

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



**Caracterización bromatológica de *Ipomoea dumosa* (soyo) como  
candidata a ingrediente en dieta de ovinos en crecimiento en dos  
estaciones del año.**

**POR**

**ADY HERNANDEZ PEDRAZA**

**T E S I S**

Presentada como requisito parcial para obtener el título profesional de

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

**Diciembre de 2024**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**Caracterización bromatológica de *Ipomoea dumosa* (soyo) como candidata a ingrediente en dieta de ovinos en crecimiento en dos estaciones del año.**

**POR:**

**ADY HERNANDEZ PEDRAZA**


**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**


Jurado examinador

  
**Dr. Juan Antonio Núñez-Golima**  
Asesor Principal

  
**Dra. Cecilia Carmela Zapata Campos**  
Asesor Principal Externo

  
**Dr. Julio Cesar Tafolla Arellano**  
Coasesor

  
**Dr. Daniel López Aguirre**  
Coasesor Externo

  
**MC. Pedro Carrillo López**  
Coordinador de la División de Ciencia Animal  
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México



Diciembre de 2024

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**Caracterización bromatológica de *Ipomoea dumosa* (soyo) como candidata a  
ingrediente en dieta de ovinos en crecimiento en dos estaciones del año.**

**POR:**

**ADY HERNANDEZ PEDRAZA**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

**Aprobada por: el Comité de Asesoría**

  
**Dr. Juan Antonio Núñez Colima**  
Asesor Principal

  
**Dra. Cecilia Carmela Zapata Campos**  
Asesor Principal Externo

  
**Dr. Julio Cesar Tafolla Arellano**  
Coasesor

  
**Dr. Daniel López Aguirre**  
Coasesor Externo

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Diciembre de 2024**

## **DERECHOS DE AUTOR Y DECLARACION DE NO PLAGIO**

Todo material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor de los Estados Unidos Mexicanos, y pertenece al autor principal quien es el responsable directo y jura bajo protesta decir la verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar o autor original (cortar y pegar); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentar como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente. Así mismo tengo el conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo no ha sido previamente presentado en ninguna otra institución educativa, organización, medio público o privado.



---

C. Ady Hernández Pedraza

**Autora Principal**

## AGRADECIMIENTOS

Siempre nos hemos definido por la capacidad de superar lo imposible. Y contamos estos momentos. Estos momentos cuando nos atrevemos a apuntar más alto, para romper las barreras, para alcanzar alcanzar las estrellas. Para hacer lo desconocido, conocido. –Interstellar.

Primeramente agradezco a **Dios** por prestarme vida y permitirme llegar hasta este momento, por siempre mostrarme su presencia en cada momento, por iluminar mi mente en momentos críticos y bendecirme siempre, por poner en mi camino a cada una de las personas que hoy son parte de este logro, sin él nada de esto sería posible.

Agradezco grandemente a mi Alma Terra Mater, la gloriosa **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** que me cobijó y brindó los conocimientos durante cuatro años y que me dió la oportunidad de ser profesionista.

Agradezco al **Laboratorio de Biotecnología y Biología Molecular UAAAN**, por brindarme acceso a sus instalaciones y equipo para comenzar la tesis.

Agradezco a la **Universidad Autónoma de Tamaulipas** por recibirme en sus instalaciones y permitir hacer uso de ellas y de los equipos de laboratorio para llevar a cabo la fase experimental de la tesis. Así también gracias al personal que me apoyo en esta travesía.

Agradezco a mis Asesores, **Dra. Cecilia C. Zapata Campos, Dr. Daniel López Aguirre y Dr. Julio César Tafolla Arellano** por su asesoría en la realización de mi tesis, por brindarme las herramientas necesarias para llevar a cabo cada una de las etapas de este proyecto.

Quiero agradecer especialmente al **Dr. Juan Antonio Núñez Colima**, mi papá de universidad, por ser mi asesor principal en la tesis, por ser mi guía durante mi crecimiento académico, por brindarme apoyo moral, por ser más que solo un maestro de clase para mi y brindarme su amistad sincera, infinitas gracias por creer en mi potencial, gracias por cada uno de sus consejos, gracias por transmitirme un

pedacito de sus experiencias académicas y personales. Gracias por el apoyo incondicional que he recibido de usted en cada adversidad que se ha presentado.

Agradezco inmensamente a mis padres **Soledad Pedraza García** y **Francisco Hernandez García**, por su amor incondicional y ser siempre mi fiel apoyo en todo momento. Por cada uno de los sacrificios hechos por ellos para que siempre alcance mis metas y sueños, por siempre demostrarme su apoyo a la distancia, por dejarme avanzar hacia mis sueños, por dejarme empacar mis sueños y anhelos en una maleta e irme de su lado, a cumplirlos. No me alcanzaría la vida para agradecerles todo lo que han hecho por mí. Agradezco el cariño fraterno de **Horacio** y **Sol** que a pesar de ser los menores me han apoyado en cuanto pueden a la distancia. Agradecer a mis abuelitas **Catita** y **Chita** por encomendarme siempre a Dios para que saliera adelante y por siempre darme su amor y cariño a la distancia.

A mi incondicional **Abigaíl Hernández** (mi bichito) , por siempre apoyarme y darme su amor fraternal, por ser siempre una gran compañía y quererme incondicionalmente, gracias por todas esas veces que me diste un abrazo y un hombro para seguir adelante, por cuidar de mí en momentos difíciles.

Agradezco al amor de mi vida **Itiel Jonguitud** por darme su apoyo y amor en todo momento por no dejarme sola en los momentos difíciles, por siempre sacarme una sonrisa en los momentos de tensión, por creer en mi potencial y siempre recordarme que puedo lograr lo que me proponga. Por alentarme a ser valiente en todo momento y a que no me rindiera ante las circunstancias. Le agradezco por ser mi compañero de desvelos en los días de estudio, por alimentarme y por cuidarme, por apoyarme y hacer cuanto pudiera cuando tenía que salvar mis materias, por acompañarme a cada práctica que le era posible y ayudarme en los proyectos que se me complicaba. Tengo mucho que agradecerle y las palabras se quedan cortas, ante tanto que ha hecho por verme llegar hasta aquí.

Agradezco a mi amiga **Nayeli Espinosa**, mi Martha como yo le digo, por ser mi roomie durante la carrera, por darme su amistad sincera y cariño y apoyarme en sus posibilidades. Así también a mi gran amigo **Andrés Espejo** le agradezco por ser mi

aliado en las clases y siempre acompañarnos académicamente y apoyarnos en las materias difíciles, por cada risa y momento ameno durante la carrera.

Agradezco su amistad y apoyo durante la carrera a mis paisanos **Karla Rivera, Dalay Jasso, Elver Torres, Andrés Loera, Arturo Martínez, Braulio Zapata, Flor Banda**. Gracias por hacer de la vida universitaria algo más ameno y contribuir con su granito de arena ante situaciones donde se necesita del apoyo de los amigos. Agradezco a mis Amigos de la UAT, **Griselda Gutiérrez, Alejandro Padilla, Danna Martínez**, por apoyarme y su grandiosa amistad durante mis estancias en Tamaulipas, a **Danna Benavides, Aneth Nicole Rodríguez** y al **MC. Nicolás Arizmendi** por apoyo en el laboratorio durante la fase experimental y por brindarme su amistad. Agradezco también a **Elena Vázquez** por su amistad y por transmitirme sus experiencias y conocimientos en el área de ovinos y caprinos.

## DEDICATORIAS

A mi madre **Soledad Pedraza García** y padre **Francisco Hernández García** por su amor incondicional. Por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo y la perseverancia, y por ser mi apoyo inquebrantable en cada paso de este camino. Este logro es tan mío como suyo, porque sin ustedes nada de esto habría sido posible.

A mi querida **Abigaíl**, mi bichito, por llenar mi vida de alegría, eres mi mayor inspiración y el motivo de muchos de a Horacio y Sol por ser mi fuente de inspiración y alegría. Espero que este logro les recuerde que con esfuerzo y dedicación todo es posible. Este camino lo recorrí pensando también en ustedes, para que vean que los sueños se alcanzan con perseverancia.

A mis abuelos **María de Asís García, Felipe Pedraza, María Catarina Hernández** por su sabiduría, amor y enseñanzas que han sido mi faro y refugio en mi vida, Por recordarme siempre la importancia de la humildad, la constancia y amor por la familia. Y a mi abuelo **Sixto Hernández**, que ya no está conmigo, pero cuya memoria me ha impulsado a seguir adelante cada día, este logro también es un homenaje a ustedes.

A ti, **Itiel Jonguitud**, por ser mi compañero en cada paso, mi apoyo en los días difíciles y mi motivación constante para no rendirme. Gracias por creer en mí, por tus palabras de aliento y por estar a mi lado, celebrando cada logro y enfrentando cada desafío. Esta meta alcanzada es también tuya, porque sin tu amor y paciencia, este camino habría sido mucho más difícil. Con todo mi amor.



# CONTENIDO

RESUMEN .....	XI
ABSTRACT .....	XII
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Justificación.....	2
1.2 Hipótesis .....	4
1.3 Objetivo General .....	4
1.3.1 Objetivos Específicos .....	4
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Soyo .....	5
2.2. Hábitat y Distribución.....	5
2.3. Taxonomía de la Planta.....	6
2.3.1. Descripción Morfológica de la Planta.....	7
2.3.2. Características de la Semilla.....	8
2.3.3. Características de la Raíz.....	8
2.3.4. Características de las Hojas.....	9
2.3.5. Características de las Flores.....	9
2.4 Usos de las Plantas del Género <i>Ipomoea</i> .....	10
2.5 Implementación de <i>Ipomoea dumosa</i> .....	11
2.6 Propiedades Fitoquímicas de <i>Ipomoea dumosa</i> .....	11
2.8. Alternativas nutricionales de los Ovinos .....	14
2.8.1. Uso de alimentos no convencionales.....	15
2.8.2. Requerimientos Nutricionales de Ovinos Hembra en Crecimiento.....	16
2.9. Análisis Químico proximal .....	17
2.9.1 Materia Seca .....	18
2.9.2 Humedad.....	18
2.9.3. Cenizas.....	18
2.9.4. Proteína Cruda .....	19
2.9.5. Extracto Etéreo – Grasas .....	19
2.9.6. Fibra Detergente Ácido.....	19
2.9.7. Fibra Detergente Neutro .....	19
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
3.1. Sitio de Estudio.....	20

<b>3.2. Procesamiento de Material Vegetal .....</b>	<b>20</b>
<b>3.3. Reactivos Químicos .....</b>	<b>21</b>
<b>3.4. Método para Análisis químico proximal.....</b>	<b>22</b>
<b>3.4.1. Determinación de Materia seca .....</b>	<b>22</b>
<b>3.4.2. Determinación de Cenizas .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4.3. Determinación de Proteína Cruda .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4.4. Determinación de Fibra Detergente Neutra.....</b>	<b>24</b>
<b>3.4.5. Determinación de Fibra Detergente Ácida .....</b>	<b>24</b>
<b>3.4.6. Determinación de Hemicelulosa .....</b>	<b>25</b>
<b>3.4.7. Determinación de Extracto Etéreo.....</b>	<b>25</b>
<b>3.4.8 Análisis estadísticos .....</b>	<b>26</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1. Resultados del Análisis químico proximal .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1.1. Materia Seca .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1.2. Cenizas.....</b>	<b>29</b>
<b>4.1.3. Proteína Cruda .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1.4. Fibra Detergente Neutra .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.5. Fibra Detergente Ácida .....</b>	<b>34</b>
<b>4.1.6. Hemicelulosa .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.7. Extracto Etéreo .....</b>	<b>36</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>38</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de distribución de Ipomoea dumosa.....	6
Figura 2. Planta de soyo (Ipomoea dumosa).....	7
Figura 3. Aspecto morfológico de la planta de soyo (Ipomoea dumosa). ....	8
Figura 4. Semillas de Ipomoea dumosa. ....	8
Figura 5. Características de la flor. ....	9
Figura 6. Diagrama de procesamiento de material vegetal.....	21
Figura 7. Resultados Obtenidos de Materia Seca.....	28
Figura 8. Resultados Obtenidos de Cenizas.....	29
Figura 9. Resultados Obtenidos de Proteína Cruda.....	31
Figura 10. Resultados obtenidos de FDN.....	32
Figura 11. Resultados Obtenidos de FDA.....	34
Figura 12. Resultados Obtenidos de Hemicelulosa.....	35
Figura 13. Resultados Obtenidos de Extracto Etéreo.....	36

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Requerimientos de macrominerales para ovinos. ....	17
Cuadro 2. Requerimiento de microminerales para ovinos.....	17
Cuadro 3. Análisis químico proximal de Ipomoea dumosa. ....	27

## RESUMEN

En México, el soyo (*Ipomoea dumosa*) es una planta que ha sido escasamente investigada, aunque se sabe que forma parte de la dieta humana en diversos platillos tradicionales, se tiene poca información sobre su consumo por animales que pastorean en los agostaderos del país. El objetivo del presente estudio es la caracterización bromatológica de *Ipomoea dumosa* (soyo), como candidata para incluirse en la dieta de ovinos en crecimiento en dos estaciones del año. Las muestras utilizadas para el análisis proximal de la planta fueron recolectadas en la localidad de Tancuilín, perteneciente al municipio de Matlapa, ubicado al suroeste del estado de San Luis Potosí. Se determinó el contenido de materia seca, cenizas, proteína cruda, fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), hemicelulosa y extracto etéreo, siguiendo los protocolos de la AOAC de 1990 y 1999. Los resultados obtenidos en porcentaje en base seca para el mes de Junio fueron: Materia Seca ( $95.00 \pm 0.18$ ), Cenizas ( $10.92 \pm 0.07$ ), Proteína Cruda ( $24.00 \pm 0.50$ ), FDN ( $29.91 \pm 3.09$ ), FDA ( $11.49 \pm 0.85$ ), Hemicelulosa ( $18.43 \pm 2.24$ ), Extracto Etéreo ( $4.45 \pm 0.02$ ) y para el mes de octubre fueron: Materia Seca ( $96.78 \pm 0.25$ ), Cenizas ( $10.10 \pm 0.07$ ), Proteína Cruda ( $18.00 \pm 0.20$ ), FDN ( $28.67 \pm 4.40$ ), FDA ( $10.07 \pm 0.38$ ), Hemicelulosa ( $18.60 \pm 4.39$ ) y Extracto Etéreo ( $4.58 \pm 0.01$ ). Las características observadas posicionan a *Ipomoea dumosa* como una planta con potencial forrajero, ofreciendo beneficios tanto en términos nutricionales como de sostenibilidad al ser una fuente local no convencional.

**Palabras clave:** *Ipomoea dumosa*, ovinos, bromatológico, Materia Seca, Cenizas, Proteína Cruda, FDN, FDA, Hemicelulosa, Extracto Etéreo.

## ABSTRACT

In Mexico, soybean (*Ipomoea dumosa*) is a plant that has been scarcely investigated. Although it is known to be part of the human diet in various traditional dishes, there is little information on its consumption by animals that graze in the country's pastures. The objective of the present study is the bromatological characterization of *Ipomoea dumosa* (soyo), as a candidate to be included in the diet of growing sheep in two seasons of the year. The samples used for the proximal analysis of the plant were collected in the town of Tancuilín, belonging to the municipality of Matlapa, located southwest of the state of San Luis Potosí. The dry matter, ash, crude protein, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose and ether extract content were determined, following the AOAC protocols of 1990 and 1999. The results obtained in percentage on a dry basis for the month of June were: Dry Matter ( $95.00 \pm 0.18$ ), Ash ( $10.92 \pm 0.07$ ), Crude Protein ( $24.00 \pm 0.50$ ), NDF ( $29.91 \pm 3.09$ ), ADF ( $11.49 \pm 0.85$ ), Hemicellulose ( $18.43 \pm 2.24$ ), Ether Extract ( $4.45 \pm 0.02$ ) and for the month of October were: Dry Matter ( $96.78 \pm 0.25$ ), Ash ( $10.10 \pm 0.07$ ), Crude Protein ( $18.00 \pm 0.20$ ), NDF ( $28.67 \pm 4.40$ ), ADF ( $10.07 \pm 0.38$ ), Hemicellulose ( $18.60 \pm 4.39$ ) and Ether Extract ( $4.58 \pm 0.01$ ). The observed characteristics position *Ipomoea dumosa* as a plant with forage potential, offering benefits both in terms of nutrition and sustainability by being a non-conventional local source.

**Keywords:** *Ipomoea dumosa*, sheep, bromatological, Dry Matter, Ash, Crude Protein, NDF, ADF, Hemicellulose, Ethereal Extract.

## I. INTRODUCCIÓN

Las regiones tropicales suelen estar marcadas por bajos niveles de productividad y calidad en las praderas, especialmente en sistemas de producción de rumiantes que dependen del pastoreo, esto acentúa la importancia de identificar y estudiar nuevas especies vegetales que posean elevado potencial forrajero para hacer frente a problemas de nutrición por factores ambientales (Quintero, 1995).

El sistema de producción de ovinos, es de importancia económica debido a que es el sustento de familias de escasos recursos, donde la crianza de esta especie es el que le provee de ingresos económicos y una fuente de proteína cárnica. (Sánchez Hernández, 2016 ). El sistema de producción de ovinos familiar es realizado bajo un sistema de alimentación extensiva, es decir los animales pastorean y obtienen nutrientes principalmente de lo que le aporta el agostadero y eventualmente alimentan con granos de cereales (Alvarado, 2018). Por otro lado, se encuentra el sistema de producción semi intensivo donde el productor presenta una ovinocultura más especializada y la alimentación de los ovinos es pastoreo y la alimentación con concentrados de forma permanente (Orona *et al.*, 2014).

En ambos sistemas de producción se encuentra la problemática de la disponibilidad y calidad de los recursos vegetales, así como los costos elevados de la suplementación con granos o concentrados (Narváez, 2020). Las fuentes alternativas de nutrición son aquellos alimentos no convencionales que pueden proveer de nutrientes y que pueden ser proteicos o energéticos (Flores *et al.*, 1998). Así también, pueden contener compuestos secundarios que le aportan un valor agregado al tener un efecto nutraceutica en los animales (Cardona *et al.* 2017).

Un ejemplo de alimentos alternativos, son las plantas nativas del agostadero, las cuales son identificadas por la tradición etnobotánica o por la observación directa de los animales al consumirlas en el agostadero, las cuales se han observado que tienen características nutricionales adecuadas para la alimentación animal (Vazquez *et al.*, 2012) algunos ejemplos de estas son la *Leucaena leucocephala*,

*Acacia rigidula*, *Guazuma ulmifolia*, *Acacia Farnesiana*, *Arachis pintoii*, entre otras (M. Perez 1997; Flores *et al.*, 1998; Lagunes *et al.*, 2019)

La *Ipomoea dumosa*, es una enredadera que se encuentra en la huasteca potosina, y tiene usos etnológicos como tratamiento para la producción láctea en la mujer así como parte de la alimentación en algunas comunidades de esta región, sin embargo, se ha observado que es consumida por los ovinos que pastorean en la mayor parte del año y es seleccionada en las épocas donde no crecen otras especies (Carranza, 2007). Existe escasa información de las características nutricionales de esta especie vegetal y lo que podría aportar en la nutrición de ovinos, es por lo tanto que el objetivo del presente trabajo es determinar la caracterización bromatológica de *Ipomoea dumosa* (soyo) como candidata a ingrediente en dieta de ovinos en crecimiento en dos estaciones del año.

## **1.1 Justificación**

El género *Ipomoea* tienen un gran potencial en distintas áreas como lo son la medicina, agricultura, control de plagas tanto en ganadería como en la agricultura, cosmética, alimentación humana y animal, brindando así aspectos benéficos que fomentan el aprovechamiento de recursos menos agresivos con el medio ambiente, con el objetivo de ayudar a crear una producción de alimentos más sustentables, ya que, el desconocimiento de los recursos alimentarios locales impiden su aprovechamiento y conlleva a la modificación natural de los ecosistemas, además de ser económicamente rentables. (Pereda *et al.*, 2003; Delgado *et al.* 2023; Galvez, *et al.*, 2014), este género cuenta con aproximadamente de 600 a 700 especies que se encuentran distribuidas en regiones tropicales y subtropicales del mundo, muchas de estas especies se han utilizado como plantas ornamentales, alimenticias, medicinales e incluso en rituales religiosos, un grupo de investigadores brasileños realizó una revisión de los usos tradicionales, así como la actividad química y biológica de las especies de *Ipomea*, destacando su potencial como fuente de agentes terapéuticos (Meira *et al.*, 2012).



Del mismo modo el género *Ipomoea* tiene un impacto social debido a que las plantas de este género son consideradas sagradas ya que se emplean en ceremonias religiosas debido a sus propiedades alucinógenas, como es el caso de *Ipomoea aborencens*, *I. purpurea* e *I. tricolor*, por otro lado plantas como *Ipomoea batatas*, *I. aquatica*, *I. dumosa* e *I. purga* forman parte de la dieta habitual en las comunidades indígenas, a pesar de lo anterior se ha estudiado poco de las características bromatológicas (Martínez *et al.*, 2007; Díaz, 2009).

Existen pocos estudios sobre *Ipomoea*, como el de Meira *et. al.* 2012, sin embargo, dentro de este estudio no se menciona a *Ipomoea dumosa*, en cambio, en un estudio sobre la cría de iguana verde en condiciones de cautiverio, se realizó un análisis bromatológico de una dieta experimental alta en proteínas basada en distintas plantas entre las cuales se incluyó *Ipomea dumosa*, encontrándose un 25.78 % de proteína cruda en base a materia seca, no obstante, en dicho estudio no se informan otros parámetros químicos proximales (Garza, 1998), la mayoría de los estudios realizados a la familia de las *Convolvulaceae*, específicamente al género *Ipomoea* se centran en actividad química, biológica y aspectos agronómicos destacando especies como *I. batatas*, *I. muricoides*, *I. pauciflora*, *I. tricolor*, *I. purpurea*, siendo éstas las más comúnmente estudiadas (Meira *et. al.*, 2012; Díaz, 2009) tal es el caso de *I. batatas* donde se utilizó la hoja y el tubérculo como forraje para bovinos de la raza Brahmán, donde únicamente se incorporaron datos de materia seca y contenido de Proteína cruda (Ruíz *et al.*, 1980).

Por lo anterior el objetivo del presente estudio es evaluar las características bromatológicas de *Ipomoea dumosa*.

## 1.2 Hipótesis

Las variaciones bromatológicas de *Ipomoea dumosa* podrían variar conforme a la estación del año.

## 1.3 Objetivo General

Determinar la caracterización bromatológica de *Ipomoea dumosa* (soyo) como candidata a ingrediente en dieta de ovinos en crecimiento en dos estaciones del año.

### 1.3.1 Objetivos Específicos

- Determinar el porcentaje de proteína cruda de *Ipomoea dumosa*
- Determinar el porcentaje de cenizas de *Ipomoea dumosa*
- Determinar el porcentaje de grasas de *Ipomoea dumosa*
- Determinar el porcentaje de materia seca de *Ipomoea dumosa*
- Determinar el porcentaje de fibra detergente neutra, fibra detergente ácida y hemicelulosa de *Ipomoea dumosa*

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Soyo

La especie de *Ipomoea dumosa*, es considerada un quelite, la palabra quelite proviene de la lengua náhuatl quililitl, este término describe a las plantas de hojas comestibles, utilizadas como verdura dentro de la dieta de algunas poblaciones indígenas y recibe distintos nombres (Lozada *et al.*, 2023). Los quelites son plantas utilizadas en la cocina tradicional, y aunque han sido poco usadas y valoradas debido al desconocimiento, constituyen el centro de las tendencias gastronómicas actuales, promoviendo la revitalización de las tradiciones culinarias. (Petrini, 2012).

La palabra quelite comprende en términos morfológicos, una vasta variedad de grupos vegetales que envuelve 350 especies (Lozada *et al.*, 2023), de las cuales se encuentra *Ipomoea dumosa* comúnmente conocida como soyo, suyo o incluso xonequi, que pertenece a uno de los géneros (*Ipomoea*) con mayor número de individuos en la familia de las *convulvaceae*, esta familia posee relevancia económicamente notable, especialmente debido al cultivo y comercialización del “camote” (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) en los mercados locales de las comunidades, es una planta de origen sudamericano ampliamente cultivada en todo el mundo por su tubérculo comestible (Tapia, 2011), a diferencia de *Ipomoea dumosa* que se encuentra de manera silvestre y recibe poca intervención por parte del humano (Lozada *et al.*, 2023).

En México, el soyo (*Ipomoea dumosa*) es una planta que forma parte de dietas humanas en diversos platillos (Díaz, 2017), sin embargo poco se conoce de su consumo por animales que pastorean en agostaderos del país (Bye & Linares, 1999).

### 2.2. Hábitat y Distribución

*Ipomoea dumosa* es una especie escasa en zonas húmedas con bosques de tipo mesófilos, primordialmente se encuentra en laderas con exposición sur del eje neovolcánico y algunos sitios de la Sierra Madre del Sur a una altitud de 1800-2300 msnm aproximadamente, se tienen registros del noroeste de México hasta Panamá,

en México se encuentra distribuida desde Sinaloa, Durango, S.L.P., Querétaro, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca; Centroamérica (Carranza, 2008).



Figura 1. Mapa de distribución de *Ipomoea dumosa*

Fuente: INEGI (2024)

### 2.3. Taxonomía de la Planta

CONABIO, (2024) clasifica a *Ipomoea dumosa* de la siguiente manera:

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Orden:** Solanales
- **Familia:** *Convolvulaceae*
- **Género:** *Ipomoea*
- **Especie:** *Dumosa*



Figura 2. Planta de soyo (*Ipomoea dumosa*)

### **2.3.1. Descripción Morfológica de la Planta**

La descripción morfológica de la planta se encontró en dos contribuciones del mismo autor, donde Carranza (2008) reporta que el soyo es una enredadera de porte rastroso, herbácea o algo lignescente, voluble, escandente, perenne; de tallo ramificado, glabro; tallo de 2 a 5 m de largo de menos de 5 mm de diámetro, y Carranza (2007) indica que es un elemento escaso en zonas húmedas con bosques más o menos mesófilos, primordialmente en laderas con exposición sur. A continuación se presenta la descripción realizada en los estudios de Carranza (2007) y Carranza (2008):



Figura 3. Aspecto morfológico de la planta de soyo (*Ipomoea dumosa*).

### 2.3.2. Características de la Semilla

La planta presenta cuatro semillas, subglobosas, 3-anguladas, de 4 a 5 mm de longitud, de 3 a 5 mm de ancho, de color café oscuro, vellosas, aunque la planta presenta semillas, se propaga mayormente por parte vegetativa.



Figura 4. Semillas de *Ipomoea dumosa*.

### 2.3.3. Características de la Raíz

La planta tiene una raíz fibrosa, en la literatura no se menciona la longitud, suele llegar a presentar raíces adventicias.

### **2.3.4. Características de las Hojas**

Las hojas tienen forma de lámina foliar ovada a largamente ovada, con una longitud de 4.7 a 10.5 cm y un ancho de 2.2 a 7 cm, que ocasionalmente envuelve flores en nudos fértiles. Presenta un ápice acuminado y mucronulado, con una base cordada.

### **2.3.5. Características de las Flores**

La planta posee inflorescencias con dos a seis flores; los sépalos son desiguales, midiendo entre 3 y 12 mm de largo, los externos son más cortos de forma ovada o lanceolada, ligeramente rígidos y con punta aguda, mientras que los internos son elípticos o alargados, delgados, lisos, transparentes de y de punta pequeña. La corola tiene forma tubular con una longitud entre 4.5 y 7 cm, con colores que van del rojo vino al escarlata; el tubo es recto con tonalidad lila a rojo vino. La cápsula es cónica, con una longitud de 12 a 14 mm, con dos cavidades que se abren en cuatro partes.



Figura 5. Características de la flor.

## 2.4 Usos de las Plantas del Género *Ipomoea*

Los usos potenciales con fines económicos de las plantas que pertenecen al género *Ipomoea* son diversos, debido a que impactan desde el enfoque alimenticio, farmacéutico, generando moléculas con principios activos usados en la medicina y la agronomía y en la industria alimentaria (Díaz, 2009).

Se han hecho investigaciones sobre las propiedades fitoquímicas y actividad nematocida de *I. pauciflora* en la cual se reporta la presencia de alcaloides, cumarinas, flavonoides, taninos y un bajo contenido de triterpenos/esteroles y así también mostró actividad nematocida letal de los extractos obtenidos, todo lo anterior aplicado en pequeños rumiantes para el tratamiento de *Haemonchus contortus* (Delgado *et al.*, 2023).

En cuanto a los datos de proteína cruda y producción de forraje en kg de MS/ha, Ruíz *et al.* (1980) reportan datos para dos variedades de *I. batatas* utilizadas en la alimentación de rumiantes, específicamente en bovinos utilizando forraje y tubérculos. En relación a lo anterior Backer *et al.* (1980) utilizaron forraje de batatas y tubérculos en la alimentación de 30 bovinos Brahman mestizos para estudiar el uso de la batata en la producción de carne de res. Continuando con la misma especie, An (2004) refiere que las hojas de *I. batatas* se pueden utilizar como alimento rico en proteínas para cerdos, sin embargo, sugiere que la suplementación de dietas a base de hojas con lisina mejora el valor nutritivo para cerdos en crecimiento. Así mismo Aregheore (2004) basado en los datos obtenidos menciona que el forraje (hojas) de *Ipomoea batatas* es una fuente económica de nitrógeno en dietas de cabras en crecimiento.

Otra de las especies con gran relevancia de la familia de las Convolvulaceae es *Ipomoea tricolor*, Pereda *et al.* (1993) menciona que es utilizada por agricultores mexicanos por su potencial alelopático ya que actúa como inhibidor del fitocrecimiento de malezas en cultivos agrícolas.



## **2.5 Implementación de *Ipomoea dumosa***

Estudios realizados en México sobre el potencial de diversas plantas para las ciencias de la salud animal, investigaron las prácticas etnoveterinarias (que son los conocimientos y métodos tradicionales de los pueblos para cuidar a los animales basándose en su visión del mundo y el uso de los recursos disponibles), estos estudios señalan que la planta *Ipomoea dumosa* se emplea como tratamiento para problemas durante el embarazo, el parto o el postparto en animales (Bye & Linares, 1999).

*Ipomoea dumosa* es un recurso vegetal destinado al consumo humano y es considerada una especie nativa a la que también se le atribuye uso medicinal de acuerdo con el estudio realizado por Martínez *et al.* (2007) sobre la flora útil de los cafetales de la Sierra Norte de Puebla, por otra parte Díaz (2017) en un estudio realizado a *Ipomoea dumosa* enfocado en dietas humanas de una comunidad de la huasteca potosina, reportó que esta especie fue una de las plantas con mejor capacidad antioxidante, por lo cual concluye que aporta nutrimentos importantes a la dieta y además tiene potencial como alimento funcional.

En un estudio realizado por Garza (1998) sobre la cría de iguana verde en condiciones de cautiverio, se llevó a cabo un análisis bromatológico de una dieta experimental alta en proteína a base de distintas plantas, entre las cuales se ofreció *Ipomea dumosa*, en este solamente se mencionan datos acerca del contenido de proteína cruda en base a materia seca.

## **2.6 Propiedades Fitoquímicas de *Ipomoea dumosa***

En cuanto al análisis de propiedades fitoquímicas del género *Ipomoea*, Meira *et al.* (2012) reportaron que algunas de estas poseen propiedades antimicrobianas, analgésicas, espasmolíticas, espasmogénicas, hipotensoras, psicotomiméticas y anticancerígenas.

A pesar de que *Ipomoea dumosa* ha sido poco estudiada, existen antecedentes que indican una alta actividad antioxidante, así como una elevada concentración de

polifenoles y flavonoides, estos hallazgos fueron reportados por Díaz (2017), siendo este el único estudio hasta ahora, que proporciona este tipo de información sobre esta especie.

## **2.7. Efecto de Factores Abióticos en las Plantas**

Los factores abióticos se refieren a los elementos no vivos que forman parte del ecosistema (como materiales químicos y fuerzas físicas), estos factores provenientes de la materia inerte incluyen componentes como agua, suelo, luz solar, temperatura y aire, y desempeñan un papel fundamental al influir en las condiciones de vida de los organismos que habitan en el entorno (Department of Biodiversity and Conservation Biology, 2005).

Las interacciones de las plantas con los elementos del entorno, como la radiación, temperatura, disponibilidad de nutrientes, relación fuente-dreno (movimiento de nutrientes dentro de las plantas), influyen en las tasas de asimilación de CO<sub>2</sub>, es así como estas condiciones impactan en el contexto del cambio climático (Yepes & Silveira, 2011).

En este mismo contexto se sabe que la temperatura es uno de los factores primordiales controladores de la distribución y productividad de las plantas, con efectos que impactan en la actividad fisiológica, puesto que influye en las reacciones bioquímicas que ocurren en las plantas durante la fotosíntesis, ya que cada planta necesita una temperatura ideal donde la fotosíntesis es más eficiente, por lo tanto las enzimas involucradas en las reacciones de la fotosíntesis funcionan de manera óptima. A temperaturas bajas, las reacciones enzimáticas se ralentizan, disminuyendo la tasa fotosintética, en contraste, a temperaturas muy altas, las enzimas pueden desnaturalizarse, reduciendo la eficiencia del proceso, además el balance entre fotosíntesis y respiración se ve afectado, ya que un aumento de temperatura incrementa la respiración y reduce la producción neta de carbohidratos al consumir más energía de la que se genera en la fotosíntesis, además la temperatura también influye en la apertura y cierre de los estomas y en la temperatura del suelo; a altas temperaturas los estomas se cierran limitando la entrada de CO<sub>2</sub> y reduciendo la tasa fotosintética, por último las variaciones en la

temperatura del suelo pueden alterar la disponibilidad de agua y nutrientes. (Yepes & Silveira, 2011; Azcon *et al.* 2008)

El entendimiento de los fisiólogos de cultivos sobre el estrés por sequía se basa en la disponibilidad de agua en el suelo disminuye significativamente y las condiciones climáticas provocan una pérdida constante de agua a través de la evaporación y la transpiración (Jaleel *et al.*, 2009; Wilhite 2000).

El estrés hídrico puede manifestarse por déficit o por exceso de agua (como en situaciones de inundación) por consiguiente afecta significativamente la fabricación y el contenido de nutrientes en las plantas, debido a que impacta en los procesos fisiológicos (Yepes & Silveira, 2011). Por un lado el déficit de agua disminuye la fotosíntesis, que se traduce en menor producción de carbohidratos que son precursores de otros nutrientes como las proteínas y lípidos, este estrés favorece la producción de compuestos secundarios en respuesta al déficit por sequía, afecta la absorción de nutrientes puesto que el agua funciona como medio de transporte de los minerales del suelo (Taiz *et al.*, 2007).

Uno más de los efectos del estrés hídrico por escases es la inhibición del crecimiento, expansión foliar y el aumento del crecimiento radicular cuando este factor es de larga duración pues las plantas buscan aclimatarse (Luna *et al.*, 2015), por otro lado el exceso de agua causa la disminución de oxigenación en las raíces lo que conlleva a la acumulación de etileno que afecta el metabolismo de las plantas (Pardos, 2004) y provoca la lixiviación de nutrientes lo que se traduce en menor disponibilidad de minerales (Taboada *et al.*, 2009).

La luz solar determina factores como la morfología foliar y su fisiología, las hojas que se desarrollan bajo condiciones de baja iluminación (hojas de plantas esciófilas) tienden a ser más grandes en superficie comparadas con las hojas que crecen bajo luz intensa (hojas de plantas heliófilas), sin embargo estas hojas son más delgadas debido a que poseen menos capas de células en el mesófilo en empalizada, las células son más cortas, y tienen un menor peso por unidad de área foliar, en contraste, las hojas de plantas heliófilas presentan un desarrollo más robusto de la

epidermis, el mesófilo esponjoso y los sistemas vasculares, además existen diferencias notables en el aparato fotosintético entre ambos tipos de hojas; las esciófilas tienen una mayor cantidad de grana por cloroplasto y un número más elevado de tilacoides apilados por grana en comparación con las heliófilas, estas adaptaciones reflejan las estrategias particulares de cada planta para optimiza la captura de luz en su respectivo ambiente (Azcón *et al.*, 2008)

En los distintos procesos vegetales el ciclo del carbono es esencial, tal es el caso de los procesos de construcción y de movilización de polisacáridos de la pared celular, como un mecanismo de reserva en las plantas, en este mismo contexto existen múltiples investigaciones que reportan que en los lugares con elevadas concentraciones de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) impulsan el desarrollo de las plantas (Buckeridge & Dietrich, 1996; Buckeridge *et al.*, 2000; Yepes & Silveira, 2011).

## **2.8. Alternativas nutricionales de los Ovinos**

En regiones tropicales, semiáridas y áridas, la dependencia de la suplementación alimenticia en la producción animal ha aumentado, especialmente durante periodos productivos y reproductivos que requieren altos niveles de energía (Blache *et al.*, 2008). El uso de los recursos alimentarios alternativos como arbustos, árboles, herbáceas y subproductos agroindustriales se ha vuelto de interés, debido a los costos elevados y la escasez de alimentos concentrados, afectando los rendimientos productivos y reproductivos de los rumiantes en condiciones adversas (Ben *et al.*, 2008).

Una de las especies de plantas utilizadas como recurso alimentario alternativo en regiones tropicales es *Gliricidia sepium*, que se ha empleado como una opción para bovinos, ovinos y caprinos, debido a que es una leguminosa que posee un gran potencial en cuanto a proteínas, minerales, vitaminas y carbohidratos esenciales en el desarrollo de los diferentes estadios de la producción de los rumiantes (Lemos, 2013).

En este mismo contexto, otra especie muy utilizada en los trópicos de México es *Leucaena leucocephala*, se ha observado que combinada con subproductos de la

industria harinera como el salvado de trigo en bloques nutricionales, ha mejorado el comportamiento productivo de los ovinos en confinamiento en épocas de escases de forrajes en las praderas y pastizales nativos (Vazquez *et al.*, 2012).

Bajo este mismo sentido Cardona *et al.* (2017) refieren que las arbustivas, herbáceas y arbóreas forrajeras como *Tithonia diversifolia*, *Trichantera gigantea*, *Erythrina poeppigiana*, *Sapindus saponaria*, *Leucaena leucocephala* además de ser una alternativa nutricional para los rumiantes ayuda a la mitigación de GEI (gases efecto invernadero) como el CH<sub>4</sub> (metano).

### **2.8.1. Uso de alimentos no convencionales**

La cría de animales utilizando alimentos no convencionales se ha transformado en una práctica indispensable para las comunidades, especialmente en las zonas rurales de los países en desarrollo (D Nieves *et al.*, 2001). La limitada disponibilidad de recursos alimenticios convencionales, junto con sus altos costos representan un desafío para la rentabilidad y sostenibilidad de esta actividad agropecuaria, además de la competencia entre la población humana y los animales utilizados en la ganadería por los mismos alimentos, esta situación se agrava en los países en desarrollo, ubicados principalmente en regiones tropicales y subtropicales, donde las condiciones climáticas y el nivel tecnológico no favorecen la obtención de cosechas abundantes de cereales y otras fuentes convencionales de proteínas (Perez, 1997).

En México, existen plantas no convencionales con gran potencial para la alimentación animal, como *Gliricidia sepium*, *Acacia rigidula*, *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala* entre otras, pero son utilizadas de manera ineficiente por los productores de ovinos en el trópico (M. Sánchez *et. al*, 2016).

Una de las razones por la cual se opta por la utilización de alimentos no convencionales en la producción de ovinos en los tropicos, es debido a que aunque los pastos son más baratos presentan limitaciones como alto valor de fibra, baja digestibilidad, bajo aporte energetico y en ocasiones bajo contenido de proteínas y minerales (Ortíz *et al.*, 2007)

### **2.8.2. Requerimientos Nutricionales de Ovinos Hembra en Crecimiento.**

Los nutrientes son esenciales para cubrir las necesidades de mantenimiento, crecimiento, producción láctea, reproducción y para garantizar la buena salud del animal, ya que una alimentación inadecuada puede resultar en problemas de fertilidad disminuida, baja supervivencia de los corderos, crecimiento deficiente e incluso un aumento en la mortalidad, tanto de las ovejas como de sus crías (Alvarado, 2018).

Los requerimientos nutricionales de las ovejas se refiere a su demanda diaria en agua, energía, proteínas, minerales y vitaminas, para mantener un adecuado desarrollo, producción y reproducción, no obstante, estos requerimientos dependen de factores como su peso, edad, tasa de crecimiento, y calidad del forraje disponible, (Romero & Bravo, 2012).

De acuerdo al National Research Council (2007) los requerimientos de energía para ovinos en crecimiento va de 2.9 a 3.6 Mcal de EM/kg/d, en función de factores como sistema de producción, peso vivo (PV), edad, sexo, y estado fisiológico en el que se encuentre.

De este modo, los requerimientos de proteína cruda (PC) son similares al requerimiento de energía pues se encontró que demanda de 167 a 202 g de PC/d (National Research Council, 2007; Shimada 2003).

El National Research Council (2007) plantea que los requerimientos de minerales para los ovinos son los siguientes: Macrominerales (Ca, P, K, Mg, Na y S) y los Microminerales (Cu, Co, I, Fe, Mn, Se y Zn) siendo estos los principales grupos de minerales demandados, a continuación en los cuadros 1 y 2:

*Cuadro 1. Requerimientos de macrominerales para ovinos.*

Macrominerales	Requerimientos (%)
Calcio	0.20 – 0.82
Fosforo	0.16 – 0.38
Potasio	0.50 – 0.80
Magnesio	0.12 – 0.18
Sodio	0.09 – 0.18
Azufre	0.14 – 0.26

Fuente: NRC (2007)

*Cuadro 2. Requerimiento de microminerales para ovinos.*

Microminerales	Requerimientos (ppm)
Cobalto	0.1 – 0.2
Cobre	7
Yodo	0.10 – 0.80
Fierro	30 – 50
Manganeso	20 – 40
Selenio	0.1 – 0.2
Zinc	20 – 33

Fuente: NRC (2007)

## **2.9. Análisis Químico proximal**

El análisis químico proximal fue ideado por Henneberg y Stohmann en el año de 1865 en la estación experimental Weende en Alemania, este método consiste en una serie de procedimientos, mediante los cuales se examina la constitución de los alimentos para animales, especialmente los carbohidratos, que se clasifican en fibra cruda y extracto libre de nitrógeno (ELN), el proceso incluye la determinación de agua (humedad), ceniza, grasa cruda (extracto etéreo), proteína cruda y fibra bruta,

aunque tiene limitaciones, este enfoque evalúa alimentos según grupos de compuestos con propiedades bromatológicas similares pero valores nutritivos diferentes, siendo un método fundamental durante más de un siglo para la evaluación de alimentos, con principios que se mantienen vigentes pese a la evolución de los métodos analíticos (Apráez, 2020).

### **2.9.1 Materia Seca**

La determinación de la materia seca, o más específicamente el análisis de humedad es uno de los procedimientos más comunes en los laboratorios de nutrición animal, este análisis es crucial, ya que los niveles de nutrientes en los alimentos generalmente se expresan en función de la materia seca (% MS), tanto el contenido de humedad como el de materia seca son factores fundamentales en la producción pecuaria, especialmente en el manejo de alimentos con altos niveles de humedad, debido a su impacto en la calidad nutricional y conservación de los mismos (Apráez, 2020).

### **2.9.2 Humedad**

La determinación del contenido de humedad en un alimento es fundamental no solo para conocer su proporción de agua, sino también porque está directamente relacionada con la cantidad de materia seca presente, este análisis es importante desde el punto de vista económico, debido a que el contenido de humedad influye significativamente en el valor y la calidad del alimento (Apráez, 2020).

### **2.9.3. Cenizas**

El término ceniza en los alimentos se refiere al residuo inorgánico obtenido posterior al sometimiento de la materia orgánica al proceso de calcinación, lo que permite estimar la cantidad de minerales presentes, sin embargo, las sustancias obtenidas tras este proceso no siempre corresponden exactamente a las originales, debido a posibles pérdidas por volatilización o reacciones químicas entre los componentes durante la calcinación (Corona & Garduño, 2016).



#### **2.9.4. Proteína Cruda**

La proteína cruda en la nutrición animal es un concepto que se utiliza para estimar el contenido total de nitrógeno en un alimento y, a partir de él, calcular la cantidad de proteína que este podría proporcionar al animal, este parámetro usualmente se determina por el método de Kjeldahl (Apráez, 2020).

#### **2.9.5. Extracto Etéreo – Grasas**

Las grasas son compuestos orgánicos constituidos por moléculas de carbono, hidrógeno y oxígeno, representan la fuente más densa de energía en los alimentos y forman parte del grupo de sustancias conocidas como lípidos, éstas pueden presentarse en estado líquido o sólido y están compuestas por una combinación de ácidos grasos saturados e insaturados (Serveriche *et al.*, 2013). La determinación de grasas se realiza mediante la extracción continua en el equipo soxhlet, en el cual se emplea éter de petróleo como solvente orgánico el cual arrastra a las grasas gracias a sus solubilidad (Llerena *et al.*, 2019).

#### **2.9.6. Fibra Detergente Ácido**

Este análisis permite estimar el grado de no digestibilidad de las fibras presentes en un alimento, las muestras se someten a un proceso de digestión química utilizando cetil trimetil amonio en una solución de ácido sulfúrico, el material que queda como residuo después de este procedimiento se considera la fracción de fibra no digerible (Corona & Garduño, 2016).

#### **2.9.7. Fibra Detergente Neutro**

La fibra detergente neutro (FDN) proporciona una estimación de los componentes estructurales de las paredes celulares, como la celulosa, hemicelulosa y lignina, que son clasificados dentro de este tipo de fibra, su determinación resulta fundamental para evaluar la calidad y digestibilidad de los alimentos fibrosos en la nutrición animal (FAO, 2015).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Sitio de Estudio**

El muestreo se llevó a cabo en la comunidad de Tancuilín, perteneciente al municipio de Matlapa, ubicado al suroeste del estado de San Luis Potosí. El lugar se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas 21° 21' 38.3" N 98° 51' 37.3" W, con una altitud de 92 msnm y una temperatura media normal de 24° C, con una precipitación media anual de 2008.9 mm (CONAGUA , 2020).

#### **3.2. Procesamiento de Material Vegetal**

El material fue colectado en la comunidad de Tancuilín, perteneciente al municipio de Matlapa, San Luis Potosí siendo este el único lugar muestreado, dónde se colectó aproximadamente un kilogramo de muestra en los meses de octubre del 2023 (durante la segunda quincena del mes) y junio del 2024 (durante la primera quincena del mes), tomando hojas de diferentes áreas de la planta.

Una vez colectadas, se evaluó el peso de las hojas con ayuda de una báscula digital de la marca Electronic, modelo SF-400, con sensibilidad a partir de 1 gramo, posteriormente, para su conservación, fue colocada en refrigeración a 4 °C, en un refrigerador de la marca Mabe, modelo G19GFJX, por aproximadamente 24 horas, para su posterior traslado en hielera con sobres de gel refrigerante, al laboratorio de Biotecnología y Biología molecular en el departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en el municipio de Sotillo Coahuila.

Una vez en el laboratorio se procedió a tomar el peso en fresco nuevamente de las muestras en una báscula de la marca TORREY modelo 0PCR20-N, una vez realizado esto se colocaron las hojas dentro de una estufa de la marca Novatech a 50° C por un periodo de 24 horas.

Seguido a esto se pesaron las muestras ya secas y se colocaron en un molino Homend modelo HC-500 para reducir el tamaño de partículas, y finalmente se

almacenó lo obtenido en frascos de plástico colocando una etiqueta con el nombre de la especie y el mes de recolección.

Para la muestra de junio del 2024 se siguió el mismo procedimiento hasta el secado del material vegetal, debido a que estas y la muestra de octubre del 2023 almacenadas con anterioridad, se llevarían al laboratorio de Nutrición Animal de la central de laboratorios en la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, ubicada en el poblado de Cd. Victoria, Tamaulipas para su análisis químico proximal o bromatológico.

El proceso de molienda de las muestras de junio se realizó en la FIC-UAT, en un molino de grano fino con criba de 0.5 mm y se almaceno en frascos de plástico para su posterior utilización para la determinación bromatológica de cada uno de los meses (octubre y junio).

La siguiente figura (figura 6) ilustra el procesamiento de las muestras:



Figura 6. Diagrama de procesamiento de material vegetal.

### 3.3. Reactivos Químicos

Los reactivos químicos utilizados para las determinaciones son los siguientes: Ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) concentrado, solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 40 % (400 g / 1 L de agua destilada), solución de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) al 4 % (40 g / 1 litro de agua destilada), solución indicadora de rojo de metilo y verde de bromocresol (70

mg de rojo de metilo en 70 ml de alcohol etílico, 100 mg de verde bromocresol en 100 ml de alcohol etílico y mezclar ambas soluciones), mezcla catalizadora [96 g de sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), 3.5 g de sulfato cúprico ( $\text{CuSO}_4$ ) y 0.5 g de selenio], solución valorada de ácido clorhídrico (HCl) cercano al 0.1 N (8.3 ml de HCl / 1 litro de agua destilada), solución detergente neutro (30 g de lauril sulfato de sodio, 18.61 g de EDTA sal disódica dihidratado, 6.81 g de tetraborato de sodio deca-hidratado, 4.56 g de fosfato de sodio dibásico anhidro, 10 ml de trietilenglicol en 1 litro de agua destilada) con pH de 6.9 a 7.1, alfa-amilasa bacteriana termo estable = 17,400 unidades/ml, acetona, Solución detergente ácido [ 27 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 20 g de bromuro de cetil trimetil amonio (CTBA) en 1 litro de agua destilada], éter de petróleo purificado para la extracción de lípidos.

### **3.4. Método para Análisis químico proximal.**

Las determinaciones se realizaron según el manual de laboratorio de nutrición animal de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, basado en los protocolos establecidos por la AOAC de 1999 y 1990 (extracto etéreo).

#### **3.4.1. Determinación de Materia seca**

Las muestras secas se colocaron en una estufa a  $105^\circ$  por un lapso de cuatro horas para eliminar la humedad que pudiese haber adquirido del ambiente durante el almacenamiento, posteriormente se colocaron tres crisoles de porcelana en una estufa a  $105^\circ\text{C}$  mínimo de una hora por cada muestra, después se colocaron en un desecador por 15 minutos para pesarlos en una balanza analítica utilizando pinzas de metal, como siguiente se pesó 1 gramo de muestra, los análisis se realizaron por triplicado para cada muestra, el porcentaje de materia seca se determinó con la siguiente ecuación:

$$\text{Materia Seca (\%)} = \frac{[(\text{peso del crisol} + \text{peso de la muestra}) - \text{peso del crisol solo}]}{\text{peso de la muestra}} * 100$$

### 3.4.2. Determinación de Cenizas

Se agregó un gramo de muestra en crisoles y se colocaron en la mufla a 550 °C por seis horas para calcinar la muestra, posteriormente se dejó enfriar la mufla hasta 100 °C, se sacaron los crisoles y se colocaron en un desecador durante 15 minutos y por último se pesaron los crisoles con las cenizas. El porcentaje de cenizas se determinó con la siguiente fórmula:

$$\text{cenizas (\%)} = \left[ \frac{\text{peso del crisol con cenizas} - \text{peso del crisol solo}}{\text{peso de la muestra}} \right] * 100$$

### 3.4.3. Determinación de Proteína Cruda

Para cada repetición, se pesaron 5 gramos de muestra en la balanza analítica. Las muestras se colocaron en matraces Kjeldahl y se les añadió ácido sulfúrico y mezcla catalizadora para iniciar la digestión en el digestor Kjeldahl. El proceso continuó hasta que las muestras adquirieron una tonalidad verde pálido.

Una vez completada la digestión, las muestras se colocaron bajo una campana para liberar los gases residuales. Paralelamente, se prepararon matraces Erlenmeyer con solución de ácido bórico al 4% y tres gotas de indicador mixto para recolectar el destilado.

Después de asegurarse de que los gases se hubieran liberado por completo, se agregó una pequeña cantidad de agua destilada a los matraces Kjeldahl, y el contenido se transfirió a los tubos de destilación Kjeldahl.

Posteriormente se añadió hidróxido de sodio al 40%; se conectaron los tubos al aparato destilador y se destiló hasta obtener 75 ml de destilado por precipitación.

Finalmente, el destilado se tituló con la solución de ácido clorhídrico al 0.1 N, hasta alcanzar un color rosa tenue. Las ecuaciones para obtener el porcentaje de Nitrógeno y Proteína fueron las siguientes:

$$N (\%) = \frac{(\text{ml gastados de HCl} - \text{ml gastados en el blanco}) * \text{Normalidad HCl} * 1.401}{\text{g de la muestra}}$$

$$\text{Proteina (\%)} = \text{Nitrogeno (\%)} * 6.25$$

#### **3.4.4. Determinación de Fibra Detergente Neutra**

Las bolsas filtro se secaron previamente en una estufa hasta lograr un peso constante, después se les añadió 0.45 ± 0.01g de muestra para ser pesadas posteriormente y obtener el peso inicial. Estas bolsas se colocaron en el analizador de fibra con la solución detergente neutro, junto con dos bolsas adicionales previamente pesadas (utilizadas como blancos).

Tras el procesamiento, las bosas se lavaron con agua caliente y, posteriormente, con acetona. Finalmente se dejaron secar al aire para permitir la evaporación completa de la acetona. Una vez secas, las bolsas con las muestras se pesaron nuevamente y se calcularon los valores correspondientes con la siguiente formula:

$$FDN (\%) = \frac{(W_3 - (W_1 * C_1))}{W_2} * 100$$

Dónde:

$W_1$  = Peso de la bolsa (g)

$W_2$  = Peso de la muestra

$W_3$  = Peso de la muestra y bolsa después de la extracción

$C_1$  = Factor de corrección (peso de bolsa blanco después de la extracción entre el peso original)

#### **3.4.5. Determinación de Fibra Detergente Ácida**

Las bolsas con muestras procedentes de la determinación de FDN se colocaron dentro del vaso de precipitado, a este se le añadió la solución detergente ácido, y el conjunto se calentó a 102 °C durante 75 minutos.

Posteriormente, las bolsas fueron lavadas con agua caliente y secadas con papel absorbente para remover el excedente de humedad. Luego se sumergieron en un vaso de precipitado de 250 ml que contenía 200 ml de acetona, donde

permanecieron entre 3 y 5 minutos. Finalmente, las bolsas se secaron nuevamente con papel absorbente y al aire libre. Una vez cumplido el tiempo de secado, se pesaron para obtener los resultados finales.

Para determinar la FDA se utilizó la siguiente formula:

$$FDA (\%) = \frac{(W_3 - (W_1 * C_1))}{W_2} * 100$$

Donde:

$W_1$  = Peso de la bolsa (g)

$W_2$  = Peso de la muestra

$W_3$  = Peso de la muestra y bolsa después de la extracción

$C_1$  = Factor de corrección (peso de bolsa blanco después de la extracción entre el peso original)

### **3.4.6. Determinación de Hemicelulosa**

La determinación de la hemicelulosa se obtiene de restar a la FDN la FDA, por lo cual se determinó con la siguiente fórmula:

$$Hemicelulosa = FDN - FDA$$

Donde:

FDN = Fibra Detergente Neutra

FDA = Fibra Detergente Ácida

### **3.4.7. Determinación de Extracto Etéreo**

Las muestras se procesaron siguiendo el protocolo de la AOAC de 1990, posteriormente se obtuvieron los parámetros con la siguiente formula:

$$EE (\%) = \frac{(\text{Peso del matraz} + \text{grasa}) - \text{peso del matraz vacio}}{g \text{ de muestra}} * 100$$

### **3.4.8 Análisis estadísticos**

Por cada variable se realizó una prueba t de Student, donde se compararon las fechas de muestreo, no fue necesario realizar una prueba de comparación de medias de Tukey, debido a que solo se cuenta con dos fechas de muestreo. Los análisis estadísticos se realizaron usando el programa computacional estadístico IBM.SPSS 18, con un nivel de significancia de  $P \leq 0.05$



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados del Análisis químico proximal

En esta sección se detallan los resultados obtenidos, los cuales se muestran en el cuadro 3:

#### 4.1.1. Materia Seca

La fecha de colecta de *Ipomea dumosa* después del secado influye estadísticamente en el porcentaje de materia seca, observándose que durante el mes de junio de 2024 ( $\bar{x} = 95.00 \pm 0.18$ ) se presentó un porcentaje menor a la colecta de octubre de 2023 ( $\bar{x} = 96.78 \pm 0.25$ ), como se puede observar en el cuadro 3 y la figura 7.

*Cuadro 3. Análisis químico proximal de Ipomea dumosa; los resultados se muestran expresados en promedio.*

Variable (%)	Junio	Octubre
Materia Seca	95.00 $\pm$ 0.18	96.78 $\pm$ 0.25
Cenizas	10.92 $\pm$ 0.07	10.10 $\pm$ 0.07
Proteína Cruda	24.00 $\pm$ 0.50	18.00 $\pm$ 0.20
Fibra Detergente Neutra	29.91 $\pm$ 3.09	28.67 $\pm$ 4.40
Fibra Detergente Ácida	11.49 $\pm$ 0.85	10.07 $\pm$ 0.38
Hemicelulosa	18.43 $\pm$ 2.24	18.60 $\pm$ 4.39
Extracto Etéreo	4.45 $\pm$ 0.02	4.58 $\pm$ 0.01

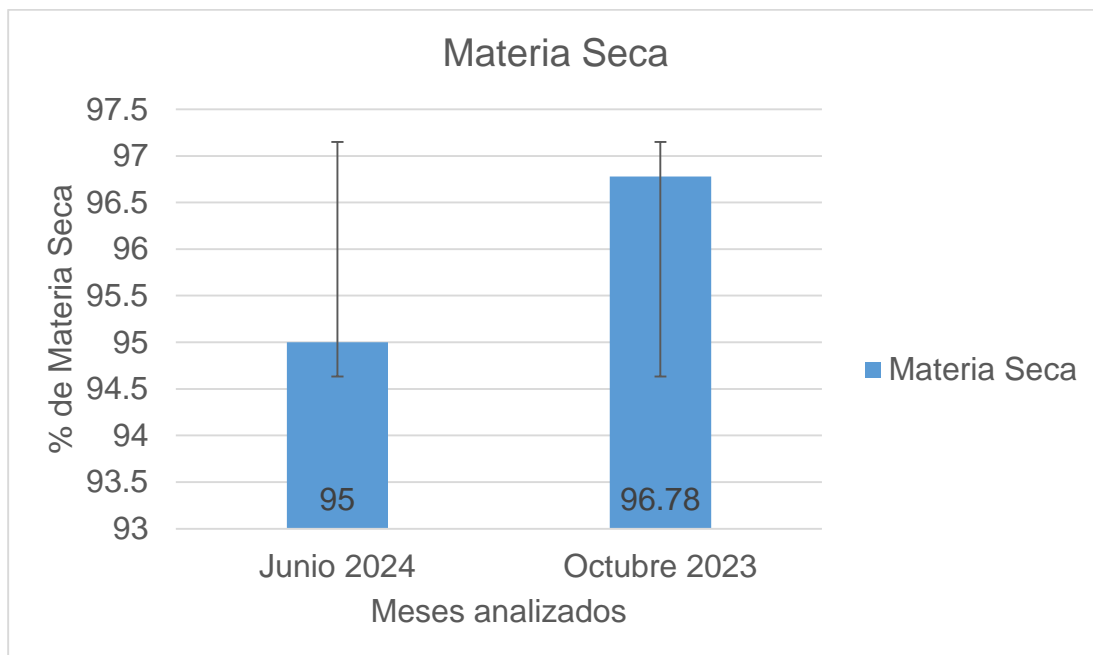


Figura 7. Resultados Obtenidos de Materia Seca

Analizar los porcentajes de materia seca en *Ipomoea dumosa* permitió evaluar la influencia de la fecha de colecta en este parámetro, observándose diferencias estadísticamente significativas entre las muestras recolectadas en octubre de 2023 y junio de 2024, los datos obtenidos muestran que la colecta de junio presenta un porcentaje promedio de materia seca significativamente menor en comparación con las de octubre como se puede observar en el cuadro 3. Los resultados de junio de 2024 y de octubre 2023 son comparables con la materia seca obtenida del follaje de tres especies de *Acacia*, las cuales fueron *A. rigidula*, *A. berlandieri* y *A. farnesiana* que fueron evaluadas en distintas épocas del año (verano, otoño e invierno) en la época de verano la especie que acumuló mayor porcentaje de materia seca fue *A. rigidula* donde se obtuvo una media de  $95.06 \pm 0.23$ , mientras que *A. berlandieri* y *A. farnesiana* obtuvieron mayor porcentaje de materia seca en otoño alcanzando  $94.86 \pm 0.22$  y  $93.89 \pm 0.20$  respectivamente (Pérez Rodríguez. 1997). Este resultado sugiere que las condiciones ambientales o fenológicas en los diferentes periodos influyen directamente en la acumulación de materia seca en esta especie, Adesogan *et al.* (2000) mencionan que la composición química de los forrajes varía con la edad fisiológica, tiempo de pastoreo o cosecha, especie y variedad, grado de contaminación y la fracción botánica, mientras que Lagunes *et*

al. (2019) refieren que a medida que disminuye la temperatura y la humedad del ambiente la acumulación de materia seca disminuye.

El contenido de humedad y materia seca en los alimentos son aspectos clave en la producción ganadera, especialmente en el manejo de alimentos con elevado contenido de humedad, debido a su influencia en la calidad nutricional y en la preservación de los mismos (Apráez, 2020), aunado a esto, la determinación de la materia seca es fundamental debido a que en ella se encuentran todos los nutrientes esenciales (proteína, energía metabolizables, vitaminas, minerales, carbohidratos, etc.) que determinan el valor nutritivo del alimento (Petrizzi *et al.*, 2005) es debido a esa importancia que se realizó el análisis de *Ipomoea dumosa*, pues se pretende utilizarla como una alternativa alimenticia para ovinos, ya que se ha observado que es consumida en pastoreo, además de ser una planta que es usada por la población de la huasteca potosina.

#### 4.1.2. Cenizas

Del mismo modo la variable de porcentaje de cenizas fue estadísticamente diferente para ambas colectas, siendo el mes de junio de 2024 el que concentró un mayor porcentaje de esta variable, mientras que el mes de octubre del 2023 fue inferior, tal como como se puede observar en el cuadro 3 y en la figura 8.

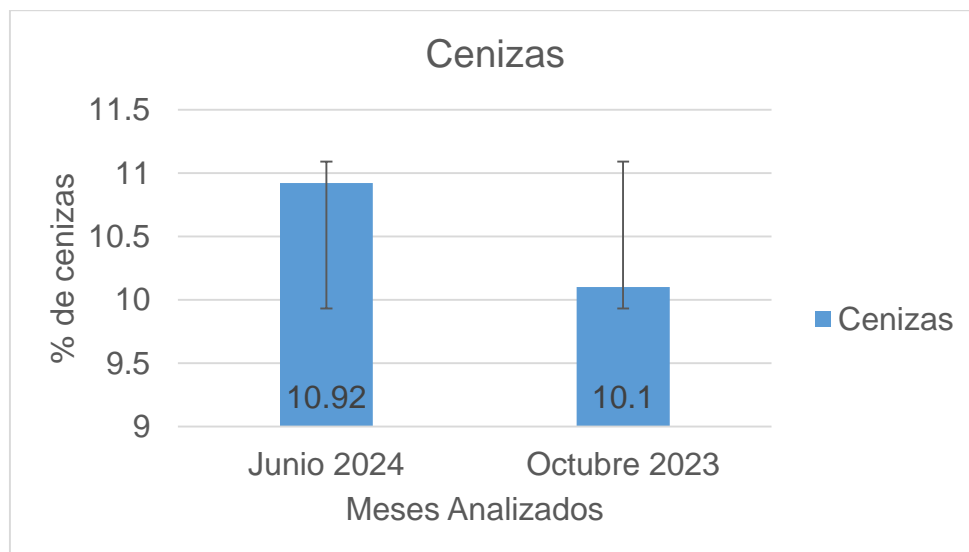


Figura 8. Resultados Obtenidos de Cenizas

Los resultados obtenidos indican una diferencia significativa en el porcentaje de cenizas entre las dos fechas de colecta, con valores más altos observados en junio de 2024 en comparación con octubre de, donde si bien la media es menor, es similar a lo reportado por Kamaruddin *et al.* (2020) quienes realizaron el análisis de *Stylosanthes guianensis* obteniendo un valor de  $10.14 \pm 0.07$  %, así también se pueden comparar con los resultados obtenidos por Benavidez (2021) donde analizó cuatro variedades de *Trifolium repens* las cuales fueron var. Legacy, Ladino, Weka y Huia obteniendo 12.28 %, 11.61 %, 11.23 % y 11.17 % de cenizas respectivamente. Debido a que no se cuentan actualmente con estudios realizados a *Ipomoea dumosa* que reporten valores iguales o similares, se compararon con especies utilizadas para la alimentación de rumiantes. Los porcentajes de cenizas obtenidos en este estudio, puede atribuirse a condiciones ambientales más favorables durante junio de 2024, como una mayor disponibilidad de agua y nutrientes, que facilita la absorción de minerales por parte de *I. dumosa*, puesto que el agua facilita la entrada de las sales disueltas, distribuyéndose por toda la planta (Sanchez de la Puente, 1984). Sin embargo Alba (2000) refiere que el estado de madurez de la planta influye en el contenido de minerales en los forrajes puesto que las plantas asimilan mejor los minerales durante las etapas iniciales del crecimiento.

El análisis del contenido de cenizas recae en la relevancia biológica de los minerales, que radica en que aproximadamente el 50 % de los procesos enzimáticos conocidos dependen de la disponibilidad de al menos un mineral esencial para llevarse a cabo (Muñoz *et al.*, 2017), por ello fue que se realizó el análisis del contenido de cenizas, sin embargo falta profundiza minuciosamente en el contenido mineral específico que ofrece *Ipomoea dumosa*, ya que ciertos minerales son requeridos en cantidades específicas para el óptimo desarrollo de los ovinos (National Research Council, 2007).

#### **4.1.3. Proteína Cruda**

Así mismo el porcentaje de proteína fue estadísticamente diferente para los meses de junio y octubre, siendo el mes de junio el mes que tuvo una mayor concentración

de esta variable, por otra parte, el mes de octubre obtuvo un porcentaje como se percibe en la figura 9.

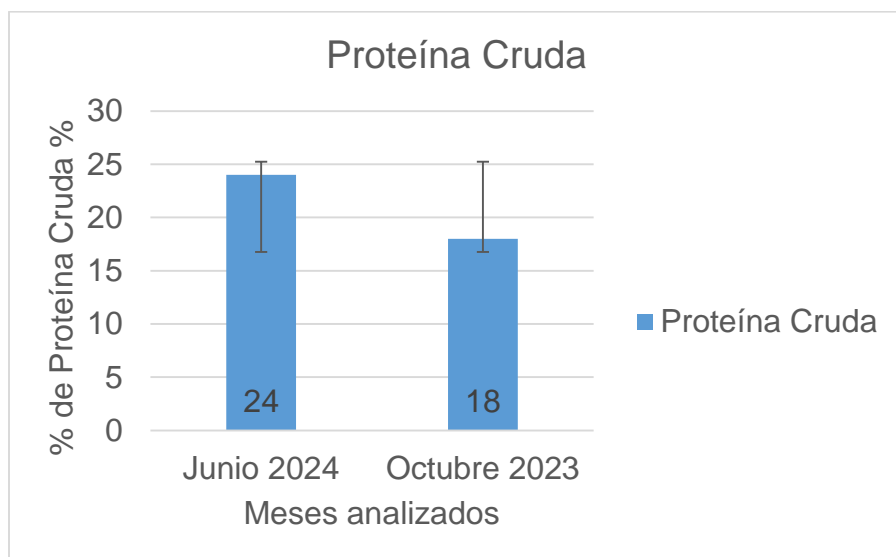


Figura 9. Resultados Obtenidos de Proteína Cruda

El análisis reveló una mayor concentración de proteínas en el mes de junio en comparación con octubre, lo cual sugiere que las condiciones ambientales o la fenología de la planta influyen en el desarrollo de compuestos nitrogenados de *Ipomoea dumosa*. Estos resultados aunque menores son comparables con las determinaciones realizadas por Garza (1998) donde realizó el análisis del contenido de tres especies de *Ipomoea*, las cuales fueron *Ipomoea philomega*, *Ipomoea dumosa* e *Ipomoea batatoides* en las cuales encontró 26.80 %, 19.22 % y 25.78 % respectivamente de proteína cruda en base seca para la alimentación de iguanas verdes en cautiverio, así también Aregheore (2004) reporta 22.4 % de proteína cruda para *Ipomoea batatas* (L) Lam contenida en las hojas, utilizadas en una ración para cabras hembras en crecimiento.

Las variaciones entre lo reportado por Garza (1998) y lo reportado en este estudio pueden atribuirse a factores como la disponibilidad de agua, temperatura y cantidad de luz solar que reciben las hojas, ya que de acuerdo con Zhang et al. (2004) los aminoácidos totales y los azúcares solubles incrementan durante la pérdida de agua de las hojas en *I. batatas*. En cuanto a la influencia de la temperatura en la síntesis de proteínas Yepes & Silveira (2011) refieren que cuando las plantas son sometidas

a temperaturas 5 °C arriba de su temperatura óptima de crecimiento, activa una señal de estrés que disminuye la producción de proteínas cotidianas y comienza a fabricar proteínas de choque térmico (*heat shock proteins*, HSP).

Por otro lado, la luz solar puede influir significativamente en la producción de proteínas en las hojas ya que existe una relación entre la clorofila y la proteína soluble pues las hojas con menor exposición solar invierten más nitrógeno en la producción de pigmentos fotosintéticos para la captación de la escasa radiación incidente (Azcón *et al.*, 2008).

Los parámetros de proteína en una planta que se desea integrar como una alternativa alimenticia son relevantes debido a que es un nutriente de gran importancia para los rumiantes ya que suministra los aminoácidos necesarios para la síntesis de proteínas en el organismo y es también una fuente de nitrógeno para los microorganismos del rumen (Elizondo, 2020).

#### 4.1.4. Fibra Detergente Neutra

Los resultados indican una diferencia estadísticamente no significativa en el porcentaje de FDN entre las fechas de colecta, con valores ligeramente mayores en el mes de junio de 2024 en comparación con el mes de octubre de 2023 (Figura 10).

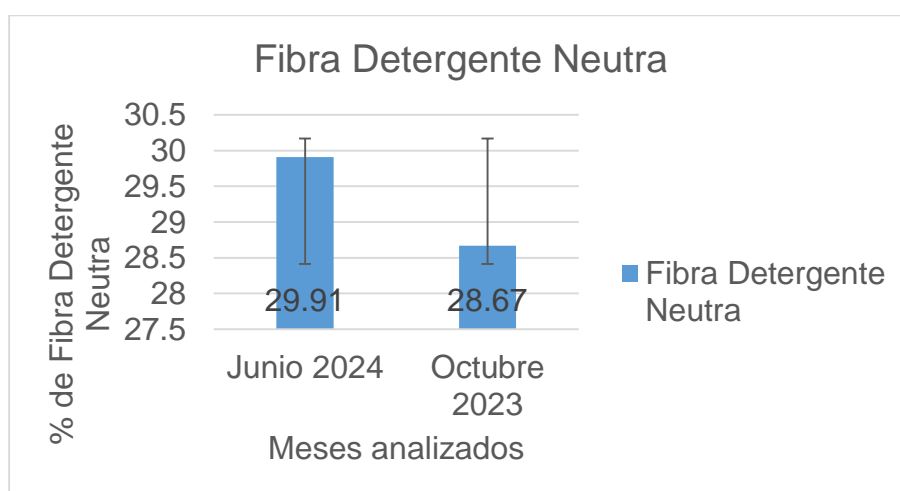


Figura 10. Resultados obtenidos de FDN

Aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa, esta variación puede relacionarse a factores ambientales y estado de madurez de la planta a la hora de

la recolección, que afecta en la acumulación de fibra estructural en plantas (Azcón *et al.*, 2008). poniendo en contraste los valores obtenidos en este estudio y el resultado de Aregheore (2004) que reporta un 24.8 % de FDN para las hojas de *Ipomoea batatas* tenemos que, el porcentaje obtenido de *Ipomoea dumosa* es mayor, aunque comparado con lo reportado por Marengo (2009) para rastrojo de forraje de camote (*Ipomoea batatas*) con un contenido de 31.96 % de FDN y a los resultados obtenidos para *Arachis pintoii* con un valor de 61 % de FDN reportado por Lagunes *et al.* (2019) el porcentaje de FDN para *Ipomoea dumosa* resulta bajo. De acuerdo al National Research Council (1967) los forrajes secos y altos en fibra, forrajes verdes y pasturas contienen una FDN mayor al 35% lo cual indica que *Ipomoea dumosa* tiene valores bajos de FDN para ambos meses, comparado con los estudios anteriores.

Los porcentajes de Fibra Detergente Neutra obtenidos en este estudio, pudieron verse influenciados por factores ambientales como la temperatura, radiación solar, deficiencias de agua y nutrientes disponibles en el suelo. De estos factores pudo haber mayor influencia de la temperatura y la radiación solar puesto que a temperaturas inferiores al rango óptimo de crecimiento, acumulan azúcares solubles, porque la fotosíntesis es menos sensible al frío que el crecimiento, por otro lado al incrementarse la temperatura, la tasa de desarrollo vegetal se acelera, lo que tiende a reducir la proporción de hojas respecto a tallos y disminuye la digestibilidad del forraje, además, el aumento de temperatura afecta negativamente la calidad del forraje, incluso cuando se compara en la misma fase de desarrollo morfológico (Buxton, 1996).

La Fibra Detergente Neutra está íntimamente relacionada con el llenado físico del animal, es decir su capacidad de ingesta de Materia Seca, aunado a esto la calidad y cantidad de fibra ingerida influyen directamente en la capacidad de consumo voluntario del animal y en la energía que puede proporcionar en una ración (Maruelli, 2017).

#### 4.1.5. Fibra Detergente Ácida

La diferencia estadística observada en el contenido de FDA, entre los meses de junio y octubre, indican que las condiciones específicas de cada periodo influyeron en esta variable. El mayor porcentaje de FDA en junio sugiere un desarrollo de estructura más lignificada en la planta en comparación con octubre, como se puede observar en la figura 11.

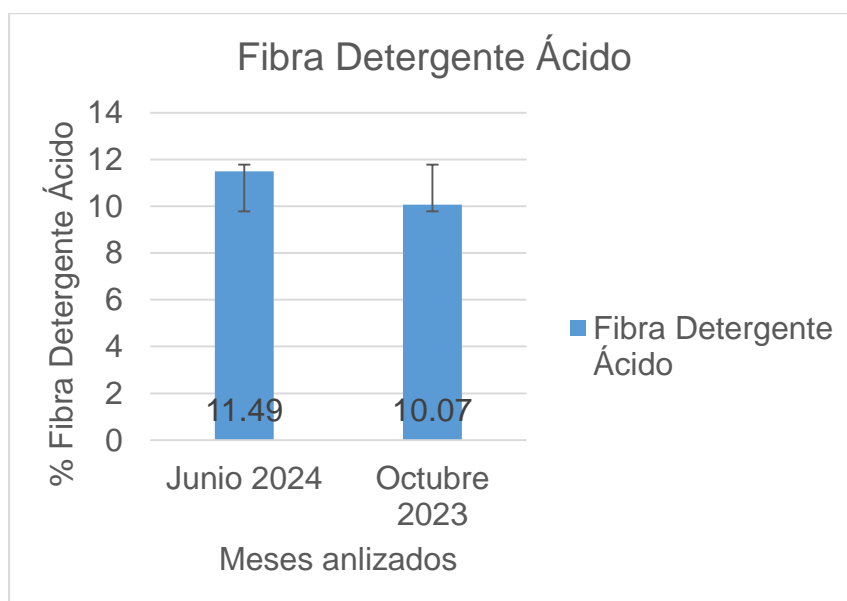


Figura 11. Resultados Obtenidos de FDA

El resultado obtenido para *Ipomoea dumosa* es menor al compararlo con el porcentaje reportado por Aregheore (2004) para *Ipomoea batatas* (18.6 %), el cual a su vez también resulta bajo a lo obtenido por Marengo (2009) quien reportó 25.98 % de FDA para rastrojo de forraje de camote.

Cabe destacar que la FDN y la FDA son determinaciones que están relacionadas ya que la FDN es el total de la fibra o lo equivalente a la composición de la pared celular (hemicelulosa, celulosa y lignina) y la FDA representa una fracción de los componentes de la pared celular que se compone de Lignina y celulosa (Maruelli, 2017).



#### 4.1.6. Hemicelulosa

Los datos obtenidos muestran una diferencia numérica en los valores promedios de hemicelulosa entre las dos fechas de colecta. Aunque estadísticamente esta diferencia no es significativa, los valores indican una leve superioridad en octubre de 2023 frente a junio de 2024 como se observa en la Figura 12.

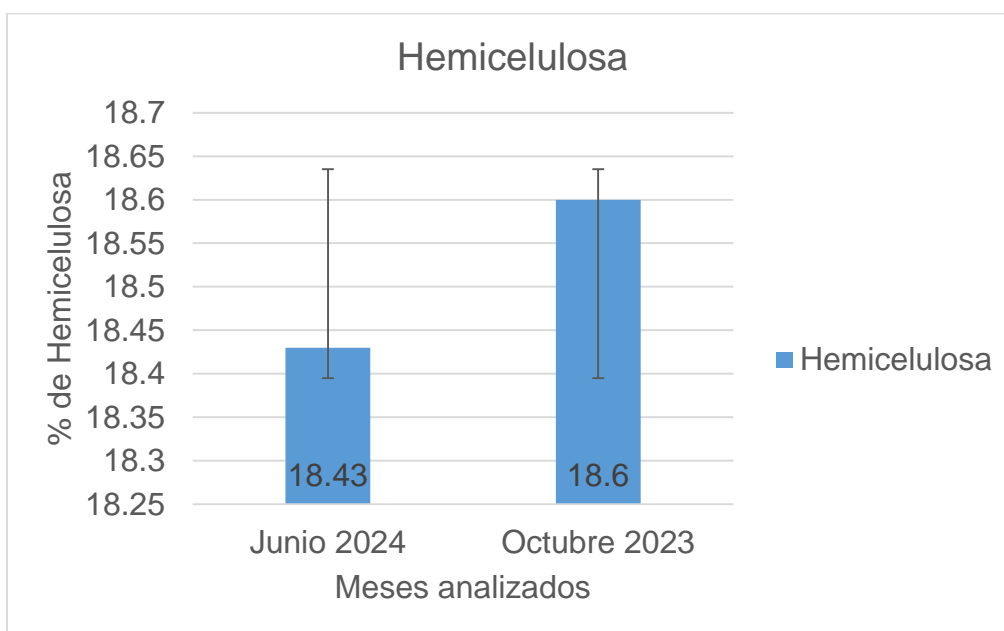


Figura 12. Resultados Obtenidos de Hemicelulosa

Esto podría sugerir una estabilidad relativa en la proporción de hemicelulosa presente en la composición de la planta bajo las condiciones de ambos periodos. Estos resultados en comparación con el parámetro obtenido por Aregheore (2004) de 6 % de hemicelulosa para las hojas de *Ipomoea batatas*, sugiere que los porcentajes de hemicelulosa en las hojas de *Ipomoea dumosa* son altos, aunque resultan bajos al compararlos con el 20.36 % de hemicelulosa reportado por Adapa *et al.* (2009) para la paja de trigo y el 26.4 % reportado por Castillo *et al.* (2020) para hojas de *Morus nigra*.

La cantidad de hemicelulosa está relacionada con los mismos factores que alteran la FDN y la FDA puesto que la hemicelulosa es parte de los componentes fibrosos de la planta (Maruelli, 2017).

#### 4.1.7. Extracto Etéreo

Los resultados obtenidos muestran una diferencia estadísticamente significativa en el contenido de extracto etéreo entre los meses de octubre de 2023 y junio de 2024 en las colectas de cada estación. En promedio el extracto etéreo fue mayor en octubre que en junio como se observa en la figura 13.

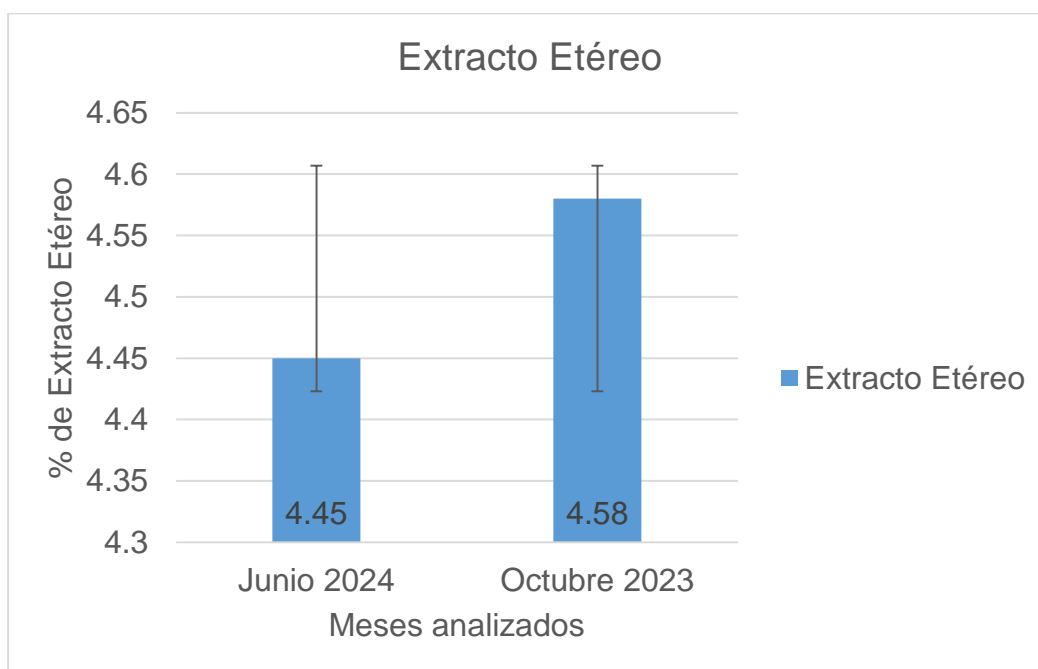


Figura 13. Resultados Obtenidos de Extracto Etéreo

Este patrón sugiere la influencia de factores temporales en la diferenciación de esta variable (Buxton, 1996). Los resultados obtenidos para *Ipomoea dumosa* son similares a lo obtenido en el análisis químico proximal realizado por Marengo (2009) al rastrojo de forraje de camote (*Ipomoea batatas*), donde se reporta 4.83 % de extracto etéreo, aunque resulta bajo comparándolo con lo obtenido por Castillo et al. (2020) para *Morus nigra* donde se reporta un contenido de 9.3 %, por otra parte, al compararlo con el 2.58 % de extracto etéreo de vainas de *Prosopis laevigata* el contenido de extracto etéreo para *Ipomoea dumosa* resulta alto.

El contenido de grasa en los alimentos proporcionados a los animales es de suma importancia ya que representa una fuente de energía para los procesos fisiológicos del animal, sin embargo Jhonson y MCclure (1973) refieren que un porcentaje mayor

al 6% de grasa en la MS tiene un significativo efecto en la digestibilidad de la fibra en el rumen.

## **V. CONCLUSIONES**

*Ipomoea dumosa*, presenta características bromatológicas que la hacen ser un alimento alternativo para ser utilizado en la alimentación de ovinos de una manera estratégica, ya sea para reemplazar granos de cereales en las dietas, emplearla en los animales como lactantes o gestantes en épocas estratégicas como suplemento en el comedero, y lo más importante es que a partir de su conocimiento nutricional realizar medidas de preservación en el agostadero, Estudios futuros deberían explorar su digestibilidad y la interacción con otros ingredientes alimenticios en sistemas de producción ovina.

## VI. LITERATURA CITADA

- Adapa, P., Tabil, L., & Schoenau, G. (2009). Compaction characteristics of barley, canola, oat and heat straw. *Biosystems Engineer*, 335-334.
- Adesogan, A. T., Givens, D. I., & Owen, E. (2000). Measuring chemical composition and nutritive value in forages. *Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research*, 263-278.
- Alba Avila, J. A. (Mayo de 2000). Dinámica estacional del valo nutritivo y cinética ruminal de la planta completa, hoja y tallo del zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) así como los híbridos nueces y llano. Obtenido de Repositorio Académico Digital UANL: <http://eprints.uanl.mx/6703/1/1080124338.PDF>
- Alvarado, P. I. (2018). Nutrición de Ovinos. Recuperado el 25 de noviembre de 2024, de Argentina.gob.ar: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/02-6-21\\_materialnutricion\\_de\\_ovinos.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/02-6-21_materialnutricion_de_ovinos.pdf)
- An, L. V. (2004). Sweet Potato Leaves for Growing Pigs. Biomass Yield, Digestion and Nutritive Value. Suecia: Swedish University of Agricultural Sciences. Recuperado el 21 de noviembre de 2024, de <https://pub.epsilon.slu.se/639/1/Agraria470.pdf>
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1990). Official methods of analytical chemist. . Alington, Virginia: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1999). Official methods of analytical chemist. Alington, Virginia: Association of Official Analytical Chemists.
- Apráez Guerrero, J. E. (2020). ANÁLISIS QUÍMICO DE ALIMENTOS PARA ANIMALES. Nariño, San Juan de Pasto, Colombia : Editorial Universidad de Nariño. Recuperado el 20 de noviembre de 2024, de <https://sired.udenar.edu.co/6817/>
- Aregheore, E. M. (2004). Nutritive value of sweet potato (*Ipomea batatas* (L) Lam) forage as goat feed: Voluntary intake, growth and digestibility of mixed rations of sweet potato and batiki grass (*Ischaemum aristatum* var. *indicum*). *Small Ruminant Research*, 235-241. doi:[https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(03\)00198-6](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00198-6)
- Azcón Bieto, J., Flek Bou, I., Aranda, X., & Gómez Casanovas, N. (2008). Fotosíntesis, factores ambientales y cambio climático. En *F. d. vegetal*. McGraw-Hill Global Education Holdings, LLC.
- Backer, J., M.E., R., Muñoz, H., & M., P. A. (1980). The use of sweet potato (*Ipomoea batatas*, (L) Lam) In animal feeding II Beef production. *Tropical*

Animal Production, 152-160. Recuperado el 2024 de noviembre de 16, de [https://cipav.org.co/TAP/TAP/TAP52/5\\_2\\_8.pdf](https://cipav.org.co/TAP/TAP/TAP52/5_2_8.pdf)

- Ben Salem, H., Priolo, A., & Morand Fehr, P. (2008). Shrubby vegetation and agro-industrial by-products as alternative feed resources for sheep and goats: Effects on digestion, performance and product quality. *Animal Feed Science and Technology*, 1-2.
- Blache, D., Maloney, S. K., & Revell, D. K. (2008). Use and limitations of alternative feed resources to sustain and improve reproductive performance in sheep and goats. *Animal Feed Science and Technology*, 140-157.
- Buckeridge, M. S., & Dietrich, S. M. (1996). Mobilisation of the raffinose family oligosaccharides and galactomannan in germinating seeds of *Sesbania marginata* Benth. (Leguminosae-Faboideae). *Plant Science*, 17(1,2), 33-43. doi:[https://doi.org/10.1016/0168-9452\(96\)04410-X](https://doi.org/10.1016/0168-9452(96)04410-X)
- Buckeridge, M. S., dos Santos, H. P., & Tiné, M. A. (2000). Mobilisation of storage cell wall polysaccharides in seeds. *Plant Physiology and Biochemistry*, 141-156.
- Buxton, D. R. (1996). Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Animal Feed Science and Technology*, 37-49.
- Bye, R., & Linares, E. (1999). Medicinal plant diversity of Mexico and its potential for animal health sciences. Recuperado el 25 de febrero de 2024, de [cabi digital: https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20063209682](https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20063209682)
- Cardona Iglesias, J. L., Mahecha Ledesma, L., & Angulo Arizala, J. (2017). Arbustivas forrajeras y ácidos grasos: estrategias para disminuir la producción de metano entérico en bovinos. *Agronomía Mesoamericana*, 273-288.
- Carranza, E. (2007). Familia Convolvulaceae. Pátzcuaro, Michoacán, México. Recuperado el 23 de febrero de 2024
- Carranza, E. (2008). Diversidad del género *Ipomoea* I. (convolvulaceae) en el estado de Michoacán, México. Recuperado el 24 de Febrero de 2024
- Castillo Rodríguez, S. P., Infante González, T., López Aguirre, D., & Martínez González, J. C. (2020). ANALISIS PROXIMAL Y DIGESTIBILIDAD in vitro DE LA MORERA (*Morus nigra*). *Transversalidad científica y tecnológica*, 1-5.
- CONABIO. (10 de septiembre de 2024). Descripción taxonomica de *Ipomoea dumosa*. Recuperado el 23 de febrero de 2024, de [enciclovida: https://enciclovida.mx/explora-por-clasificacion?especie\\_id=163696&q=Ipomoea%20dumosa](https://enciclovida.mx/explora-por-clasificacion?especie_id=163696&q=Ipomoea%20dumosa)

- CONAGUA . (2020). Normales climatologicas periodo 1991-2020. Obtenido de SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL: [smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales\\_Climatologicas/Normales9120/slp/nor9120\\_24084.TXT](http://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Normales9120/slp/nor9120_24084.TXT)
- Corona González, D., & Garduño Robles, F. (2016). Calidad bromatológica de líneas avanzadas de trigo (*Triticum aestivum* L.) evaluadas en tres localidades del valle de Toluca. Universidad Autónoma del Estado de México.
- D Nieves, S. G., M Macías, J. L., Martha, C., & Vivian, M. (2001). Algunos Aspectos de alimentos venezolanos destinados a animales monogástricos. *Livestock Research for Rural Development*, 13(20). Obtenido de *Livestock Research for Rural Development*: <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd13/2/gonz132.htm>
- Delgado-Núñez, E., M.E., L.-A., A., O.-J., J.F., D.-N., A.Y., O.-G., & Mendoza-de Gives, P. (2023). Phytochemical profile and nematicidal activity of a hydroalcoholic extract from Cazahuate flowers (*Ipomoea pauciflora* M. Martens & Galeotti) against *Haemonchus contortus* infective larvae. *Topical Biomedicine*, 108-115. Recuperado el 03 de abril de 2024, de [https://www.researchgate.net/publication/371970538\\_Phytochemical\\_profile\\_and\\_nematicidal\\_activity\\_of\\_a\\_hydroalcoholic\\_extract\\_from\\_Cazahuate\\_flowers\\_Ipomoea\\_pauciflora\\_M\\_Martens\\_Galeotti\\_against\\_Haemonchus\\_contortus\\_infective\\_larvae\\_ARTICLE\\_HISTORY\\_AB](https://www.researchgate.net/publication/371970538_Phytochemical_profile_and_nematicidal_activity_of_a_hydroalcoholic_extract_from_Cazahuate_flowers_Ipomoea_pauciflora_M_Martens_Galeotti_against_Haemonchus_contortus_infective_larvae_ARTICLE_HISTORY_AB)
- Department of Biodiversity and Conservation Biology. (2005). Abiotic Components. Obtenido de Web Archive : [https://web.archive.org/web/20050425160041/http://www.botany.uwc.ac.za/SCI\\_ED/grade10/ecology/abiotic/abiot.htm](https://web.archive.org/web/20050425160041/http://www.botany.uwc.ac.za/SCI_ED/grade10/ecology/abiotic/abiot.htm)
- Díaz Pontones, D. M. (17 de Junio de 2009). *Ipomoea*: Un género con tradición. Obtenido de Research gate: [https://www.researchgate.net/profile/David-Diaz-Pontones/publication/267196216\\_Ipomoea\\_un\\_genero\\_con\\_tradicion/links/5491cf7e0cf2484a3f3e0566/Ipomoea-un-genero-con-tradicion.pdf](https://www.researchgate.net/profile/David-Diaz-Pontones/publication/267196216_Ipomoea_un_genero_con_tradicion/links/5491cf7e0cf2484a3f3e0566/Ipomoea-un-genero-con-tradicion.pdf)
- Díaz Torres, R. d. (17 de Enero de 2017). La dieta tradicional huasteca como recurso de alimentos funcionales. Recuperado el 5 de mayo de 2023, de Repositorio Institucional UASLP: <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/4132>
- Elizondo Salazar, J. A. (2020). Estimación del suinistro de proteína metabolizable en una ración para ganado de leche. *Nutrición Animal Tropical*, 85-100.
- FAO. (2015). Manual de Técnicas para Laboratorios de Nutrición de Peces. Recuperado el 28 de noviembre de 2024, de FAO: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S04.htm>

- Flores, O. I., Ma., B. D., A., B. J., & A., I. M. (1998). Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajera para la suplementación de ruminantes en el trópico. *Livestock Research for Rural Development.*, 10(2). Obtenido de *Livestock Research for Rural Development.*: <http://www.lrrd.org/lrrd10/1/cati101.htm>
- Gálvez-Ceron, A., Lagos-Rosero, Y., & Armero-Hernández, C. H. (2014). Caracterización de herbáceas y arbustivas de un sistema silvopastoril de bosque seco tropical. *Revista de Investigación Pecuaria*, 3(1), 57-72. Recuperado el 17 de noviembre de 2024, de <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/revip/article/view/1923>
- Garza Castro, J. M. (mayo de 1998). Primer taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio memorias. Recuperado el 25 de febrero de 2024, de Docplayer: <https://docplayer.es/89032377-Primer-taller-nacional-sobre-manejo-de-iguanas-en-cautiverio-memorias-foto-cortesia-el-arca-de-las-iguanas-especie-iguana-iguana.html>
- Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-juburi, H. J., Somasundaram, R., & Panneerselvam, R. (2009). Drought Stress in Plants: A Review on Morphological Characteristics and Pigments Composition. *INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURE & BIOLOGY*, 11(1), 100-105.
- JOHNSON, R., & K., M. (1973). High Fat Rations for Ruminants II. Effects of Fat Added to Corn Plant Material Prior to Ensiling on Digestibility and Voluntary Intake of the Silage. *Journal Animal Science*, 397-406.
- Kamaruddin, N. A., Ishak, M. F., Yusuf, N., Kamarudin, M. S., Ahmad, N., & Abdul Rahman, N. Z. (2020). Comparative Study on Nutritive Value of Different Legumes Species (*Leucaena leucocephala*, *Calopogonium muconoides* and *Stylosanthes guianensis*). *Journal Of Agrobiotechnology*, 1-9.
- Lagunes Rivera, S. A., Guerrero Rodríguez, J. d., Hernández Vélez, J. O., Ramírez González, J. d., Garcia Bonilla, D. V., & Alatorre Hernández, A. (2019). Rendimiento de materia seca y valor nutritivo de cuatro leguminosas herbáceas en la zona tropical de Hueytamalco, Puebla, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 1042-1053.
- Lemos Ramírez, J. N. (2013). El Matarratón *Gliricidia Sepium* como alternativa para la producción de leche en ganado bovino. Obtenido de repositorio Institucional UNAD: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/2779>
- Llerena Arroyo, A., Fernández Espinel, V., Mamani Ticona, A., amírez Veliz, C., Vega Olcese, P., & Zacarias Cadillo, A. (2019). Extracción de grasas, cuantificación de proteínas y determinación de aminoácidos en semilla de "Haba tigre" (*Vicia faba*). *Reseach Gate*, 1-15.

- Lozada Aranda, M., Neyra, L., Linares, E., & Bye, R. (22 de Agosto de 2023). Quelites. Recuperado el 22 de Febrero de 2024, de Biodiversidad Mexicana : <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/quelites>
- Luna Flores, W., Estrada Medina, H., Morales Maldona, E., & Álvarez Rivera, O. (2015). ESTRÉS POR DÉFICIT HÍDRICO EN PLANTAS: UNA REVISIÓN. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 61-69.
- Marengo Alonso, J. R. (Diciembre de 2009). Estudio del efecto de tipo, concentración de ácido y tiempo de digestión en hidrolisis de forraje de camote (*Ipomoea batatas*). Obtenido de Biblioteca Digital Zamorano: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/d9d75e68-aaa4-4958-8e50-039c4d652018/content>
- Martínez, M. Á., Evangelista, V., Basurto, F., Mendoza, M., & Antonio, C.-R. (Junio de 2007). Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México. *Revista Mexicana de biodiversidad*, 78(1), 15-40. Recuperado el 2 de Abril de 2024, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532007000100003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532007000100003&lng=es&tlng=es).
- Maruelli, J. N. (2017). VALORACIÓN NUTRITIVA DE LOS ALIMENTOS: IMPOTANCIA DE LA FIBRA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL. Obtenido de Repositorio Digital de Acceso Abierto UNLPam: <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/2408>
- Meira, M., Pereira da Silva, E., David, J. M., & David, J. P. (2012). Review of the genus *Ipomoea*: traditional uses, chemistry and biological activities. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 682-713. Recuperado el 10 de Noviembre de 2024, de <https://www.scielo.br/j/rbfar/a/Z8pTtwKsbjqRKmGVBN9VPSw/>
- Muñoz González, J. C., Huerta Bravo, M., Ramirez Valverde, R., & González Alcorta, M. J. (2017). Perfil mineral en agua, suelo, forraje y suero sanguíneo de ovinos en Tlaxcala, México. *Ecosistema y Recursos Agropecuarios*, 443-451.
- Naranjo, J. F., & Cuartas, C. A. (2011). Caracterización nutricional y de la cinética de degradación ruminal de algunos recursos forrajeros con potencial para la suplementación de rumiantes en el trópico alto de Colombia. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 9-19.
- Narváez Uribe, O. (2020). RESPUESTA PRODUCTIVA DE VACAS LECHERAS EN PASTOREO DE PASTIZALES NATIVOS A LA SUPLEMENTACIÓN CON UN CONCENTRADO EXPERIMENTAL, EN COMPARACIÓN CON UN CONCENTRADO BALANCEADO COMERCIAL EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA EN EL ESTADO DE



HID. Obtenido de REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UAEM:  
<http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/105636>

- National Research Council (NRC). (2007). Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids. Washingtgon, DC: National Academy of Science. Recuperado el 23 de noviembre de 2024
- Orona Castillo, I., Lopéz Martinez, J. D., Vázquez Vázquez, C., Salazar Sosa, E., & Ramírez Ramírez, M. E. (2014). ANÁLISIS MICROECONÓMICO DE UNA UNIDAD REPRESENTATIVA DE PRODUCCIÓN DE CARNE DE OVINO EN EL ESTADO DE MÉXICO BAJO UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN SEMI INTENSIVO. *AgEcon search*, 719-728.
- Ortíz, A., Elías, A., & Valdivié, M. (2007). Evaluación de la pollinaza de cascarilla de café como complemento alimenticio en la ceba de ovinos en pastoreo. *Pastos y Forrajes*, 279-286.
- Pardos, J. A. (2004). Respuesta de las plantas al anegamiento del suelo. *Forest Systems*, 13(4), 101-107.
- Pereda Miranda, R., & Moustapha, B. (2003). Biodynamic Constituents in the Mexican Morning Glories: Purgative Remedies Transcending Boundaries. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 111-131. doi:10.2174/1568026033392534
- Pereda Miranda, R., Mata, R., Anaya, A. L., Wickramaratne, M., Pezzuto, J. M., & Douglas Kinghorn, A. (1993). Tricolorin A, major phyto growth inhibitor from *Ipomoea tricolor*. *Journal of Natural Products*, 56(4), 571-582. Recuperado el 22 de Noviembre de 2024, de <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/np50094a018>
- Pérez Rodríguez, M. A. (1997). Valor Nutricional de Tres Especies de Acacia. Obtenido de Repositorio Academico Digital UANL: <http://eprints.uanl.mx/533/1/1020120179.PDF>
- Perez, R. (1997). *Feding pigs in the Tropics*. FAO.
- Petrini, C. (2012). "Buena limpia y justa. La comida tradicional mexicana", en *Elogio de la Cocina Mexicana, Patrimonio Cultural de la Humanidad*. México, CDMX, México: Conservatorio de la Cultura Gastronómica Mexicana S.C. y Artes de México.
- Petrizzi, H. J., Stritzler, N. P., Ferri, C. M., Pagella, J. H., & Rabotnikof, C. M. (2005). DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA POR MÉTODOS INDIRECTOS: UTILIZACIÓN DEL HORNO A MICROONDAS. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/43-uso\\_microondas\\_ms.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/43-uso_microondas_ms.pdf)

- Quintero, B. d., Clavero, T., Castro de Rincon, C., & del Villar, A. (1995). Efecto de los factores climáticos y altura de corte sobre el valor nutritivo y producción de materia seca del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 81-94.
- Romero Yañez, O., & Bravo Marchan, S. (2012). Fundamentos de la producción ovina en la Región de La Araucanía. Temuco, Región de La Araucanía. Recuperado el 23 de noviembre de 2024, de <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7524>
- Ruíz, M., Pezo, D., & L, M. (1980). The use of sweet potato (*Ipomoea batatas*, (L.) Lam) in animal feeding: I Agronomic aspects. *Tropical Animal Production*(5(2)), 144-151.
- Sanchez de la Puente, L. (1984). LA ALIMENTACIÓN MINERAL DE LAS PLANTAS. Salamanca: I.O.A.T.O. CENTRO DE EDAFOLOGIA Y BIOLOGIA APLICADA EXCMA. DIPUTACION POVICIAL.
- Sánchez Hernández, M. Á., Sánchez Hernandez, C., Morales Terán, G., & Andrés Carrasco, L. Á. (2016 ). Producción sustentable de ovinos con dietas a base de alimentos no convencionales. En A. J. Vicente Pinacho, & F. Rogelio Flores, *Estrategias de desarrollo solidario para zonas pobres de México* (págs. 107-138). México: Competitive Press, S.A. de C.V.
- Serveriche Sierra, C., Castillo Bertel, M., & Barreto Martínez, P. (2013). Evaluación de la Precisión y Exactitud de un Método Gravimétrico para la Determinación de Grasas y Aceites en Aguas. *QUÍMICA HOY CHEMISTRY SCIENCES*, 3(2), 18-21. Recuperado el 26 de noviembre de 2024
- Shimada Miyasaka, A. (2003). *Nutrición Animal*. México: Trillas. Recuperado el 24 de noviembre de 2024
- Taboada, M. A., Damiano, F., & Lavado, R. S. (2009). Inundaciones en la región pampeana. Consecuencias sobre los suelos. Obtenido de Research Gate: [https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Damiano/publication/285197770\\_Inundaciones\\_en\\_la\\_Region\\_Pampeana\\_Consecuencias\\_sobre\\_los\\_suelos/links/5ecc2c88299bf1c09adf52b5/Inundaciones-en-la-Region-Pampeana-Consecuencias-sobre-los-suelos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Damiano/publication/285197770_Inundaciones_en_la_Region_Pampeana_Consecuencias_sobre_los_suelos/links/5ecc2c88299bf1c09adf52b5/Inundaciones-en-la-Region-Pampeana-Consecuencias-sobre-los-suelos.pdf)
- Taiz, L., Zeiger, E., & Jarosch, B. (2007). *Plant physiology das Original mit Übersetzungshilfen*. Alemania: Spektrum Akad.
- Tapia Muñoz, J. L. (30 de Junio de 2011). LA FAMILIA CONVULVULACEAE EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN. Recuperado el 22 de febrero de 2024, de CICY: [https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde\\_Herbario/2011/2011-06-30-Tapia-Convulvulaceae.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2011/2011-06-30-Tapia-Convulvulaceae.pdf)

- Vazquez Mendoza, P., Castelán Ortega, O. A., García Martínez, A., & Avilés Nova, F. (2012). USO DE LOS BLOQUES NUTRICIONALES COMO COMPLEMENTO PARA OVINOS EN EL TROPICO SECO DEL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 87-96.
- Wilhite, D. A. (2000). Drought as a natural hazard: Concepts and definitions. En D. A. Wilhite, *Droughts* (págs. 245-255). Londres.
- Yepes, A., & Silveira Buckeridge, M. (2011). Respuesta de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global (revisión). *Colombia Forestal*, 14(2), 213-232.