanece en las cubas después de la extracción de la mayor parte

de los azúcares de remolacha y caña por cristalización y centrifugación. El contenido en materia seca de las melazas oscila alrededor de un 75% (Tabla 8). Son concentrados de hidratos de carbono. Los azúcares representan del orden del 80% de su contenido en materia seca. Como consecuencia, son muy palatables y su contenido energético es apreciable en todas las especies.

Tabla 8.- Valores Nutricionales de la Melaza

Nutrientes	Valor (%)
Humedad	26.8
Cenizas	10.1
Proteína	4.3
Extracto Etéreo	0.1

Fuente: adaptado de FEDNA 2012

El Laboratorio Agroalimentario y Medioambiental (2008), determinó que la melaza es un líquido viscoso de origen vegetal, de color marrón oscuro, procedente de la concentración de los caldos de producción de caña de azúcar. De calidad alimentaria (Tabla 9), sus propiedades como fertilizante son muy interesantes.

Tabla 9.- Composición química melaza de caña

Composición: Valores expresados en % pesos / pesos sobre la muestra	
pH	5
Humedad	26
Ceniza	12.3
Materia orgánica	61.7
Nitrógeno total	1.3
Fosforo	0.5
Potasio	4

Fuente: ficha técnica melaza

Acorde con Shimada (2004), dentro del panorama agrícola nacional, la caña de azúcar desempeña un papel muy importante, generando algunos subproductos

valiosos, que pueden ser utilizados en la alimentación animal (Tabla 10). De éstos la melaza se considera el más importante, por su elevada producción y debido a que se puede usar bajo las diferentes condiciones de engorda en corral de nuestro país.

Tabla 10.- Valor Nutricional de la Melaza

Componente	%
Humedad	22.4
Proteínas Cruda	3.4
Grasa Cruda	0.9
Fibra Cruda	0.2
Materia Mineral	11.1
Azucares	62

Fuente: *Uso de alto niveles de melaza en la raciones de bovinos finalizados en corral*

Rodríguez Ramírez et al. (2013), sostienen que la estrategia para mejorar y nutrir a la ganadería de ovinos en colima fue conocer las composición química de los subproductos industriales (Tabla 11) colectados en unidades de producción ovina de colima en el 2010 obteniendo los resultados de Melaza.

Tabla 11.- Composición Química de la Melaza

Nutrientes	Valor (%)
Materia Seca	77.75
Cenizas	12.45
Proteína	6.85

Fuente: *Composición química de los subproductos industriales utilizados en la alimentación de ovinos en colima*

La melaza de caña (75 % MS) es un subproducto ampliamente usado, agregándose hasta a razón de 10 por ciento de peso w/w para suplir carbohidrato fácilmente fermentable a ensilajes de forrajes tropicales. Su aplicación directa es difícil debido a su alta viscosidad, por lo que se recomienda diluirla, preferiblemente con un pequeño volumen de agua tibia para minimizar las

pérdidas por escurrimiento. Su aplicación en el ensilado de pastos tropicales, precisa una dosis alta de melaza (4 a 5 %). En forrajes de cultivos con muy bajo contenido de MS, una parte considerable del aditivo puede perderse en el efluente del silo en los primeros días del ensilaje (Henderson, 1993).

JUSTIFICACIÓN

La realización de esta investigación nace de proponer una alternativa más para la alimentación animal. Se prevén que cada año somos más personas en el mundo tanto como en México, en la actualidad vivimos más tiempo y siguen naciendo más personas, esto requerirá una demanda grande de consumo que proteínas de origen animal como carne y leche. De antemano sabemos que estamos en constantes cambios climatológicos y debemos de conservar los alimentos que tenemos en el momento. En la actualidad se pueden ir optimizando los sistemas que ya tenemos, teniendo más bioma en menos hectáreas. Constantemente buscamos alternativas para alimentar animales, entre ellas encontramos los arbustivas que son buenos para ensilar y que contienen niveles altos de proteínas como la *Moringa Oleífera* una leguminosa rica en proteína y *Leucaena leucocephala* también con un valor recomendable en proteína que compiten con los ingredientes tradicionales. El ensilaje es el producto de una fermentación bacteriana, utilizándolo en otro tiempo donde no tenemos alimentos o como estrategias de alimentación animal, con este método podemos conservar desechos agro industriales como cascarilla de naranja que es un desecho de la industria de jugo de cítricos por su propiedades bioquímicas adhiere al ensilaje una buena fermentación láctica gracias a su bajo pH de si ácido láctico, que se ocupa en la alimentación animal en el trópico, por otro lado pulido de arroz es una ingrediente que cada vez se conoce más como insumo para la producción animal por su aporte como fibra y ricos en carbohidratos que después de pulir el arroz se obtiene danos este ingrediente, por último la melaza que se aganado el uso por su facilidad como carbohidrato soluble y edulcorante en el usos de la alimentación animal y en los ensilajes para favorecer el crecimiento bacteriano que produce una buena estabilidad para estas, estos insumos cada vez son más utilizados en la producción animal de una forma que puede combinarse con otros ingredientes enriqueciendo el ensilaje y preservándolo en una condición óptima.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERAL

- Determinación de las propiedades nutritivas del ensilaje de Residuos de Naranja con *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* con, Pulido de Arroz y Melaza en diferentes tiempo de apertura

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinación de pH, %Humedad, %Materia Seca, %Ceniza, %Proteína Brutal, %Grasa y %Fibra bruta de los ensilajes.
- Determinación de la Digestibilidad de los ensilajes en un método in vitro.

HIPÓTESIS

El perfil nutricional y digestibilidad *in vitro* de ensilaje de subproducto de naranja con *Moringa Oleifera* será mejor que el combinado con *Leucaena Leucocephala* a 15, 30 y 45 días de apertura.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia "Dr. Norberto Treviño Zapata" en Ciudad Victoria Tamaulipas. En el centro oeste del estado, a una latitud de 20° 94 06" N y una longitud de 99° 07 51" O y a 321 msnm. Con una temperatura media anual entre 22° C y 25° C, la temperatura media de marzo a octubre es entre 21° C a 30° C. La precipitación pluvial media oscila entre 600 y 800 mm.

Materiales

Tabla 12.- Distribución de los tratamientos.

		Forraje						
		Moringa Oleifera			Leucaena leucocephala			
Nivel de Inclusión		10%		T1		T3		
		20%		T2		T4		
Ingredientes	T1		T2		T3		T4	
	10%	% Humedad	20%	% Humedad	10%	% Humedad	20%	% Humedad
Naranja	79	60.13	69	52.53	79.5	60.52	69.5	52.91
Moringa Oleifera	10	7.74	20	15.48	0	0	0	0
Leucaena Leucocephala	0	0	0	0	10	6.72	20	13.43
Melaza	5	1.25	5	1.25	5	1.25	5	1.25
Pulido de Arroz	6	0.77	6	0.77	5.5	0.7	5.5	0.7
Total	100	69.89	100	70.03	100	69.19	100	68.29

Primeramente se calcularon los porcentajes de los ingredientes en humedad y materia seca, obteniendo 4 tratamientos formulado en 2 nivel de *Moringa Oleífera* y *Leucaena leucocephala* con pulpa de naranja, pulido de arroz y melaza las cuales se sometieron al proceso de ensilaje.

Método

El proceso de ensilaje se realizó en 2 días, obteniendo 60 silos divididos en 3 etapas fermentativa de 15, 30 y 45 días. Los tratamiento contaron con 5 repeticiones de un peso de 2.5 kg, mezclados a mano hasta llegar a una muestra homogénea. Las mezclas se colocaron en bolsas plásticas transparentes, se sacaron el aire con ayuda de una aspiradora, sellando con cinta adhesiva colocados dentro de una segunda bolsa. Una vez obtenidos los silos se dejaron por 15, 30 y 45 días, se tomaron muestra de las repeticiones para evaluar los siguientes parámetros:

pH: la obtención de este parámetro es la toma de muestra en la parte interna Y externa del silo, la cantidad de 15 g lavada por agua destilada 150 ml durante 3 minutos, posteriormente filtra con gasas, la solución obtenida es muestreada con un potenciómetro de la marca Oakton instruments, Modelo waterproof pH testr 3, calibrado con una solución base de pH 7.

- %Humedad y %Materia seca total: se toman 15 g de muestra colocándolo en una caja de Petri que posteriormente se colocan dentro del horno por 24 horas a una temperatura de 110 °C.
- Materia seca parcial: se toma 156 g de muestra colocándolo en una caja de Petri que posteriormente se colocará por 72 horas dentro del horno de aire forzado a 50 °C. La cual se molieron para obtener los parámetros de
 - %Ceniza
 - %Grasa
 - %Proteínas
 - %Fibra
 - %Digestibilidad *in vitro* de materia seca

Modelo Estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ijk} = la puntuación del i sujeto bajo la combinación del j valor del factor A y el k valor del factor B.

μ = la media común a todos los datos del experimento.

α_j = el efecto o impacto de j nivel de la variable de tratamiento A.

β_k = efecto del k valor de la variable de tratamiento B.

$(\alpha\beta)_{jk}$ = efecto de la interacción entre el j valor de A y el k valor de B.

ε_{ij} = error experimental o efecto aleatorio de muestreo.

A las variables que se estudiaron: se les realizó un análisis de varianza en un diseño completamente al azar. El factor A fue el tipo de forraje de *Moringa Oleífera* y *Leucaena Leucocephala*, el factor B los niveles de inclusión (10%, 20%). En los casos de diferencia estadística en el análisis de varianza, se practicó una comparación de tratamientos por medio de contrastes ortogonales, en los cuales se comparó el tipo de forraje (Moringa vs Leucaena) y nivel de forraje (10% vs 20%). En todos los casos se consideró un nivel de significancia de 0.05 (Wayne, 2004).

RESULTADOS

Silos de 15 días

Los resultados encontrados en los silos abrieron a 15 días de fermentación en cuanto a pH, Análisis Proximal y Digestibilidad in vitro se encuentra en la tabla siguiente (Tabla 12)

Variable pH

El silo de *Moringa* muestra menor valor de pH que el silo de *Leucaena* ($P < 0.01$). No hay diferencias significativa en la pH en los silos con 10 y 20% de forraje ($P = 0.69$).

Variable Materia Seca

El silo de *Leucaena* muestra mayor valor de materia seca que los silos de *Moringa* ($P < 0.01$). No hay diferencias significativa en la Materia Seca en los silos con 10 y 20% de forraje ($P = 0.90$).

Variable Ceniza

No hay diferencia significativa en la ceniza en los silos de *Moringa* y *Leucaena* ($P = 0.52$). Los silos de 20% de forraje muestran mayor valor de ceniza que los silos de 10% de forraje ($P < 0.01$).

Variable Proteína Cruda

El silo de *Leucaena* muestra mayor contenido de proteína cruda que los silos de *Moringa* ($P < 0.01$). Los silos de 20% de forraje muestran mayor contenido de proteína cruda que los silos de 10% de forraje ($P < 0.01$).

Variable Extracto Etéreo

El silo de *Moringa* muestra mayor valor de extracto etéreo que el silo de *Leucaena* ($P < 0.02$). Los silos de 20% de forraje muestran una tendencia a mayor valor extracto etéreo que los silos de 10% de forraje ($P = 0.07$).

Variable Fibra Cruda

Nose observó diferencia significativa en la fibra cruda en los silos de *Moringa* y *Leucaena* (P=0.31). No hay diferencias significativa en la fibra cruda en los silos con 10 y 20% de forraje (P= 0.18).

Variable Extracto Libre de Nitrógeno

No se observó diferencia significativa en la extracto libre de nitrógeno en los silos de *Moringa* y *Leucaena* (P = 0.27). Tampoco se observó diferencia significativa en la extracto libre de nitrógeno en los silos con 10 y 20% de forraje (P = 0.27).

Tabla 13. Características de pH, bromatológicas y digestibilidad *in vitro* de materia seca de ensilajes a 15 días de fermentación.

	MORINGA (MOR)		LEUCAENA (LEU)			TIPO DE FORRAJE			NIVEL DE FORRAJE		
Item	10%	20%	10%	20%	EEM	MOR	LEU	P	10%	20%	P
pH	3.60B	3.54	3.63	3.70	0.02	3.57	3.67	<0.01	3.62	3.62	0.69
MS. %	25.73	25.05	28.31	29.12	0.49	25.39	28.72	<0.01	27.02	27.09	0.90
Ceniza. %	7.07	7.57	7.27	7.50	0.10	7.32	7.39	0.52	7.17	7.54	<0.01
PC. %	9.66	11.84	10.84	11.91	0.23	10.75	11.38	0.01	10.25	11.88	<0.01
EE. %	3.74	4.53	3.55	3.60	0.21	4.14	3.58	0.02	3.65	4.07	0.07
FC. %	17.50	16.46	18.73	17.17	0.93	16.98	17.95	0.31	18.12	16.82	0.18
ELN. %	62.05	59.61	59.60	59.82	0.99	60.83	59.71	0.27	60.83	59.72	0.27
DIVMS. %	74.76	69.68	68.79	69.26	1.64	72.22	69.03	0.07	71.78	69.47	0.18

Variable Digestibilidad *In vitro*

El silo de Moringa mostró una tendencia mayor valor de digestibilidad *In Vitro* que el silo de *Leucaena* ($P < 0.07$). No se observó diferencia significativa en la digestibilidad *in vitro* en los silos con 10 y 20% de forraje ($P = 0.18$).

Silos de 30 días

Los resultados encontrados en los silos abierto a 30 días de fermentación en cuanto a pH, análisis proximal y igestibilidad *in vitro* se encuentra en la tabla 13.

Variable pH

El silo de Moringa mostró menor valor de pH que el silo de *Leucaena* ($P < 0.01$). Los silos de 10% de forraje muestran mayor valor de pH que los silos de 20% de forraje ($P < 0.01$).

Variable materia seca

El silo de *Leucaena* mostró mayor valor de materia seca que los silos de Moringa ($P < 0.01$). No se observaron diferencias significativa en la materia seca en los silos con 10 y 20% de forraje ($P = 0.21$).

Variable ceniza

No se observó diferencia significativa en la ceniza en los silos de *Moringa* y *Leucaena* ($P = 0.11$), ni al comparar los silos con 10 y 20% de forraje ($P = 0.76$).

Variable proteína cruda

No se obsrvó diferencia significativa en la proteína cruda en los silos de *Moringa* y *Leucaena* ($P = 0.16$). Los silos de 20% de forraje mostraron mayor valor de proteína cruda vs los silo de 10% de forraje ($P < 0.01$).

Variable extracto etéreo

El silo de *Moringa* mostró mayor valor de extracto etéreo que el silo de *Leucaena* ($P < 0.05$). No se observaron diferencias significativa en el extracto etereo en los silos con 10 y 20% de forraje ($P = 0.60$).

Tabla 14.- Características de pH, bromatológicas y digestibilidad *in vitro* de materia seca de ensilajes a 30 días de fermentación.

	MORINGA (MOR)		LEUCAENA (LEU)		EEM	TIPO FORRAJE			NIVEL FORRAJE		
	10%	20%	10%	20%		MOR	LEU	P	10%	20%	P
pH	3.52	3.68	3.68	3.75	0.02	3.60	3.72	<0.01	3.60	3.72	<0.01
MS %	24.82	26.18	28.07	28.49	0.68	25.50	28.28	<0.01	26.45	27.34	0.21
CENIZA %	6.98	6.98	6.65	6.75	0.16	6.98	6.70	0.11	6.82	6.87	0.76
PC %	9.37	10.83	10.12	10.89	0.27	10.10	10.51	0.16	9.75	10.86	<0.01
EE %	3.97	4.11	3.75	3.38	0.22	4.04	3.57	0.05	3.86	3.75	0.60
FC %	17.77	14.98	16.07	16.74	0.64	16.38	16.41	0.99	16.92	15.86	0.11
ELN %	61.91	63.10	63.42	62.27	0.51	62.51	62.85	0.51	62.67	62.69	0.97
DIVMS %	76.70	74.53	70.60	70.60	2.01	75.62	70.60	0.03	73.65	72.57	0.60

Variable fibra cruda

No se observó diferencia significativa en la fibra cruda en los silos de *Moringa* y *Leucaena* ($P = 0.99$), ni al comparar los silos con 10 y 20% de forraje ($P = 0.11$).

Variable extracto libre de nitrógeno

No se observó diferencia significativa en extracto libre de nitrógeno en los silos de *Moringa* y *Leucaena* ($P = 0.51$), ni al comparar los silos con 10 y 20% de forraje ($P = 0.97$).

Variable digestibilidad *in vitro*

El silo de *Moringa* mostró mayor valor de digestibilidad *in vitro* que el silo de *Leucaena* ($P < 0.03$). No se observaron diferencias significativa en la digestibilidad *in vitro* en los silos con 10 y 20% de forraje ($P = 0.60$).

Silos de 45 días

Los resultados encontrados en los silos de 45 días en cuanto a pH, análisis proximal y digestibilidad *in vitro* se encuentra en la Tabla 14.

Variable pH

El silo de *Moringa* mostró menor valor de pH que el silo de *Leucaena* ($P < 0.01$), mientras que los silos de 10% de forraje mostraron mayor valor de pH que los silos de 20% de forraje ($P < 0.01$).

Variable materia seca

El silo de *Leucaena* mostró mayor valor de materia seca que los silos de *Moringa* ($P < 0.01$). No se observaron diferencias significativa en la materia seca en los silos con 10 y 20% de forraje ($P = 0.90$).

Variable Ceniza

No se observó diferencia significativa en ceniza en los silos de Moringa y *Leucaena* ($P = 0.37$). Los silos de 20% de forraje mostraron mayor valor de ceniza que los silos de 10% de forraje ($P < 0.02$).

Variable Proteína Cruda

El silo de *Leucaena* muestra mayor valor de Proteína Cruda que los silos de Moringa ($P < 0.02$). Los silos de 20% de forraje muestran mayor valor Proteína Cruda de que los silos de 10% de forraje ($P < 0.01$).

Variable extracto etéreo

No se observó diferencia significativa en el extracto etéreo en los silos de Moringa y *Leucaena* ($P = 0.25$). No se observaron diferencias significativas en el extracto etéreo en los silos con 10 y 20% de forraje ($P = 0.17$).

Variable fibra cruda

El silo de *Leucaena* mostró mayor valor de fibra cruda que los silos de Moringa ($P < 0.01$). Los silos de 20% mostraron una tendencia a incrementar el valor de fibra cruda que los silos con 10% de forraje ($P = 0.08$).

Variable extracto libre de nitrógeno

El silo de *Leucaena* mostró mayor valor de extracto libre de nitrógeno que los silos de Moringa ($P < 0.02$). No se observaron diferencias significativas en el extracto libre de nitrógeno en los silos con 10 y 20% de forraje ($P = 0.82$).

Variable digestibilidad *in vitro*

El silo de Moringa mostró mayor valor de digestibilidad *in vitro* que el silo de *Leucaena* ($P < 0.01$). No se observaron diferencias significativas en la digestibilidad *in vitro* en los silos con 10 y 20% de forraje ($P = 0.18$).

Tabla 15.- Características de pH, bromatológicas y digestibilidad *in vitro* de materia seca de ensilajes a 45 días de fermentación.

	MORINGA (MOR)		LEUCAENA (LEU)		EEM	TIPO FORRAJE			NIVEL FORRAJE		
	10%	20%	10%	20%		MOR	LEU	P	10%	20%	P
PH	3.51	3.67	3.65	3.74	0.01	3.59	3.70	<0.01	3.58	3.71	<0.01
MATERIA SECA. %	25.86	25.15	28.29	28.36	0.54	25.51	28.33	<0.01	27.08	26.76	0.56
CENIZA. %	6.88	7.62	6.90	7.24	0.20	7.25	7.07	0.37	6.89	7.43	0.02
PPROTEINA CRUDA. %	9.60	10.62	10.33	11.38	0.27	10.11	10.86	0.02	9.97	11.00	<0.01
EXTRACTO ETEREO. %	3.95	3.53	3.58	3.49	0.18	3.74	3.54	0.25	3.77	3.51	0.17
FIBRA CRUDA. %	17.99	16.49	15.11	13.52	0.81	17.24	14.32	<0.01	16.55	15.01	0.08
ELN. %	61.57	61.73	64.09	64.38	0.98	61.65	64.24	0.02	62.83	63.06	0.82
DIVMS. %	74.40	76.34	73.31	70.10	1.30	75.37	71.71	0.01	73.86	73.22	0.62

DISCUSIÓN

Influencia de tipo de forraje

pH: *Moringa Oleifera* fue mejor en la variable pH, en el día 15 fue significativa a *Leucaena Leucocephala* gracias a la inclusión de la naranja, esta misma variable siguió favoreciendo a *Moringa Oleifera* en el día 30 comparable con Vicente et al (2015), Benítez y Poveda, (2011) y 45 días comparable con Mendieta et al. (2009)

Materia Seca: *Leucaena leucocephala* fue mejor en la cantidad de esta variable en el día 15, 30 Y 45 días superior a *Moringa Oleifera* ya que en los análisis previos el contenido de humedad era menor para *Leucaena Leucocephala* comparable con Betancourt et al. (2002), Phesatcha y Wanapat (2015), Santana et al. (2015).

Proteína cruda: *Leucaena Leucocephala* tuvo un mejor nivel de proteína por el hecho de la variable materia seca reflejándose en el día 15 Y 45. Betancourt et al. (2002), y Phesatcha y Wanapat (2015) presentaron valores más altos.

Extracto etéreo: *Moringa Oleifera* mostró una diferencia significativa como tipo de forraje reflejado en el día 15 y 30, puesto que pierde este valor a los 45 días. La adición de la naranja reportó datos comparables con esta trabajo Fernández, (2011)

Fibra cruda: en esta variable sólo *Leucaena Leucocephala* tiene un efecto sobresaliente a los 45 días, lo cual es facilitado por la residuos de Naranja, favoreciendo la fermentación de Hemicelulosa (Triana et al., 2014).

Extracto libre de nitrógeno: al igual que la variable anterior solo *Leucaena Leucocephala* presentó un efecto sobresaliente a los 45 días, quizás esto se deba a que la menor fibra cruda reportada en los ensilajes 45 días sea la cantidad de

los azúcares libres, la adición de naranja favorece al ensilaje, Pascual et al. (2010).

Digestibilidad *in vitro*: en esta variable el efecto significativo entre los dos tipos de forraje es para Moringa Oleifera en los días 30 y 45, debido a que *Leucaena leucocephala* contiene taninos fenoles que disminuyen su digestibilidad; este dato fue superior a los presentados por Gutiérrez et al. (2015) y Paengkoum et al. (2013).

Influencia de nivel de forraje

pH: el efecto marcado para esta variable es del 10% en los días 15, 30 y 45, debido a la cantidad de naranja, creando un medio más ácido, que aún nivel del 20%. Al tener menor materia seca y mayor humedad esto favorece su pH (Montejo, 2008)

Ceniza: en esta variable con el 20% de la inclusión del forraje en el ensilaje mostro efecto notorio en 15 y 45 días, este efecto esta ligado a la cantidad de materia seca, por ende esto favorece al tipo de forraje, que fue mejor en la variable de Materia Seca como lo comenta Betancourt et al (2002), Phesatcha y Wanapat (2015), y Santana et al (2015)

Proteína cruda: por otro lado el 20% de inclusión de forraje fue notorio en los 15, 30 y 45 días, esto podría estar ligado el tipo de forraje que fue mejor en la variable de Proteína Cruda como lo comenta Santana et al (2015) en su investigación del 25% de inclusión de forraje, favorece a esta misma variable como también a la variable de Materia Seca.

CONCLUSIONES

Los ensilajes de residuos de naranja con los 2 forrajes tienen un nivel de proteína aceptable, y en cuanto al pH todos los ensilajes presentaron valores debajo de 4, lo que indica que son de buena calidad. Mientras que la digestibilidad de Moringa fue mejor, no se observaron diferencias significativas en respuesta a nivel de forraje.

LITERATURA CITADA

Aderinola, O. A., and R. Binuomote. 2014. Comparative study on the in-vitro digestibility of moringa oleifera, gliricidia sepium and blighia sávida. Departmen of Animal Production and Health, adoke Akintola University of Technology, Oyo State, Nigeria. 3:2341-2347.

Arreaza, L. C. y J. A. Montoya. 1996. Alimentación de novillas con soca de sorgo ensilada y suplementos proteicos. Revista Digital Livestock Research for Rural Development 8 (2).

Asaolu, V., R. Binuomote, D. Okunlola and O. Oyeniyi. 2015. Characteristics of *Moringa oleifera* silage with mixtures of *Panicum maximum* and wheat offals. Journal of Natural Sciences Research. 5:121-130.

Benítez, S. y A. Poveda. 2011. Evaluación nutricional de ensilajes con diferentes niveles de inclusión de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) y digestibilidad *in vivo* como alternativa energética para alimentación de cerdos. Revista Colombiana de Ciencia Animal. 4:20-28.

Bernal, H., N. C. Vázquez, E. Garza, A. S. Juárez, M. A. Cerrillo, y E. Gutiérrez. 2014. Desarrollo de tecnologías para la elaboración de nuevos alimentos para ganado con base en pulpa deshidratada de cítricos en la región centro de nuevo león. [En línea] http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/19/2013/anuales/anu_627-25-2014-05-2.pdf (Consultada 26 enero 2017).

Betancourt de Flores, M., T. Clavero y R. Razz. 2002. Características nutritivas del ensilaje de *Leucaena leucocephala* con diferentes aditivos. Revista Científica Vol. XII-Suplemento 502-504 Rev. MVZ Córdoba 20 (Supl): 4895-4906.

Boari, R., N. Chuard, V. Fernández, y P. Pouiller. 2014. Mercado de Ganados y Carnes; Proyecciones 2023. OCDE-FAO. Noviembre.

Botero M. I. C., J. M. Cantet, S. Montoya, G. A. Correa, y R. Barahona. 2013. Producción de metano *in vitro* de dos gramíneas tropicales solas y mezcladas con *Leucaena leucocephala* o *Gliricidia sepium*. Scientific electronic library online. Ces. Med. Vet. Zootec Vol 8, no 2.

C+E Analítica. 2008. Ficha técnica melaza de caña, Laboratorio Agroalimentario y Medioambiental, Rev. 1. Pag 1 de 1. La Rinconada, Sevilla, España.

Elferink, S., F. Driehuis, J. C. Gottschal, and S. F. Spoelstra. 2000. Silage fermentation processes and their manipulation. FAO. Plant Production and Protection Papers. 17-30.

Fernández, A. J. 2011. Perfil nutricional de reciclaje de residuos de naranja con diferentes aditivos. Tesis como requisito parcial para obtener título de Médico Veterinario Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. 2012. Arroz pulido (rev. Nov. 2016) [En línea] <http://www.fundacionfedna.org/node/365> (Consultada 26 enero 2017).

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal 2012. Melazas de caña, [En línea] http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/melazas-de-caña. (Consultado el día 26 de enero de 2017).

Garcés, A., L. Berrio, S. Ruiz, J. G. Serna de León, y A. F. Builes. 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. Rev. Lasall. Inv. 1:66-71.

Garcés M. 2004. Ensilaje como fuente de alimentacion para ganado. Revista lasallista de investigacion vol 1 no. 1 junio.

García, D. E., M. G. Medina, C. Domínguez, A. Baldizán, J. Humbría y L. Cova 2006. Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado Trujillo, Venezuela. Zootecnia Tropical. Vol. 24:1-8.

García, D. E., H. Wencomo, M. Medina, P. Moratinos y L. J. Cova. 2009. Caracterización de la calidad nutritiva de 53 accesiones del género leucaena en condiciones tropicales, pastos y forrajes. vol. 32, no. 1.

Gaviria, X., J. Rivera y R. Barahona. 2015. Calidad nutricional y fraccionamiento de carbohidratos y proteína en los componentes forrajeros de un sistema silvopastoril intensivo. Pastos y Forrajes. 38:194-201.

González R. A., M. F.A. Lucero, F. P.Zárate, M. J. Hernández, H. M. A. Ibarra, M. A. G. Limas, y G. J. C. Martínez. 2013. Evolución del valor nutritivo de la pulpa de naranja fresca almacenada durante siete días, Zootecnia Trop. 31:159-164.

Guzmán, H. S., A. Zamarripa-Colmenares y L. G. Hernández-Duran. 2015. Calidad nutrimental y nutraceutica de hoja de moringa proveniente de árboles de diferente altura. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 6:317-330.

Gutiérrez, D., E. Borjas, R. Rodríguez, Z. Rodríguez, R. Stuart y L. Sarduy. 2015. Evaluación de la composición química y degradabilidad ruminal *in situ* de ensilaje mixto con *Pennisetum purpureum* cv Cuba CT-169: Moringa oleífera. Avances en Investigación Agropecuria. 19:7-16.

Henderson, N. 1993. Silage additives. Anim. Feed Sci and Tech. 45:35-56.

Hernawan, E., L. Adriani, and U. H. Tanuwiria. 2015. Dry matter digestibility, VFA and NH_3 production *in vitro* of sheep rations supplemented sweet orange waste. *Lucrări Științifice-Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară, Seria Zootehnie*. 63:81-86.

Honig, H., and M. K. Woolford. 1980. Changes in silage on exposure to air. Thomas (ed.) *Forage Conservation in the 80s. Occasional Symposium No. 11*. British Grassland Society, Hurley, Berkshire, UK. p.76-87.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2012. Volumen y crecimiento, Población total por entidad federativa, 1895 a 2010. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/Default.aspx?t=mdemo148&s=est&c=29192>, [Consultado en enero de 2017]. Fecha de actualización: Jueves 16 de febrero de 2012.

Kamalak, A. D., E. M. Atalay, A. I. Ozkan, C. O. Tatliyer, and E. Kaya. 2011. Effect of essential orange (*Citrus sinensis* L.) oil on rumen microbial fermentation using *in vitro* gas production technique. *J. Anim. Plant Sci.* 21:764-769.

Llanderal O. T. 2007. *Sistemas silvopastoriles*. Subsecretaría de Desarrollo Rural Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural, Secretaria De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Diciembre.

Manual de Procedimientos Analíticos. 2003. Yado P. R., J. Salinas, y H. Hernández. Primera Edición. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia "Dr. Norberto Treviño Zapata". Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

Martín, C., G. Martín, A. García, T. Fernández, E. Hernández y J. Puls. 2013. Potenciales aplicaciones de *Moringa oleifera*. Una revisión crítica, *Pastos y Forrajes*, Vol. 36:137-149.

Meless, A. Steingass H. Boguhnand J. Rodehutsord, M. 2012. *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. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 3:537-546

Mendieta, A. B., E. Spörndly, N. Reyes-Sánchez, L. Norell and R. Spörndly, 2009. Silage quality when *Moringa oleifera* is ensiled in mixtures with Elephant grass, sugar cane and molasses. *Grass and Forage Science*. 64:364-373.

Monroy, C. A. y A. O. Vargas. 2004. Estudio de caracterización, proceso de obtención y usos del salvado de arroz, Universidad del Tolima, Facultad de Agronomía, Programa Ingeniería Agroindustrial, IBAGUE [Enlínea]:<http://www.monografias.com/trabajos15/salvado-arroz/salvadoarroz.shtml#ixzz4WoBVApqv>

Montejo, L., O. Lopez, T. Sánchez, S. Muetzel, K. Becker y L. Lamela. 2012. Efecto del nivel de inclusión de soya en la digestibilidad in vitro de la harina de piscidium de *Moringa oleífera*. *Pastos y Forrajes*. Vol 35: No 2.

Nelson, G. C., M. W. Rosegrant, J. Koo, R. Robertson, T. Sulser, T. Zhu, C. Ringler, S. Msangi, A. Palazzo, M. Batka, M. Magalhaes, R. Valmonte-Santos, M. Ewing, y David Lee. 2009. Cambio climático, El impacto en la agricultura y los costos de adaptación, Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias. IFPRI Washington, D.C. Actualizado en Octubre.

Nguyen T., M. Wanapat, K. Phesatcha, y S. Kang. 2016. Effect of inclusion of different levels of *Leucaena* silage on rumen microbial population and microbial protein synthesis in dairy steers fed on rice straw. 30:181-186.

Noguer M. J. y Valles C. A. 2006. EL ENSILADO Y SUS VENTAJAS. Hojas

Divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Madrid, Octubre.

Oloche, J., I. O. A. Oluremi and J. A. Ayoade. 2013. Chemical Composition, *In Vitro* Digestibility and Gas Production Characteristics of Diets Containing Sweet Orange (*Citrus Sinensis*) Peel Meal. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 5:2319-2372.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2014. La situación demográfica en el mundo. Informe conciso.

Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2009. La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050. Foro de Expertos de Alto Nivel. Roma 12-13 Octubre, 2009.

Paengkoum, P., S. Traiyakun, and S. Paengkoum. 2013. Intestinal digestibility of enriched-protein fodders measured by mobile bag incubated with or without pepsin-HCl and three-step techniques. *South African Journal of Animal Science*. 43:511-518.

Palma, M, M. Aguirre, C. Cárdenas y A. Moya. 1999. Valor nutritivo de tres leguminosas arbóreas en el trópico seco de México. *Pastos y Forrajes*. Vol 1, Pag.58-63.

Pascual, J. J., Piquer O., Cerisuelo A, y Fernández C. 2010. Los cítricos frescos en la alimentación animal. [Enlínea]: http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/File/los_citricos_frescos_en_la_alimentacion_animal (Consultada 26 enero 2017).

Pedraza, R. M., O. La, J. Estévez, G. Guevara, and S. Martínez. 2003. Degradabilidad ruminal efectiva y digestibilidad intestinal in vitro del nitrógeno del follaje de leguminosas arbóreas tropicales. *Pastos y Forrajes*. Vol. 26, No. 3.

Phesatcha, K. and M. Wanapat. 2016. Improvement of nutritive value and in vitro ruminal fermentation of Leucaena silage by molasses and urea supplementation. Asian-Australasian J of Anim Sci. 29:1136–1144.

Pérez A., Sánchez T., Armengol N. y F. Reye. 2010. Características y potencialidades de Moringa oleifera, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal, Pastos y Forrajes Vol. 33 No. 4.

Rahim F., A. Carrillo, A. Rocha, M. A. Alvarado, and M. L. Cárdenas. 2012. Nutrient content *in vitro* dry matter digestibility of gliricidia sepium (jacq). Walp. and leucaena leucocephala (lam. De wit). Journal of Animal and Veterinary Advance 11:1708-1712.

Rodríguez, M. B. 2007. Determinación de la composición química y propiedades físicas y químicas del pulido de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Ciencia de los Alimentos. Escuela de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Austral de Chile.

Rodríguez, M. R., A. González, M. Silva, A. Yáñez y C. Gómez. 2013. Composición química de los subproductos industriales utilizados en la alimentación de ovinos en colima, Capítulo 2. pag. 35. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Rodríguez, R., B. Mendieta, y N. Reyes. 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. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua.

Samalvides, H. 2005. Incorporación de pulido de arroz como fuente de

compuestos bioactivos en el desarrollo de galletas. Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de magíster en ciencias agropecuarias mención en producción Agroindustrial. 99p Escuela de Postgrado, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Santana, A., M. Cisneros, Y. Martínez, and Y. Pascual. 2015. Conservation and chemical composition of *Leucaena Leucocephala* plus fresh or wilted *Pennisetum purpureum* mixed silages, Scientific electronic library online Rev. MVZ Cordoba Vol. 20, No 1.

Saval, S. 2012. Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. Instituto de Ingeniería, UNAM, Ciudad Universitaria, México, D.F. Biotecnología. Vol. 16 No. 2.

Scerra, V., P. Caparra, M. Lanza, and A. Priolo. 2001. Roitus pulp and wheat straw silaje as an ingredient in lamb diets: effects on growth and carcass and meat quality". Small Ruminant Research. 40:51-56.

Shimada, A. 2003. Nutrición Animal. Editorial Trillas. México.

Shimada, A. 2004. Uso de altos niveles de melaza en raciones de bovinos finalizados en corral. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Fisiología Km. 1 Carret. Ajuchitlán-Colón. Ajuchitlán, Qro. México.

Triana, E., F. Leal, Y. Campo, y H. Lizcano 2014. Evaluación de ensilaje a partir de dos subproductos agroindustriales (cascara de naranja y plátano de rechazo) para alimentación de ganado bovino. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias y Tecnología de Alimentos. 22:33-45.

Weinberg, Z. G., and R. E. Muck. 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. Rev. FEMS Microbiol. 19:53-68.

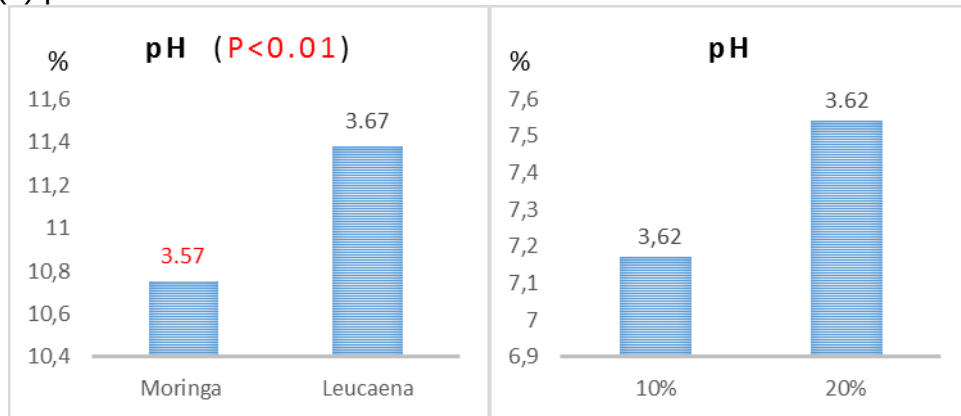
Yokota, H., Y. Fujii, and M. Ohshima. 1998. Nutritional quality of Napier grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) silage supplemented with molasses and rice bran by goats. Asian-Australasian J of Anim Sci. 11:697-701.

Zárate, R. S. 1987. *Leucaena leucocephala* (Lam.). Publicado en: Phytologia. 63:304-306.

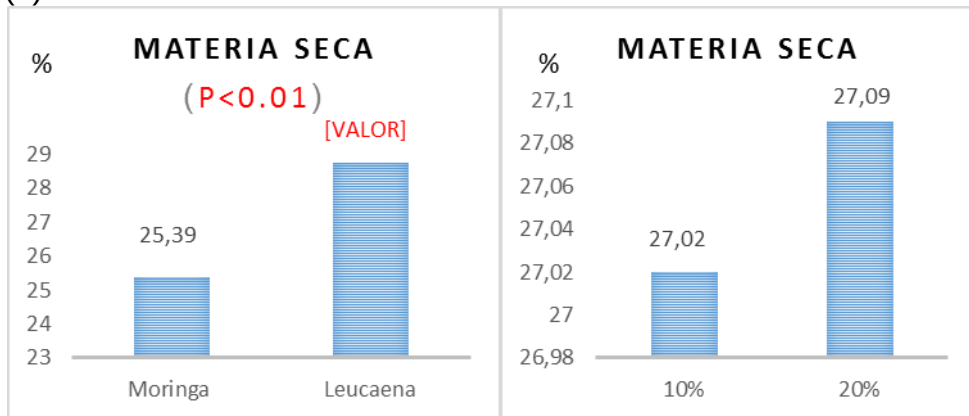
ANEXO

Silos de 15 días

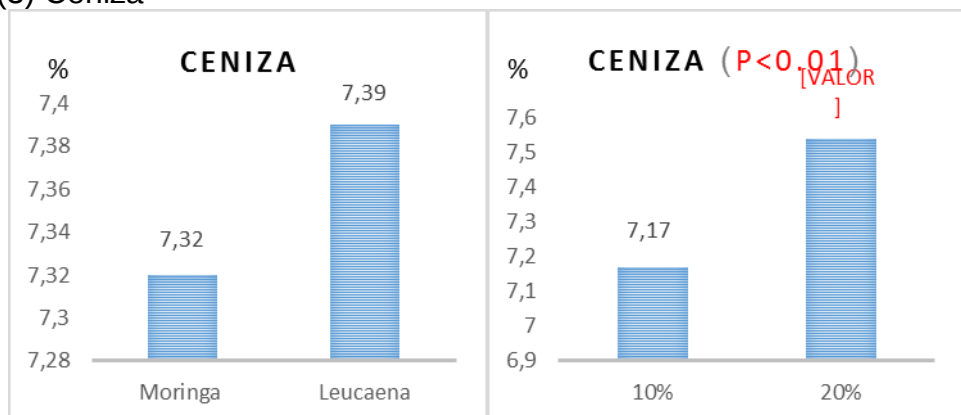
Grafica (1) pH



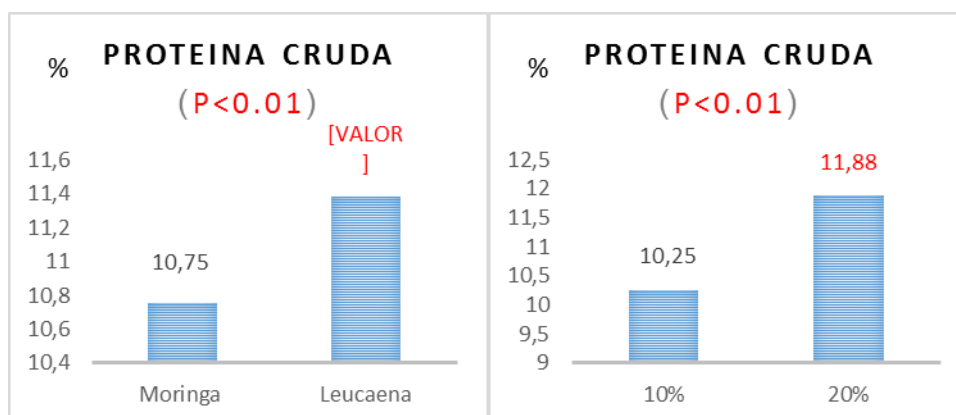
Grafica (2) Materia Seca



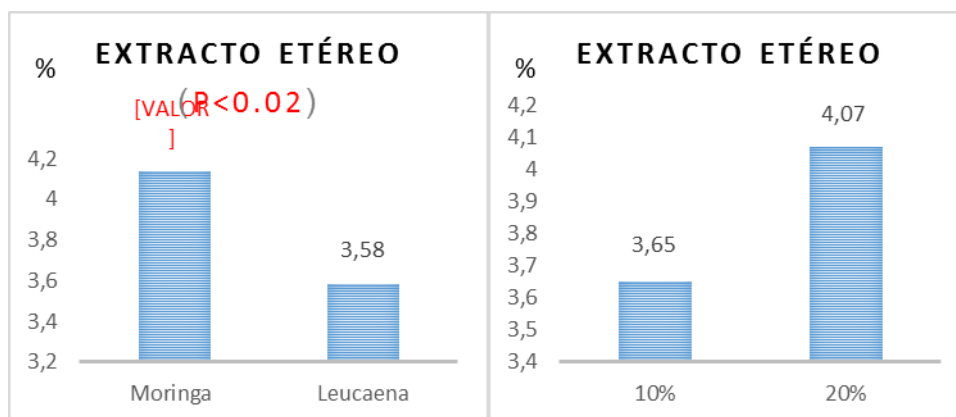
Grafica (3) Ceniza



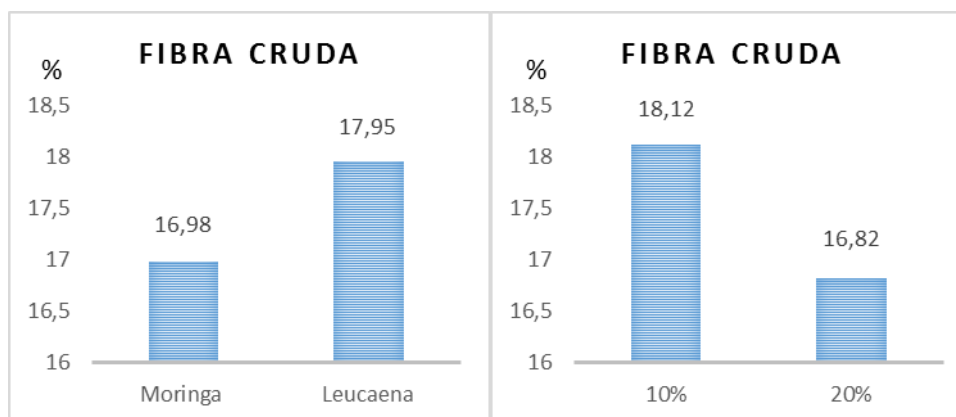
Grafica (4) Proteína Cruda



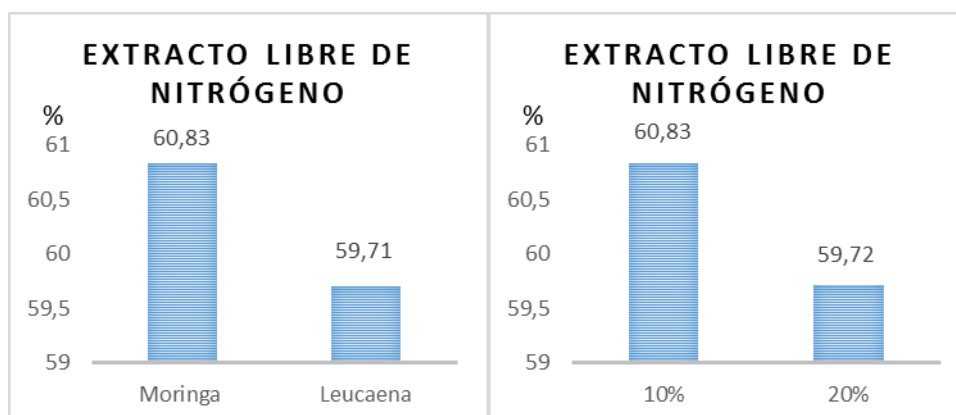
Grafica (5) Extracto Etéreo



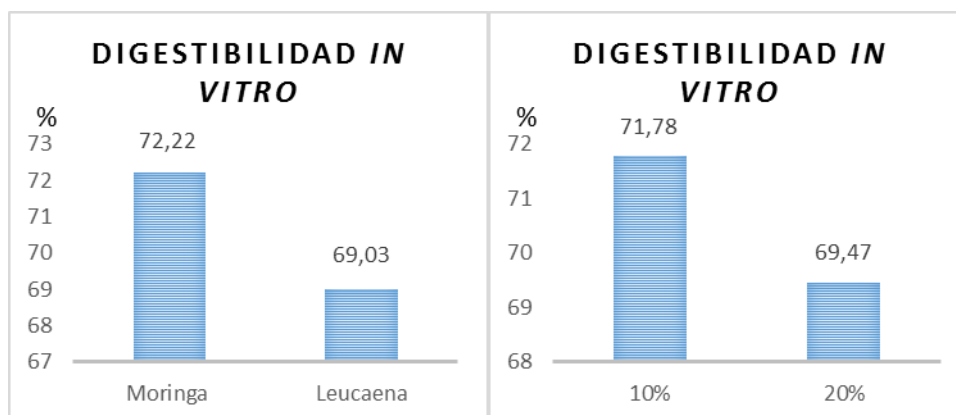
Grafica (6) Fibra Cruda



Grafica (7) Extracto Libre de Nitrógeno

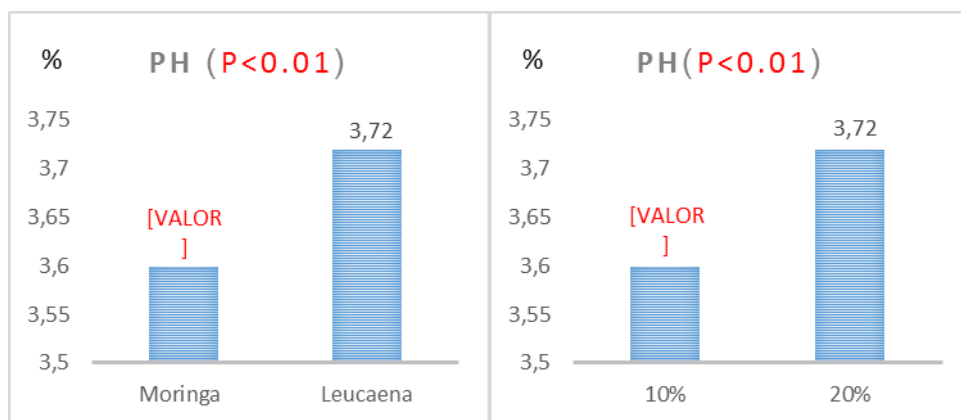


Grafica (8) Digestibilidad In Vitro

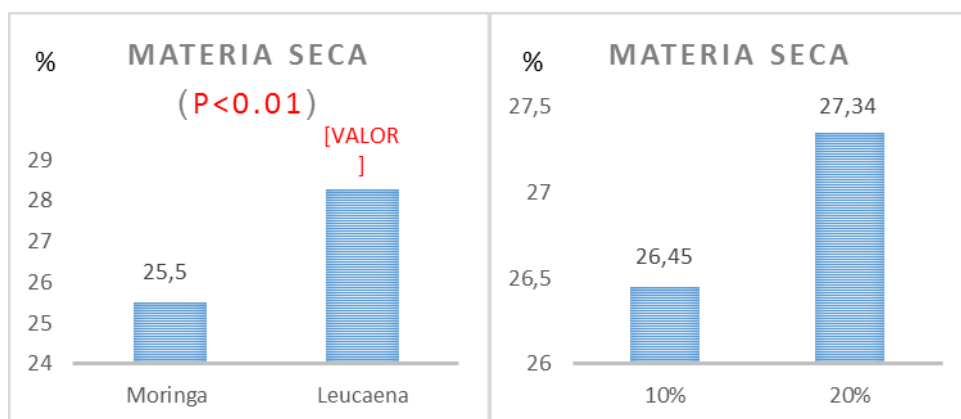


Silos de 30 días

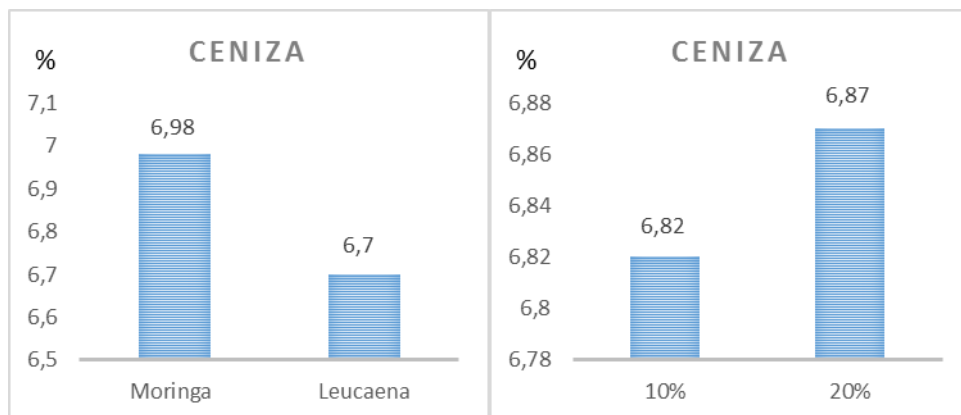
Grafica (9) pH



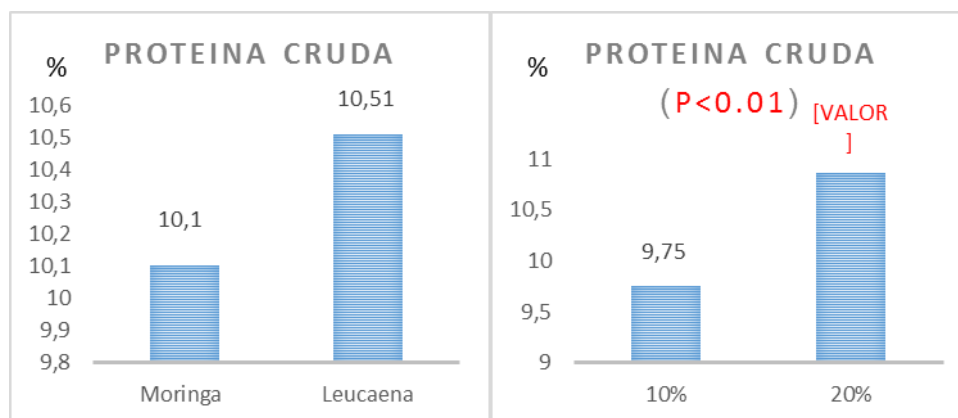
Grafica (10) Materia Seca



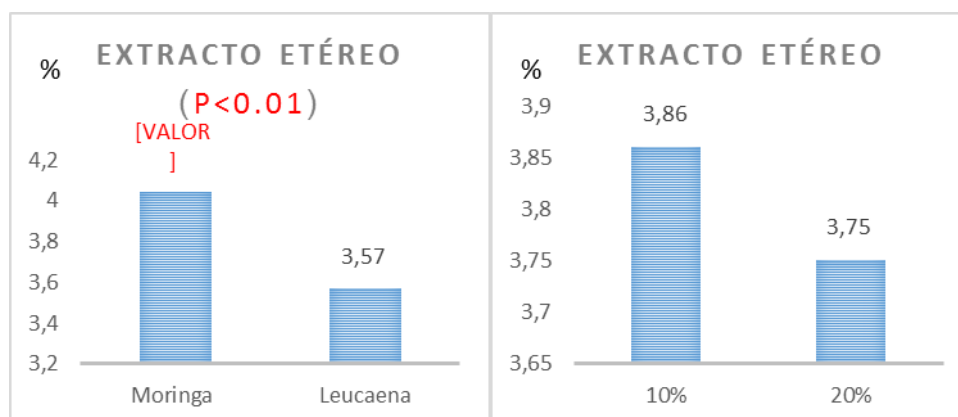
Grafica (11) Ceniza



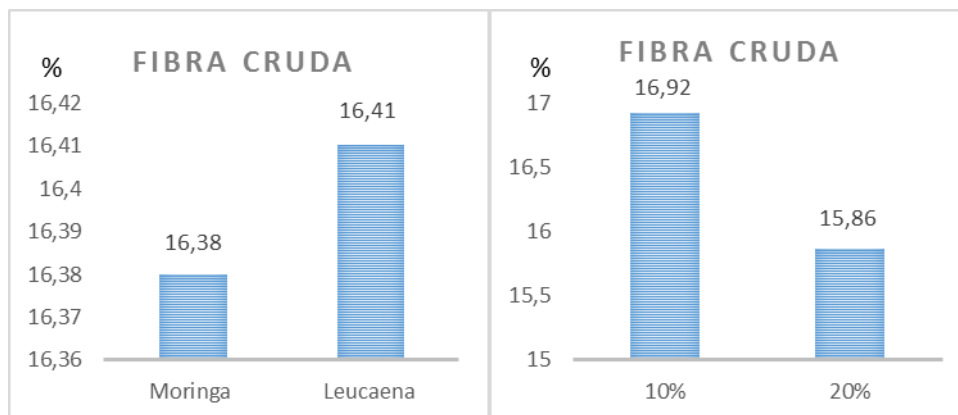
Grafica (12) Proteína Cruda



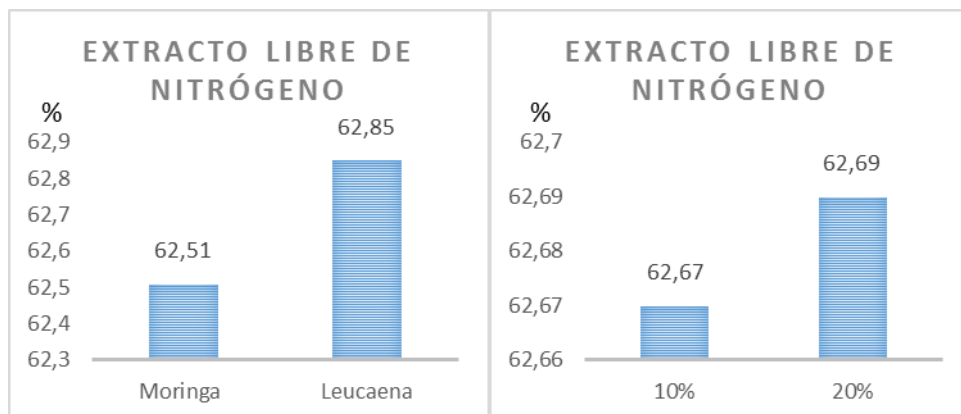
Grafica (13) Extracto Etéreo



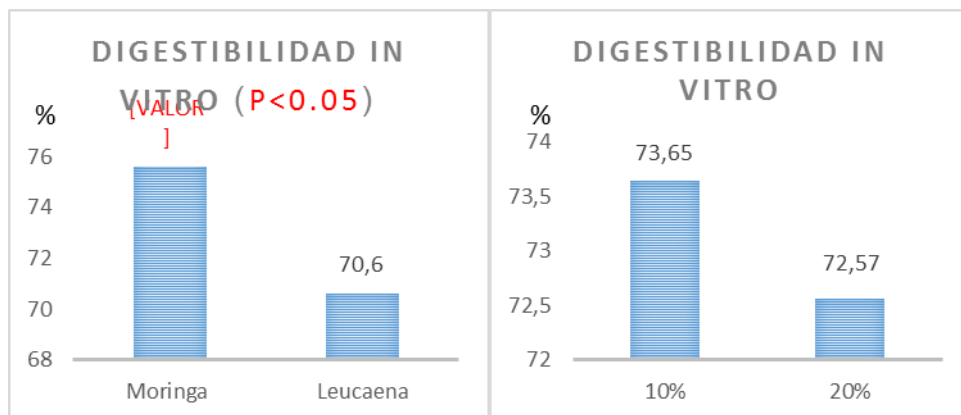
Grafica (14) Fibra Cruda



Grafica (15) Extracto Libre de Nitrógeno

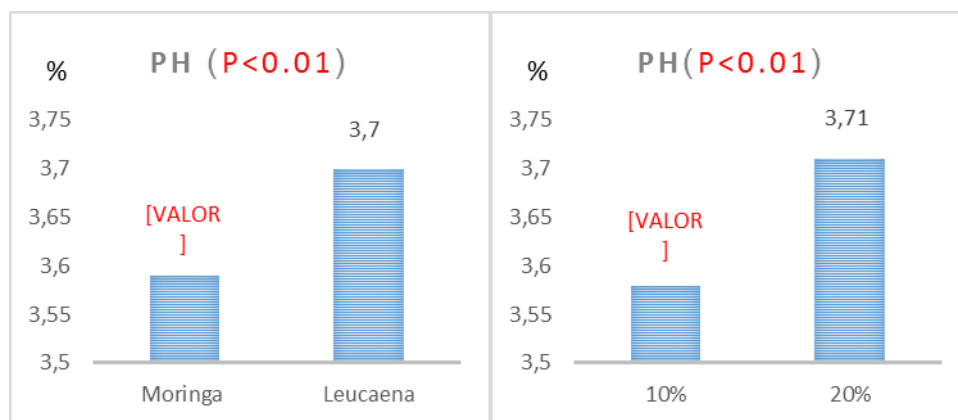


Grafica (16) Digestibilidad In Vitro

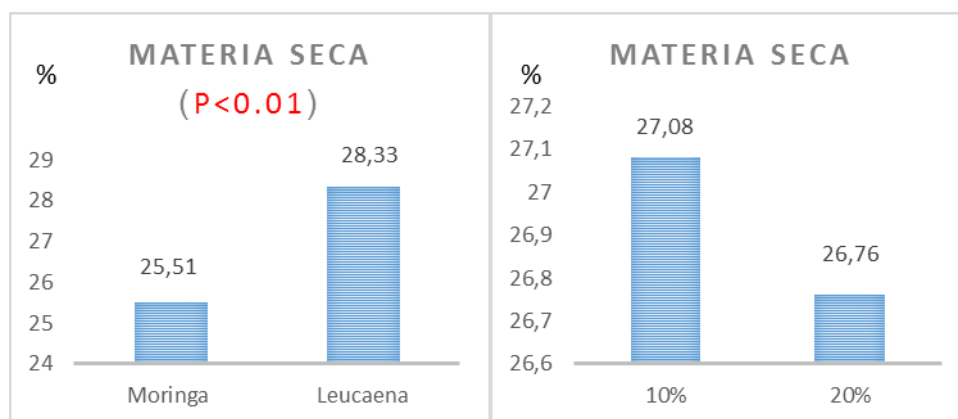


Silos de 45 días

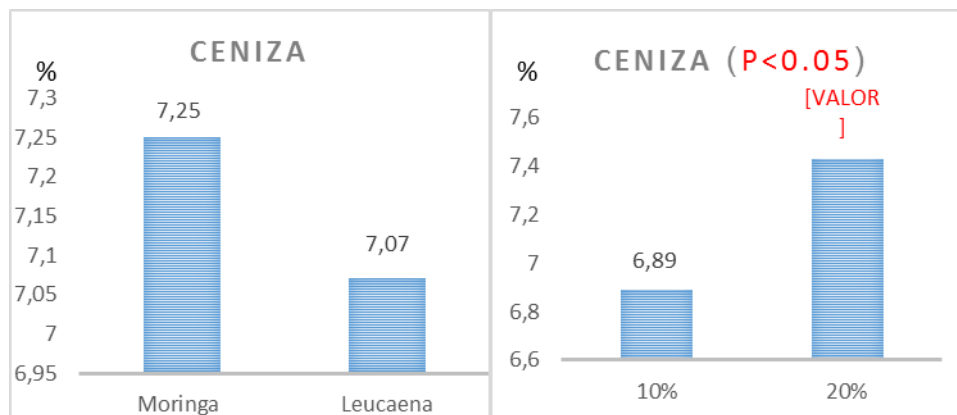
Grafica (17) pH



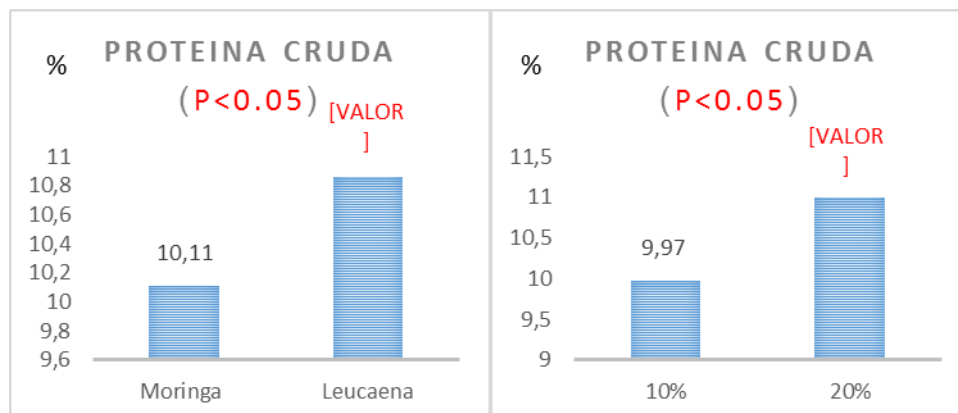
Grafica (18) Materia Seca



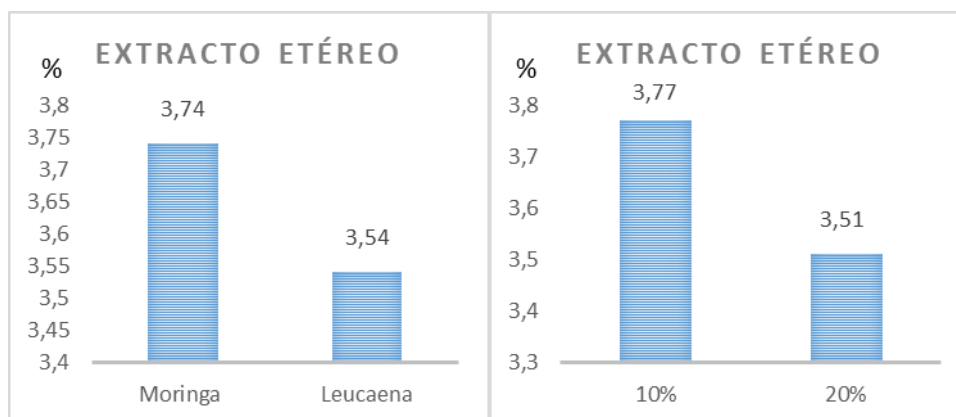
Grafica (19) Ceniza



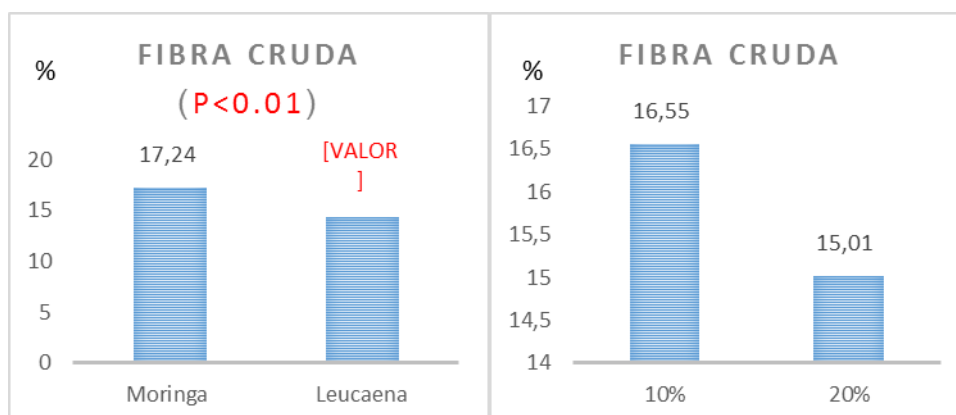
Grafica (20) Proteína Cruda



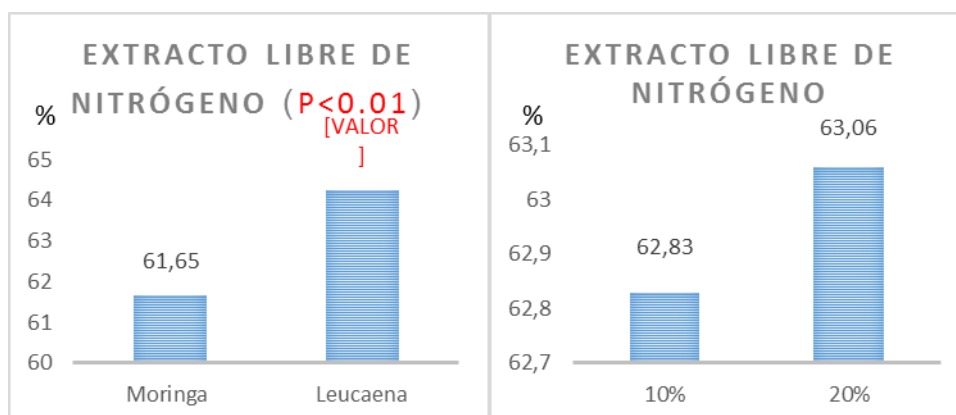
Grafica (21) Extracto Etéreo



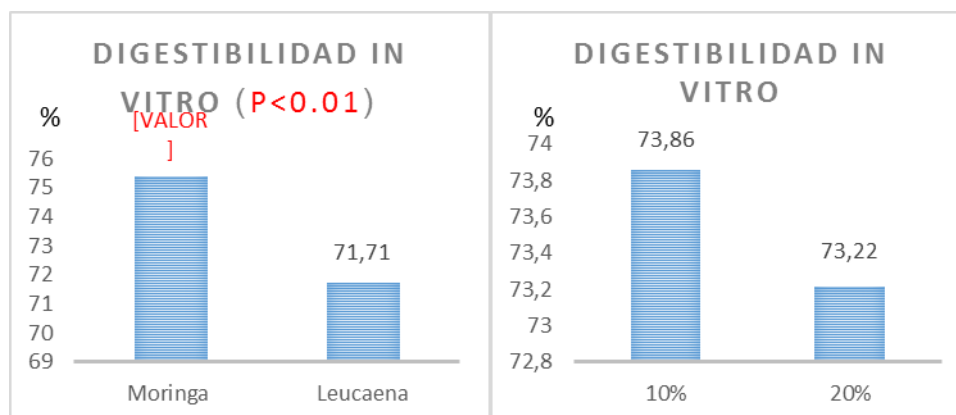
Grafica (22) Fibra Cruda



Grafica (23) Extracto Libre de Nitrógeno



Grafica (24) Digestibilidad In Vitro



Imágenes del trabajo

Imagen 1.- Ingredientes: Moringa, Leucaena y residuos de naranja



Imagen 2.- Elaboración de la mezcla a ensilar



Imagen 3.- Silos elaborados



Imagen 4.- apertura de los silos y tomas de muestra para pH y materia seca



Imagen 5.- Toma de pH con el potenciómetro



Imagen 6.- Moliendo las muestras de silo para bromatológico



Imagen 7.- Determinación de proteína bruta



Imagen 8.- Determinación de fibra cruda



Imagen 9.- Determinación de digestibilidad *in vitro*