

2023

Caracterización nutricional de la Guásima
(*Guazuma ulmifolia*) como alternativa para
alimentación de ovinos.

MVZ. Nora Lilia Hernández Santos



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ciencias Naturales

Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable

Caracterización nutricional de la Guásima (*Guazuma ulmifolia*) como alternativa para alimentación de ovinos.

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Maestra en Salud y Producción Animal Sustentable.

Presenta

MVZ. Nora Lilia Hernández Santos

Dirigido por:

Dr. Juan Carlos Silva Jarquín.

Querétaro, Qro. marzo del 2023.



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de
Información



Caracterización nutricional de la Guasima (Guazuma
ulmifolia) como alternativa para alimentación de
ovinos.

por

Nora Lilia Hernández Santos

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Clave RI: CNMAC-223448-0323-323



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ciencias Naturales

Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable

Caracterización nutricional de la Guásima (*Guazuma ulmifolia*)
como alternativa para alimentación de ovinos.

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Maestra en Salud y Producción Animal Sustentable

Presenta

MVZ. Nora Lilia Hernández Santos

Dirigido por:

Dr. Juan Carlos Silva Jarquín.

Dr. Juan Carlos Silva Jarquín.

Presidente

Dra. Tércia Cesária Reis de Souza

Secretario

Dr. José Guadalupe Gómez Soto

Vocal

Dra. Araceli Aguilera Barreyro

Vocal

MSPAS. Iván Gómez Sánchez

Vocal

Centro Universitario, Querétaro, Qro. México 2023.

RESUMEN

Debido al incremento de los costos por la alimentación, actualmente se buscan opciones alimenticias que aporten algunos elementos de interés en la nutrición animal. En esta búsqueda de opciones, se han caracterizado algunas especies de plantas que son palatables para los animales y de las que existe poco conocimiento científico sobre su composición química. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar la composición nutricional de la Guásima (*Guazuma ulmifolia*), una especie arbórea presente en la Sierra Gorda Queretana, y que aún sin conocer sus características nutricionales, se ha utilizado para la alimentación de ovinos en la zona. Se colectó y se analizó mediante técnicas bromatológicas el follaje y el fruto de la Guásima, las variables analizadas fueron materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), cenizas, fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), celulosa, hemicelulosa y lignina, energía bruta, factores antinutricios; capacidad antioxidante, taninos, fenoles, flavonoides, factor antitriptico y ácido fítico. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma de Querétaro. Los resultados obtenidos muestran que existen diferencias entre el follaje y el fruto, aun cuando los dos representan una alternativa de alimentación. En cuanto a MS y PC presenta mayor cantidad el follaje con 94.05 y 10.84%, respectivamente, en relación al 88.03 y 7.35% que presenta el fruto, los valores en cuanto al fraccionamiento de fibra sobresa el follaje respecto al fruto en FDN y lignina con 46.84 y 15.08%, 44.43 y 12.70% respectivamente. Se evaluaron factores antinutricios, de los cuales, fenoles, flavonoides y la capacidad antioxidante tuvieron mayor presencia debido a la madurez de la planta, también se encontraron taninos, ácido fítico y factor antitriptico en menores proporciones. Los resultados son similares a los observados en otras investigaciones, tanto el fruto como el follaje de guásima pueden ser considerados una alternativa para ser incorporada a la alimentación de ovinos, incluso en sistemas silvopastoriles dada su composición y evaluación nutricional, pues puede satisfacer las necesidades de una producción en determinado momento.

Palabras clave: análisis químico proximal, factores antinutricios, Guásima, alimentación.

ABSTRACT

Due to the increase in feed costs, food options are currently being sought that provide some elements of interest in animal nutrition. In this search for options, some species of plants have been characterized that are palatable to animals and of which there is little scientific knowledge about their chemical composition. Therefore, the objective of this work was to determine the nutritional composition of Guásima (*Guazuma ulmifolia*), a tree species present in the Sierra Gorda Queretana, and that even without knowing its nutritional characteristics, has been used for sheep feeding in the area. The foliage and fruit of the Guásima were collected and analyzed using bromatological techniques, the variables analyzed were dry matter (DM), crude protein (PC), ether extract (EE), ash, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA), cellulose, hemicellulose and lignin, raw energy, antinutritional factors; antioxidant capacity, tannins, phenols, flavonoids, antitripsycho factor and phytic acid. The analyses were performed at the Animal Nutrition Laboratory of the Autonomous University of Querétaro. The results obtained show that there are differences between the foliage and the fruit, even though the two represent an alternative feeding. As for MS and PC presents greater amount foliage with 94.05 and 10.84%, respectively, in relation to 88.03 and 7.35% that presents the fruit, the values in terms of fiber fractionation stands out the foliage with respect to the fruit in FDN and lignin with 46.84 and 15.08%, 44.43 and 12.70% respectively. Antinutricio factors were evaluated, of which, phenols, flavonoids and antioxidant capacity had greater presence due to the maturity of the plant, tannins, phytic acid and antitripsycho factor were also found in smaller proportions. The results are similar to those observed in other research, both the fruit and foliage of guásima can be considered an alternative to be incorporated into sheep feed, even in silvopastoral systems given its composition and nutritional evaluation, as it can meet the needs of a production at a certain time.

Key words: proximal chemical analysis, antinutritional factors, Guásima, feeding.

DEDICATORIAS

A Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en el proceso de obtener una de las metas más deseadas.

A mis padres y mis hermanos por el apoyo incondicional, su cariño y palabras de ánimo constantes.

A Papa Pedro por todo lo que él sabe y representa.

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

A mis padres, Javier y Tomy, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos y valores que me han inculcado.

A mis hermanos Dani, Javi y Omar, por siempre estar presentes, por su cariño y apoyo.

A mi negrito “Ruffo”, por desvelarse conmigo y acompañarme en todo momento.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por haberme facilitado el estudio de este programa de posgrado otorgándome la beca durante la maestría.

A la Universidad Autónoma de Querétaro, al programa de posgrado Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable, por permitirme crecer tanto personal como profesionalmente y a mis profesores por sus conocimientos, su paciencia y enseñanza.

Expreso mi profundo agradecimiento a mi director de tesis Dr. Juan Carlos Silva Jarquin por su amistad, instrucción y colaboración durante el desarrollo del proyecto, por su confianza y creer en mí, pese a las circunstancias.

A mi comité tutorial, Dra. Tércia Cesária Reis de Souza, Dra. Araceli Aguilera Barreyro, Dr. José Guadalupe Gómez Soto, MSPAS Iván Gómez Sánchez les agradezco profundamente su tiempo, apoyo, enseñanza y dedicación para corregir y fungir como miembros de mi comité evaluador.

A Aurora Jáuregui por el apoyo, paciencia y facilidades para la realización de los análisis en el Laboratorio de Nutrición Animal.

A don Eduviges, por apoyarme con la recolección de fruto y follaje de Guásima.

A mis amigos, por los momentos de diversión y “desestrés”, y por motivarme a lograr mis objetivos.

ÍNDICE	
RESUMEN	ii
ABSTRACT	iii
DEDICATORIAS	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
1 INTRODUCCIÓN	1
2 ANTECEDENTES	2
2.1 Arbóreas como alternativa alimenticia	2
2.2 La producción ovina	3
2.3 Factores que influyen en la engorda de ovinos para abasto	4
2.4 Requerimientos nutricionales de ovinos de engorda	6
2.5 Digestibilidad, degradabilidad y metabolismo ruminal	7
2.6 Alimentos alternativos en la engorda de corderos	9
2.7 <i>Guazuma ulmifolia</i>	11
2.7.1 Descripción general	11
2.7.2 Distribución geográfica	12
2.7.3 Adaptación	12
2.7.4 Taxonomía	13
2.7.5 Valor nutritivo	13
2.7.6 Características forrajeras	15
2.7.7 Utilización en la alimentación animal	15
2.7.8 Uso del fruto de <i>G. ulmifolia</i> en la alimentación animal	16
2.7.9 Factores antinutricios	17
3 JUSTIFICACIÓN	19
4 HIPÓTESIS	20
5 OBJETIVOS	21
5.1 Objetivo general	21
5.2 Objetivos específicos	21
6 MATERIAL Y MÉTODOS	22
6.1 Sitio de estudio	22
6.2 Obtención del material vegetativo	22
6.3 Análisis químicos	23
6.4 Determinación de factores antinutricios	24
6.4.1 Determinación de taninos condensados	24
6.4.2 Determinación de fenoles	24
6.4.3 Capacidad antioxidante DPPH	24

6.4.4	Determinación de Flavonoides	24
6.4.5	Determinación de ácido fítico	25
6.4.6	Actividad inhibitoria de la tripsina	25
6.5	Prueba de degradabilidad <i>in vitro</i>	25
6.6	Análisis estadístico	26
7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
7.1	Composición bromatológica.....	27
7.2	Factores antinutricios	29
7.2.1	Taninos condensados.....	29
7.2.2	Fenoles.....	31
7.2.3	Capacidad antioxidante DPPH.....	32
7.2.4	Flavonoides.....	33
7.2.5	Ácido fítico	35
7.2.6	Factor antitripsico	36
7.3	Degradabilidad.....	37
7.3.1	Degradabilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (MS).....	37
7.3.2	Degradabilidad in vitro de la fibra detergente neutro (FDN).....	39
7.3.3	Degradabilidad in vitro de la fibra detergente acido (FDA)	41
8	CONCLUSIONES	44
9	IMPLICACIONES	44
10	BIBLIOGRAFÍA	45

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Clasificación funcional de las bacterias ruminales.	8
2	Clasificación taxonómica del guácimo (<i>Guazuma ulmifolia</i>).	13
3	Composición química (%) de la planta y raíz de la planta <i>Guazuma ulmifolia</i> .	14
4	Análisis químico (%) de la planta <i>G. ulmifolia</i> .	14
5	Componentes químicos del amortiguador Kansas State Buffer.	26
6	Resultado del análisis bromatológico del fruto y follaje de <i>G. ulmifolia</i> .	27
7	Degradación de la MS del fruto y follaje de guásima en el tiempo (h).	38
8	Degradación de la FDN del fruto y follaje de guásima en el tiempo (h).	40
9	Degradación de la FDA del fruto y follaje de guásima en el tiempo (h).	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Factores que influyen en la producción de ovinos de engorda	5
2	Árbol de guásima (<i>Guazuma ulmifolia</i>).	11
3	Fruto maduro de <i>G. ulmifolia</i>	16
4	Ubicación de la Facultad de Ciencias Naturales de la UAQ	22
5	Ubicación de la localidad de Conca.	23
6	Promedio de taninos	30
7	Promedio de fenoles	31
8	Capacidad antioxidante DPPH	32
9	Contenido de flavonoides	34
10	Contenido de ácido fítico	35
11	Actividad inhibitoria de tripsina	36
12	Degradación de la MS del fruto y follaje de guásima en el tiempo (h).	38
13	Degradación de la FDN del fruto y follaje de guásima en el tiempo (h).	40
14	Degradación de la FDA del fruto y follaje de guásima en el tiempo (h).	42

1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción animal son importantes en el país por el suministro de bienes de consumo humano que brindan a la sociedad. En el estado de Querétaro la ovinocultura prevalece gracias a que los animales se adaptan favorablemente a ciertas condiciones ambientales de rusticidad, además de ser una actividad complementaria en el ingreso económico del productor. Sin embargo, aun cuando existen estas condiciones, se presentan diversos factores (económicos, sociales y técnicos) que limitan el mejoramiento de la productividad animal.

Generar alternativas de alimentación como el uso de frutos de árboles para mejorar el comportamiento productivo de los animales y la introducción al uso de especies arbóreas como fuente importante de alimento para el ganado es una opción ante esta situación, ya que, a su vez se establece un uso eficiente, intensivo y viable desde el punto de vista ecológico, económico y de fácil adopción utilizando los recursos disponibles en la región.

El árbol de Guásima (*Guazuma ulmifolia*), también conocido como Aquiche, Majagua de toro, Acashi, Cauhualote, entre otros, es originario de América tropical. Se extiende desde México hasta América del Sur y el Caribe. Es un árbol mediano o arbusto, caducifolio de 2 a 15 m de altura, con un diámetro de 30 a 40 cm. Presenta una copa abierta, redondeada y extendida, así como hojas alternas simples verde oscuras y rasposas en el haz y verde grisáceas amarillentas y sedosas en el envés. Genera frutos en forma de cápsula de 3 a 4 cm de largo, en infrutescencias de 10 cm, son ovoides con numerosas protuberancias, color café oscuro a negro cuando están maduros, y presentan un olor y sabor dulce. Entre sus usos se destaca el artesanal, comestible, medicinal y forrajero al tener gran capacidad para engorda de ganado bovino, ovino, porcino. Además, el fruto molido constituye un forraje de alto valor nutritivo. La guásima debido a sus características en algunas zonas se ha considerado una opción de alimentación animal en estos tiempos, pues diversas investigaciones mencionan que especies arbóreas multipropósito ya se encuentran manejadas por productores rurales de subsistencia en donde la diversidad de los sistemas les permite la apropiación de recursos

naturales de manera sustentable, es decir, obtienen cosechas, pero conservan la vegetación nativa y fauna silvestre.

2 ANTECEDENTES

2.1 Arbóreas como alternativa alimenticia

Los árboles multipropósito son ejemplo de un inmenso potencial natural en las regiones tropicales del mundo. Dentro de las familias de árboles cuyas especies son potenciales se encuentran leguminosas y no leguminosas, que forman un grupo primitivo de más de 18,000 especies que adaptan diferentes formas biológicas (Gómez *et al.*, 2002)

Las especies arbóreas y arbustivas son útiles como suplemento alimenticio para animales en pastoreo, por su alto contenido de proteína y energía y otros elementos indispensables para los animales. El uso de insumos locales para la producción de animales rumiantes y no rumiantes en zonas tropicales es una opción viable para producir proteína de origen animal (Birmania, 2013).

En las áreas tropicales, los árboles son una fuente importante de forrajes, no solamente porque mantienen su follaje por un periodo prolongado en comparación con los forrajes convencionales, sino también porque es en estas regiones donde las especies tienden a adaptarse rápidamente (García, 1991). En el periodo seco, los forrajes tropicales tienen características particulares en su composición, tanto física como química; entre las de mayor importancia se pueden distinguir principalmente: los bajos niveles de proteína cruda (PC), alto nivel de fibra detergente neutra (FDN) y baja digestibilidad, la suma de estos factores trae como consecuencia el bajo consumo de materia seca, lo que resulta en el bajo desarrollo de la capacidad productiva del hato (Sánchez *et al.*, 2001). Los árboles y arbustos forrajeros, sean leguminosas o no, producen niveles altos de proteína cruda y biomasa estacional más que otros forrajes, como gramíneas y leguminosas rastreras, aunque la calidad y producción está en función de la especie, la etapa fisiológica de la planta y la frecuencia del corte (Wagner, 2005).

El mayor potencial se encuentra en las especies de la familia *Leguminosae*, existen diversas especies de árboles que pueden ser aprovechados, sobre todo si los árboles son nativos (López y Del Ángel, 2010).

Dentro de las especies más utilizadas se encuentran:

- Guaje (*Leucaena leucocephala*)
- Cocouite (*Gliricidia sepium*)
- Ojite o Ramón (*Brosimum alicastrum*)
- Árbol de chícharo, árbol de frijol (*Cajanus cajan*)
- Hibisco, tulipán (*Hibiscus-rosasinensis*)
- Colorín, machetillo (*Erythrina sp.*)
- Morera (*Morus alba*)
- Guasimo, caolote, aquiche (*Guazuma ulmifolia*)

2.2 La producción ovina

Los sistemas de producción ovinos muestran grandes coincidencias en los distintos países subdesarrollados donde se desarrolla dicha actividad, en consideración a similitud de factores que determinan condiciones desfavorables orográfica y climática, que hacen uso de los terrenos más abruptos o áridos y, por lo tanto, menos aptos para actividades agropecuarias la ovinocultura está desarrollada bajo sistema extensivo principalmente, presenta diferente nivel tecnológico, capacidad productiva y uso de recursos (Bobadilla-Soto *et al.*, 2021). El mercado de la carne está determinado por la demanda, por los altos precios de los productos y por el aumento de los ingresos, debido al rápido crecimiento en los países en desarrollo. Hablando de los costos de producción ovina, los que más influyen en ella son los altos costos de los insumos, sobre todo de los cereales forrajeros; los insumos relacionados con la energía y la mano de obra. Es por esto que la FAO proyecta para 2022 que el crecimiento de la producción de carne ovina estará dominado por los países en desarrollo, los cuales representarán aproximadamente 70-80% de la producción mundial (FAO, 2021).

La ovinocultura representa una actividad importante en la economía del país, ya que además de proveer productos de consumo directo para la población humana, genera una importante fuente de ingresos económicos para el productor. En nuestro país, generalmente, el ganado ovino es de tipo criollo, aunque también se crían razas puras como Black Belly, Pelibuey, Suffolk, Hampshire, Rambouillet, Corridale, entre otras, de las que se aprovechan exclusivamente su carne. Existen sistemas de producción ovina muy variados, determinado por la disponibilidad de recursos y por las tradiciones en el consumo, lo que deriva en una enorme demanda; por tal razón, la orientación actual de la ovinocultura es primordialmente hacia la producción de carne, obteniéndose buenos precios en pie y canal en comparación con otras especies pecuarias. El 95% del consumo de carne en México es en barbacoa y de esta el 85% se consume en el Estado de México, Puebla, Hidalgo, Querétaro y Tlaxcala (SIAP, 2020).

La población ovina en el estado de Querétaro ha tenido variaciones a lo largo de los años, de un inventario de 159 mil cabezas de ovinos en 2010 pasó a 152 mil en 2019 (SIAP, 2019), de estas, aproximadamente 60 mil son pie de cría y el resto se destina a la repoblación y venta. Los municipios de mayor importancia en el inventario ovino estatal son: Amealco, El Marques, San Juan del Rio y Huimilpan. De acuerdo a la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), Querétaro ocupa el segundo lugar a nivel nacional, únicamente detrás de Jalisco, en la producción de ovinos de registro (SIAP, 2014). Este ganado se distribuye como pie de cría dentro y fuera del Estado e inclusive se exporta a países como Colombia y Guatemala, situación de gran relevancia debido al tamaño de la entidad y del ható.

2.3 Factores que influyen en la engorda de ovinos para abasto

La producción de ovinos adquiere cada vez mayor importancia en México, ya que, por sus características de adaptabilidad a las condiciones tropicales y utilización eficiente de los recursos forrajeros, esta especie permite su producción en pequeña, mediana y gran escala (González-Anaya *et al.*, 2013).

Para establecer un sistema de producción apropiado es necesario conocer los factores que afectan la producción en los indicadores técnicos productivos con el objeto de mejorarlos y, a partir de ello, proponer estrategias de producción (Figura 1). Entre los indicadores técnicos productivos más importantes en los ovinos se encuentran el peso al nacimiento, peso al destete y la ganancia diaria de peso pre destete, los cuales son de fácil obtención y registro, este tipo de información permite evaluar al individuo o a los progenitores (Hinojosa-Cuellas *et al.*, 2012). Estas variables a su vez, afectan significativamente la rentabilidad de los sistemas de producción, cuyo propósito es el de obtener la mayor utilidad económica en el menor tiempo posible, pues dentro de los costos de producción, es la alimentación quien barca cerca del 70% por lo que tiende a ser el principal factor que afecta un sistema. (Forero *et al.*, 2016).

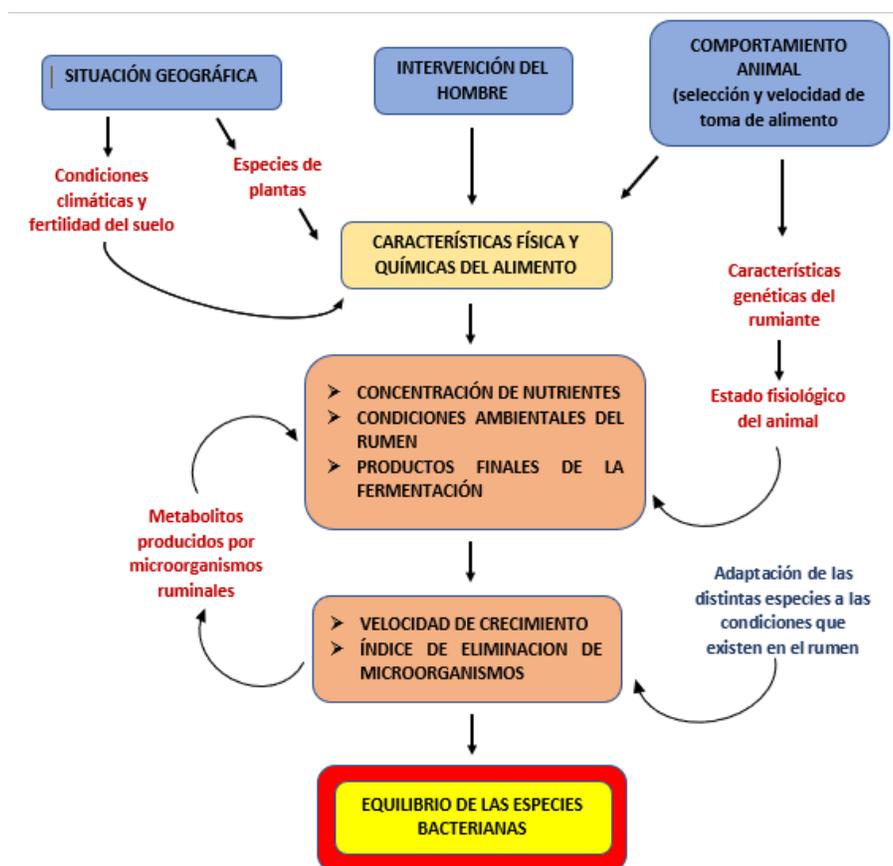


Figura 1. Factores que influyen la producción de ovinos de engorda (Nava y Díaz, 2001).

En los sistemas de producción ovina es muy importante seleccionar la raza que se va a utilizar, pues de esto depende mucho el éxito de la explotación. La tasa de crecimiento de los corderos es uno de los factores que merece la mayor atención, pues su influencia en el tiempo de engorda y los costos de producción tienen una correlación positiva con la conversión alimenticia (Ramírez-Tello *et al.*, 2013). Por otra parte, conocer el efecto que tienen los diversos factores ambientales y genéticos en la producción de carne ovina es de gran importancia, ya que el ingreso por este concepto que tienen los productores de EE.UU. es superior al que obtienen por la producción de lana, situación similar a la de los productores mexicanos (Gaskins *et al.*, 2005).

2.4 Requerimientos nutricionales de ovinos de engorda

Requerimiento nutricional es la cantidad de un nutrimento que debe ser suplido en una dieta balanceada para satisfacer las necesidades de un animal saludable en un ambiente compatible con su bienestar, es decir, en cuanto a su demanda diaria en agua, energía, proteína, minerales y vitaminas, para mantener un adecuado crecimiento, producción y reproducción; sin embargo, estas necesidades varían de acuerdo al sistema de producción, el estado fisiológico, sexo, edad y peso vivo (Freer *et al.*, 2007). Las necesidades del animal están determinadas por su potencial genético. Las recomendaciones del NRC (1985) para corderos en crecimiento consideran los requerimientos para máxima ganancia de peso, con 10 a 40% de forraje en la dieta, y sin diferenciar el sexo.

Conocer las necesidades de nutrientes y la eficiencia de utilización de los recursos alimenticios es importante para optimizar la producción y lograr el comportamiento productivo esperado. Sin embargo, con frecuencia se publican valores y modelos de predicción de requerimientos basados en razas de clima templado con resultados en la producción animal diferentes de lo esperado, así como la incapacidad para predecir el comportamiento productivo del animal (Cabral *et al.*, 2008; Duarte *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2010). Estudios indican que las razas ovinas de pelo tienen diferentes requerimientos de energía en comparación con las de lana, por lo que es importante la utilización de ecuaciones específicas a las

condiciones locales (Chay-Canul *et al.*, 2014).

El consumo de energía de los ovinos se considera como el primer nutriente limitante para el crecimiento (Tadeschi *et al.*, 2010). Un suministro de energía deficiente se refleja en lento crecimiento, mayor edad a pubertad, reducción en fertilidad, menor producción de leche y una mayor susceptibilidad a los nemátodos (Chay-Canul *et al.*, 2014).

2.5 Digestibilidad, degradabilidad y metabolismo ruminal

El conocimiento de la degradabilidad y la digestibilidad de los alimentos son fundamentales para establecer su valor nutritivo; y, por tanto, para la formulación de raciones para rumiantes (Bochi-Brum *et al.*, 1999).

La digestibilidad hace referencia a la cantidad de alimento que desaparece en el tracto digestivo o en un procedimiento de laboratorio debido a su solubilización o hidrólisis enzimático por los microorganismos anaerobios ruminales; mientras que, la degradabilidad hace referencia a la cantidad de alimento que se descompone en sus elementos integrantes, mediante procesos biológicos o químicos. A diferencia de la degradabilidad, la digestibilidad de los forrajes permite estimar la proporción de nutrientes presentes en el alimento (Giraldo *et al.*, 2006).

El valor nutritivo potencial de un alimento puede ser determinado, en primera instancia, por el análisis químico proximal, pero el valor real del mismo para el animal sólo se puede lograr a través de un análisis de las pérdidas inevitables que ocurren durante la digestión, absorción y metabolismo (Minson y McLeod, 1972).

El rumen, retículo y omaso son compartimentos pregástricos. La capacidad de los rumiantes para aprovechar los carbohidratos fibrosos de la dieta, está sustentada en la función de estas tres estructuras. Estos órganos se ubican en el lado izquierdo de la cavidad abdominal ocupando casi las 3/4 partes. El rumen es el más grande de los compartimentos, se divide en sacos o compartimentos separados por pilares musculares. El retículo se ubica craneal al rumen y se le une mediante un pliegue. El retículo se conecta al omaso mediante el orificio retículo-

omasal (Nava y Díaz, 2001).

El contenido del rumen está dispuesto en dos fases: una inferior líquida en la que están suspendidas las partículas más finas de alimento, y otra superior más seca de materia sólida más gruesa. La digestión del alimento se lleva a cabo por medios químicos y físicos, donde el contenido del rumen está siendo continuamente mezclado por las contracciones rítmicas de sus paredes y durante la rumia, que está dada en función del contenido fibroso del alimento, misma que consiste en regurgitar el alimento consumido para masticarlo y mezclarlo con saliva, reduciendo el tamaño de la partícula y exponiendo los carbohidratos en la fibra para la fermentación bacteriana ruminal (Church, 1976).

La parte química en el retículo-rumen responsable de la digestión fermentativa está a cargo de las enzimas procedentes de las bacterias, hongos y protozoarios que ahí habitan. El agua y el alimento entran al rumen, éste se fermenta, lo que da como resultado parcialmente piruvato y ácidos grasos volátiles, células microbianas y los gases metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂). Los gases se eliminan mediante el eructo, los ácidos grasos volátiles (AGV) en su mayor parte a través de la pared ruminal y pasan a la sangre, posteriormente son oxidados en el hígado y pasan a ser la mayor fuente de energía para las células. Por tanto, resulta útil agrupar las bacterias con base en los sustratos que emplean y a los productos finales de su fermentación (Cuadro 1) (Relling y Mattioli, 2003).

Cuadro 1. Clasificación funcional de las bacterias ruminales (Relling y Mattioli, 2003).

Grupo de bacterias	Característica funcional	Principales productos finales de su metabolismo
Celulolíticas	Fermentan hidratos de carbono estructurales de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y pectinas)	AGV (principalmente acetato)

Aminolíticas	Fermentan hidratos de carbono de reserva de granos (almidón)	AGV (principalmente propionato)
Sacarolíticas	Fermentan hidratos de carbono simples (azúcares vegetales)	AGV (principalmente butirato)
Lactolíticas	Metabolizan lactato	AGV (principalmente lactato)
Lipolíticas	Metabolizan las grasas	AGV y ácidos grasos libres (principalmente propionato)
Proteolíticas	Degradan las proteínas	AGV y amoníaco (NH ₃)
Metanógenas	Producen metano	Metano (NH ₄)
Ureolíticas	Hidrolizan urea	CO ₂ y NH ₃

2.6 Alimentos alternativos en la engorda de corderos

La región tropical de México dispone de abundancia de recursos forrajeros (Enríquez *et al.*, 2011), los cuales pueden apoyar el crecimiento del inventario ovino nacional y constituye, por un lado, una alternativa para albergar diversos sistemas de producción ovina que permitan contribuir a satisfacer la demanda de carne, y por otra, una opción para aprovechar de manera más eficiente las praderas, rastrojos agrícolas, forrajes de corte e ingredientes alimenticios regionales en la alimentación de los ovinos (Espinosa-García *et al.*, 2015).

Los sistemas de producción del trópico presentan diversificaciones de las actividades agrícolas y no agrícolas. Dentro de algunas especies que generan mayor biodiversidad e ingresos por la producción se encuentra la *Guazuma ulmifolia*, las que predominan principalmente por su forraje y sombra para el ganado,

lo que al final reporta ingresos para las familias de escasos recursos en las regiones tropicales (Mora y Ibrahim, 2003).

El uso multipropósito de árboles y arbustos forrajeros es una práctica conocida por los productores agropecuarios de diferentes países (Araya *et al.*, 1994), estos crecen de manera natural en los cultivos, potreros y otros sitios; usualmente se les utiliza para obtener sombra, madera o leña, sin embargo, la mayoría de estas especies tienen hojas que sirven como alimento para bovinos, equinos, ovinos y cabras; algunos también tienen frutos, como las vainas, que pueden utilizarse en la alimentación animal; destacando que tanto el follaje como los frutos, pueden tener muy buenas características nutricionales (Quiroga y Pezo, 2010).

Para que un árbol pueda ser considerado como forrajero, es importante tomar en cuenta que el contenido de nutrimentos sea adecuado, que su consumo promueva cambios en parámetros productivos, que los niveles de compuestos secundarios no afecten su consumo, debe ser tolerante a la poda, además de mantener niveles adecuados de biomasa (Sosa *et al.*, 2004).

García (2000) manifiesta que la calidad nutritiva de los forrajes tropicales, especialmente los que provienen de especies arbóreas, arbustivas y residuos de cosecha, se encuentra determinada por el nivel de proteína, la proporción de componentes fibrosos y la cantidad de minerales, además de la concentración de otros compuestos como los metabolitos secundarios, los cuales inciden sin duda en la nutrición tanto de rumiantes como monogástricos.

Las características nutricionales de algunas especies arbóreas permiten su uso como complemento en la dieta de rumiantes y representan una opción para mejorar la producción animal en regiones tropicales de México (Sosa *et al.*, 2004). Además, su presencia podría convertirse en una opción rentable e incluso contribuir a la conservación y restauración de la biodiversidad (deforestación y degradación de los suelos), que en los últimos años se ha perdido aceleradamente en zonas antes ricas en recursos naturales (Calle *et al.*, 2011).

2.7 *Guazuma ulmifolia*

2.7.1 Descripción general

El guácimo, es un árbol de la familia Sterculiaceae (Figura 2), de porte pequeño a mediano, que puede alcanzar hasta 15 m de altura. De copa redonda y extendida. Su tronco es torcido y ramificado, con hojas simples, alternas, ovaladas a lanceoladas. Sus flores pequeñas y amarillas, se agrupan en panículas en la base de las hojas. Sus frutos son cápsulas verrugosas y elípticas, negras cuando están maduras, con numerosas semillas pequeñas y duras (Watson y Dallwitz, 1998).

Es una especie ideal para ser manejada en sistemas silvopastoriles ya que presenta un rebrote alto, también se puede emplear como cerca viva, barrera rompevientos y contra incendios.



Figura 2. Árbol de guásima (*Guazima ulmifolia*).

2.7.2 Distribución geográfica

La especie de *G. ulmifolia*, se distribuye en América, Lo encontramos en los siguientes países: Antigua y Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Bolivia, Brasil, Colombia, Cuba, Dominica, República Dominicana, Ecuador, Granada, Guadalupe, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, Martinica, México, Montserrat, Países Bajos, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, San Cristóbal y Nieves, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Trinidad y Tobago y las Islas Vírgenes (EE. UU.). Es particularmente característica de sitios abiertos, márgenes de ríos, sitios desmontados y de bosques de crecimiento secundario. Es también común en áreas secas y húmedas, en represas, en pasturas y en laderas montañosas bajas (Giraldo, 2000).

En México se distribuye en ambas vertientes oceánicas y el sur y sureste, con una ubicación ecológica correspondiente a comunidades secundarias de las selvas húmedas, subhúmedas y secas (Acosta, 1986), por lo que puede encontrarse en la vertiente del Golfo, desde Tamaulipas hasta la Península de Yucatán, y en la vertiente del Pacífico, desde Sonora hasta Chiapas, incluyendo Puebla, Morelos, Hidalgo y San Luis Potosí (Castrejón *et al.*, 2017).

2.7.3 Adaptación

Se desarrolla en zona cálidas con temperatura media anual de 24°C, aunque ocasionalmente aparece en zonas de hasta 20°C, puede encontrarse de forma natural en zonas con 700 a 1,500 mm de precipitación anual y desde el nivel del mar a los 1,200 msnm, aunque también puede localizarse por debajo de 400 msnm, se adapta en suelos de texturas livianas y pesadas, en sitios con buen drenaje, no pedregosos y pH superior a 5.5 (CATIE, 1986). Es una especie heliófila y colonizadora por lo que es común encontrarla en terrenos yermos y cultivados (CONABIO, 2009).

2.7.4 Taxonomía

1. **Nombre científico:** *Guazuma ulmifolia* Lam.
2. **Sinónimos:** *Guazuma guazuma* (L.), Cockerell; *Guazuma invira* (Willdenow) G. Don; *Guazuma polybotrya* Cav.; *Guazuma tomentosa* Kunth; *Guazuma ulmifolia* var. *Tomentella* K. Schum; *Guazuma ulmifolia* Lam. *Bubroma guazuma* (L.) Willd; *Diuroglussum rufescens* Turcz.
3. **Nombres comunes:** Guásima, guácimo, cuaulote, cuauolotl (lengua náhuatl); cablote, caca de mico, contamal, chicharrón, guacimillo, guácimo blanco, guácimo caulote, guácimo de ternero, pixoy, tapaculo (Ayala *et al.*, 2006).

El Cuadro 2 presenta la taxonomía de la *Guazuma ulmifolia*.

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la guásima (*Guazuma ulmifolia*).

Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Sterculiaceae
Tipo	Theobromeae
Género	<i>Guazuma</i>
Especie	<i>G. ulmifolia</i>
Nombre científico	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Nombre común	Guásima

2.7.5 Valor nutritivo

La calidad nutricional de la guásima depende de las condiciones edafológicas del sitio, época del año, edad del rebrote, manejo de las plantas y consumo de los animales, presenta en sus hojas un contenido de Proteína Cruda de hasta 12.1 %, una Digestibilidad de 40 – 85%, y fibra cruda 26%. Además, sus frutos contienen un 6 % de proteínas y un 46 % de carbohidratos solubles. Los Cuadros 3 y 4 muestran la composición química (%) del árbol de guásima.

Cuadro 3. Composición química (%) de la planta, fruto y raíz de *Guazuma ulmifolia* (Ayala et al., 2006).

Componente	Proteína	FDA	FDN	Lignina	Taninos	Cenizas
Planta	9.6	26.9	44.2	0.1	11.8	-
Planta+ Raíz	7.0	30.8	49.0	0.1	11.2	-
Fruto	6.0	35.4	46.2	-	0.2	5.3
Hoja verde	12.1	29.6	-	-	2.3	9.0
Follaje	10.4	29.5	42.5	-	-	13.7

FDA: Fibra Detergente Ácido

FDN: Fibra Detergente Neutro

Cuadro 4. Análisis químico (%) de la planta *Guazuma ulmifolia* (Ayala et al., 2006).

	Análisis	N	Promedio	D. E	Rango
Hojas + tallos tiernos	Proteína	32	10.6	5.1	2.6-19.8
	Cenizas	28	8.2	2.4	3.7-11.5
	FDN	30	55.9	15.2	36.2-80.01
	FDA	31	38.2	13.5	23.4-62.6
	Lignina	25	13.1	5.0	0.1-20.4
	E.E	2	4.6	0.5	4.2-5.0
	Fenoles	25	2.0	3.1	0.0-11.8
	Taninos	19	6.2	6.7	0.0-19.7
	DMS			59.1	
Hojas	Proteína	12	14.3	1.5	11.9-16.9
	Cenizas	12	10.2	0.8	8.2-11.5
	FDN	12	43.2	2.5	36.2-52.8
	FDA	12	27.2	2.5	23.4-31.3
	Lignina	12	11.9	1.8	8.2-15.2
	E.E	1	4.2	-	-
	Fenoles	11	1.1	0.2	0.6-1.4
	Taninos	8	4.7	5.7	0-17.3

	DMS		67.7		
Tallos	Proteína	11	4.3	0.8	2.6-5.6
	Cenizas	10	5.5	1.4	3.7-8.2
	FDN	10	75.6	3.1	69.7-80.1
	FDA	11	53.5	9.8	26.5-62.6
	Lignina	10	17	2.7	10.7-20.4
	Fenoles	10	0.8	0.4	0.0-1.4
	Taninos	7	9.9	8.2	0.2-19.7
	DMS		47.2		

FDN= Fibra detergente neutro, FDA= Fibra detergente ácido, D. E= desviación estándar.

2.7.6 Características forrajeras

A pesar de que esta especie no es una leguminosa, presenta una alta capacidad forrajera ya que puede alcanzar un rendimiento que va desde 1.1 hasta 5.3 T/MS/Ha/año desde los 2 años de crecimiento, presenta en sus hojas un contenido de proteína cruda porcentajes que van desde el 10.3% al 14.7% incluso mayores, una digestibilidad de 40 – 85%, y de fibra cruda 26%. Además, sus frutos contienen un 7% de proteínas y un 49% de carbohidratos solubles, tanto la hoja como el fruto son palatables y comestibles para el ganado (Castrejón *et al.*, 2017; Báez, 2018).

2.7.7 Utilización en la alimentación animal

La guásima ha demostrado una respuesta favorable y resistencia a la presión de ramoneo por el ganado (Leyva, 2006). A los 6 meses de establecida la guásima en el campo, los ovinos pueden iniciar el ramoneo de la planta sin presentar daños que comprometan su sobrevivencia (López *et al.*, 2008). De acuerdo a Othón *et al.* (2015), *G. ulmifolia* presenta un alto valor nutritivo, constituyéndose una alternativa alimenticia para la época de escasez de pasto en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Su uso en la alimentación animal ayuda a mantener una producción láctea en época seca, mejora el estado físico, desarrollo y reproducción de los animales. Los frutos tienden a abundar en época estiaje (Oxford, 1991).

2.7.8 Uso del fruto de *G. ulmifolia* en la alimentación animal

La *G. ulmifolia* sobresale por su prolongado periodo de floración, ya que abarca siete meses (agosto a noviembre y marzo a mayo), además ofrece una buena producción de fruto (17.5 kg/árbol) que se puede cosechar durante la época de escasez de alimento (Palma *et al.*, 1998). El fruto cuando está maduro (Figura 3), debe colectarse de 3 a 4 veces a la semana durante la época de maduración, pueden ser almacenados hasta por 6 meses, aunque pueden perder su valor nutritivo si no se protege de la humedad y las altas temperaturas. Dado que los frutos son duros, es recomendable molerlos o triturarlos.

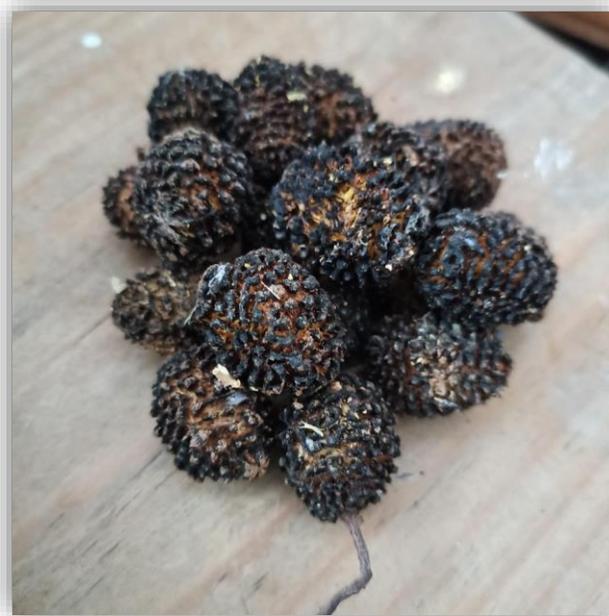


Figura 3. Fruto maduro de *G. ulmifolia*

En animales mayores se recomienda triturar en pedazos pequeños (menores a 1 cm de diámetro) para que no se atoren en la garganta, para animales jóvenes es recomendable molerlos (Oxford, 1991).

La cantidad recomendada para animales mayores a 1 año es de 2.5 kg/animal/día. Para su adaptación se recomienda ofrecer 1.5 kg/animal /día aumentando 0.5 kg durante 3 días. En terneros y rumiantes pequeños lo recomendable es empezar con 0.2 kg/animal/día e in aumentando 0.2 kg por día hasta llegar a la ración completa (1.5 – 2 kg/animal/día) (Oxford, 1991).

2.7.9 Factores antinutricios

Un aspecto importante a considerar en el uso de las especies arbóreas en la alimentación animal, es la presencia de metabolitos secundarios como los fenoles y compuestos fenólicos como los taninos, así como tóxicos nitrogenados, esteroides y terpenos, mismos que tienen la función de defensa contra la herbivoría y pueden tener efectos negativos en los mamíferos; estos compuestos al ser consumidos, se relacionan con problemas como toxicidad potencial, reducción en la palatabilidad y en la digestibilidad de algunas especies forrajeras y efectos adversos sobre la respuesta animal, entre otros (Sosa *et al.*, 2004).

Galindo *et al.*, (1989) y Ortega *et al.*, (1998) coinciden en que no hay presencia de alcaloides y saponinas en la guásima, y Cruz y Mendoza, (1991) difirieron pues indicaron presencia de alcaloides y glúcidos en forma ligera. Por otra parte, Sosa *et al.*, (2004), reportaron concentraciones de fenoles menores a 1 g/kg de MS, mientras que Villa-Herrera *et al.*, (2009), indicaron la presencia cualitativa de saponinas, glúcidos cianogénicos y fenoles.

Es escasa la información que existe sobre el contenido de factores nutricionales y metabolitos secundarios en la guásima, y su efecto sobre la producción animal. En un estudio realizado por López *et al.*, (2011) en 20 árboles se reportó una acumulación de taninos libres totales de 129.7 kg de MS, éste mismo señala taninos en hojas, hojas con tallos y tallos con la presencia del algún otro metabolito.

Por lo anterior y considerando que, en regiones tropicales y subtropicales, la alimentación de rumiantes es a base de forraje (Kawas, 2008) pero su disponibilidad y calidad van en declive conforme llega la época de sequía, es que se trabajó en la

caracterización de este árbol y estimar si es factible la suplementación con concentrados convencionales durante esta época.

3 JUSTIFICACIÓN

Es necesario generar opciones de alimentación animal de uso eficiente y viable desde el punto de vista ecológico, económico y de fácil adopción utilizando los recursos disponibles en la región. En la Sierra Queretana existe gran variedad de especies arbóreas con potencial forrajero, por lo que es necesaria la evaluación de éstas, para que se puedan emplear como alternativa y lograr un adecuado crecimiento y desarrollo en los animales. Debido a la disponibilidad, usos, y a sus características específicas es que se propone que una de estas opciones sea la *Guazima ulmifolia*, que ya se utiliza en algunas especies pero se desconoce el alcance, características propias de la planta en la zona y sus posibles restricciones nutricionales.

4 HIPÓTESIS

El follaje y el fruto de guásima (*Guazuma ulmifolia*) cuenta con características nutricionales que pueden contribuir a la suplementación nutricional de ovinos para cubrir los requerimientos nutricionales durante su desarrollo.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Determinar la composición química y describir las características nutricionales del fruto y follaje de la guásima (*Guazuma ulmifolia*) como alimento alternativo en ovinos.

5.2 Objetivos específicos

- Determinar el contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), cenizas, fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), celulosa, hemicelulosa y lignina del fruto y follaje de Guásima (*Guazuma ulmifolia*).
- Determinar el contenido de taninos, fenoles, capacidad antioxidante DPPH, flavonoides, ácido fítico y actividad inhibitoria de la tripsina en el fruto y follaje de Guásima (*Guazuma ulmifolia*).
- Evaluar la degradabilidad *in vitro* de la materia seca (MS), Fibra detergente neutro (FDN), Fibra detergente ácido (FDA) y digestibilidad *in vitro*.

en la localidad de Conca, ubicada en el municipio de Arroyo Seco a 15 km de la Cabecera Municipal (Figura 5). El fruto se recolectó directamente del suelo durante los meses mayo y junio, el follaje se obtuvo directamente del árbol, eligiéndose hojas y tallos tiernos, ambos fueron almacenados en una bodega con ambiente libre de humedad hasta su utilización.

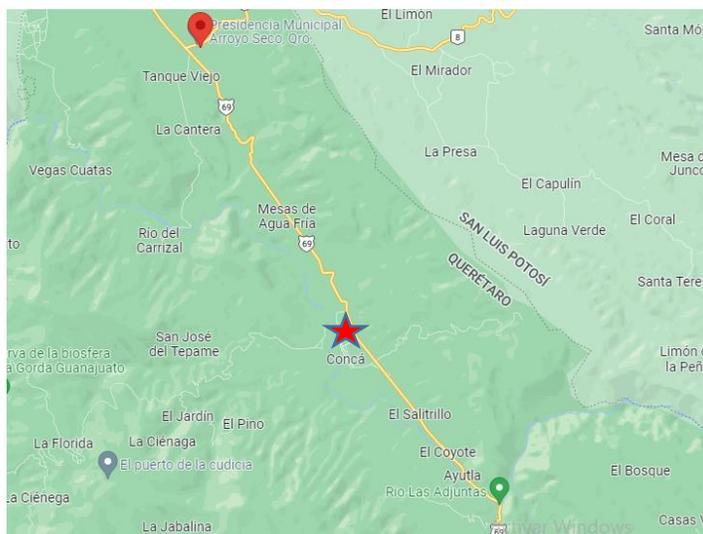


Figura 5. Ubicación de la localidad de Conca.

6.3 Análisis químicos

Los análisis químicos se realizaron en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Se tomaron muestras del follaje y los frutos colectados y estas se secaron en horno de desecación con aire forzado, a una temperatura de 60°C por 48 horas de acuerdo a la metodología de la AOAC (1984), para determinar su contenido de materia seca (MS). Posteriormente, las muestras secas fueron molidas utilizando un molino Willey® y criba de 1 mm. Una vez realizado lo anterior se determinó por triplicado el contenido de cenizas, materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) y extracto etéreo (EE) de acuerdo a los métodos descritos por la AOAC (2002). Las fracciones fibrosas como: fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA), hemicelulosa y lignina, se realizaron de acuerdo al método propuesto por

Van Soest *et al.* (1991), el contenido de nitrógeno unido a FDN (PC-FDN) y nitrógeno unido a FDA (PC-FDA) se determinó de acuerdo a Licitra *et al.* (1996).

6.4 Determinación de factores antinutricios

6.4.1 Determinación de taninos condensados

Se pesaron 0.008 g de catequina en 10 mL de metanol como solución stock. La curva tuvo los siguientes puntos (0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 mg/mL). En una placa se colocaron 50 μ L de cada disolución por triplicado. Se adicionaron 200 μ L de solución 1:1 HCl 8% vainillina 1%, los cuales se fueron adicionando de 50 en 50 hasta llegar a 200 μ L. El blanco consistió en 50 μ L de metanol más 200 μ L de HCl al 4%. Las muestras fueron leídas a una absorbancia de 492 nm. La cantidad de taninos condensados fue expresada en mg de taninos por g de muestra. La cuantificación de taninos se realizó por espectrofotometría mediante el método de Folin adaptado (Isaza *et al.*, 2007).

6.4.2 Determinación de fenoles

El contenido de fenoles totales fue determinado por el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu descrito por Taga *et al.*, (1984). La concentración fue calculada usando ácido gálico como estándar (Sigma-Aldrich). Los resultados fueron expresados como mg equivalentes de ácido gálico (GAE) por kilogramo de extracto.

6.4.3 Capacidad antioxidante DPPH

El ensayo se realizó en una placa de 96 pozos, primero se adicionan 20 μ L de los extractos y posteriormente se adicionan 200 μ L de DPPH al 80% en metanol, para el control positivo se utilizó Trolox y para el negativo todos los reactivos a excepción de los extractos. Se midió la absorbancia de 520 nm a diferentes tiempos (0, 4, 10, 30, 60, 90 y 120 min) (Blois, 1958).

6.4.4 Determinación de Flavonoides

Para la realización de la técnica se elaboró una curva de calibración por

medio de una solución estándar de Rutina a las siguientes concentraciones (5, 10, 25, 50, 100 µg rutina/ml). Para el análisis de las muestras, cada pozo debe tener lo siguiente: 50 µL de extracto de la muestra, 180 de metanol y 20 de solución amino-etildifenil borato 1% metanol. Se leyó la absorbancia a 404 nm (Kim *et al*, 2003).

6.4.5 Determinación de ácido fítico

Para determinar el contenido de ácido fítico se pesó 0.5 g de muestra, se adicionó 10 ml de HCl 3.5% se agito y centrifugó, se extrajo el sobrenadante y se colocó en tubos Falcon donde se adicionó 1 g de NaCl, se agitó y centrifugó nuevamente, se extrajo el sobrenadante y se realizó una dilución a 25 veces (1ml + 24 ml de agua desionizada), se extrajeron 3ml de la solución y se adicionó 1 ml de reactivo Wade, se agito, centrifugó y el sobrenadante se leyó a 500 nm en espectrofotómetro (AOAC, 1990).

6.4.6 Actividad inhibitoria de la tripsina

Se pesó 1 gr de muestra y se extrajo con 50 ml de NaOH 0.01N a pH 9.5, se maceró y homogeneizó, posteriormente se centrifugó. El sobrenadante se diluyó (1ml + 49 ml de agua destilada), para determinar la actividad de inhibición de la tripsina se colocaron tubos de ensaye a los que se les adicionó la muestra, agua destilada, solución de sustrato (BAPA), tripsina y ácido acético 30% en diferentes tiempos incubados en baño maría, posterior a esto, se centrifugo y el sobrenadante se leyó a 385 nm en espectrofotómetro (Kakade *et al.*, 1973).

6.5 Prueba de degradabilidad *in vitro*

La metodología utilizada fue la recomendada por Mehrez y Ørskov (1977) para evaluación de la degradabilidad *in situ* con adaptaciones a las condiciones *in vitro*.

Las muestras molidas a 1 mm, fueron introducidas en bolsas porosas (F57 ANKON Technology®) ya identificadas y pesadas. Las bolsas se incubaron en un digestor (DaisyII^{200/220} ANKON Technology®) a 39°C durante 0, 2, 4, 8, 12, 18, 24, 48 y 72 horas. El medio de incubación estuvo compuesto por:

- Líquido ruminal (400 ml) procedente de ovinos.
- Solución Kansas State Buffer (1600 ml), formada por la mezcla de la solución A y solución B (Cuadro 5), con un pH final de 6.8.

Transcurrido el tiempo de incubación correspondiente, se retiraron de digester tres bolsas con muestra y su blanco, se enjuagaron ligeramente con agua destilada y se almacenaron a -20°C, para posteriormente lavarlas y secarlas a 60°C durante 48 horas. Las bolsas se pesaron para obtener, por diferencia de peso, el valor de la degradación.

Cuadro 5. Componentes químicos del amortiguador Kansas State Buffer.

Solución A	g/l	Solución B	g/l
KH ₂ PO ₄	10,0	Na ₂ CO ₃	15,0
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,5	Na ₂ S.9H ₂ O	1,0
NaCl	0,5		
CaCl ₂ .2H ₂ O	0,1		
Urea	0,5		

6.6 Análisis estadístico

Se usó un modelo completamente aleatorizado, se utilizó el paquete estadístico SPSS Statistics 17.0® (SPSS Inc. Head Quarter, Z33S, Wacker Drive, Chicago Illinois, EEUU), y se realizó análisis de varianza, para establecer diferencias entre resultados donde se consideró un nivel de significancia correspondiente a $P > 0.05$.

7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Composición bromatológica

En el Cuadro 6, se presentan los valores obtenidos en la determinación del perfil bromatológico y fracciones constituyentes de la pared celular de la especie evaluada, todos los valores se reportan en base seca.

Cuadro 6. Resultado del análisis bromatológico del fruto y follaje de *G. ulmifolia*.

Determinación (%)	Fruto	Follaje	EE±	Sig
<i>Materia seca</i>	88.03 ± 0.28	94.05 ± 0.09	2.88	p>0.05
<i>Cenizas</i>	4.16 ± 0.17	11.99 ± 0.25	3.91	p>0.05
<i>Proteína cruda</i>	7.35 ± 0.28	10.84 ± 0.24	1.74	p>0.05
<i>Extracto etéreo</i>	1.33 ± 0.06	2.62 ± 0.04	0.64	p>0.05
<i>FDN</i>	44.43 ± 0.87	46.84 ± 0.75	1.20	p>0.05
<i>FDA</i>	33.59 ± 0.75	29.05 ± 0.35	2.27	p>0.05
<i>Celulosa</i>	20.89 ± 0.61	13.97 ± 0.50	3.46	p>0.05
<i>Hemicelulosa</i>	10.84 ± 0.21	17.79 ± 0.16	3.47	p>0.05
<i>Lignina</i>	12.70 ± 0.22	15.08 ± 0.56	1.19	p>0.05
<i>Energía bruta (Kcal/kg)</i>	2955	1724		

FDN= fibra detergente neutro; FDA= fibra detergente ácido; EE± error estándar de la media; Sig.=p>0.05

El valor de MS obtenido del follaje fue de 95.05 ± 0.09, este resultado es ligeramente mayor al reportado por Carranza *et al.*, (2003) en Jalisco, México con 92.05%, en cuanto al valor obtenido del fruto el resultado fue de 88 ± 0.28, siendo ligeramente mayor al reportado por Othón *et al.*, (2015) de 81.38 en Ecuador. Estas diferencias encontradas pueden ser debido a que la MS depende del estado fenológico, la época en que se cosechó, el tipo de suelo, así como las condiciones climáticas y ambientales.

El contenido de cenizas fue de 4.16 ± 0.17 y 11.99 ± 0.25 en el fruto y el follaje, respectivamente, donde el resultado del follaje es ligeramente mayor al 10.96 reportado por Baez (2018) y similar al reportado por Partida-Hernández *et al.*, (2018) con 11.81%, sin embargo, el del fruto resultó menor al 6.41%. Santander (1998) menciona que el contenido de cenizas se presenta moderadamente en hojas y semillas. Estos resultados pudieron deberse a la presencia de algún adulterante inorgánico durante la recolección.

El contenido de PC en el fruto fue de 7.35 ± 0.28 , valor por debajo del reportado por Gómez-Gurrola *et al.*, (2014) con 12.8, sin embargo, el follaje presentó un valor de 10.84 ± 0.24 , similar al 10.4 reportado por Ayala *et al.*, (2006), y menor al 16.2 obtenido por Rodríguez *et al.*, (2013). Cabe destacar que factores como la época de corte, edad de la planta y el déficit hídrico, así como las características edafológicas del suelo pudieron influir en el resultado de PC, además, con la madurez la planta experimenta una drástica reducción de la relación hoja-tallo lo que favorece la lignificación, por lo tanto, la cantidad de nutrientes se ve afectada (García *et al.*, 2003; Espinosa *et al.*, 2006).

En cuanto al contenido de extracto etéreo resultaron 1.33 ± 0.06 y 2.62 ± 0.04 en el fruto y follaje respectivamente, valores cercanos a los presentados por Othón *et al.*, (2015) de 1.51 en fruto, trabajo realizado en una región costera en Ecuador donde se evaluaron especies arbóreas de la región y 2.4 en follaje reportado por CATIE (1991), en un análisis realizado en las zonas bajas y llanuras costeras del Pacífico de América Central.

En las paredes celulares (FDN y FDA) del fruto se encontró 44.43 ± 0.87 y 33.59 ± 0.75 respectivamente, valores por debajo de los reportados por Gómez-Gurrola *et al.*, (2014) de 63.5 y 54, esta disminución puede deberse al ciclo vegetativo en que se obtuvo la muestra, ya que, durante este, la composición, estructura y cantidad de tejido varía, por lo tanto, también los valores (Fernández, 2006). En cuanto al follaje resultaron FDN de 46.84 ± 0.75 y FDA de 29.05 ± 0.35 mismos que se encuentran cercanos a los reportados por Pezo *et al.*, (1990) con 49.5 y 31.4.

La composición bromatológica del fruto y follaje de guásima se encuentra dentro de los rangos mencionados por otros autores, mismos que incluyen muestras de regiones parecidas al presente estudio, sin embargo, las variaciones que se presentan pueden deberse al tipo de muestreo. Los resultados son además similares al que presentan algunos forrajes verdes como es el caso de la maralfalfa que cuenta con 9.8% de PC, 59.3% de FDN y 46.8% de FDA (Carulla *et al.*, 2004), también el pasto estrella, avena forrajera, y otras especies arbóreas tales como el mezquite que reporta valores de PC 11.50%, FDN 48.04% y FDA 31.34% (Silva, 2015), huizache, entre otros, por lo que abre una oportunidad de utilizarse durante época seca reemplazando algunos forrajes convencionales.

Cabe mencionar que las características químicas del material vegetativo dependen de las condiciones edafológicas en que se encuentre la planta en determinado momento y determinado sitio, dadas las condiciones que presenta la planta en la zona puede implementarse su uso durante época seca o almacenarse en seco, ensilado o emplearse como suplemento en bloques nutricionales.

7.2 Factores antinutricios

7.2.1 Taninos condensados

En la Figura 6. Se observan los valores obtenidos para el contenido de taninos condensados, el fruto presentó 0.0162 ± 0.009 mg/g, el follaje 0.1495 ± 0.009 mg/g, valores por debajo a los reportados por Hoyos (2014) donde se encontró un mínimo de 0.48 g y un máximo de 1.57 g en el fruto y, un mínimo de 0.34 g y máximo de 0.700 g en follaje.

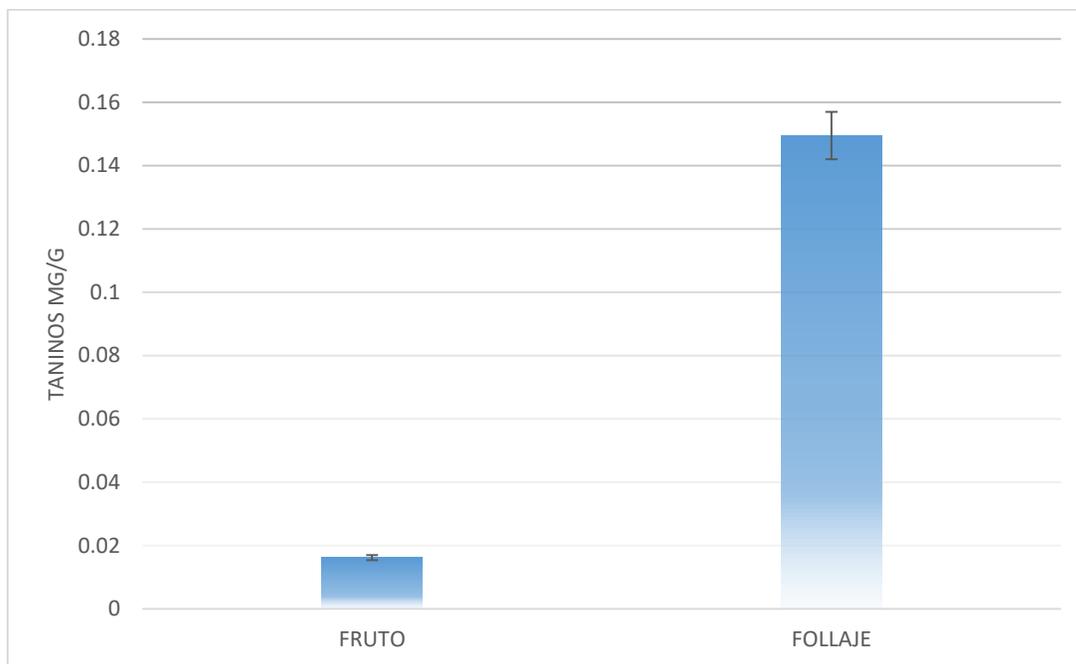


Figura 6. Promedio de taninos en fruto y follaje de guásima.

Los taninos condensados se unen a enzimas proteicas, polisacáridos, ácidos nucleicos, esteroides y saponinas formando complejos con el hierro del alimento dificultando la digestión de nutrientes, afectan el valor nutricional disminuyendo la asimilación de nutrientes, causa efectos fisiológicos no deseados hasta llegar a ser tóxicos (Butler y Bos, 1993).

Estudios revelan que estos compuestos tienen efectos terapéuticos a nivel preventivos y curativos de ciertas enfermedades que pueden actuar como prebióticos, antioxidantes, hipocolesteromiantes, antitrombóticos e hipoglucemiantes. Piñeiro *et al.*, (2015), menciona que los taninos en proporciones moderadas no causan efectos adversos en los rumiantes, al contrario, pueden mejorar el uso de la energía en la alimentación y aumentar el rendimiento en los rumiantes, además pueden disminuir las emisiones de metano entérico, uno de los principales gases con un importante efecto invernadero (Herrera, *et al.*, 2016). Los taninos condensados, forman complejos tanino-proteína que protegen a esta última contra la actividad microbiana y sobrepasan el rumen (Bamualim *et al.*, 1985; Ramos *et al.*, 1998), el valor de estos puede verse afectado por la madurez de la planta o tratamiento químico (Zudaire, 2009).

7.2.2 Fenoles

La Figura 7 representa los valores obtenidos en cuanto al contenido de fenoles donde el fruto y follaje resultaron con 33,659.25 y 120,715.58 (μg equivalentes ácido ferúlico/g muestra) respectivamente.

Existe poca información respecto al contenido de compuestos fenólicos en esta especie, sobre todo los derivados del ácido ferúlico, siendo éste el principal dentro de los compuestos fenólicos. Sin embargo, estudios realizados en leguminosas reportan valores de 30,000 $\mu\text{g/g}$ (Agger *et al.*, 2010). El 98% del total de ácido ferúlico se encuentra distribuido en los tejidos externos de leguminosas y algunos cereales, siendo la capa aleurona y pericarpio externo los principales (Manach *et al.*, 2004).

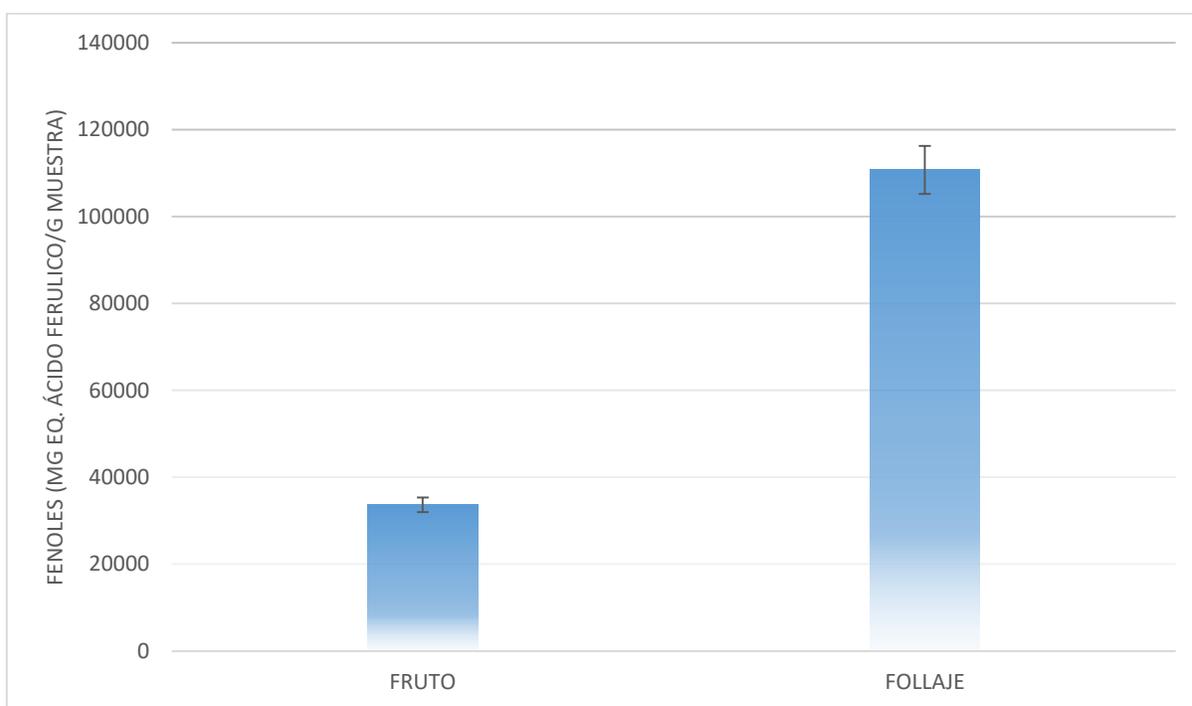


Figura 7. Promedio de fenoles en fruto y follaje de guásima.

Los fenoles actúan como antioxidantes para proteger las células contra el daño oxidativo y por lo tanto limitan el riesgo de varias enfermedades degenerativas como, antiinflamatorias, hepatoprotectoras, antineoplásicas, antimicrobial. Dentro de las principales propiedades biológicas de los compuestos fenólicos es su alta

capacidad antioxidante, debido a su estructura química actúa como agente secuestrador de radicales libres. Los ácidos fenólicos están relacionados con la protección del ADN y los lípidos de la membrana celular contra las especies reactivas de oxígeno, sugiriéndose su uso como agentes preventivos de enfermedades ligadas al estrés oxidativo (Kansi *et al.*, 2002; Srinivasan *et al.*, 2007).

7.2.3 Capacidad antioxidante DPPH

La Figura 8 muestra los resultados obtenidos de la capacidad antioxidante del fruto y follaje obteniendo 467.32 ± 12.67 y 3309.72 ± 161 μg rutina/ml respectivamente. Sotero *et al.*, (2012) analizó diez especies de la familia *Sterculiaceae* misma a la que pertenece la guásima, donde reporta para ésta 20.14% y 6.74% en corteza y semilla respectivamente en una concentración de 250000 $\mu\text{g}/\text{ml}$, Sotero menciona que los compuestos fenólicos participan activamente en la actividad antioxidante, los resultados entre una muestra y otra pueden variar dado que no siempre se utiliza la misma concentración de DPPH en los medios de reacción.

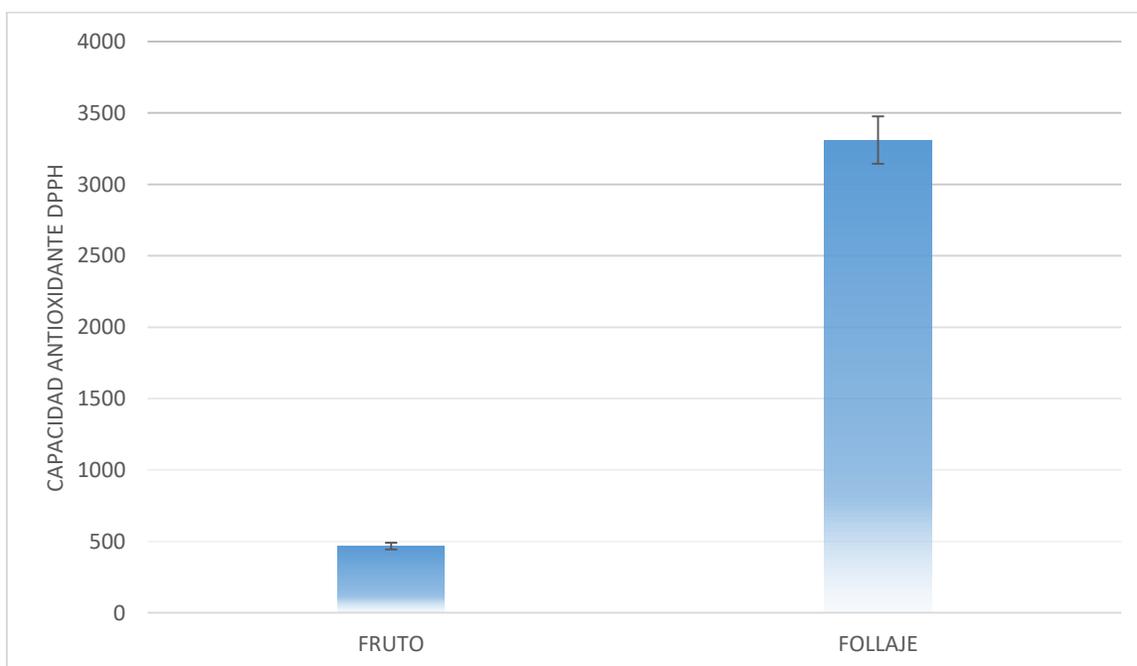


Figura 8. Capacidad antioxidante DPPH (μM eq. Trolox/g) en fruto y follaje de guásima.

La determinación de la actividad antioxidante en el ensayo de DPPH está estrechamente relacionada con el contenido de ácido ferúlico. Este comportamiento se da a causa del mecanismo de reacción específica que da lugar a ensayos de actividad antioxidante. El ensayo DPPH se efectúa sobre los extractos fenólicos (Foti *et al.*, 2004). La capacidad antioxidante de una mezcla no está dada solo por la suma de las capacidades antioxidantes de cada componente, también depende del microambiente en el que se encuentre cada compuesto (Kuskoski *et al.*, 2005).

7.2.4 Flavonoides

En la figura 9 se muestran los resultados obtenidos respecto al contenido de flavonoides, dando como resultado 19.13 µg rutina/ml en fruto y 0.457 mg/ml en follaje. Meitary *et al.*, (2017) reportó 44.85 µg/g en fruto, valor por encima de lo encontrado en este estudio, sin embargo, Cabrera *et al.*, (2017) reporta un valor de 21.42 y 18.36 µg/g en frutos de otras especies arbóreas de uso forrajero.

Existe poca evidencia respecto a la cantidad de flavonoides tanto en el fruto como en el follaje de esta especie, dado que estudios realizaron análisis cualitativos por lo que solo mencionan si hay presencia o no, Cervantes *et al.*, (2018), reporta presencia poco significativa de flavonoides, y menciona que no representa peligro de consumo, por lo menos en rumiantes.

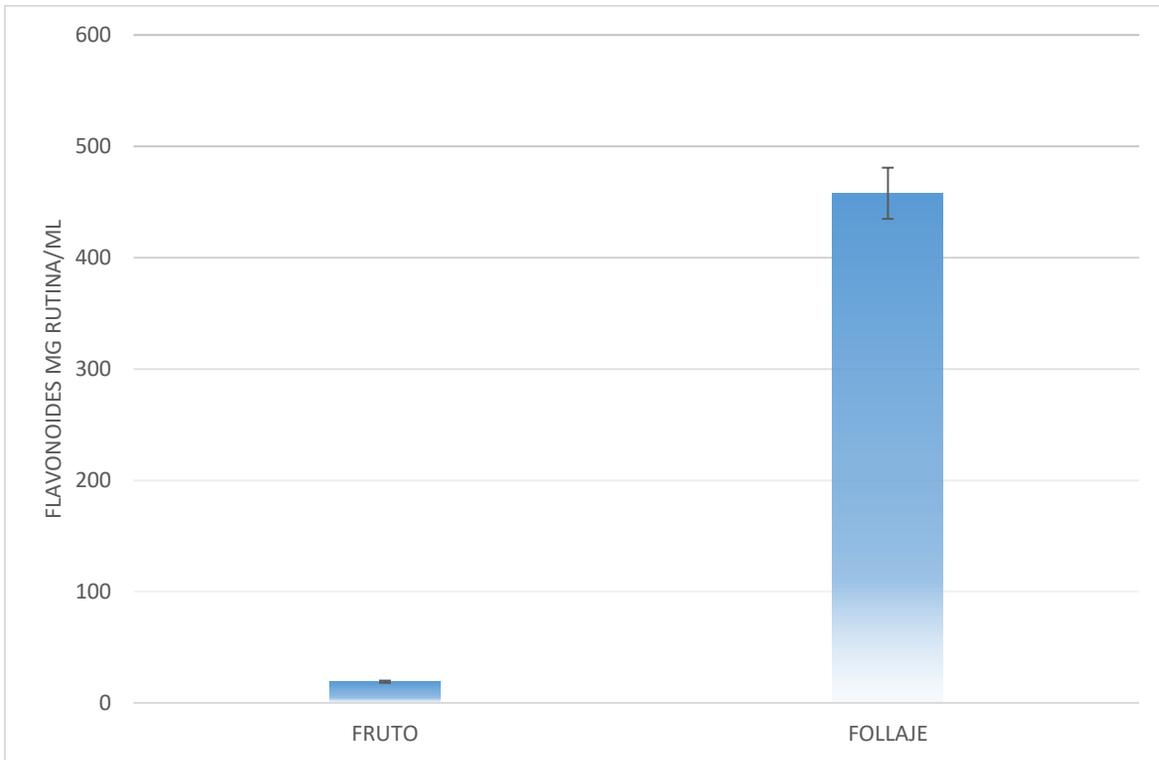


Figura 9. Contenido de flavonoides en fruto y follaje de guásima.

Los flavonoides son una clase de polifenoles de los que se sabe tienen funciones antiinflamatorias y antioxidantes. La suplementación con flavonoides parece ser más beneficiosa durante los periodos de estrés. En los rumiantes en crecimiento, la suplementación con flavonoides redujo la gravedad de la diarrea patógena y no patógena, y tuvo poco impacto en el metabolismo, en el estado de salud o los parámetros de crecimiento. En general, los flavonoides lejos de afectar la producción, pueden llegar a aumentar la productividad de los rumiantes, con efectos beneficiosos que se manifiestan en diversas condiciones de estrés (Cruz y Lizarazo, 2016).

7.2.5 Ácido fítico

La Figura 10 muestra los resultados obtenidos en cuanto al contenido de ácido fítico, obteniendo 25.78 ± 0.62 y 51.61 ± 0.22 mg/g en fruto y follaje, respectivamente.

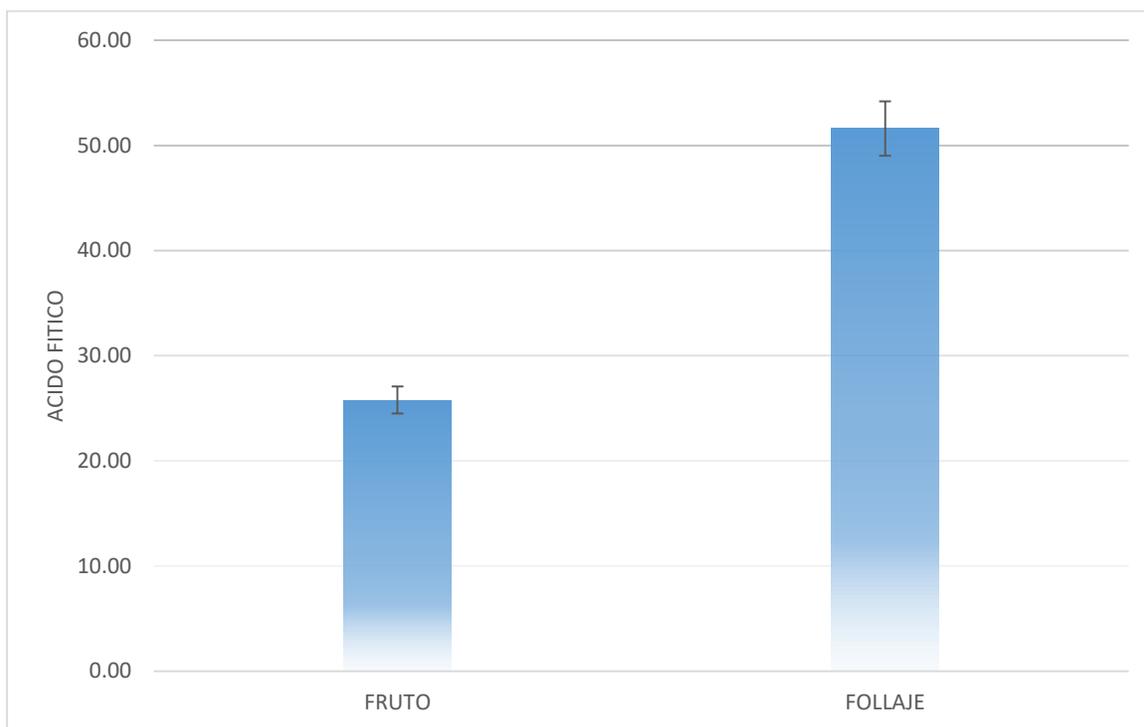


Figura 10. Contenido de ácido fítico en fruto y follaje de guásima.

Leiner (1989) reporta la presencia de sales de ácido fítico en un rango del 1 al 5% del peso seco en frutos de especies leñosas, tomando en cuenta que 10mg es el 1%, los resultados obtenidos en este trabajo entran en este rango con 2.5% y 5.1%. En presencia de calcio reducen la biodisponibilidad del Zn, debido a la conformación de complejos Zn-Ca-fitato.

Aunque su mayor efecto es la disminución de la biodisponibilidad de minerales, los fitatos también interactúan con residuos básicos de proteínas, participando en la inhibición de enzimas digestivas como la pepsina, pancreatina y α -amilasa, sin embargo, estas mismas pueden reducir el contenido de los fitatos, la fitasa, lo cual permite disminuir el efecto nocivo de los mismos solo con propiciar su coincidencia mediante tratamientos físicos.

7.2.6 Factor antitripsico

La Figura 11 muestra los resultados obtenidos en cuanto a la actividad inhibitoria de la tripsina, obteniendo 3.84 ± 0.49 y 2.43 ± 0.15 mg/g de muestra en fruto y follaje, respectivamente. Estos valores son similares a los reportados por García *et al.*, (2009) en un estudio llevado a cabo en el área forrajera en el estado de Trujillo en Venezuela donde se analizaron especies arbóreas incluyendo la *G. ulmifolia* obteniendo un valor de 3.29 ± 2.76 mg/gMS, mediante el análisis de actividad enzimática con patrón sintético (BAPNA) y se leyó a 440 nm.

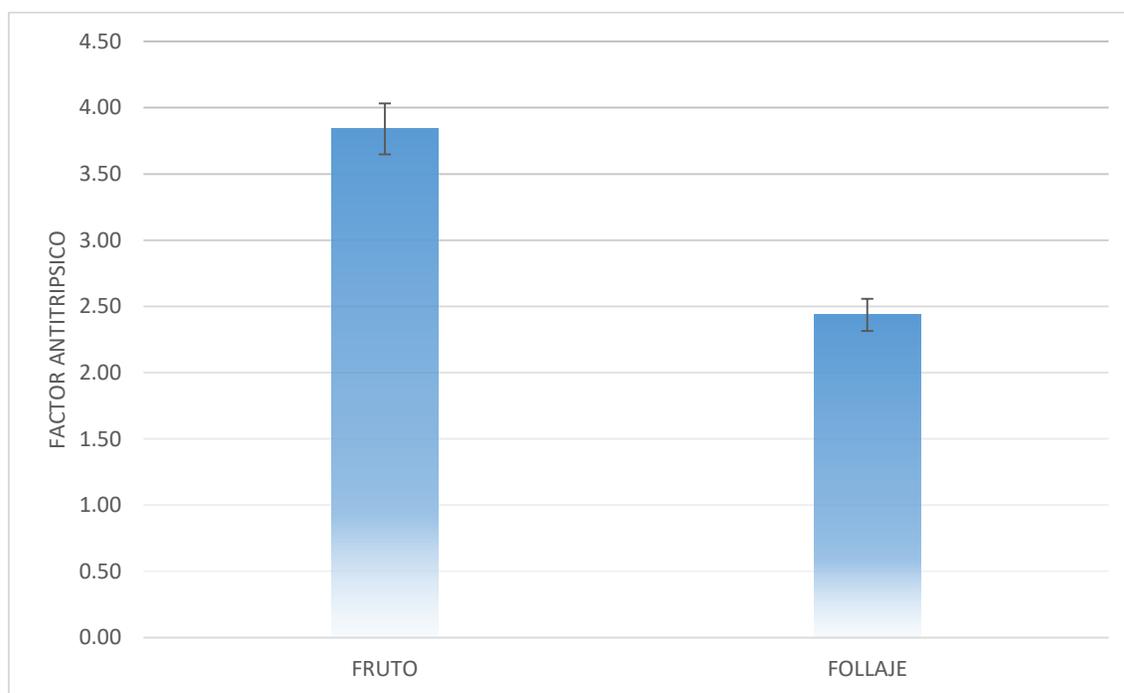


Figura 11. Actividad inhibitoria de la tripsina en fruto y follaje de guásima.

La presencia de metabolitos secundarios protóxicos o posibles causantes de afecciones digestivas no necesariamente señalan que la biomasa presente mala calidad; puesto que se encuentran en concentraciones moderadas y no causarían daño al tracto gastrointestinal ni a la salud integral de los animales, principalmente en el caso de rumiantes según señala Aerts *et al.*, (1999).

Debido a la composición de estos elementos, los mismos pueden ser desactivados por calor, siendo el tratamiento húmedo más efectivo que el seco. Los efectos negativos de los factores antinutricios sobre el metabolismo y la productividad de los animales varía de acuerdo a la especie, edad, cantidad de FAN presentes, procesamientos, interacción con otros nutrientes etc.

Cabe mencionar que existe poca literatura relacionada al análisis de estos elementos, puesto que investigaciones mencionan presencia de estos factores de manera cualitativa no cuantitativa.

7.3 Degradabilidad

7.3.1 Degradabilidad *in vitro* de la materia seca (MS).

En el Cuadro 7 y en la Figura 12 se presenta la degradación *in vitro* de la guásima a diferentes tiempos. Los porcentajes obtenidos de degradabilidad de MS en fruto (53%) y follaje (48%) son similares a los reportados en otros estudios, donde alcanzan un 47.28 y 44.92% respectivamente (Hernández-Morales *et al.*, 2018). Se muestra como a comparación del follaje, el fruto a partir de las 8 horas de incubación alcanza hasta el 43% de degradación mientras que el follaje requiere más de 48 horas para degradarse en un porcentaje similar, lo que indica que el fruto tiende a degradarse en menor tiempo a diferencia del follaje.

Esto puede deberse a que las especies arbustivas y arbóreas se lignifican principalmente en los tallos y en menor cantidad en las hojas y frutos, a diferencia de lo que ocurre con la mayoría de gramíneas tropicales utilizadas en pastoreo, donde los contenidos de lignina y paredes celulares de los tallos y hojas se incrementan con la edad, lo que conlleva a la disminución de la degradación ruminal (Humphreys, 1991; Gómez *et al.*, 1995). Así mismo, las leguminosas arbóreas tienen un efecto similar en tallos y hojas, pero éstas se mantienen sin variación en los contenidos de lignina, paredes celulares y el % de degradación, atenuando el efecto negativo de la edad. Por esta razón, la calidad del follaje de especies arbóreas es más estable a través del tiempo (Gómez *et al.*, 1995).

Cuadro 7. Degradación (%) de la MS de fruto y follaje de guásima en el tiempo (h).

	0	2	4	8	12	18	24	48	72	EEM±
Fruto	9 ^a	28 ^{ab}	29 ^{ab}	43 ^{ab}	38 ^{ab}	48 ^{ab}	52 ^b	50 ^b	53 ^b	4.9
EE±	2.1	3.1	3.1	0.3	1.5	1.1	1.2	0.6	5.2	
Follaje	0 ^a	1 ^a	9 ^{ab}	12 ^{ab}	15 ^{ab}	22 ^{ab}	29 ^{ab}	41 ^b	48 ^b	5.6
EE±	0.0	0.5	0.3	1.0	0.3	0.5	0.3	0.3	3.1	
Sig.	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	

EE= error estándar.

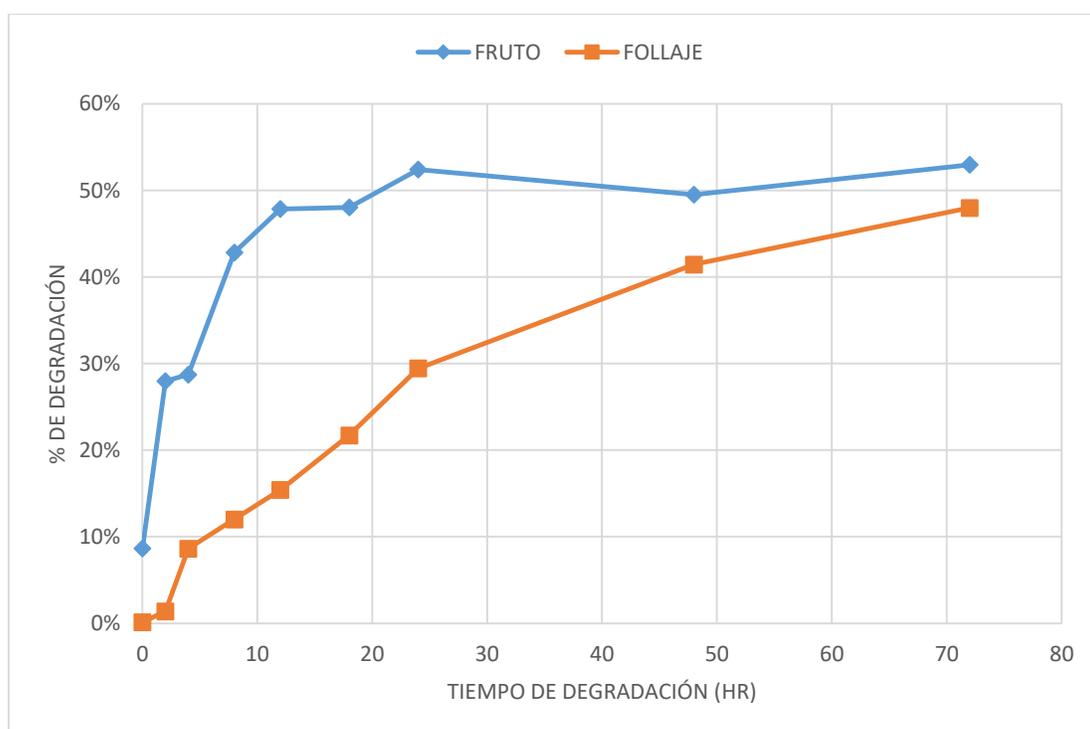


Figura 12. Degradación de la MS de fruto y follaje de guásima en el tiempo (h).

Estudios revelan que algunos componentes de alimentos requieren ser procesados, y recurrir a la aplicación de algunos tratamientos térmicos, ya que estos pueden mejorar el valor nutritivo de los alimentos. Algunas ventajas del forraje de leguminosas arbóreas, son que la degradación ruminal de PC libera lentamente el nitrógeno. Lo cual permite una fermentación ruminal más eficiente de las fracciones fibrosas de la especie. Sin embargo, el aumento en la degradación de los arbustos

tiene relación con la edad de la planta y la cantidad de contenido celular resistente a la degradación por los organismos del rumen (Holechek *et al.*, 1989, Durand *et al.*, 2018).

Aunque los pastos proveen nitrógeno amoniacal, péptidos, aminoácidos y azufre, los cuales estimulan el crecimiento de la población de los microorganismos del rumen, en las raciones con estos forrajes hay aumento de la densidad energética y de proteína bypass en la dieta alimenticia (Lascano, 1996). Benavides (1994), menciona que el follaje de algunos árboles forrajeros, en este caso como la *G. ulmifolia*, se caracterizan por ser fácilmente adaptables y contener un buen porcentaje de PC (en ocasiones hasta 25%), que es más de lo que presentan algunas gramíneas tropicales; sin embargo, la digestibilidad del follaje en muchas especies arbóreas forrajeras es relativamente baja (entre 50 y 60%), comparándola con forrajes herbáceos.

7.3.2 Degradabilidad in vitro de la fibra detergente neutro (FDN).

En el Cuadro 8 y en la Figura 13 se presentan los datos obtenidos respecto a la degradación de la FDN, obteniendo 54.18 y 66.05% en fruto y follaje, respectivamente, a las 72 horas de incubación. En este caso el follaje tuvo más variación respecto a la degradación del fruto, sin embargo, presentó un aumento en la degradabilidad a partir de las 8 horas de incubación mostrando poca diferencia en las últimas 48 y 72 horas, por otra parte, la degradabilidad del fruto tuvo un comportamiento bastante homogéneo en cada uno de los tiempos de incubación.

Según Boschini (2001), la degradabilidad de FDN se consideraría aceptable puesto que presenta un valor por encima del 30%, siendo que en la literatura oscila el 45%.

Cuadro 8. Degradación (%) de la FDN de fruto y follaje de guásima en el tiempo (h).

	0	2	4	8	12	18	24	48	72	EEM±
Fruto	39.86 ^a	48.5 ^{ab}	49.9 ^{abc}	51.1 ^{abc}	51.1 ^{abc}	52.0 ^{abc}	54.1 ^{bc}	54.1 ^{bc}	54.1 ^c	0.7
EE±	0.01	0.01	0.02	0.02	0.2	0.03	0.08	0.02	0.03	
follaje	35.4 ^a	46.9 ^{ab}	41.2 ^{ab}	47.4 ^{ab}	48.4 ^{ab}	54.1 ^{bc}	57.7 ^{bc}	64.8 ^c	66.0 ^c	3.4
EE±	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02	0.03	
Sig.	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	

EE=error estandar

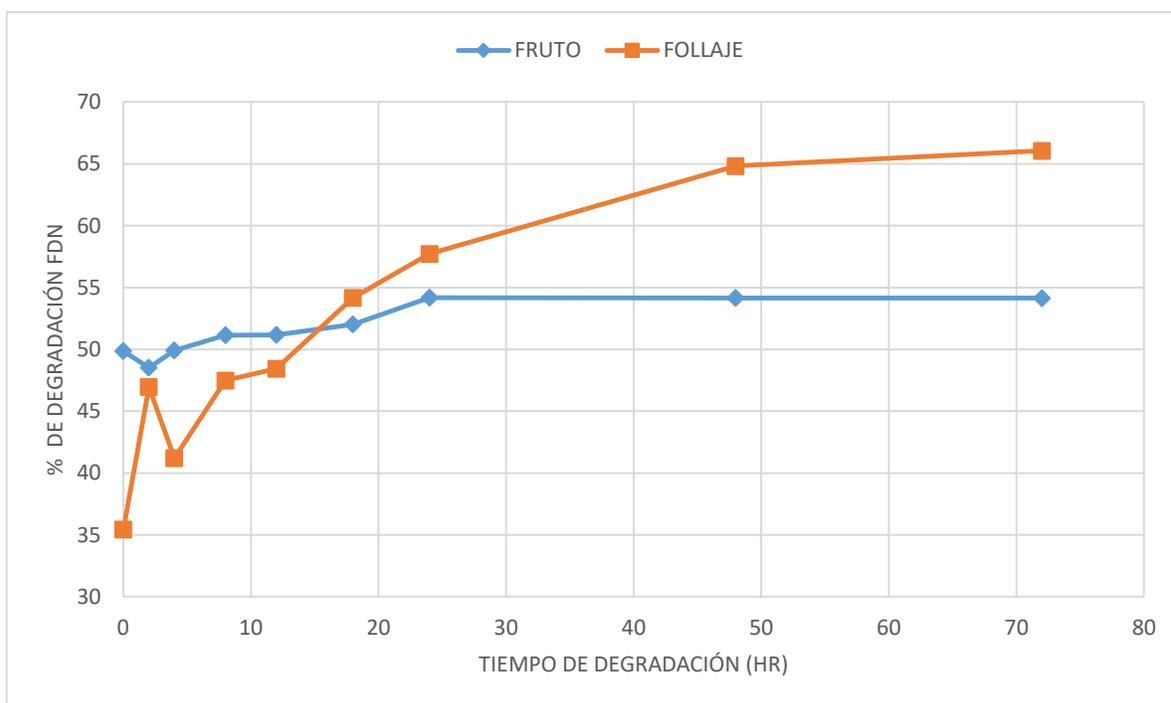


Figura 13. Degradación de la FDN de fruto y follaje de guásima en el tiempo (h).

Aguilar *et al.*, (2009) describe que, en algunos frutos, la fracción soluble o de rápida degradación disminuye mientras que la fracción potencialmente degradable incrementa. La FDN es considerado entre los factores más importantes que afecta el uso del forraje puesto que constituye la mayor fracción de materia seca y está relacionada con el consumo y su degradación. Un incremento en la concentración

de MS indigestible ocasiona una reducción en la tasa de paso y una restricción física que limita el consumo de MS (Kawas, 1995).

7.3.3 Degradabilidad in vitro de la fibra detergente acido (FDA)

En el cuadro 9 y la figura 14 se observan los resultados obtenidos respecto a la degradabilidad de FDA. Se muestra como el follaje alcanza un 65.25% de degradación a las 2 horas de incubación a diferencia del fruto a quien le toma casi 24 horas para alcanzar su máximo porcentaje e incluso disminución en el primer par de horas. Sin embargo, los porcentajes que resultaron fueron mayores a los reportados por Boschini (2001) quien reporta una degradabilidad de 13.78%.

Cuadro 9. Degradación (%) de la FDA de fruto y follaje de guásima en el tiempo (h)

	0	2	4	8	12	18	24	48	72	EEM±
Fruto	60.02	57.71	57.60	59.32	59.42	57.70	61.78	61.63	60.74	0.5
EE±	0.7	0.2	0.7	0.3	0.8	1.6	0.8	0.6	0.7	
follaje	58.07	65.25	59.80	63.07	64.16	64.48	68.08	71.22	70.96	1.5
EE±	0.6	7.6	7.8	0.7	0.8	0.4	0.4	0.4	0.3	
Sig.	P<0.05									

EE= error estándar.

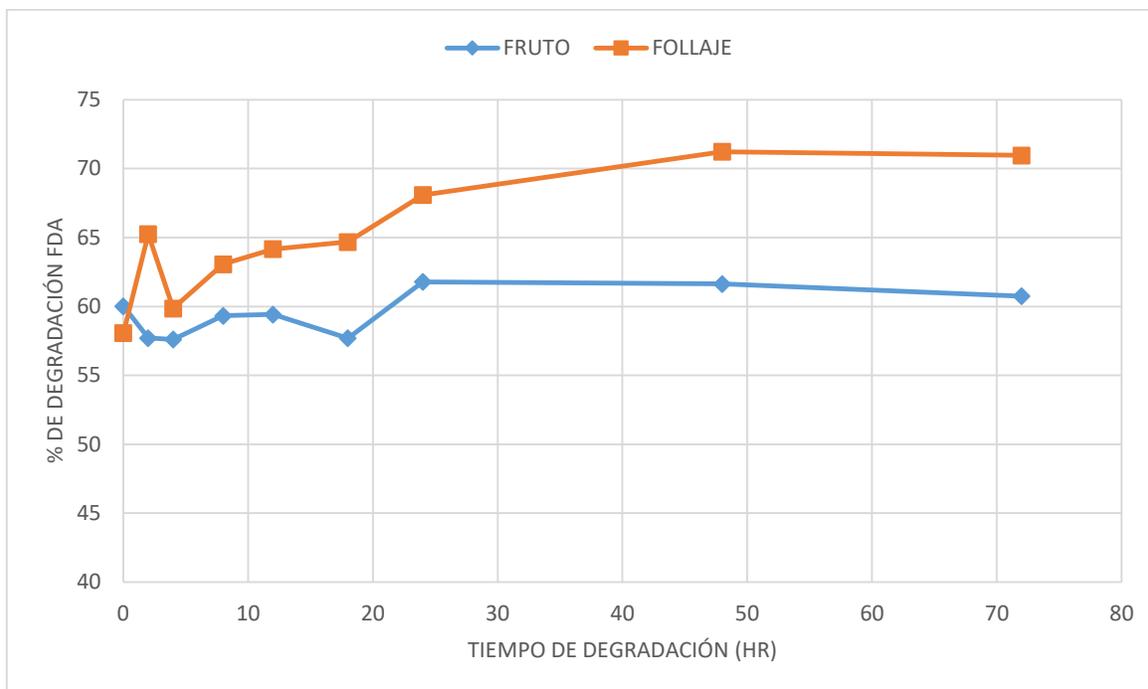


Figura 14. Degradación de la FDA de fruto y follaje de guásima en el tiempo (h).

La determinación de la FDA es especialmente útil en el caso de los forrajes, ya que existe una buena correlación estadística entre ella y la digestibilidad (McDonald *et al.*, 1999).

El follaje de algunos árboles de uso forrajero como *G. ulmifolia*, *G. sepium*, *B. alicastrum*, *E. berteroana*, *Spondias sp.*, *A. farnesiana* y *B. simaruba*, se caracterizan por tener una buena adaptación y de medio a alto contenido de proteína cruda, sin embargo, la digestibilidad del follaje en varias de estas especies arbóreas forrajeras es relativamente baja (entre 50 y 60%), comparada con forrajes herbáceos (Benavides, 1994, Flores, 1980). Aunque la degradación puede aumentar si las especies arbóreas contienen un porcentaje menos al 4% de taninos, los cuales impiden la degradación de la proteína en el rumen (Escobar, 1996).

La composición de los forrajes depende de factores como la especie, la madurez, el nivel de fertilización, el suelo y las condiciones climatológicas, las que en ocasiones pueden influir en las características de su degradabilidad en el rumen (Van Straalen y Tamminga, 1990).

Dado que el árbol de *G. ulmifolia* se encuentra produciendo follaje durante la mayor parte del año y por los resultados anteriormente presentados es recomendable suplementar a una alimentación convencional, así como utilizarlo en conjunto con otras especies igualmente presentes en la zona Serrana. Además, pueden utilizarse tanto el follaje como el fruto en ensilados o bloques nutricionales, de esta forma conservarse mayor tiempo hasta su uso, que bien puede ser en las etapas de crecimiento o incluso en engorda, aunque habría que continuar con su evaluación en campo.

8 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, tanto el fruto como el follaje de guásima pueden ser considerados una alternativa alimenticia para ser incorporada en sistemas silvopastoriles dada su composición química y evaluación nutricional. Esto debido a que puede satisfacer las necesidades en determinado momento, puesto que exhiben porcentajes aceptables de degradabilidad *in vitro*, porcentajes parecidos e incluso mejores que los presentados en algunas especies gramíneas en condiciones secas, lo que haría que los animales puedan completar sus necesidades nutricionales. En cuanto a factores antinutricios, fenoles, flavonoides y la capacidad antioxidante tuvieron mayor presencia debido a la madurez de la planta, también se encontraron taninos, ácido fítico y factor antitriptico en menores proporciones, las cantidades encontradas no representan un problema para el consumo de rumiantes.

9 IMPLICACIONES

Realizar el análisis de caracterización de esta especie permitió obtener datos adecuados de la calidad nutritiva de un alimento no convencional, que puede ser una opción accesible para la alimentación no solo de rumiantes, sino de algunas otras especies de producción, además de ser una alternativa para la reforestación y mejorar la biodiversidad del trópico.

La *Guazuma ulmifolia* en general podría considerarse una alternativa durante la época de estiaje, por los valores obtenidos, pudiendo sustituir a otros forrajes verdes como la maralfalfa, avena forrajera e incluso algunas especies de leguminosas, por la misma razón genera la opción de suplementar dietas en etapas de mantenimiento o en crecimiento y desarrollo en corderos.

Sin embargo, es indispensable intensificar su investigación tomando en cuenta sus niveles de incorporación en la dieta y el comportamiento productivo de los animales en respuesta a su consumo.

10 BIBLIOGRAFÍA

Acosta, P. (1986). La vegetación de la Sierra de Manuel Díaz, Veracruz. México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. pp 96.

Aerts, R. J., Barry, T. N., McNabb, W. C. (1999). Polyphenols and agriculture: beneficial effect of proanthocyanidins in forages. *Agric. Ecosys. Environ.*, 75:1-12.

Aerts, R., Chapin, F. S. (1999). "The Mineral Nutrition of Wild Plants Revisited: A Re-evaluation of Processes and Patterns," in *Advances in Ecological Research*. Editors A. H. Fitter, and D. G. Raffaelli (Academic Press), 1–67.

Agger, J., Vikso-Nielsen, A., Meyer, A. S. 2010. Enzymatic xylose release from pretreated corn bran arabinoxylan: differential effects of deacetylation and deferuloylation on insoluble and soluble substrate fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58: 6141-6148.

Aguilar, E., Sanginés, J. R., Magaña, H., Canche, C., Lara, P. E. 2009. Producción de gas in vitro y cinética de degradación de harina de forraje de morera (*morus alba*) mezclada con maíz. *Rev. Cub. Cien. Agric.* Tomo 43, num 3. Pp. 273-281.

AOAC. (1984). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemist, Washington, D.C, 14th, 152–157.

AOAC. (2002). *Official methods of analysis of AOAC International*. Current through Revision, 17th, 143–147.

Araya, J., Benavides, J., Arias, R., y Ruiz, A. (1994). Identificación y caracterización de árboles y arbustos forrajeros en América Central. *Memoria Comisión Nacional Del Desarrollo de La Actividad Caprina*. Turrialba, Costa Rica., 56.

Ayala, A., Cetina, R., Capetillo, C., Zapata, C., y Sandoval, C. (2006). *Composición Química - Nutricional de Árboles Forrajeros*. Tomado de https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Sandoval-Castro/publication/277141987_Composicion_Quimica-

[Nutricional de Arboles Forrajeros/links/556385fd08ae9963a11ef14e/Composicion-Quimica-Nutricional-de-Arboles-Forrajeros.pdf](#) [Consultado 29/08/21]

Báez, Q. (2018). Caracterización nutricional y antinutricional de las especies forrajeras (*Guazuma ulmifolia*, *Arachis pintoi*, *Saccharum officinarum*, *Cynodon plectostachyus*, *Chusquea tessellata*) para la alimentación y nutrición en explotaciones bovinas en el municipio de Nimaima Cundinamarca. Trabajo de Grado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá, D.C.

Bamualim, A. 1985. The effect of *Leucaena leucocephala* as a supplement on the utilization on low quality roughage by small ruminants. Proc. XV Int. Grassland Congress, August 24-31, 1985, Kyoto, Japan: 1042-1043

Benavides, J. E. 1994. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Informe técnico no. 236. Vol I. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza.

Birmanía, W. J. 2013. Las arbóreas; una alternativa nutricional en la producción animal. Sitio Argentino de Producción Animal. Tomado de: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/163-arboreas.pdf [consultado: 23/08/21].

Blois, M. S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a State Free Radical Nature, 181, 1199-1200. <http://dx.doi.org/10.1038/1811199a0>.

Bobadilla-Soto, E. E., Ochoa-Ambriz, F., Perea-Peña, M. 2021. Dinámica de la producción y consumo de carne ovina en México 1970 a 2019. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 32, num. 3, pp. 963-982, 2021.

Bochi-Brum, O., Carro, M. D., Valdez, C., Gonzalez, J. S., y López, S. (1999). Digestibilidad in vitro de forrajes y concentrados: Efecto de la ración de los animales donantes de líquido ruminal. *Arch. Zootec.*, 48 (Div), 51–61.

Boschini, C. 2001. Degradabilidad in situ de la materia seca, proteína y fibra del forraje de morera (*Morus alba*). *Agronomía Mesoamericana*, vol. 12, num. 1, pp. 79-88.

Butler, L. G., Bos, K. D. (1993) Analysis and characterization of tannins in fababeans, cereals, and other seeds. A literature review. In: Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds: proceedings of the Second International Workshop on 'Antinutritional Factors (ANFs) in Legume Seeds', Wageningen, The Netherlands, 1-3 December 1993. Poel, A.F.B. van der, J. Huisman and H.S. Saini (Editors). EAAP Publication no. 70. Wageningen Pers. Netherlands. pp 81- 90

Cabral, L., Neves, E., Zervoudakis, J., Abreu, J., Rodriguez, R., y Souza, A. (2008). Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. Rev. Bras. Saúde Prod. An, 9(3), 529–542.

Cabrera, J. L., Jaramillo, C., Dután, F., Cun, J., García, P. A., Rojas, L. 2017. Variación del contenido de alcaloides, fenoles, flavonoides y taninos en Moringa oleífera Lam. En función de su edad y altura. Rev. Cien. Am. Lat. Bioagro 29(1):53-60.

Calle, Z., Murgueitio, E., y Botero, L. (2011). El totumo, árbol de las Américas para la ganadería moderna. Carta FEDEGAN, 122(2312), 64–73. Tomado de: <http://www.lhaura.com/wp-content/uploads/2017/08/El-totumo-El-arbol-de-la-ganaderia-moderna.pdf> [Consultado: 21/09/20]

Carranza, M. A., Sánchez, V. L., Pineda, L. M., Cuevas, G. R. (2003). Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la sierra de Manantlán México. Agrociencia 37:203-210.

Carulla, J., Cárdenas, E., Sánchez, N., Riveros, C. 2004. Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona andina colombiana. En: memorias Seminario Nacional de Lechería Especializada: Bases Nutricionales y su Impacto en la Productividad. Eventos y Asesorías Agropecuarias, Auditorio de la Salud, Hospital General de Medellín, Septiembre 1 y 2 de 2004.: 21 – 40.

Castrejón, F., Corona, L., Rosiles, R., Martínez, P., Lorenzana, A., Arzate, L., Olivos, P., y Guzmán, S. (2017). Características nutrimentales de gramíneas, leguminosas y algunas arbóreas forrajeras del tropico Mexicano. (UNAM (ed.); 1a Edicion).

CATIE, (centro tropical de investigación y enseñanza). (1986). Silvicultura de especies promisorias para produccion de leña en América Central. In Cultivo de árboles de uso multiple. (p. 172).

Cervantes, A., López, S., Martínez, J. P., Gallardo, F., Guerrero, D. D., Pérez, P. 2018. Preferencia de ovinos y bovinos por frutos de seis especies arbóreas. Colegio de Posgraduados. AP Agro-productividad. Vol. 8, num. 6.

Chay-Canul, A., Espinoza-Hernández, J., Ayala-Burgos, A., Magaña-Monforte, J., Aguilar-Pérez, C., & Chizzotti, M. (2014). Relationship of empty body weight with shrunken body weight and carcass weights in adult Pelibuey ewes at different physiological states. *Small Ruminant Res*, 117, 10–14.

Church, C. D. 1976. El Rumiante, Fisiología digestiva y nutrición. Edición en lengua española 1993. Editorial Acribia, S. A.

CONABIO. (2009). Catálogo taxonomico de especies de México (p. 35). NAT. 1.

Cruz, A., Lizarazo, C. S. 2016. Efectos de la inclusión de las dietas ricas en Flavonoides en la calidad de la leche bovina. *Rev. Med. Vet.* No. 31. Bogotá Jan./June.

Cruz, M. C., & Mendoza, S. O. (1991). Estudio quimico preliminar guasima (Sterculiaceae) y constituyentes adicionales de *Hintonia latiflora* (Rubiaceae). Tomado de https://repositorio.unam.mx/contenidos?c=56J5nq&d=false&q=*&i=2&v=1&t=search_0&as=0 [Consultado: 20/03/21]

Duarte, F. V., Sandoval, C. A., & Sarmiento, L. A. (2009). SRNS model adequacy for body weight gain predicting in growing pelibuey lamb males. *Archivos de Zootecnia*, 58(224), 671–681.

Durand, H., Huaita, A., Cárdenas, L. A., Ramos, R. 2018. Effect of regrowth age the ruminal degradation of pisonay (*Erythrina* sp) in Andean valley of Abancay. Rev. Investig. Altoandin. Vol. 20 no. 2 Puno.

Enríquez, J. F., Meléndez, F., Bolaños, E. D., & Esqueda, V. A. (2011). Producción y manejo de forrajes tropicales. Veracruz, México: Campo Experimental La Posta. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Tomado de: https://redgatro.fmvz.unam.mx/assets/produccion_forrajes.pdf [Consultado: 12/11/20]

Escobar, J. B. 1996. Análisis descriptivo de la degradación ruminal in situ de *psidium* de moringa oleífera. Repositorio institucional. Tomado de <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/3236> [Consultado: 21/09/2022].

Espinosa, V., Ramírez, M, J., Acosta, I., Igarza, A. 2006. Rendimiento, caracterización química y digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* en las actuales condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto. Revista Electrónica de Veterinaria–REDVET. Tomado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> . Vol VII (5): 6 p.

Espinosa-García, J. A., Quiroz-Valiente, J., Moctezuma-López, G., Oliva-Hernández, J., Granados-Zurita, L., & Berumen-Alatorre, A. C. (2015). Prospección tecnológica y estrategias de innovación para producción ovina en Tabasco, México. Revista Científica de La Facultad de Ciencias Veterinarias de La Universidad Del Zulia, 25(2), 107–115.

FAO-OCDE. 2021. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas, Estadísticas de la OCDE sobre agricultura. Tomado de: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/6c9145fc-es/index.html?itemId=/content/component/6c9145fc-es#:~:text=El%20crecimiento%20de%20la%20producci%C3%B3n,menos%20adelantados%20de%20%C3%81frica%20subsahariana> . [Consultado: 03/04/2022]

Flores, J. 1980. Bromatología Animal. 2a ed. México.

Forero, F. J., Venegas, M., Alcalde, M. J., & Daza, A. (2016). Peso al nacimiento y al destete y crecimiento de corderos Merinos y cruzados con Merino precoz y Ile de

France: Análisis de algunos factores de variación. *Archivos de Zootecnia*, 66(253), 89–97.

Foti, M. C., Daquino, C., Geraci, C. 2004. Electron-transfer reaction of cinnamic acids and their methyl esters with the DPPH radical in alcoholic solutions. *The Journal of Organic Chemistry*, 69, 2309–2314.

Freer, M., Dove, H., & Nolan, J. (2007). Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants. In CSIRO (p. 270).

Galindo, W. F., Rosales, M., Murgueitio, E., & Larraondo, J. (1989). Sustancias antinutricionales en las hojas de guamo, nacedero y matarratón. *Livestock Research for Rural Development*, 1(1), 37–47.

García, D. (2000). Especies arbóreas forestales susceptibles de aprovecharse como forraje. *Revista Ciencias Forestales*, 6(29), 31–39.

García, D. 1991. Contenido antinutricional de la biomasa comestible en especies forrajeras. *Zootecnia tropical*. 23 (4):345-361.

García, D. E., Medina, M. G., Moratinos, P., Cova, L. J., Torres, A., Santos, O., Perdomo, D. (2009) Caracterización químico-nutricional de forrajes leguminosos y de otras familias botánicas empleando análisis descriptivo y multivariado. *Avances en Investigación Agropecuaria*. Instituto Nacional de Investigadores Agrícolas (INIA). Venezuela.

García, G. J., Ramírez, R., Foroughbakhch, R., Morales, R., García, G. 2003. Valor nutricional y digestión ruminal de cinco líneas apomíticas y un híbrido de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*). *Técnicas Pecuarias en México*. 41(2): 209 – 218.

Gaskins, C. T., Snowder, G. D., Westman, M. K., & Evans, M. (2005). Influence of body weight, age, and weight gain on fertility and prolificacy in four breeds of ewe lambs. *Journal of Animal Science*, 83(7), 1680–1689.

Giraldo, C., Valderrama, E., Montoya, M., & Armbrrecht, I. (2006). Efecto de *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) sobre herbivoría de *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae). IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería Para La Producción

Animal Sostenible y III Simposio Sobre Sistemas Silvopastoriles Para La Producción Ganadera Sostenible. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. Enero, 113.

Giraldo, L. A. (2000). Potencial de la arborea guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. Conferencia Electrónica de La FAO Sobre Agroforestería Para La Producción Animal., 201–215.

Gómez, M., Murgueitio, E., Rodríguez, L., Méndez, M., Molina, C., Molina, E., Molina, J. (2002). Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente protéica. 3ª Ed. CIPAV. Centro de Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali colombia.

Gómez, M., Rodríguez, L., Ríos, C., Murgueitio, E. 1995. Nacadero *Trichantera gigantea*. En Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. CIPAV, Colombia. 129p.

Gómez-Gurrola, A., Partida-Hernández, M., Ramírez-Durán, R., Ramírez-Ramírez, J. C., Gómez-Gurrola, J. A., Gonzalez-Mormita, M., Sanginés-García, L. (2014). Efecto de la inclusión del gruto de *Guazima ulmifolia* como sustituto de maíz en la dieta sobre el comportamiento productivo y rendimiento en canal de ovinos pelibuey. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 17(2014):215-222.

González-Anaya, Alejandro; Ochoa-Cordero, Manuel; Torres-Hernández, Glafiro; Díaz-Gómez, Marta; González-Camacho, J. (2013). Influencia de factores ambientales en el comportamiento productivo en fase predestete de corderos Rambouillet. *Revistas Abanico Veterinario*, 3(2), 31–38.

Hernández-Morales, J., Sánchez-Santillán, P., Torres-Salado, N., Herrera-Pérez, J., Rojas-García, A. R., Reyes-Vázquez, I., Mendoza-Núñez, M. A. 2018. Composición química y degradaciones in vitro de vainas y hojas de leguminosas arbóreas del trópico seco de México. *Rev. Mex. De cienc. Pecuarias* vol. 9. No. 1 Mérida ene./mar.

Herrera, J. E., Botero, I., Orozco, J., Restrepo, E., Rosales, R. 2016. Sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de wit: alternativa

productiva en el trópico ante el cambio climático. Pastos y Forrajes. Vol.40 no.3 Matanzas Jul-set.

Hinojosa-Cuellas, J. A., Olivia-Hernández, J., Torres-Hernández, G., Segura-Correa, J. C., Aranda-Ibañez, E. M., & Gonzalez-Camacho, J. M. (2012). Factores que afectan el crecimiento predestete de corderos Pelibuey en el trópico húmedo de México. *Universidad y Ciencia*, 28(2), 163–171.

Holechek, J. L., Nunez, G., Wallace, J. D., Galyean, M. L., Valdez, R., Cardenas. 1989. Influence of native shrubs on nutritional status of goats: nitrogen retention. *Journal of range management*, article 14:10 of the new México. Arg. Exp. Sta. Las Cruces.

Hoyos, T. A. 2014. Determinación de la concentración de taninos en las hojas, corteza y frutos de la especie de guácimo (*Guazuma ulmifolia lam*) Cajamarca-Perú. Escuela de Ingeniería Forestal. Tomado de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/414/T%20K10%20H678%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consultado: 22/08/22].

Humphreys, L.R. 1991. Tropical pasture utilisation. Cambridge University Press. Ed. Ilustrée. Tomado de https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=hdKkU_4Y8QwC [Consultado 04/05/22].

Isaza, J. H., Veloza, L. A., Ramírez, L. E., Guevara, C. A. 2007. Estimación espectrofotométrica de taninos hidrolizables y condensados. *Scientia et technica*, Año XIII, No. 33, Mayo de 2007, UTP. ISSN 0122-1701.

Kakade, M., Foffa, D., Liener, E. I. 1973. Contribution of trypsin inhibitor to the deterior effect of unheatcd soybean ted to rats. *Nutri* 1973;(103):17n.

Kanski, J., Aksenova, M., Stoyanova, A., Butterfields, D. A. 2002. Ferulic acid antioxidant protection against hydroxyl and peroxy radical oxidation in synaptosomal and neuronal cell culture systems in vitro: structure-activity studies. *Journal of Nutritional Bichemistry* 13: 273-281.

Kawas, J. J. (1995). Factores que afectan el consumo voluntario de forrajes por bovinos en pastoreo. En: Curso-Taller Internacional de Actualización sobre Consumo Voluntario de Alimentos. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.

Kawas, J. R. (2008). Producción y utilización de bloques multinutrientes como suplemento de forrajes de baja calidad para caprinos y ovinos: la experiencia en regiones semiaridad. *Tecnología y ciencia Agropecuaria* 2:63-69.

Kim, D. 2003. Total, phenolic content was estimated by a spectrophotometric approach.

Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini, J., Fetll, R. 2005. Aplicación de diversos métodos químicos para la determinación de actividad antioxidante en pulpa de frutas. Tomado de <https://www.scielo.br/j/cta/a/B58T9S5zLLxjBL5PVzZXHCF/?lang=es> [Consultado: 12/10/22]

Lascano, C. 1996. Oportunidades y retos en la utilización de leguminosas arbustivas como forraje suplementario en sistemas de doble propósito. En: *Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical*. (Clavero, T., Ed.). Maracaibo, Venezuela. p. 29

Leyva, B. (2006). Uso, extracción y manejo de los acahuals de la selva baja caducifolia en las localidades Acazonica y Pasto de ovejas de la zona Sotavento del estado de Veracruz. Tesis, Maestro en Ciencias. Programa en Agroecosistemas Tropicales. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. México. 114 p.

Licitra, G., Hernández, T. M., & Van-Soest, J. P. (1996). Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 57, 347–358.

Liener, I.E. 1989. Implications of antinutritional components in soybeans foods. *Critical Review of Food Science and Nutrition* 34(1): 31-67.

López, H., Rivera, L., Ortega, R., Escobedo, M., Magaña, M., Sanginés, G., & Sierra, V. (2008). Contenido nutritivo y factores antinutricionales de plantas nativas forrajeras del norte de Quintana Roo. *Tec. Pecu. Mex.*, 2(46), 205–215.

López, S., Del Ángel, N. I. 2010. Árboles y arbustos forrajeros. Colegio de Posgraduados Campus Veracruz. Serie Sistemas Silvopastoriles. Folleto técnico No. 4.

López, S., Pérez, P., Mendoza, L., Ortega, E., López, Z. G., & Villarruel, M. (2011). Agronomic and forage characteristics of. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, 453–463.

Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition* 79: 727-747.

McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F., Morgan, C. A.. 1999. *Nutrición Animal*. Quinta Edición. Editorial Acribia.

Mehrez, A. Z., & Ørskov, E. R. (1977). A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci., Camb.*, 88, 645–650.

Meitary, N., Bintag, M., Rafi, M. 2017. Analisis total fenol, flavonoid, dan tanin serta aktivitas antioksidan empat ekstrak daun jati belanda *Guazuma ulmifolia*. Tomado de <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/91773> [Consultado: 21/04/22].

Minson, D. J., & McLeod, M. N. (1972). The in vitro technique: its modification for estimating digestibility of large numbers of tropical pasture sample. In *In divison of tropical pasture technical paper*. Research Organization, Australia.

Mora, J., & Ibrahim, M. (2003). Diversificación de fincas pecuarias: Estrategia de vida para aliviar la pobreza rural. LEAR. Centro Virtual de Ganadería y Medioambiente. Tomado de: <http://www.virtualcentre.org/es/ele/conferencia4/sintesis-.htm> [Consultado: 19/08/21]

Nava, C., & Díaz, A. (2001). Introducción a la digestión ruminal. In Sitio Argentino de Producción Animal (p. 13).

Nava, C., Díaz, A. 2001. Introducción a la digestión ruminal. Departamento de Nutrición Animal. Sitio Argentino de Producción Animal. UNAM. www.produccion-animal.com.ar

NRC. 1985. Nutrient requirements of sheep. 6th Edition, National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, D.C.

Ortega, M. E., Carranco, M. E., Mendoza, G., & Castro, G. (1998). Chemical composition of *Guazuma ulmifolia* Lam and its potential for ruminant feeding. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 32(4), 383–386.

Othón, H.; Ortiz, M.; Noa, A. (2015). Composición química del fruto de dos especies del Bosque Seco Tropical en la región costera del Ecuador como fuente de alimento para los rumiantes. *Centro Agrícola*, 42(4), 61–65.

Oxford. (1991). *Guazima ulmifolia* (Lam) Sterculiaceae. Un árbol de uso múltiple. Colección: Materiales de Extensión. http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/%0Acapitulos_especies_y_anexos/guazuma_ulmifolia.pdf [Consultado: 13/04/21]

Palma, J. M., Román, L., Morales, A., & Aguirre, M. A. (1998). Comportamiento productivo y composición química nutricional de cuatro especies arbóreas. En Mem, Del III Taller Inter. Silvopast. Los Árboles y Arbustos En La Ganadería. Guadalajara., 45–47.

Partida-Hernández, M., Loya-Olguin, J. L., Gómez-Gurrola, A., Ramírez-Ramírez, J. C., Hernández-Ballesteros, J. A., Amezcua-Jaeger, T., Escalera-Valente, F., Sanginés-García, L. 2018. Reemplazo de grano de sorgo con fruto de *Guazuma ulmifolia* en dietas de corderos con diferente forraje. *Ecosist. Recur. Agropec.* 6(17):253-262,2019.

Pezo, P., Kass, M., Benavides, J., Romero, F., Chávez, C. 1990. Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. In: Devendra C. (ed). *Shrubs and*

tree fodders for farm animals. Proceedings Workshop held in Denpasar, Indonesia IRDC. Ottawa, Canada. pp. 163-165.

Piñeiro, A. T., Canul, J. R., Alayón, J. A., Chay, A. J., Ayala, A. J., Aguilar, C. F., Solorio, F. J., Ku, J. C. 2015. Potential of condensed tannins for the reduction of emissions of enteric methane and their effect on ruminant productivity. Arch. Med. Vet. Vol.47, no.3, Valdivia.

Quiroga, R., & Pezo, D. (2010). Árboles Forrajeros De Tres Regiones Ganaderas De Chiapas, México: Usos Y Características Nutricionales. Universidad y Ciencia, 26(1), 19–31.

Ramirez-Tello, J. A., Torres-Hernández, G., De La Cruz-Colín, L., Ochoa-Cordero, M. A., & Suárez-Espinosa, J. (2013). Evaluación de factores ambientales que influyen en características de crecimiento del nacimiento al destete de corderos Hampshire. Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias, 4(1), 117–125.

Ramos, G., Frutos, R., Giráldez, F. J., Mantecón, A. R. 1998. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. Arch Zootec 47: 597-620.

Relling, A. E., Mattioli, G. A. 2003. Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes. Editorial EDULP, 2002. Departament of Animal Sciences.

Rodríguez, G., Roncallo, B. (2013). Producción de forraje y respuesta de cabras en crecimiento en arreglos silvopastoriles basados en Guazima ulmifolia, Leucaena leucocephala y Crescentia cujete. Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 14(1), 77-89.

Sánchez, G., Lizarraga, S., Castro, C., Sandoval, A. 2001. Evaluación agronómica de especies arbóreas para la producción de forrajes en la península de Yucatán. Centro de investigación Agrícola Tropical. Santa Cruz Bolivia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UAY.

Santander, C. 1998. El Guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.), especie forestal de uso múltiple para los trópicos húmedos. Ed. Tex. Miniografo. Serie Técnica. Informe Técnico No. 07-88/98.

SIAP, S. de I. A. y P. (2019). Resumen inventario nacional. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/564332/Inventario_2019_Resumen.pdf [Consultado: 19/10/20]

SIAP. (2014). Cierre de la producción pecuaria por Estado. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. www.siap.gob.mx/ganaderia-produccion-anua [Consultado: 12/10/20]

SIAP. (2020). Quien tiene ovejas, tiene lana. México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/quien-tiene-ovejas-tiene-lana?idiom=es> [Consultado: 08/10/20]

Silva, A., Santos, E., Filho, J., Bakke, O., Gonzaga, N., & Costa, R. (2010). Body composition and nutritional requirements of protein and energy for body weight gain of lambs browsing in a tropical semiarid region. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(1), 210–216.

Silva, J.C. 2015. Evaluación del uso de la vaina de mezquite (*Prosopis leavigata*) como alternativa en la suplementación de caprinos en el semidesierto. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Querétaro.

Sosa, R., Edgar, E., Rodríguez, P., Reyes, O., & Buenfil, Z. (2004). Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnica Pecuaria En México*, 42(2), 129–144.

Sotero, V., Maco, M., Vela, J., Merino, C., Dávila, E., García, D. 2012. Evaluación de la actividad antioxidante y compuestos fenólicos en pulpa y semillas de frutales amazónicos de la familia Sterculiaceae. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. *Rev. Soc. Quin Perú*. 77(1)2012.

SPSS. 1968. Acquisition: SPSS Buys ISL In Order to Boost Data-Mining Wares. Tomado de: <https://www.referenceforbusiness.com/history2/34/SPSS-Inc.html#ixzz7v3uSIUtN> [Consultado: 12/02/21].

Srinivasan, M., Sudheer, A. R., Menon, V. P. 2007. Ferulic acid: therapeutic potential through its antioxidant property. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition* 40: 92-100.

Tadeschi, L., Cannas, A., & Fox, D. (2010). A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. *Small Ruminant Res*, 89, 174–184.

Taga, M. S., Miller, E. E., Prat, D. E. 1984. Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. *J. Am. Oil. Chem. Soc*, 61 (1984), pp. 928-931.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.

Van Straalen, W.M., Tamminga, S. 1990. Protein degradation of ruminant diets. In: *Feedstuff evaluation*. J. Wiseman and D.J.A. Cole (Eds.), pp. 55-72. Butterworths. Londres (Reino Unido).

Villa-Herrera, A., Nava-Tablada, M. E., López-Ortiz, S., Vargas-López, S., Ortega-Jiménez, E., & Gallardo-López, F. (2009). Utilización del Guasimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) como fuente de forraje en la ganadería bovina del trópico mexicano. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10, 253–261.

Wagner, J. B. 2005. Árboles forrajeros como alternativa alimenticia de ovinos y caprinos en República Dominicana. IV Congreso Iberoamericano. Universidad Autónoma de Santo Domingo. UASD.

Watson, L., & Dallwitz, M. (1998). *The Families of Flowering Plants: Descriptions, Illustrations, Identification and Information Retrieval*. 15th. Tomado de: <https://www.cabi.org/isc/abstract/20113196487> [Consultado: 07/11/20]

Zudaire, M. 2009. Sustancias antinutritivas en los alimentos. Tomado de <https://www.consumer.es/alimentacion/sustancias-antinutritivas-en-los-alimentos.html> [Consultado: 03/03/2022].