



**Universidad Estatal Península de Santa Elena**

**Facultad de Ciencias Agrarias  
Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**CALIDAD NUTRICIONAL DE LA MORINGA (*Moringa oleifera* Lam) EN  
LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LA PARROQUIA  
MANGLARALTO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** Michelle Vanessa Pilay Malavé

**La Libertad, 2019**



**Universidad Estatal Península de Santa Elena**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**CALIDAD NUTRICIONAL DE LA MORINGA (*Moringa oleifera*, Lam) EN  
LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LA PARROQUIA  
MANGLARALTO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del Título de:

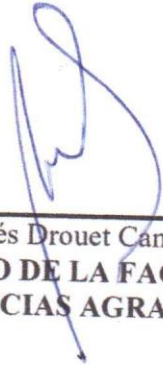
**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** Michelle Vanessa Pilay Malavé.

**Tutor:** Ing. Néstor Acosta Lozano, Ph.D.

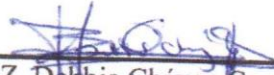
**La Libertad, 2019**

## TRIBUNAL DE GRADO



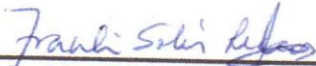
---

Ing. Andrés Drouet Candell, MSc.  
**DECANO DE LA FACULTAD  
CIENCIAS AGRARIAS**



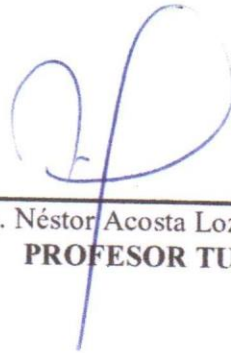
---

MVZ. Debbie Chávez García, MSc.  
**DOCENTE DELEGADA DEL  
DIRECTOR (E).  
CARRERA INGENIERÍA  
AGROPECUARIA**



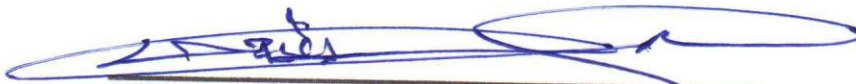
---

Ing. Araceli Solís Lucas, Ph.D.  
**PROFESOR DEL ÁREA**



---

Ing. Néstor Acosta Lozano, Ph.D.  
**PROFESOR TUTOR**



---

Abg. Víctor Coronel Ortiz, Mgt.  
**SECRETARIA/O GENERAL**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios en primer lugar por permitirme vivir este momento, por los retos que se me presentan y por darme el entendimiento para culminar esta etapa, a mis padres Verónica Malavé y Juan Pilay por los consejos brindados en el transcurso de mis estudios.

Al Ing. Néstor Acosta Lozano, PhD, por la ayuda prestada, la paciencia y el tiempo en este proceso de titulación y a la MVZ Debbie Chávez García, MSc, por el apoyo constante que me sirvieron para seguir adelante.

A la universidad Estatal Península de Santa Elena, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, porque en sus aulas adquirí excelentes conocimientos que me servirán para toda la vida.

A mis hermanos Juan Carlos, Verónica Johanna y a mi cuñado Abraham Alarcón porque de una u otra manera me alentaron a seguir adelante y ser perseverante ante todo.

A mis grandes amigos Patricio, José, Oscar, Lisbeth, Leonardo en especial a Anggy y Carlos con quienes he compartido buenos y malos momentos durante el desarrollo de la carrera universitaria y sobre todo en la ejecución de la tesis ya que hemos sabido sobrellevar las diversas situaciones.

En general a todos mis familiares y amigos que forman parte de mi vida y me han apoyado con sus palabras de aliento en el momento oportuno.

## **DEDICATORIA**

Dedico este Trabajo de Titulación a Dios por ser el inspirador para cada uno de mis pasos dados y por las fuerzas que me brinda en el diario vivir.

A mis padres Juan Pilay Soriano y Verónica Malavé Beltrán por el apoyo incondicional depositado en cada uno de los actos que he realizado, por ser el pilar fundamental de mi vida y por la constancia en el día a día.

A mis hermanos, cuñado, tíos y primos por el incentivo para seguir adelante con este objetivo. A mis abuelos Pedro Malavé y Mercedes Beltrán, mis segundos padres quienes han sabido guiarme por el camino del bien e inculcarme metas que aporten en mi progreso.

Este Trabajo de Titulación va especialmente para mi abuelo Pudlio José Pilay Alvarado, quién me enseñó que la unión familiar va más allá de la religión, género o edad, quién de la mano me mostró el valor de la sencillez. Aunque no se encuentra físicamente su recuerdo sigue latente, por la gran persona que fue y por las grandes anécdotas.

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar la calidad nutricional de la moringa (*Moringa oleifera* Lam) en dos momentos de cosecha (60 y 75 días). Se realizó en el “Centro de Apoyo Manglaralto”, Provincia Santa Elena. Se estudiaron algunos componentes nutritivos a partir de un corte de igualación. Se utilizaron partes de la planta como muestras experimentales, tales como: planta completa, hojas y tallos. Se analizaron las muestras para determinar calidad nutricional. A 60 días de cosecha PC, EE y MO son similares para las muestras estudiadas; sin embargo, 75 días presentó promedios diferentes en MS, PC, FC, FDN y FDA. Se concluye que a 60 y 75 días de cosecha la calidad nutricional de *Moringa oleifera* Lam respecto a MS, PC, EE, MO, FC, FDN y FDA en las muestras planta completa (HT), hojas (H) y Tallo (T) son satisfactorias ya que comparadas con otras investigaciones a nivel internacional se corresponden positivamente, sobresaliendo los promedios de PC y FDN que alcanzaron niveles superiores a cualquier variedad de forraje que se produce en las condiciones ambientales de Manglaralto, otorgando niveles energéticos y proteicos capaces de cumplir los requerimientos nutricionales de varias especies animales.

**Palabras claves:** *Moringa oleifera* Lam, calidad, cosecha, forraje, nutrición.

## ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the nutritional quality of the moringa (*Moringa oleifera* Lam) in two harvesting moments (60 and 75 days). It was carried out at “Centro de Apoyo Manglaralto”, Province of Santa Elena. Some nutritive components of this established crop were studied from an equalization cut. It is used parts of the plant as experimental samples, such as: whole plant, leaves and stems. The samples were analyzed to determine nutritional quality. To a 60 day harvest PC, EE, MO are similar for the studied samples; however at 75 days it presented averages of MS, PC, FC, FDN and FDA. It was concluded that at 60 and 75 days of harvest, the nutritional quality of *Moringa oleifera* Lam in relation to MS, PC, EE, MO, FC, FDN and FDA in the samples whole plant (HT), leaves (H) and stem (T) are proper with other international investigations. Exceling the averages of PC and FDN that got higher levels to any other at Manglaralto, providing energetic value and protein capable of meeting the nutritional requirements of several animal species.

**Keywords:** *Moringa oleifera* Lam, Quality, crop, forage, nutrition.

**El contenido del presente trabajo de titulación es de mi responsabilidad, el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la universidad estatal península de Santa Elena.**



## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....  | 1  |
| Problema Científico .....  | 3  |
| Objetivo General.....  | 3  |
| Objetivos Específicos .....  | 3  |
| Hipótesis .....  | 3  |
| <b>CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....                            | 4  |
| 1.1. <i>Generalidades de la Moringa</i> .....                              | 4  |
| 1.1.1. Morfología de la planta.....  | 5  |
| 1.2. <i>Agroecología del cultivo</i> .....                                 | 8  |
| 1.2.1. Altitud .....   | 9  |
| 1.2.2. Régimen pluviométrico .....   | 9  |
| 1.2.3. Temperatura.....  | 9  |
| 1.2.4. Suelo .....   | 10 |
| 1.3. <i>Propagación de la Moringa oleifera Lam</i> .....                   | 10 |
| 1.4. <i>Principales plagas y enfermedades</i> .....                        | 10 |
| 1.5. <i>Características nutricionales de la Moringa oleifera Lam</i> ..... | 11 |
| 1.6. <i>Beneficios de la moringa</i> .....                                 | 12 |
| 1.6.1. Moringa oleifera Lam en la alimentación animal.....                 | 13 |
| 1.6.2. Sistemas Agroforestales .....                                       | 14 |
| 1.6.3. Medicinal .....   | 14 |
| 1.7. <i>Parámetros a evaluar en un análisis bromatológico</i> .....        | 15 |
| 1.7.1. Humedad .....   | 15 |
| 1.7.2. Proteína cruda (PC).....  | 15 |
| 1.7.3. Extracto etereo (EE).....   | 15 |
| 1.7.4. Cenizas.....  | 16 |
| 1.7.5. Materia Orgánica (MO) .....   | 16 |
| 1.7.6. Fibra cruda (FC).....   | 16 |
| 1.7.7. Fibra detergente neutra (FDN).....                                  | 16 |
| 1.7.8. Fibra detergente ácida (FDA).....                                   | 16 |
| 1.8. <i>Técnicas para la obtención de los nutrientes</i> .....             | 17 |
| 1.8.1. Proteína cruda (PC).....  | 17 |
| 1.8.2. Extracto etéreo (EE).....   | 18 |
| 1.8.3. Fibra Cruda (FC) .....  | 19 |

|   |   |           |
|---|---|-----------|
| 1.8.4.  | Fibra detergente neutra (FDN) .....   | 19        |
| 1.8.5.  | Fibra detergente ácida (FDA).....   | 20        |
| <b>CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>   |   | <b>21</b> |
| 2.1.  | <i>Localización del ensayo .....</i>  | 21        |
| 2.2.  | <i>Materiales y Equipos .....</i>   | 22        |
| 2.2.1.  | Materiales de campo .....   | 22        |
| 2.2.2.  | Equipos de laboratorio y oficina .....  | 22        |
| 2.3.  | <i>Material genético .....</i>  | 22        |
| 2.4.  | <i>Análisis de muestras.....</i>  | 22        |
| 2.5.  | <i>Variables.....</i>   | 23        |
| 2.5.1.  | Análisis bromatológico y fracciones de fibra de la Moringa oleifera Lam en hojas, tallos y planta completa en dos momentos de cosecha ..... | 23        |
| 2.6.  | <i>Manejo del experimento.....</i>  | 23        |
| 2.6.1.  | Riego .....   | 23        |
| 2.6.2.  | Deshierba.....  | 23        |
| 2.6.3.  | Fertilización.....  | 23        |
| 2.7.  | <i>Toma de muestras en campo .....</i>  | 23        |
| 2.7.1.  | Planta completa (HT).....   | 23        |
| 2.7.2.  | Hojas y Tallos.....   | 24        |
| 2.8.  | <i>Análisis de muestras en laboratorio.....</i>   | 24        |
| 2.8.1.  | Análisis de materia seca (MS).....  | 24        |
| 2.8.2.  | Análisis bromatológicos.....  | 24        |
| <b>CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b> |   | <b>25</b> |
| 3.1.  | <i>Resultados bromatológicos de MS de la Moringa oleifera Lam a los 60 y 75 de cosecha.....</i>   | <i>25</i> |
| 3.2.  | <i>Resultados bromatológicos de PC de la Moringa oleifera Lam a los 75 de 60 y cosecha .....</i>  | <i>26</i> |
| 3.3.  | <i>Resultados bromatológicos de EE de la Moringa oleifera Lam a los 60 y 75 de cosecha.....</i>   | <i>28</i> |
| 3.4.  | <i>Resultados bromatológicos de MO de la Moringa oleifera Lam a los 60 y 75 de cosecha.....</i>   | <i>28</i> |
| 3.5.  | <i>Resultados bromatológicos de FC de la Moringa oleifera Lam a los 60 y 75 de cosecha.....</i>   | <i>29</i> |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.6. Resultados bromatológicos de FDN de la <i>Moringa oleifera</i> Lam a los 60 y 75 de cosecha..... | 30        |
| 3.7. Resultados bromatológicos de FDA de la <i>Moringa oleifera</i> Lam a los 60 y 75 de cosecha..... | 31        |
| 3.8. Análisis económico .....   | 32        |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>33</b> |
| <i>Conclusiones</i> .....   | 34        |
| <i>Recomendaciones</i> .....  | 34        |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>   |           |
| <b>ANEXOS</b>   |           |

## INDICE DE TABLA

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Contenido de vitaminas y minerales de las hojas de <i>Moringa oleifera</i> Lam.<br>.....  | 12 |
| <b>Tabla 2.</b> Contenido de aminoácidos de las hojas de <i>Moringa oleifera</i> Lam.....   | 12 |
| <b>Tabla 3.</b> Contenido nutritivo de las hojas de moringa ( <i>Moringa oleifera</i> Lam) en<br>comparación con otros alimentos .....  | 14 |
| <b>Tabla 4.</b> Materia Seca de HT, H y T de moringa ( <i>Moringa oleifera</i> Lam), cosechada<br>a 60 y 75 días de edad en las condiciones ambientales de Manglaralto ....               | 25 |
| <b>Tabla 5.</b> Proteína Cruda de HT, H y T de moringa ( <i>Moringa oleifera</i> Lam), cosechada<br>a 60 y 75 días de edad en las condiciones ambientales de Manglaralto ....             | 26 |
| <b>Tabla 6.</b> Extracto etéreo de HT, H y T de moringa ( <i>Moringa oleifera</i> Lam), cosechada<br>a 60 y 75 días de edad en las condiciones ambientales de Manglaralto ....            | 28 |
| <b>Tabla 7.</b> Materia Orgánica de HT, H y T de moringa ( <i>Moringa oleifera</i> , Lam),<br>cosechada a 60 y 75 días de edad en las condiciones ambientales de<br>Manglaralto.....      | 29 |
| <b>Tabla 8.</b> Fibra Cruda de HT, H y T de moringa ( <i>Moringa oleifera</i> Lam), cosechada a<br>60 y 75 días de edad en las condiciones ambientales de Manglaralto .....               | 29 |
| <b>Tabla 9.</b> Fibra Detergente Neutro de HT, H y T de moringa ( <i>Moringa oleifera</i> Lam),<br>cosechada a 60 y 75 días de edad en las condiciones ambientales de<br>Manglaralto..... | 30 |
| <b>Tabla 10.</b> Fibra Detergente Ácida de HT, H y T de moringa ( <i>Moringa oleifera</i> Lam),<br>cosechada a 60 y 75 días de edad en las condiciones ambientales de<br>Manglaralto..... | 32 |
| <b>Tabla 11.</b> Costos del establecimiento de 1ha de <i>Moringa oleifera</i> Lam con fines<br>forrajeros.....  | 33 |

## ÍNDICE DE FIGURA

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Raíz de Moringa .....                       | 5  |
| <b>Figura 2.</b> Foliolos dispuestos sobre el raquis .....   | 6  |
| <b>Figura 3.</b> Flor de la <i>Moringa oleifera</i> Lam..... | 7  |
| <b>Figura 4.</b> Características físicas del fruto .....     | 7  |
| <b>Figura 5.</b> Estructura de la semilla .....              | 8  |
| <b>Figura 6</b> Ubicación del experimento .....              | 21 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Tabla 1A.** Análisis bromatológico de la *Moringa oleifera* Lam, laboratorio AGROLAB

**Tabla 2A.** Análisis bromatológicos de planta completa (Hojas y tallos) del cultivo *Moringa oleifera* Lam en dos momentos de cosecha (60 y 75 días de cosecha)

**Tabla 3A.** Análisis bromatológicos de las Hojas del cultivo *Moringa oleifera* Lam en dos momentos de cosecha (60 y 75 días de cosecha)

**Tabla 4A.** Análisis bromatológicos de los tallos del cultivo *Moringa oleifera* Lam en dos momentos de cosecha (60 y 75 días de cosecha)

**Figura 1A.** Cultivo de *Moringa oleifera* Lam

**Figura 2A.** Desmalezando el cultivo

**Figura 3A.** Fertilización del cultivo

**Figura 4A.** Cosecha del cultivo *Moringa oleifera* Lam

**Figura 5A.** Separación de hojas y tallos del cultivo *Moringa oleifera* Lam para establecer las respectivas muestras

**Figura 6A.** Pesaje de las variantes: planta completa, hojas y tallos

**Figura 7A.** Rotulación de muestras y ubicación en la estufa a 65°C para obtener materia seca

**Figura 8A.** Molienda de las muestras para ser enviadas al laboratorio y obtener el respectivo análisis bromatológico

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en los sistemas de producción agroforestales, se ha tratado sobre la utilización de especies arbustivas y arbóreas para la alimentación animal. La producción de pastos y forrajes, los que al año están sometidas a problemáticas que determinan variación en la calidad y disponibilidad de biomasa, principalmente en la época seca. Lo que origina una disminución en el desempeño productivo de los animales.

Una estrategia para potenciar la disponibilidad y calidad de alimentos para rumiantes, pudiera ser la utilización de árboles y arbustos forrajeros; material con altos rendimientos y gran capacidad de rebrote durante todo el año (Alonso, 2012).

Una de las especies que podrían ser de mucho beneficio y que aporten Nitrógeno al suelo es la Moringa (*Moringa oleifera* Lam), un árbol de valiosa importancia en América Latina.

Este cultivo es de crecimiento rápido, alcanzando un promedio de tres a cinco metros de altura dependiendo de las condiciones climáticas en la que se desarrolle (Murieta, 2014). Es una planta fácil de propagar, tanto por semilla como por material vegetativo y es muy resistente a la sequía. Tiene un alto valor nutricional y tiene la capacidad de suplir los requerimientos nutricionales en dieta para animales (Villarreal y Ortega, 2014).

Se trata de un árbol poco longevo, con vida útil de 20 años, aunque en la India se han obtenido variedades anuales que permiten el cultivo mecanizado. Es una especie de crecimiento muy rápido. Aporta gran cantidad de nutrientes al suelo, además de protegerlo de factores externos como la erosión, la desecación y las altas temperaturas (Falasca y Bernabé, 2008).

Este cultivo ha encontrado importancia dentro del medio comercial en diferentes formas de presentación con un valor representativo debido a que la implementación y las labores que se realizan dentro de ésta son de bajos costos alcanzando altos rendimientos en lo que concierne a forraje, contribuyendo a la comunidad en diversas aplicaciones (Otero, 2014).

La moringa es utilizada como alimento para el ganado caprino, bovino, porcino y otras especies de importancia económica (Murieta, 2014).

El empleo de la Moringa (*Moringa oleifera* Lam) puede ofrecer una posibilidad para compensar la falta de alimentos durante los periodos largos de sequía lo que constituye el mayor reto para la producción animal en muchas regiones del trópico (Gutiérrez-González, 2013). En efecto, un eficiente sistema de producción animal requiere una estable calidad y cantidad de alimento a través de todo el año (Ojeda *et al.*, 1991)

Estudios realizados sobre el valor nutricional de la *Moringa oleifera* Lam como planta completa o de forma separada (hojas, ramas, flores y frutos) indican valores relevantes que hacen de ésta una fuente alimenticia rica con altos niveles de proteína, contando con la presencia de nueve aminoácidos esenciales en sus componentes, además de vitaminas y minerales por lo cual sirve como alternativa forrajera factible para la alimentación del animal. El forraje fresco de *Moringa oleifera* Lam tiene un alto contenido de humedad a diferencia del contenido de fibra que es bajo (Porozo, 2013).

La mayoría de los estudios sobre las cualidades benéficas de la moringa se han llevado a cabo *in vitro* o en animales (Olson y Fahey, 2011).

En la provincia de Santa Elena existe una elevada deforestación de las zonas boscosas por lo que se está llevando a cabo la recuperación de suelos por medio de estas plantas que aportan Nitrógeno entre otros nutrientes.

A pesar de los estudios realizados, la información generada continúa siendo insuficiente referente a la producción y calidad de la *Moringa oleifera* Lam, por este motivo se pretende evaluar algunas variables en las condiciones ambientales de Manglaralto.

La presente investigación estudia la calidad nutricional de la moringa (*Moringa oleifera* Lam), se analiza de tal manera que se comprueba la potencialidad de dicha planta bajo las condiciones ambientales de la parroquia Manglaralto, como alternativa alimenticia para los diversos hatos ganaderos existentes.



## **Problema Científico**

¿Difieren los momentos de cosecha de la *Moringa oleifera* Lam en la calidad nutricional en las condiciones ambientales de Manglaralto?

## **Objetivo General**

Determinar la calidad nutricional de la moringa (*Moringa oleifera* Lam) en las condiciones ambientales de Manglaralto.

## **Objetivos Específicos**

1. Determinar la calidad nutricional de la Moringa (*Moringa oleifera* Lam) en dos momentos de cosecha en las condiciones ambientales de Manglaralto.
2. Determinar el mejor momento de cosecha de la *Moringa oleifera* Lam en las condiciones ambientales de Manglaralto.

## **Hipótesis**

Los momentos de cosecha de la *Moringa oleifera* Lam no difieren en la calidad nutricional en las condiciones ambientales de Manglaralto.

# CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## 1.1. Generalidades de la Moringa

La *Moringa oleifera* Lam, pertenece a la familia *Moringaceae*, orden *Brassicales*, dentro existen 13 variadas formas de crecimientos (Mark *et al.*, 2011). Muchas de estas especies se encuentran en peligro de extinción por lo que se recurre a las técnicas de micropropagación (Agramonte *et al.*, 2014).

Este árbol es originario del sur del Himalaya, el nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán (Pérez *et al.*, 2010). Hay más de 400 nombres para la moringa en diferentes partes del mundo (Agarwal, 2016).

A la *Moringa oleifera* Lam se la conoce con varios nombres: árbol del ben, morango, moringa (español); horseradish tree, radish tree, drumstick tree, mother's best friend, West Indian (inglés); ailé, benzolive (francés); behenbaum (alemán); sándalo cerúleo (italiano); cedro (Brasil); ruwag, alim (Sudán); mlonge (Tanzania); zakalanda (Zimbawe); kalungai (Filipinas); munga ara, sajna, saragavo, saragvo, sanjna, saijna (India); kelor, tjelor (Indonesia); Saijan, Sohanjna (Pakistán); angela (Colombia); marangon (Costa Rica); acacia (Cuba); ceiba (El Salvador); perla, paraíso blanco, maranjo (Guatemala) (Gordino, 2014).

La clasificación del 2009, de APG III (Angiosperm Phylogeny Group) citada por Gordino (2014), se basa en criterios filogenéticos, la taxonomía de la moringa está estructurada de la siguiente manera: Clase *Eudicotyledoneae* (Doyle y Hotton, 1991), Subclase *Magnoliidae* (Novák ex Takht., 1967), Clado *Malvidae* (Judd *et al.*, 2007), Orden *Brassicales* (Bromhead, 1838), Familia *Moringaceae* (Martinov, 1820), Género *Moringa* (Adans, 1763), Especie *Moringa oleifera* Lam, (Lamarck, 1785).

Según Gordino (2014), la clasificación taxonómica de la *Moringa oleifera* Lam se desglosa de la siguiente manera: *Reino: Plantae*; (sin rango): *Eudicots*; (sin rango): *Rosids*; *Orden: Brassicales*; *Familia: Moringaceae*; *Género: Moringa*; *Especie: oleifera* Lam.

La *Moringa oleifera* Lam tiene una característica de mucha importancia que es la capacidad de resistencia a la sequía y el potencial agronómico debido a que hoy en día en cultivado en zonas áridas y semiáridas (Sánchez *et al.*, 2013). Es un árbol de crecimiento rápido nativo del sur de Asia y que ahora se encuentra a lo largo de los trópicos (Mércola, 2015).

La moringa, a veces descrita como el "árbol milagroso", "árbol baqueta" o "árbol de rábano picante" tiene hojas pequeñas y redondeadas, que están llenas de una increíble cantidad de nutrientes: proteína, calcio, beta caroteno, vitamina C, potasio, lo que pida, moringa lo tiene (Avilés, 2015).

### 1.1.1. Morfología de la planta

La *Moringa oleifera* Lam es un árbol de crecimiento rápido que puede alcanzar hasta los 12 metros de altura, con un promedio de vida de 20 años. Perennifolio en climas tropicales y de hoja caduca en climas subtropicales, perdiendo la hoja por estrés hídrico (Muhl *et al.*, 2011).

La raíz principal es de tipo pivotante y globosa, mide varios metros lo que le permite tener cierta resistencia a la sequía, Figura 1 (Gordíño (2011). Cuando se le hacen cortes, produce una goma de color rojizo parduzco (Alfaro, 2008).

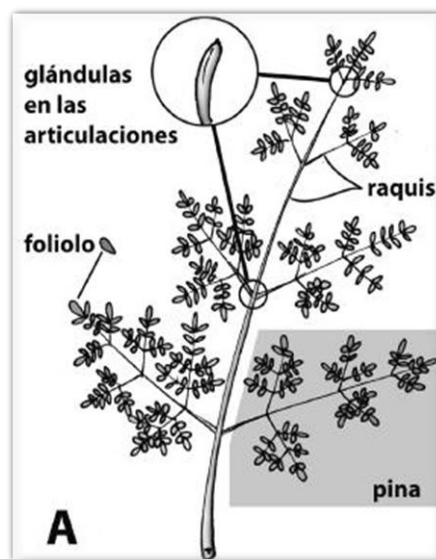


**Figura 1.** Raíz de Moringa  
**Fuente:** Gordíño, (2011).

En dicotiledóneas el tejido vascular de los tallos se dispone en anillos y puede producir crecimiento secundario, que determina el aumento de diámetro de tallos y raíces. Además, las formas arborescentes suelen ser comunes (Raven *et al.*, 1991).

Esta familia se caracteriza por rasgos únicos, tienen hojas pinnadas grandes que están divididas en varios folíolos dispuestos sobre el raquis, en la Figura 1 observa la raíz de la moringa (Olson, 2010).

Morfológicamente las especies que presentan hojas compuestas, son de común ocurrencia en dicotiledóneas, de una o más por nudo, además de presentar venación reticulada (González, 1999).



**Figura 2.** Folíolos dispuestos sobre el raquis  
**Fuente:** Olson, (2010).

Particularmente las hojas contienen altos niveles de b-carotenos, proteínas, vitamina C, calcio y potasio (Anwar, 2007), por lo que se considera que tiene un alto potencial para combatir la desnutrición. Debido a su valor nutricional y los elevados rendimientos de biomasa, también constituye un recurso filogenético de importancia en los sistemas de producción ganadera (Pérez, 2010).

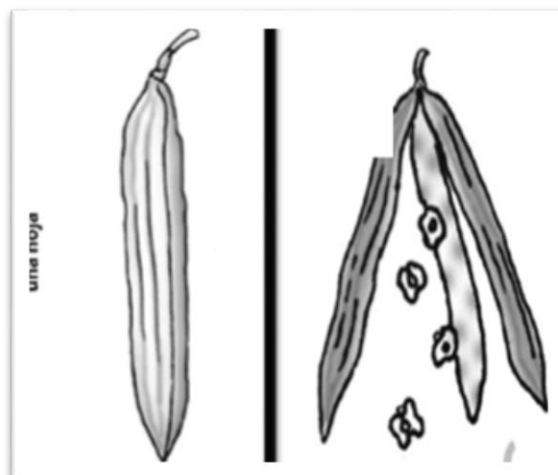
El haz y envés pelosos, con tricomas de hasta 0,3 mm, erectos y crespos; estípulas interpecioculares de 1,5 – 2,0 mm, de lineares a subuladas. Brácteas de 1,5 a 2 mm, angostadas, deltadas a lineares (Lamarck, 1785).

Flores bisexuales de 1,0-3,3 x 0,4-1,0 cm, en inflorescencias racemosas; con cinco sépalos y cinco pétalos de color blanco o cremoso, Figura 3 (Gordíño, 2011). Frecuentemente con pequeños matices rojizos en la base; cinco estambres fértiles con anteras (Pérez, 2012).



**Figura 3.** Flor de la *Moringa oleifera* Lam  
**Fuente:** Gordíño, (2011).

Los frutos forman una cápsula larga y leñosa que cuando alcanza la madurez se abre lentamente en 3 valvas que se separan la una de la otra por su longitud, quedando pegadas sólo en la base del fruto, Figura 4 (Olson, 2010).



**Figura 4.** Características físicas del fruto  
**Fuente:** Olson, (2010).

El fruto es una vaina lineal, que mide de 20 a 45 (125) cm y de 1 a 2 cm de grosor, formada por tres lígulas que si se cortan transversalmente se observa una evidente sección triangular con 12 a 25 semillas, dispuestas longitudinalmente (Foild *et al.*, 2001).

Las semillas presentan 3 alas longitudinales como se puede observar en la figura 5, por lo que observar hojas pinnadas, frutos trivalvados y semillas con 3 alas hace que sea muy fácil la identificación de una moringa. Para asegurar la caracterización, se pueden buscar las glándulas foliares rasgos de esta familia, las cuales se encuentran en ambos lados flanqueando la base o en el ápice del pecíolo y en la totalidad de las articulaciones del raquis. Otra característica de esta familia es la visualización del estilo hueco y las anteras con 2 esporangios para el polen en vez de los 4 que suelen presentar las plantas con flor (Olson, 2003).

Otra característica relevante es observar los ductos de goma en la médula de los tallos y elementos de vaso con placas de perforación sin bordes considerando que esta característica es difícil de deducir (Olson y Carlquist, 2001).



**Figura 5.** Estructura de la semilla  
**Fuente:** Olson y Carlquist, (2001).

Debido a sus potencialidades, en los últimos años Cuba ha importado lotes de semilla de moringa de diferentes orígenes con vistas a aumentar su cultivo en el país (Martínez *et al.*, 2007).

## **1.2. Agroecología del cultivo**

Se puede considerar que la *Moringa oleifera* Lam es una especie de gran plasticidad ecológica, ya que se encuentra localizada en diferentes condiciones de suelo, precipitación, temperatura y altitud.

### **1.2.1. Altitud**

En su hábitat natural crece hasta los 1 400 m de altitud Otros autores, incrementan esta cifra situando a la moringa hasta los 1 800 metros sobre el nivel del mar en Costa Rica (Pérez *et al.*, 2010).

En Centroamérica se puede sembrar *Moringa oleifera* Lam hasta 1 800 msnm. Es una especie adaptada a una gran variedad de suelos (Pérez *et al.*, 2010). El cultivo de moringa se desarrolla con altitudes en un rango de 0 a 1 800msnm (Padilla *et al.*, 2015).

### **1.2.2. Régimen pluviométrico**

La moringa es una especie muy resistente a la sequía. Es cultivada en regiones áridas y semiáridas de la India, Pakistán, Afganistán, Arabia Saudí y este de África, recibiendo una precipitación mínima anual de 300 mm. También se ha naturalizado en lugares como Puerto Rico, donde la precipitación media anual oscila entre los 1 000 y 1 800 mm (Parrota, 1993).

Gordino (2014), manifiesta que en el departamento colombiano de Santander han observado que a partir de 1.700 mm de precipitación la floración es abundante pero la fructificación es escasa debido al efecto de la lluvia sobre las flores.

Se ha estudiado el cultivo de moringa en lugares con precipitaciones que oscilan entre 300 y 1500mm, cultivadas en regiones áridas como Pakistán, India, Arabia, Africa (Reyes, 2006).

### **1.2.3. Temperatura**

García Roa (2003) citado por (Perez *et al.*, 2010), explica que en Centroamérica se siembra éste árbol en zonas con temperaturas de 6 a 38°C, el autor indica que es resistente al frío por corto tiempo, pero no menos de 2 a 3°C y recalca que en las temperaturas menores de 14°C no florece y solamente se puede reproducir vegetativamente (por estacas).

En las regiones del sur de Asia donde se ha introducido, tolera temperaturas medias anuales desde los 12,6°C hasta los 40°C (Gordino, 2014).

Falasca y Bernabé (2008), manifiestan que la planta de moringa puede soportar 1°C hasta 3°C y en los meses calurosos tolera 38°C hasta 48°C. Sin embargo, el cultivo con fines de producción de semilla se ve afectado en la floración si excede una temperatura de 10°C.

#### **1.2.4. Suelo**

Padilla *et al.* (2015) el suelo es uno de los limitantes del desarrollo y crecimiento de las plantas puesto que posee características determinantes, como es el caso del pH, por lo cual se estima que el cultivo de *Moringa oleífera* Lam se desarrolla en un rango máximo de 4,5-8, prefiriendo los neutros o ligeramente ácidos y no soporta encharcamiento.

### **1.3. Propagación de la *Moringa oleífera* Lam**

La *Moringa oleífera* Lam es una planta fácil de propagar, tanto por semilla como por material vegetativo. Dentro de la reproducción por material vegetativo, resulta más fácil por estacas que por acodo aéreo.

Las semillas carecen de periodo de latencia, por lo que pueden plantarse en cuanto estén maduras, y conservan la capacidad germinativa hasta un año (Pérez, 2012).

### **1.4. Principales plagas y enfermedades**

Las plagas que afectan a la *Moringa oleífera* Lam en la India son la oruga peluda (*Eupterote molifera*); la oruga de la hoja verde, (*Noorda blitealis*); los gusanos cabezudos (*Noorda moringae*), que causan graves defoliaciones; la oruga de corteza (*Indarbela quadrinotata*) y *Indarbela tetraonis* que ataca al tallo (Parrota, 1993).



### **1.5. Características nutricionales de la *Moringa oleifera* Lam**

Esta planta tiene un alto valor nutricional, diferentes partes de la planta contiene gran cantidad de minerales, por ello cuenta con un periodo nutritivo que tiene la capacidad de suplir los requerimientos nutricionales necesarios en una dieta saludable para los animales (Villarreal y Ortega, 2014).

La *Moringa oleifera* Lam, alcanza una producción de materia seca entre 15- 24 t/ha/año con valores de proteína bruta (PB) ente 17 y 26,8%, fibra detergente neutro (FDN) 32-52%, fibra detergente ácido (FDA) 22-36%, digestibilidad *in vitro* de la materia seca (MS) 79% y hojas y tallos 57% respectivamente (Reyes *et al.*, 2004), recalcando que todas sus partes son comestibles.

En la actualidad los estudios acerca de la moringa han tomado gran importancia a nivel mundial debido a la composición nutricional que esta presenta, como son las proteínas, vitaminas y minerales, además se encuentran todos los aminoácidos esenciales (Mathur, 2005).

También destaca la moringa por su alto contenido en antioxidantes como la vitamina A y vitamina C gracias a sus carotenoides, flavonoides y fenoles que actúan contra los síntomas del envejecimiento prematuro protegiendo nuestras células del ataque de los radicales libres.

En la Tabla 1 se muestran diversas vitaminas y minerales que contienen las hojas de *Moringa oleifera* Lam, las cuales han sido parte de estudios a nivel de laboratorio, ya que en ciertos casos se utiliza al sulfato de aluminio o alumbre en conjunto con proteínas coagulantes de moringa, convirtiéndose en el coagulante más utilizado en tratamientos de potabilización de aguas (Sánchez-Peña *et al.*, 2013).

En la Tabla 2 se detallan algunos nutrientes que contienen las hojas de la moringa, pero se desconoce la capacidad que puede ser asimilada por el cuerpo humano (Sánchez-Peña *et al.*, 2013).

**Tabla 1. Contenido de vitaminas y minerales de las hojas de *Moringa oleifera* Lam.**

|                  | <b>Hojas Frescas</b> | <b>Hojas Secas</b> |
|------------------|----------------------|--------------------|
| Caroteno (A)     | 6,78 mg              | 18,9 mg            |
| Tiamina (B1)     | 0,06 mg              | 2,64 mg            |
| Riboflavina (B2) | 0,05 mg              | 20,5 mg            |
| Niacina (B3)     | 0,8 mg               | 8,2 mg             |
| Vitamina C       | 220 mg               | 17,3 mg            |
| Calcio           | 440 mg               | 2 003 mg           |
| Cobre            | 0,07 mg              | 0,57 mg            |
| Hierro           | 0,85 mg              | 28,2 mg            |
| Magnesio         | 42 mg                | 368 mg             |
| Fósforo          | 70 mg                | 204 mg             |
| Potasio          | 259 mg               | 1 324 mg           |
| Proteína         | 6,70 mg              | 27,1 mg            |
| Zinc             | 0.16 mg              | 3.29 mg            |

Fuente: Mathur, (2005). (mg son por 100 gr de porción comestible).

**Tabla 2. Contenido de aminoácidos de las hojas de *Moringa oleifera* Lam**

|              | <b>Hojas Frescas</b> | <b>Hojas Secas</b> |
|--------------|----------------------|--------------------|
| Arginina     | 406,6 mg             | 1 325 mg           |
| Histidina    | 149,8 mg             | 613 mg             |
| Isoleucina   | 299,6 mg             | 825 mg             |
| Leucina      | 492,2 mg             | 1 950 mg           |
| Lisina       | 342,4 mg             | 1 325 mg           |
| Methionine   | 117,7 mg             | 350 mg             |
| Fenilalanina | 310,3 mg             | 1 388 mg           |
| Treonina     | 117,7 mg             | 1 188 mg           |
| Tryptophan   | 107 mg               | 425 mg             |
| Valina       | 374,5 mg             | 1 063 mg           |

Fuente: Mathur, (2005). (mg son por 100 gr de porción comestible).

## **1.6. Beneficios de la moringa**

Este árbol cuenta con un gran potencial para su crecimiento y desarrollo en diferentes partes del mundo, además que puede combinar singularmente sus propiedades.

Las hojas son comestibles y ricas en proteínas con un perfil de aminoácidos esenciales muy balanceado. Al mismo tiempo contiene vitaminas, principales A y C, en altas cantidades, así como antioxidantes potentes.

Los frutos jóvenes son comestibles y por ende las semillas contienen un aceite comestible y lubricante de alta calidad. Los desechos del prensado de las semillas para obtener el aceite contienen uno de los floculantes o aglutinantes vegetales más potentes que se conocen y pueden eliminar la turbidez del agua.

Sus hojas ofrecen un forraje nutritivo para los animales, así como también los residuos de las semillas después de la extracción de aceite (Olson y Fahey, 2011).

#### **1.6.1. *Moringa oleifera* Lam en la alimentación animal**

Las características nutricionales de *Moringa oleifera* Lam son excelentes, cuenta con alta productividad de MS en comparación con otros pastos. Los espacios de siembra pueden variar según su finalidad logrando el máximo especialmente con fines forrajeros se ha registrado que en una hectárea se han logrado sembrar un millón de plantas e incluso hasta dos millones, por lo que es usada como forrajera a nivel mundial; además se utiliza un distanciamiento de siembra de tres metros en caso que sea para producción de semillas (Pérez *et al.*, 2010).

Las hojas de moringa se han convertido en una materia prima para diversos procesos de producción, utilizada tanto manera directa como después de extracción con etanol. Mediante una investigación en Hohenheim, Alemania, en el Instituto de Producción Animal en los Trópicos y Subtrópicos, se demostró que la hoja de moringa está estructurada de mejores contenidos de aminoácidos y además se evidenció que supera a diversos suplementos proteínicos convencionales por el alto índice de proteína digerible de sus hojas en los intestinos (PDI) (Martín *et al.*, 2013).

Las hojas de moringa dentro de la alimentación animal son consideradas como un forraje completo, ricas en minerales, proteínas y vitaminas. Es consumida por

diferentes tipos de animales entre ellos están los rumiantes, cerdos, aves e incluso se ha llegado a implementar como alimento para las tilapias.

En la Tabla 3 se puede observar que las hojas de moringa podría ser un componente esencial en la alimentación de los animales por las cualidades nutricionales que posee en comparación con otros alimentos, además de ser un excelente suministro en la alimentación humana (Benitez, 2012).

**Tabla 3. Contenido nutritivo de las hojas de moringa (*Moringa oleifera* Lam) en comparación con otros alimentos**

| Nutriente (mg) | Moringa | Otros alimentos      |
|----------------|---------|----------------------|
| Vitamina A     | 1,130   | Zanahoria: 315       |
| Vitamina C     | 220     | Naranjas: 30         |
| Calcio         | 440     | Leche de vaca: 120   |
| Potasio        | 259     | Plátanos: 88         |
| Proteínas      | 6,700   | Leche de vaca: 3,200 |

**Fuente:** SAGAR, 2001. (mg son por 100 gr de porción comestible).

### 1.6.2. Sistemas Agroforestales

Este árbol posee un crecimiento rápido de tallos rectos largos, raíces verticales y profundas, tiene buena productividad de biomasa con mayor contenido de nitrógeno, por lo que es usado en la modalidad de la agricultura denominada como Alley cropping o cultivos en callejones.

### 1.6.3. Medicinal

La corteza es un aperitivo digestivo, la goma es diurético abortivo y es usado contra el asma, el aceite es usado contra la histeria y problema de la próstata y presión de los vasos sanguíneos.

La moringa se emplea en la medicina tradicional para casos de: asma, hepatitis, epilepsia, diabetes, enfermedades cardiacas, tos, hipertensión, artritis, ictericia, enfermedades de los riñones, anemia, desnutrición, bronquitis, enfermedades de la piel, tuberculosis, problemas de los ojos, síntomas de la menopausia. Además la moringa tiene acción antiinflamatoria, efecto antibiótico y retrasa el envejecimiento.

## **1.7. Parámetros a evaluar en un análisis bromatológico**

La palabra bromatología se deriva del griego brom-atos= alimento y logía= estudio. La bromatología es la disciplina científica que estudia completamente los alimentos. La finalidad de la bromatología es realizar análisis químico, físico, además de higiénico que estudia los microorganismos y toxinas. Se obtienen resultados confiables que facilitan los cálculos de las dietas en las diversas especies, también ayuda a la conservación y el tratamiento de los alimentos (Mario, 2011).

### **1.7.1. Humedad**

La humedad se refiere a la cantidad de agua que tiene un alimento y si se somete a una temperatura de 65°C por el lapso de 72 horas, se obtendrá la materia seca (MS) de dicho alimento, proceso comúnmente realizado en pastos de tal manera que el agua se evapore resultando la MS del pasto (Ramírez, 2011).

### **1.7.2. Proteína cruda (PC)**

Conocida como proteína bruta, resulta de un análisis bromatológico o químico proximal, siendo el porcentaje de proteína cruda que contiene un pasto después del análisis antes mencionado, existen varios métodos para determinarla una de ellas es el método de Kjeldahl.

### **1.7.3. Extracto etereo (EE)**

El extracto etéreo conocido también como grasa bruta comprende en la fracción del alimento que es insoluble en agua, pero soluble en disolventes orgánicos (éter, cloroformo, benceno). Para determinar el extracto etereo de un pasto se debe someter a un método caliente como: la extracción con éter de petróleo o un método frío como: éter sulfúrico. El EE está estructurado por componentes como: grasas y aceites y en menos cantidad de sustancias liposolubles como: vitaminas, esteroides, pigmentos, ácidos orgánicos, etc., Además se encuentra en la materia orgánica de la MS de los alimentos, junto con los carbohidratos como compuesto no nitrogenado.

#### **1.7.4. Cenizas**

Las cenizas es el contenido total de minerales que pueden tener un alimento o pasto forrajero, las mismas que están constituidos por residuos inorgánicos. Existen métodos rigurosos que pueden medir todos los minerales con exactitud: Los macrominerales (Ca, P, Mg, K, Na, S, Cl) y los microminerales (Fe, Zn, Cu, Co, Se, Mo, Mn y I). A diferencia de otros métodos que calcula algunos. En los alimentos están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado.

#### **1.7.5. Materia Orgánica (MO)**

La materia orgánica se encuentra conformada por moléculas orgánicas resultantes de los seres vivos y se la puede encontrar en las raíces, animales, organismos muertos y restos de alimentos.

#### **1.7.6. Fibra cruda (FC)**

La fibra cruda es uno de los parámetros que permite evaluar la calidad del alimento o pastos y de tal manera conocer la digestibilidad en las personas y animales. Se lo obtiene mediante el análisis químico proximal que permite determinar el contenido de fibra en la muestra, después de ser digerida con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y calcinado el residuo.

#### **1.7.7. Fibra detergente neutra (FDN)**

La FDN está estructura por la hemicelulosa, celulosa y lignina representando toda la parte fibrosa del forraje o muestra, de tal manera son conocidas como carbohidratos estructurales. El exceso contenido de fibra detergente neutra en los forrajes limita el consumo de MS, lo cual no es factible por ejemplo la paja de trigo contiene elevadas cantidades de FDN.

#### **1.7.8. Fibra detergente ácida (FDA)**

La fibra detergente ácida está estructurada por celulosa y lignina. Se puede determinar mediante un análisis bromatológico. A medida que el contenido de lignina aumenta la digestibilidad de la celulosa disminuye obteniendo una correlación negativa con la digestibilidad.

## ***1.8. Técnicas para la obtención de los nutrientes***

### **1.8.1. Proteína cruda (PC)**

Existen diferentes métodos para calcular la proteína cruda: kjeldahl, absorción a 280 nm, método de Biuret y método de Lowry (UNAM, 2007).

#### **1.8.1.1. El Método de Kjeldahl**

Se Pesa aproximadamente 0,1-0,2 g de muestra, la cual se introduce en un tubo de Kjeldahl, y se agrega 0,15 g de sulfato de cobre pentahidratado, 2,5 g de sulfato de potasio o sulfato de sodio y 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. Precalear el equipo hasta alcanzar la temperatura de 360°C para colocar los tubos en el portatubos del equipo Kjeldahl, calentar hasta lograr la destrucción de la materia orgánica obteniendo un líquido transparente con coloración azul verdosa. Al finalizar la digestión, colgar el portatubos para enfriar sin retirar la unidad de evacuación de gases.

Se coloca 50 ml de HCl 0.1N y unas gotas de rojo de metilo en un matraz Erlenmeyer de 250 mL, adicionar 50 mL de ácido bórico con 4% de indicadores; 0,035 mg% de fenolftaleína, 6,6 mg% rojo de metilo, 3,3 mg% verde de bromocresol; conectar el equipo de destilación y esperar hasta que se genere vapor, se coloca la muestra diluida con el tubo de digestión y las sales disueltas. Se introduce la alargadera hasta el fondo de la solución, cuidadosamente se agrega 36% de sosa y se direcciona la palanca de vapor hacia la palabra "ON". Se lava la alargadera con agua destilada cuando ha alcanzado un volumen de destilado en el matraz de 100-150ml, al terminar la destilación la palanca de vapor se la ubica en su posición original.

#### **1.8.1.2. Absorción a 280 nm**

Este método se emplea porque para la cuantificación de las proteínas basada en la absorción en la región de UV, no necesita manipular reactivos, además las proteínas reaccionan ante la absorción a 280 nm, de tal manera la muestra no se daña ni se destruye durante la determinación.

Dicho método resiste interrupciones de anillos de purina y pirimida de los compuestos. Debe existir precaución ya que la absorción del disolvente puede absorber la misma región.

#### **1.8.1.3. Método de Biuret**

En este método se cuantifica la formación de un complejo entre proteína y cobre (II) mediante un ensayo calorímetro, dicho complejo se puede observar en un rango de 310-560 nm produciendo un color violeta. El complejo se basa en la desprotonación del grupo amida para formar el enlace con el cobre, al cabo de un tiempo se desarrolla la coloración de Biuret estable.

#### **1.8.1.4. Método de Lowry**

La mezcla de ácidos fosfomolibdico y fosfotungstico por la oxidación de tirosina, triptofano, cisterna, cistina de las cadenas polipeptídicas, originan la reducción del reactivo Folin-Ciocalteau que es la base del método de Lowry.

Las cadenas polipeptídicas están formadas por quelatos de cobre que facilitan la transferencia de electrones de los grupos funcionales amino al cromógeno ácido. Dicho método se puede emplear para determinar pequeñas cantidades de proteína en una disolución caracterizada por un color azul y el desarrollo de éste depende del pH, ya que debe estar en un rango de 10-15,5.

#### **1.8.2. Extracto etéreo (EE)**

En un vaso de 100 mL se coloca en el horno a 105°C por un tiempo de dos horas, Se deja enfriar y se obtiene el peso con exactitud de 0,0001 g. En el vaso se colocan 40 mL del solvente orgánico, en caso que sea éter etílico este debe ser anhidro y libre de peróxidos o éter de petróleo, se pesan cerca de 2,0 g de muestra y se colocan en los dedales, luego se somete a 105°C por dos horas en el horno. Conectar el vaso al sistema y activar el sistema de enfriamiento para la condensación del éter, elevar y encender las hornillas. Las hornillas no necesariamente tienen que hacer contacto con el vaso químico. Luego de las cuatro horas, retire el calentador y permita que se seque el dedal. Dejar enfriar.



### **1.8.3. Fibra Cruda (FC)**

Se coloca la muestra en un recipiente de crisol y se somete a 105°C por el lapso de 4 horas, luego se deja enfriar. En un vaso de Berzelluis se coloca 2 g de la muestra obtenida, se calienta la solución de ácido sulfúrico al 1,25% de ebullición y se coloca 200 mL al vaso de Berzelius que contiene la muestra, asegurándose que quede humedecida, mantener el punto de ebullición de un litro de agua destilada. Se puede agregar dos gotas de alcohol amílico.

Encender el sistema de condensación y enfriamiento de agua, la temperatura no debe pasar los 25°C con un punto de ebullición de 200 mL de agua durante 2 minutos aproximadamente, mantener la temperatura sin formación de espuma. Encender el sistema de succión de 25mm retirar el vaso de la hornilla y desecar el líquido, lavar el residuo con agua caliente, el residuo del filtro se coloca en un vaso de berzellius con una solución de hidróxido de sodio al 1,25% completando los 200 mL de agua caliente, someter a temperatura por 30 minutos, tomando en cuenta que la muestra no debe adherirse a las paredes del vaso, desecar la muestra.

### **1.8.4. Fibra detergente neutra (FDN)**

Pesar 1 g de muestra molida, pasar en el tamiz de 1 mm y colocarla en un matraz de fondo redondo. Luego se agrega en orden 100 mL de detergente neutro y 2 mL de amilasa a temperatura ambiente. Se calienta la solución de 5 a 10 minutos, al iniciar la ebullición se debe reducir la temperatura para impedir la formación de espuma. Se debe ajustar la temperatura para que la solución hierva suavemente por 60 minutos desde que comienza a hervir.

A continuación, se decanta la muestra en un crisol previamente pesado y preparado para succión al vacío, al principio usar poco vacío, incrementándolo a medida que lo vaya requiriendo. Secar los crisoles a 105°C por un periodo de 12 horas posteriormente se los pesa en caliente. El residuo de fibra restante se registra en términos de pared celular. Finalmente se calcula el contenido celular restando este valor de 100.

### **1.8.5. Fibra detergente ácida (FDA)**

La muestra se muele a 1 mm aproximadamente y se somete a una temperatura de 105°C por 24 horas, luego se enfría la muestra, mediante un desecados, se pesa 1 g de la muestra seca y se coloca en un matraz Erlenmeyer de 500 ml. Se adiciona 100 ml de la solución de detergente ácido y 2 mL del antiespumante.

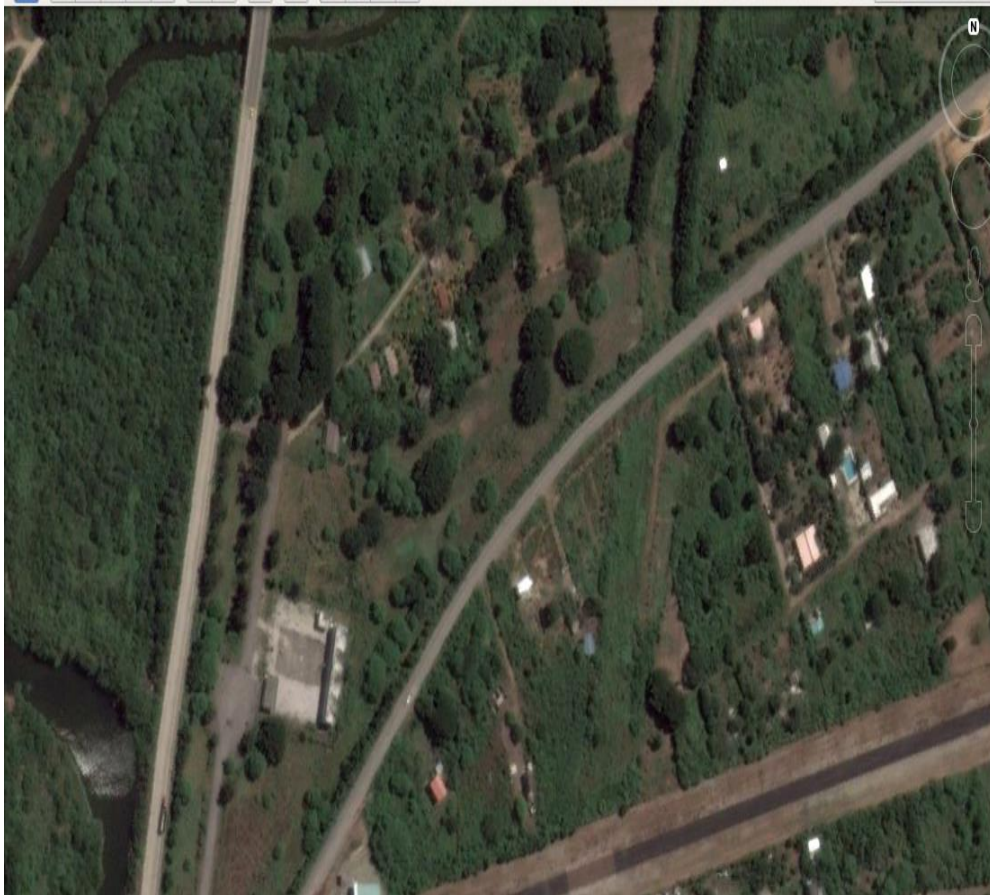
Calentar la muestra durante 3 a 5 minutos hasta llegar a ebullición y continuar calentando la muestra por el lapso de 2 horas. Pesar la muestra y después filtrar el contenido de matraz. Luego lavar la muestra con 300 ml de agua destilada caliente. Por lo consiguiente se enjuaga la muestra con acetona y colocar la muestra en la estufa a 105°C por 12 horas y enfriar dentro del desecador, posterior a esto se determina el peso.

## CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### *2.1. Localización del ensayo*

La investigación se desarrolló en el Centro de apoyo Manglaralto propiedad de la Universidad Estatal península de Santa Elena, ubicado en la parroquia Manglaralto, Cantón y provincia de Santa Elena (Figura 6).

Las coordenadas geográficas son X=528534, Y=9796054, los suelos son aluviales de textura franco arcilloso de color café oscuro, textura granular, materia orgánica baja. Se considera que tiene un clima desértico. El clima aquí se clasifica como BWh por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura media anual en Manglaralto se encuentra a 24,6 °C. La precipitación media aproximada es de 343 mm (Google Earth, 2019).



**Figura 6** Ubicación del experimento

**Fuente:** Google Earth, (2019).

## **2.2. Materiales y Equipos**

### **2.2.1. Materiales de campo**

- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Libreta de apuntes
- ✓ Esferos
- ✓ Tijeras
- ✓ Pesa
- ✓ Flexómetro
- ✓ Sacos
- ✓ Agujetas
- ✓ Machetes
- ✓ Piola
- ✓ Fundas de papel

### **2.2.2. Equipos de laboratorio y oficina**

- ✓ Calculadora
- ✓ Computadora
- ✓ Impresora
- ✓ Estufa marca GX-125BE
- ✓ Espátula
- ✓ Papel aluminio

## **2.3. Material genético**

Se utilizó una plantación preestablecida del cultivo de Moringa (*Moringa oleifera* Lam) con una edad de 8 años aproximadamente en el centro de Apoyo Manglaralto.

## **2.4. Análisis de muestras**

Se realiza el análisis evaluando la calidad nutricional de la moringa en los momentos de cosecha (a los 60 y 75 días de rebrote del cultivo) y en las partes de la planta (planta completa (HT), hojas (H) y tallos (T)). El espacio considerado en esta investigación fue de 624 m<sup>2</sup>.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Análisis bromatológico y fracciones de fibra de la *Moringa oleifera* Lam en hojas, tallos y planta completa en dos momentos de cosecha**

Se determinó proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), extracto etéreo (EE), materia orgánica (MO) y materia seca (MS); además Fibra detergente neutra (FDN) y Fibra detergente ácida (FDA) que alcanzan las hojas y tallos de dicho cultivo a 60 y 75 días de rebrote.

## **2.6. Manejo del experimento**

Para el desarrollo de la investigación se efectuaron las siguientes labores:

### **2.6.1. Riego**

Al inicio del corte de igualación del cultivo el riego se lo realizó de manera frecuente dos riegos semanales, luego el riego se lo ejecutó periódicamente.

### **2.6.2. Deshierba**

En la primera etapa del cultivo, la maleza no debía superar el tamaño de las plantas por lo tanto se realizó una limpieza a tiempo, esto provocaría retrasos en el desarrollo y crecimiento (Caty, 2015). Por lo general al inicio del cultivo el deshierbe se lo realizó cada 7 días.

### **2.6.3. Fertilización**

Los requerimientos de nutrientes para la *Moringa oleifera* Lam se encuentran ligada con las características físico-químicas de los suelos donde se desea implementar dicho cultivo (Perozo, 2013). Se utilizó fertilizante compuesto 3g/planta.

## **2.7. Toma de muestras en campo**

### **2.7.1. Planta completa (HT)**

Se cosechó la moringa en las parcelas seleccionadas, se procedió a cortar a 1 cm de longitud, se pesó 1 kg y se envió al laboratorio para determinación de MS. Luego se colocó la muestra en fundas herméticamente selladas, se almacenaron para proteger el envío al laboratorio para el análisis bromatológico respectivo.

### **2.7.2. Hojas y Tallos**

El mismo proceso se realizó para ambas variantes. Se cosechó la moringa en las parcelas seleccionadas, se procedió a separar las hojas de los tallos y se cortaron a 1 cm de longitud, se pesó 1 kg de cada una de las variantes y se envió al laboratorio para determinación de MS. Luego se colocó la muestra en fundas herméticamente selladas, se almacenaron para proteger el envío al laboratorio para el análisis bromatológico respectivo.

## **2.8. Análisis de muestras en laboratorio**

### **2.8.1. Análisis de materia seca (MS)**

Se pesó 1 kg de cada variable en fresco, se utilizó una Estufa marca GX-125BE, se registraron los pesos y las muestras se sometieron a 65°C por un periodo de 72 horas en el “Centro de Investigación Agropecuaria”, (dichos valores de MS fueron considerados en la investigación). Luego se enviaron al laboratorio para el análisis bromatológico correspondiente.

### **2.8.2. Análisis bromatológicos**

Los análisis bromatológicos y fracciones de fibra de las muestras del cultivo de Moringa (*Moringa oleifera* Lam) se realizó en el laboratorio de análisis químico agropecuario “AGROLAB”, Tabla 1A.

## CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La calidad nutricional de la moringa (*Moringa oleifera* Lam) se caracteriza por la evaluación de sus componentes químicos en las hojas (H), tallos (T) y planta completa (HT). En las Tablas 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 se reporta la bromatología de la moringa cosechada a 60 y 75 días de edad, respectivamente.

### 3.1. Resultados bromatológicos de MS de la *Moringa oleifera* Lam a los 60 y 75 de cosecha

El análisis bromatológico de MS de moringa indica una diferencia de 4,75 % en planta completa y tallos a los 75 días de cosecha con respecto a los 60 días; mientras que los tallos a 60 días alcanzan una diferencia de 5,22%. En la investigación “Utilización del marango (*Moringa oleifera* Lam) como forraje fresco para ganado” (Foidl *et al.*, 1999) encontraron valores de MS de 21 y 15% a los 45 días, en hojas y tallos, respectivamente; así mismo, García *et al.* (2008), en su investigación “Manejo de pastos y forrajes tropicales” obtuvieron 39,0% de MS.

**Tabla 4. Materia Seca de HT, H y T de moringa (*Moringa oleifera* Lam), cosechada a los 60 y 75 días de edad en las condiciones ambientales de Manglaralto**

| Parámetros   | Parte de la planta | Tiempo de cosecha |         |
|--------------|--------------------|-------------------|---------|
|              |                    | 60 días           | 75 días |
| Materia seca | HT                 | 18,27 %           | 23,02 % |
|              | H                  | 23,84 %           | 19,1 %  |
|              | T                  | 19,52 %           | 24,74 % |

HT: Planta completa; H: Hojas; T: Tallos.

La moringa cosechada a 60 días se observa que las hojas presentaron promedios superiores, en comparación con tallos y planta completa, mientras que cosechada a 75 días la planta completa y Tallos alcanzaron valores similares.

Al respecto Pan-García (2016) obtuvo 24% MS en planta completa, 23% en hojas y 22% MS en tallos cosechados a 45 días evaluando especies arbustivas forrajeras con potencial para el diseño de estrategias de adaptación de los sistemas de producción ganadera al cambio climático en ecosistemas de bosque húmedo tropical, siendo estos

promedios similares a los obtenidos en este trabajo a 75 días de rebrote. Al respecto, Reyes (2006) manifestó que probablemente las características del suelo, diferentes pisos climáticos (msnm), tiempo de rebrotes, tipo de manejo o sistemas de fertilización influyeron en esos resultados.

### **3.2. Resultados bromatológicos de PC de la *Moringa oleifera* Lam a los 75 de 60 y cosecha**

**Tabla 5. Proteína Cruda de HT, H y T de moringa (*Moringa oleifera* Lam), cosechada a los 60 y 75 días de edad en las condiciones ambientales de Manglaralto**

| Parámetros     | Partes de la planta | Tiempo de cosecha |         |
|----------------|---------------------|-------------------|---------|
|                |                     | 60 días           | 75 días |
| Proteína Cruda | HT                  | 13,55 %           | 13,92 % |
|                | H                   | 13,57 %           | 13,78 % |
|                | T                   | 13,78 %           | 8,61 %  |

HT: Planta completa; H: Hojas; T: Tallos.

Al evaluar la PC a los 60 y 75 días de cosecha, se observa que las muestras alcanzan 13% aproximadamente; sin embargo, en tallos existe una diferencia de 5,17% a los 75 días de cosecha con respecto a los 60 días. Estos valores para las condiciones ambientales de Manglaralto son muy significativos ya que los mejores forrajes de la zona oscilan entre 6 y 10% de PC (Acosta, 2016), lo que indica que la moringa cosechada a 60 o 75 días de rebrote puede ser una buena alternativa para alimentación de animales domésticos (Intagri, 2018).

En una investigación Porozo *et al.* (2010), obtuvieron promedios 15,2% PC en la planta completa de moringa cosechada a 61 días y cultivadas en ambientes entre 20 y 25°C, valor diferente a los obtenidos en este trabajo, esto posiblemente está dado por las condiciones salinas y la fertilidad del suelo de la península (Ramírez, 2017).

Horacio *et al.* (2015), en la investigación “Calidad nutricional y nutraceutica de hojas de moringa evaluadas por alturas de 25, 100 y 250cm”, registraron promedios de 21,1; 21,7 y 22,3% PC; Además, Dhakar *et al.* (2011) en Pakistán encontraron en hojas de moringa valores que alcanzan 27,1% PC; así mismo Moyo *et al.* (2011), en África



obtuvieron registros de 30,3% PC; del mismo modo Makkar y Becker (1996), en Nicaragua lograron 25,1% PC.

Al analizar las variables dentro de la moringa cosechada a 60 días de rebrote se observa que la planta completa, hojas y tallos son iguales, destacando que los resultados proteínicos oscilan entre 13,55 y 13,78%; Foidl *et al.* (2003), en una investigación reportaron que las hojas y tallos presentan 23 y 9% PC respectivamente, según Hernández (2016), valores que están por encima de los obtenidos en esta investigación,

Al valorar la calidad nutricional de la moringa a 75 días, las muestras experimentales planta completa y hojas fueron iguales, existiendo diferencia en Tallos; Pérez *et al* (2010) evaluaron frecuencias de cosecha de moringa a 45 y 60 días alcanzando 26,3 y 24,9% PC para hojas; 12,2 y 11,3% PC para tallos, respectivamente. Se observa como disminuye la PC al aumentar los días de cosecha, como muestran los promedios diferentes a los de esta investigación.

Por las características nutricionales encontradas en varios ambientes a nivel del mundo, se puede concluir que la moringa es una planta con excelente valor nutricional, diversos autores reportan contenidos de PC en un rango de 17-26,8% (Rodríguez, 2011). García *et al* (2008), en su investigación “Manejo de pastos y forrajes tropicales” obtuvieron resultados de 18,8% PC para planta completa con buenos contenidos de leucina en las hojas.

Por otro lado, Reyes (2004) evidenció en el estudio de “Marango: cultivo y utilización en la alimentación animal”, registros de 21% y 9% de PC para hojas y tallos respectivamente. Pan-García (2016), en la investigación evaluación de especies arbustivas forrajeras con potencial para el diseño de estrategias de adaptación de los sistemas de producción ganadera al cambio climático en ecosistemas de bosque húmedo tropical, alcanzó 18% para planta completa, 26% para hojas y 8% PC para tallos, cosechados a 45 días, lo cual difiere con los resultados de Pérez *et al.* (2010), que obtuvieron 24, 11 y 21% PC para hojas, tallos y planta completa respectivamente en su investigación “características y potencialidades de *Moringa oleifera* Lam”.

### 3.3. Resultados bromatológicos de EE de la *Moringa oleifera* Lam a los 60 y 75 de cosecha

Tabla 6. Extracto etéreo de HT, H y T de moringa (*Moringa oleifera* Lam), cosechada a los 60 y 75 días de edad en las condiciones ambientales de Manglaralto

| Parámetros      | Partes de la planta | Tiempo de cosecha |         |
|-----------------|---------------------|-------------------|---------|
|                 |                     | 60 días           | 75 días |
| Extracto etéreo | HT                  | 2,59 %            | 2,73 %  |
|                 | H                   | 2,77 %            | 2,58 %  |
|                 | T                   | 2,59 %            | 2,75%   |

HT: Planta completa; H: Hojas; T: Tallos.

Para los 60 y 75 días de cosecha los valores fluctúan entre 2,77–2,58% EE, encontrándose el mismo nivel energético y posiblemente facilita la movilidad de otros nutrientes para su aprovechamiento (Álvarez, 2017). En la investigación “Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales nativas y promisorias de la Región Sur del Ecuador”, Aguirre (2013), publicó promedios alcanzados en planta completa de 3,76% EE.

De igual forma, Pérez *et al.* (2010) en un análisis proximal de 61 y 75 días de cosecha para la misma variable registraron 3,8% y 4,3% EE. Resultados que están por encima de los obtenidos para las muestras estudiadas (Ramírez, 2017).

Al evaluar los tiempos de cosecha internamente (60 y 75 días), las muestras estudiadas son iguales; Álvarez (2017), en el estudio “Valor nutricional de la *Moringa oleifera* Lam, mito o realidad” obtuvo promedios de 4,2% EE en las hojas; Montesinos (2010), en la investigación “*Moringa oleifera* Lam un árbol promisorio para la ganadería”, obtuvo 4,05 – 4,62 y 2,05% EE para planta completa, hojas y Tallos respectivamente; valores que son diferentes a los alcanzados en esta investigación (Mendoza, 2017).

### 3.4. Resultados bromatológicos de MO de la *Moringa oleifera* Lam a los 60 y 75 de cosecha

Los resultados bromatológicos de MO de las nuestras Planta completa, Hojas y Tallo se detallan en la Tabla 8, los mismos que tienen alrededor de 2% de diferencia, cabe mencionar que los promedios alcanzados fluctúan entre 88,35 y 90,87% MO a 60 y 75

días de cosecha respectivamente. Samkol *et al.* (2016) encontraron promedios similares (92% MO) en planta completa a 75 días de cosecha, cuando investigaron el “Balance de nitrógeno (n) en cerdos alimentados con harina de follaje de *Moringa oleifera* Lam”.

**Tabla 8. Materia orgánica de HT, H y T de moringa (*Moringa oleifera* Lam), cosechada a los 60 y 75 días de edad en las condiciones ambientales de Manglaralto**

| Parámetros       | Partes de la planta | Tiempo de cosecha |         |
|------------------|---------------------|-------------------|---------|
|                  |                     | 60 días           | 75 días |
| Materia Orgánica | HT                  | 88,62 %           | 90,63 % |
|                  | H                   | 88,83 %           | 89,16 % |
|                  | T                   | 88,35 %           | 90,87%  |

HT: Planta completa; H: Hojas; T: Tallos.

Montesinos (2010), en su investigación “*Moringa oleifera* Lam un árbol promisorio para la ganadería" obtuvo 89,58%; 88,62 y 89,82% MO en hojas, Tallos y planta completa respectivamente a 54 días de cosecha, datos semejantes a la cosecha de 60 y 75 días de esta investigación.

### **3.5. Resultados bromatológicos de FC de la *Moringa oleifera* Lam a los 60 y 75 de cosecha**

En la tabla anterior se visualizan los resultados de FC en planta completa, hojas y tallos de la moringa cosechada a 60 días, mismos que alcanzaron los mejores promedios con relación a los obtenidos a 75 días; Pérez *et al.* (2010), en la investigación “Características y potencialidades de *Moringa oleifera* Lam”, obtuvo 35,6% FC a 75 días, promedio superior a los de planta completa y hojas a 60 y 75 días, pero semejante a FC de Tallos cosechados a 75 días en esta investigación.

**Tabla 8. Fibra Cruda de HT, H y T de moringa (*Moringa oleifera* Lam), cosechada a los 60 y 75 días de edad en las condiciones ambientales de Manglaralto**

| Parámetros  | Partes de la planta | Tiempo de cosecha |         |
|-------------|---------------------|-------------------|---------|
|             |                     | 60 días           | 75 días |
| Fibra Cruda | HT                  | 28,37 %           | 31,00 % |
|             | H                   | 19,52 %           | 28,27 % |
|             | T                   | 27,60 %           | 36,04 % |

HT: Planta completa; H: Hojas; T: Tallos.

Al analizar los resultados de moringa dentro de los 60 días, se observó que la planta completa y tallos son diferentes en comparación con las hojas; mientras que a 75 días todas las muestras son diferentes entre sí, siendo las hojas la muestra con menor contenido de FC.

Garavito (2008), en su investigación obtuvo resultados de 23,60; 41,90 y 33,52% FC para hojas, Tallos y planta completa (HT) respectivamente, a 54 días de cosecha; así mismo Horacio *et al.* (2015), en la investigación sobre “Calidad nutricional y nutraceutica de hojas de moringa” evaluó hojas de moringa por altura de planta (25, 100 y 250cm), las mismas que registraron promedios de  $25,8 \pm 0,13$ ;  $27,5 \pm 0,8$  y  $30,6 \pm 0,7$ % FC respectivamente, valores similares esta investigación, se desconoce la edad del cultivo.

### **3.6. Resultados bromatológicos de FDN de la Moringa oleifera Lam a los 60 y 75 de cosecha**

En la Tabla 10 se presentan los resultados bromatológicos de FDN de las muestras planta completa, hojas y tallo donde se observa que a 60 se obtuvieron mejores promedios en comparación a 75 días; en las hojas en ambos momentos de cosecha no existió diferencia, mientras que en tallos se observa una diferencia de 7,57% y en tallos 17,49% FDN en 75 días con respecto a 60 días; a medida que avanza la madurez de la planta, sufren cambios fisiológicos, la planta desarrolla tejido de xilema y estos tejidos llegan a enlazarse con el proceso de lignificación (Hoffman, 2007).

**Tabla 9. Fibra Detergente Neutro de HT, H y T de moringa (*Moringa oleifera* Lam), cosechada a los 60 y 75 días de edad en las condiciones ambientales de Manglaralto**

| Parámetros              | Partes de la planta | Tiempo de cosecha |         |
|-------------------------|---------------------|-------------------|---------|
|                         |                     | 60 días           | 75 días |
| Fibra Detergente Neutro | HT                  | 41,98 %           | 49,55 % |
|                         | H                   | 40,37 %           | 41,44 % |
|                         | T                   | 49,37 %           | 66,86 % |

HT: Planta completa; H: Hojas; T: Tallos.

La diferencia entre pastos y leguminosa se encuentra en la concentración de fibra, a pesar que la lignina actúa negativamente a la digestibilidad de las leguminosas, las hojas

de las mismas poseen menor cantidad de fibra cruda que los pastos donde se concentra en tallos con paredes altamente lignificadas facilitando la digestibilidad de las hojas, sin embargo, esto afecta directamente al valor energético de pastos y leguminosas (Buxton y Russell (1988) y Francesca (2017)).

Foidl *et al.* (1999) obtuvieron resultados de FDN en hojas y tallo (30 y 64% respectivamente), valores diferentes a los 60 y 75 días de cosecha en esta investigación. Samkol *et al.* (2016), en la investigación “Balance de nitrógeno (n) en cerdos alimentados con harina de follaje de *Moringa Oleifera* Lam” registraron en hojas 50,3% FDN, esto posiblemente se deba a los factores que intervienen en la lignificación en forrajes como la temperatura, humedad del suelo, luz y fertilidad del suelo (Buxton y Casler 1993).

En los resultados de moringa cosechada a los 60 días se observa que son iguales en planta completa y hojas pero diferentes con respecto a tallos; mientras que a 75 días de cosecha todas las muestras estudiadas son diferentes entre sí; sin embargo, las hojas alcanzaron los mejores promedios; García *et al.* (2008), en su estudio “Manejo de pastos y forrajes tropicales” obtuvo 45,1% FDN en planta completa bajo condiciones de bosque húmedo, valor intermedio a los obtenidos en esta investigación para planta completa, posiblemente se deba al tipo de manejo, dosis de fertilización (Herrera *et al.*, 2007).

Pan-García (2016), en la investigación “Evaluación de especies arbustivas forrajeras con potencial para el diseño de estrategias de adaptación de los sistemas de producción ganadera al cambio climático en ecosistemas de bosque húmedo tropical” registró 59, 51 y 76% FDN para planta completa, hojas y tallos respectivamente cosechada a 45 días.

### **3.7. Resultados bromatológicos de FDA de la *Moringa oleifera* Lam a los 60 y 75 de cosecha**

Las hojas y Tallos obtuvieron mejores promedios a 60 en comparación a 75 días de rebrote con medias que oscilan entre 27,09 – 31,45% FDA; mientras que planta completa (HT) son iguales.

**Tabla 10. Fibra Detergente Ácida de HT, H y T de moringa (*Moringa oleifera* Lam), cosechada a los 60 y 75 días de edad en las condiciones ambientales de Manglaralto**

| Parámetros             | Partes de la planta | Tiempo de cosecha |         |
|------------------------|---------------------|-------------------|---------|
|                        |                     | 60 días           | 75 días |
| Fibra Detergente Ácida | HT                  | 30,6 %            | 32,66 % |
|                        | H                   | 27,09 %           | 30,91 % |
|                        | T                   | 31,45 %           | 45,43 % |

HT: Planta completa; H: Hojas; T: Tallos.

A medida que el contenido de lignina aumenta la digestibilidad de celulosa disminuye, por ende, mientras más madura sea una planta más producción de lignina logrará, lo cual no es favorable porque se presenta una correlación negativa con la digestibilidad (Prazeres *et al.*, 2003).

Al analizar la moringa a 60 días, se observa que la hoja alcanzó menor cantidad de FDA en comparación con planta completa y Tallos; mientras que a 75 días la planta completa y hojas fueron diferente (FDA) respecto a tallos. Foidl *et al.* (1999), en su investigación cosecharon moringa a 45 y 60 días y alcanzaron promedios en hojas de 27% FDA; Arguelles *et al* (2018), en la evaluación del cultivo *Moringa oleifera* Lam obtuvieron 10,59% de FDA en condiciones de temperatura similar a esta investigación; García *et al.* (2008), en la investigación “Manejo de pastos y forrajes tropicales” registraron 29.3% FDA.

### **3.8. Análisis económico**

El análisis económico se realizó en función de los costos de producción para la implementación de una hectárea de moringa. El costo de producción para *la Moringa oleífera* Lam en un establecimiento de 1ha es de \$ 1 200. Para la producción de forraje verde en el cultivo de moringa en estudio es de 9kg/m<sup>2</sup> FV, se estima que 1ha tiene 90 000kgFV, en base a estos resultados se determina que cada m<sup>2</sup> de FV está valorado a \$0.12.

**Tabla 11. Costos del establecimiento de 1ha de *Moringa oleífera* Lam con fines forrajeros**

| Conceptos                        | Unidad         | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total |
|----------------------------------|----------------|----------|----------------|-------------|
| Preparación del suelo (tractor)  | Horas          | 1        | \$ 30,00       | \$ 30,00    |
| <b>Materias primas</b>           |                |          |                |             |
| Terreno                          | Ha             | 1        | \$ 15,00       | \$ 15,00    |
| Semillas de moringa              | Unidad         | 250000   | \$ 0,001       | \$ 250,00   |
| Fertilizante compuesto           | kg             | 750      | \$ 0,58        | \$ 435,00   |
| <b>Mano de obra</b>              |                |          |                |             |
| Trasplante                       | Jornal         | 8        | \$ 15,00       | \$ 120,00   |
| Fertilización                    | Jornal         | 2        | \$ 15,00       | \$ 30,00    |
| <b>Sistema de riego</b>          |                |          |                |             |
| Bomba                            | Unidad         | 1        | \$ 40,00       | \$ 40,00    |
| Instalación del sistema de riego | Jornal         | 5        | \$ 15,00       | \$ 75,00    |
| Líneas de riego por goteo        | m              | 5000     | \$ 0,01        | \$ 50,00    |
| PVC                              | m              | 100      | \$ 1,00        | \$ 100,00   |
| Conectores                       | unidad         | 500      | \$ 0,07        | \$ 35,00    |
| <b>Costo de agua</b>             | m <sup>3</sup> | 1000     | \$ 0,02        | \$ 20,00    |
| <b>TOTAL</b>                     |                |          |                | \$ 1.200,00 |

El terreno fue depreciado por cincuenta años; la bomba, líneas de riego, PVC y conectores por cinco años respectivamente.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## ***Conclusiones***

Se concluye que a 60 y 75 días de cosecha la calidad nutricional de *Moringa oleifera* Lam respecto a MS, PC, EE, MO, FC, FDN y FDA en las muestras planta completa (HT), hojas (H) y Tallo (T) son muy satisfactorios ya que comparados con otras investigaciones a nivel internacional se corresponden positivamente, sobresaliendo los promedios de PC y FDN que alcanzaron niveles superiores a cualquier variedad de forraje que se produce en las condiciones ambientales de Manglaralto, otorgando niveles energéticos y proteicos capaces de cumplir los requerimientos nutricionales de varias especies animales.

Los resultados bromatológicos encontrados en los tratamientos estudiados permiten concluir que los momentos de cosecha (60 y 75 días) no influyeron en la calidad nutricional de la *Moringa oleifera* Lam, lo que indica que esta materia prima podría utilizarse como una alternativa de alimentación para especies mono y poligástricas, lo que admite aceptar la hipótesis “los momentos de cosecha de la *Moringa oleifera* Lam no difieren en la calidad nutricional en las condiciones ambientales de Manglaralto”.

## ***Recomendaciones***

En futuras investigaciones evaluar altura de plantas, producción y disponibilidad de biomasa en diferentes edades de cosecha con la finalidad de determinar el tiempo óptimo y conocer cuándo la planta acumula mayor biomasa y calidad nutricional.

Sembrar *Moringa oleifera* Lam y utilizarla como componente integrador en dietas para animales por ser un forraje de alta calidad y excelente valor biológico, además por ser resistente a la sequía.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agarwal, V. 2016. La Moringa: propiedades medicinales de esta hierba mágica. Disponible en: <http://www.escuelaayurveda.com/recursos/articulos/moringa-propiedades-medicinales-hierbas-ayurveda>

Agramonte, D., Pons, M., Pérez, M., De la O, M., García, L., Freire, M y Jiménez, F. 2015. Biotecnología Vegetal Vol. 14, No. 4, D - Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, ProQuest Ebook Central.

Aguirre, N. 2013. Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales nativas y promisorias de la Región Sur del Ecuador. Cedamaz, 3(1), p. 133.

Alfaro, N. 2008. Rendimiento y uso potencial de Paraíso Blanco, Moringa. Issue 26.

Anwar, F., Siddiq, A., Iqbal, S y Rafique, M. 2007. Stabilization of sunflower oil with Moringa oleifera leaves under ambient storage. Journal of Food Lipids. Volumen 14, pp. 35-49.

Arguelles, E., Figueros, U., Salinas, H., Granados, L., Pastor, F., Castillo, I y Maldonado, J. 2018. Producción y composición de leche de cabras complementadas con hojas secas de moringa (*Moringa oleifera* Lam). Científica Semestral, 1(2), p. 14.

Avilés, J. 2015. Descripción morfológica y anatómica de *Moringa oleifera*. Disponible en: <https://prezi.com/haxidqytfjbi/descripcion-morfologica-y-anatomica-de-moringa-oleifera/?webgl=0>

Benitez, M. 2012. Aprovechamiento postcosecha de la moringa (*Moringa oleifera*). Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 13(2), p. 5.

Buxton, D.R. y M.D. Casler. 1993. Environmental and genetic effects on cell wall composition and digestibility. p. 685–714.

Buxton, D.R. y J.R. Russell. 1988. Lignin constituents and cell-wall digestibility of grass and legume stems. Crop Sci. 28:553–558

Caty, S. 2015. Agricultura ecológica. Disponible en <https://syndyarguello.wordpress.com/2015/05/11/deshierbe-y-aporque/>

Cruz-Dominguez, O. 2015. Estudio socioeconómico de la ganadería caprina (*Capra hircus*) en siete comunas de la parroquia Chanduy, cantón Santa Elena. Ingeniero en Administración de Empresas Agropecuarias y Agronegocios, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Del Toro, J., Carballo, A y Rocha, L. 2011. Valoración de las propiedades nutricionales de *Moringa oleifera* en el Departamento de Bolívar. Revista de Ciencias. Universidad del Valle, pp. 23-30.

Falasca, S. y Bernabé, M. 2008. Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de *Moringa oleifera* en Argentina. Redesma.

Francesa, U. 2017. La fibra en forrajes tropicales. Parte 1.- Factores que afectan su digestibilidad. Disponible en: [www.engormix.com/ganadería-leche/articulo/fibra-forraje-tropicales.parte-t40551.htm](http://www.engormix.com/ganadería-leche/articulo/fibra-forraje-tropicales.parte-t40551.htm)

Foidl, N., Mayorga, L y Vásquez, W. 1999. FAO. Disponible en: <https://www.betuco.be/agroforestry/Moringa%20Oleifera%20-%20como%20forraje%20fresco%20para%20ganado.pdf?fbclid=IwAR1btn9UeAdOlzUFR-2DXZo8q5Bi-jLwxCptuWoEuNTSJRRmnjSCt7BTnOw>

Foidl, N., Makkar, H. y Becker, K. 2001. The potential of *Moringa oleifera*.

Garavito, U. (2008). *Moringa oleifera*, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel. Ergonomix. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/moringa-oleiferat1891/141-p0.htm>

González, 1999. Aristolochioideae. Ph. D. dissertation. The city university of New York..

Gordino, M. 2014. Estudio de las posibles zonas de introducción de la *Moringa oleifera* lam. en la península ibérica, islas baleares e islas canarias., Madrid: s.n.

Gordiño. 2011. Raíz de la moringa. Fotografía.

INAMHI. 2015. Información hidrológica. In: Anuario hidrológico. Naranjo. 52-2014.

Jarquín, J y Rocha, J. 2013. *UNA*. Disponible en: <http://repositorio.una.edu.ni/1445/1/tnl51j37.pdf>

Lamarck, J. 1785. *Encyclopédie Méthodique Botanique*. 1(2), p. 398.

Mark, E., Olson y Jed, F. 2011. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *SciELO*, 82(4).

Martín, C., Martín, G., García, A., Fernández, T., Hernández, A y Pluas, J. 2013. *Pastos y Forrajes*, Vol. 36, No. 2, Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", ProQuest Ebook Central.

Martínes, E., Cantillo, T y García, D. 2007. *Micobiota asociada a lotes importados de semillas de moringa*. 17(3), pp. 125-129.

Mathur, B., 2005. *Trees for life*.

Mércola, J., 2015. *Los Múltiples Beneficios del Poderoso Árbol Moringa*.. Disponible en: <http://articulos.mercola.com/sitios/articulos/archivo/2015/09/06/los-beneficios-de-la-moringa.aspx>

Montesinos, S. 2010. *Moringa oleifera*. Un árbol promisorio para la ganadería. *Revista ACPA* (2) 50-53.

Morton, J. 1991. *The horseradish tree, Moringa pterygosperma (Moringaceae)*. pp. 318-333.

Muhl, Q., Du Toit, E y Robbertse, P. 2011. *Adaptability of Moringa oleifera*. Volumen 2, pp. 776-780.

Murieta, M. 2014. *Determinación de la altura óptima de poda del cultivo de moringa (Moringa oleifera) con fines de producción en la zona de Babahoyo*. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/636/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000110.pdf>

Olson, M. 2003. *Ontogenetic origins of floral bilateral symmetry in Moringaceae*. pp. 49-71.

Olson, M. 2010. *Moringaceae*. In *Flora of North America North of Mexico*. Volumen 7.

- Olson, M y Carlquist. 2001. Stem and root anatomical correlations with life form diversity, ecology, and systematics in *Moringa* (Moringaceae). pp. 315-348.
- Olson, M y Fahey , J. 2011. *Moringa oleífera*: un árbol mutiusos para la zonas tropicales secas. *Revista Mexicana Biodiversidad*, p. 12.
- Olson, M. y Fahey, J., 2011. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Disponible en: <http://www.moringapura.com/articulos/Moringa-oleifera-un-arbol-multiusos.pdf>
- Otero, J. 2014. Elaboración de suplemento vegetal en polvo a partir de *moringa oleífera* como sustituto en raciones balanceadas para animales en granja. Disponible en:<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7197/1/OTERO.pdf>
- Parrota, J.1993. *Moringa oleifera* Lam. Reseda, horseradish tree.Moringaceae. Horseradish tree family, USDA Forest Service, International Institute of Tropical Forestry.
- Pérez, A. 2010. Energy–urban transition: the Mexican case. *Energy Policy*. Volumen 38, pp. 7226-7234.
- Perez, A., Sánchez, T., Armengol, N y Reyes, F., 2010. Características y potencialidades de *Moringa oleifera* Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y forrajes*. 33(4), p. 16.
- Pérez, Raymundo; De la Cruz, Javier; Vázquez, Enrique; Francisco, Jesús. 2010. *Moringa oleífera*. Sinaloa.
- Pérez, C. 2012. *Moringa oleifera* Lam., especie.
- Perozo, B. 2013. Manejo de Pastos y forrajes tropicales. *Girarz*, pp. 143-154.
- Ramírez, H. 2011. *Engormix*. Disponible: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/materia-seca-t28991.htm>
- Ramírez, J. 2017. *Moringa oleifera* Lam, en condiciones de bosque seco tropical. *Agroforestería neotropical*, N°7. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca, Fusa.

- Ramos , T., Castillo, H y Sandoval, G. 2015. Effect of cutting intervals and heights in forage productivity of Moringa Oleifera. *Revista bio ciencias*, 3(3), p. 5.
- Raven, P., Evert, R y Eichhorn, S. 1991. *Biología de las Plantas. Reverté, S.A. Barcelona., Volumen 1.*
- Reyes, N. 2004. Marango. Cultivo y utilización en la alimentación animal. Guía técnica nº 5. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua..
- Samkol, Phiny, Bustamante y Caro. 2016. Balance de nitrógeno (n) en cerdos alimentados con harina de follaje de Moringa oleifera.. *Bio Ciencias*, 3(4), p. 10.
- Sánchez-Peña, Y., Martínez-Avila, G., Sinagawa-García, S. R y Vázquez-Rodríguez, J. 2013. Moringa oleifera; importancia, funcionalidad y estudios involucrados.. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila.*, 5(9), pp. 25-30.
- Sánchez, Y., Martínez, G., Sinagawa, S y Vázquez, J. 2013. Moringa oleifera; Importancia, Funcionalidad y Estudios Involucrados. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 5(9), pp. 25-30.
- Villarreal, a y Ortega, k. 2014. Revisión de las características y usos de la planta Moringa oleífera. *Investigación y Desarrollo*, 22(2), pp. 309-340.

## ANEXOS

**Tabla 1A.** Análisis bromatológico de la *Moringa oleifera* Lam, laboratorio AGROLAB

| N° | CODIGO | DÍAS    | %    |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----|--------|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    |        |         | H    | MS    | PC    | EE    | Cen   | FC    | ELNN  | FDN   | FDA   |
| 1  | C.C1   | 43447   | 2,2  | 97,8  | 8,12  | 12,72 | 7,57  | 11,8  | 59,79 | 38,37 | 28,7  |
| 2  | C.C2   |         | 2,45 | 97,55 | 8,75  | 12,97 | 7,29  | 10,92 | 60,07 | 41,12 | 30,88 |
| 3  | C.C3   |         | 2,01 | 97,99 | 8,37  | 12,91 | 7,8   | 11,4  | 58,52 | 39,23 | 29,38 |
| 4  | P.M1   | 43447   | 2,84 | 97,16 | 8,12  | 2,52  | 9,07  | 31,7  | 48,59 | 72,52 | 48,42 |
| 5  | P.M2   |         | 2,5  | 97,5  | 8,42  | 2,49  | 8,88  | 34    | 46,21 | 69,34 | 46,9  |
| 6  | P.M3   |         | 3    | 97    | 8,72  | 2,68  | 9,38  | 35,2  | 44,02 | 71,31 | 46,17 |
| 7  | HTR1   | 60 DÍAS | 6,57 | 93,43 | 13,12 | 2,73  | 11,41 | 26,9  | 45,84 | 43,13 | 31,51 |
| 8  | HTR2   |         | 5,59 | 94,41 | 13,7  | 2,53  | 11,69 | 29,8  | 42,28 | 41,23 | 30,4  |
| 9  | HTR3   |         | 6,36 | 93,64 | 13,82 | 2,52  | 11,04 | 28,4  | 44,22 | 41,57 | 29,89 |
| 10 | HTR1   | 75 DÍAS | 4,68 | 95,32 | 14,01 | 2,96  | 8,8   | 31,6  | 42,63 | 49,97 | 34,25 |
| 11 | HTR2   |         | 4,96 | 95,04 | 13,75 | 2,53  | 9,01  | 31,3  | 43,41 | 50,07 | 26,48 |
| 12 | HTR3   |         | 5,5  | 94,5  | 14    | 2,71  | 10,29 | 30,1  | 42,9  | 48,62 | 37,24 |
| 13 | H1R1   | 60 DÍAS | 5,5  | 94,5  | 13,85 | 2,56  | 11,3  | 20,16 | 52,13 | 38,21 | 26,87 |
| 14 | H1R2   |         | 6,03 | 93,97 | 13,75 | 2,96  | 10,5  | 19,9  | 52,89 | 41,49 | 26,89 |
| 15 | H1R3   |         | 6,58 | 93,42 | 13,12 | 2,78  | 11,72 | 18,5  | 53,88 | 41,4  | 27,5  |
| 16 | H1R1   | 75 DÍAS | 6,55 | 93,45 | 13,75 | 2,76  | 11,39 | 28,9  | 43,2  | 44,36 | 31,79 |
| 17 | H1R2   |         | 6,75 | 93,25 | 12,98 | 2,8   | 10,87 | 29,4  | 43,95 | 44,61 | 34,13 |
| 18 | H1R3   |         | 5,63 | 94,37 | 13,68 | 2,48  | 11,09 | 31,17 | 41,58 | 42,45 | 32,69 |
| 19 | H2R1   | 75 DÍAS | 4,3  | 95,7  | 13,75 | 2,54  | 10,38 | 26    | 47,33 | 37,43 | 28,89 |
| 20 | H2R2   |         | 4,29 | 95,71 | 14,16 | 2,41  | 11,2  | 28,17 | 44,06 | 37,13 | 28,6  |
| 21 | H2R3   |         | 5,08 | 94,92 | 14,37 | 2,48  | 10,15 | 26,8  | 46,2  | 39,66 | 29,37 |

| N° | CODIGO | DÍAS    | %    |       |       |      |       |       |       |       |       |
|----|--------|---------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    |        |         | H    | MS    | PC    | EE   | Cen   | FC    | ELNN  | FDN   | FDA   |
| 22 | T1R1   | 60 DÍAS | 6,29 | 93,71 | 13,76 | 2,56 | 11,86 | 28,1  | 43,72 | 47,33 | 29,17 |
| 23 | T1R2   |         | 6,93 | 93,07 | 13,99 | 2,63 | 11,8  | 25,2  | 46,33 | 50,93 | 32,02 |
| 24 | T1R3   |         | 6,19 | 93,81 | 13,58 | 2,58 | 11,28 | 29,5  | 43,06 | 49,84 | 33,17 |
| 25 | T1R1   | 75 DÍAS | 5,33 | 94,67 | 8,75  | 2,68 | 8,1   | 35,1  | 45,37 | 64,88 | 46,75 |
| 26 | T1R2   |         | 4,9  | 95,1  | 8,58  | 2,97 | 8,19  | 32,4  | 47,86 | 66,95 | 48,57 |
| 27 | T1R3   |         | 5,43 | 94,57 | 9,02  | 2,63 | 7,8   | 36,17 | 44,38 | 68,52 | 45,7  |
| 28 | T2R1   | 75 DÍAS | 6,33 | 93,67 | 8,12  | 2,75 | 10,14 | 40,3  | 38,67 | 67,73 | 44,17 |
| 29 | T2R2   |         | 6,38 | 93,62 | 8,42  | 2,66 | 10,6  | 36,4  | 41,92 | 65,85 | 43,23 |
| 30 | T2R3   |         | 6,3  | 93,7  | 8,75  | 2,78 | 9,99  | 35,89 | 42,59 | 67,27 | 44,14 |

**Tabla 2A** Análisis bromatológicos de planta completa (Hojas y tallos) del cultivo *Moringa oleifera* Lam en dos momentos de cosecha (60 y 75 días de corte)

| N° | CODIGO | DÍAS    | %     |       |      |       |       |       |       |       |
|----|--------|---------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    |        |         | MS    | PB    | EE   | M O   | CEN   | FC    | FDN   | FDA   |
| 1  | HTR1   | 60 DÍAS | 19,12 | 13,12 | 2,73 | 88,59 | 11,41 | 26,90 | 43,13 | 31,51 |
| 2  | HTR2   |         | 18,17 | 13,70 | 2,53 | 88,31 | 11,69 | 29,80 | 41,23 | 30,40 |
| 3  | HTR3   |         | 17,52 | 13,82 | 2,52 | 88,96 | 11,04 | 28,40 | 41,57 | 29,89 |
| 4  | HTR1   | 75 DÍAS | 23,04 | 14,01 | 2,96 | 91,20 | 8,80  | 31,60 | 49,97 | 34,25 |
| 5  | HTR2   |         | 22,92 | 13,75 | 2,53 | 90,99 | 9,01  | 31,30 | 50,07 | 36,48 |
| 6  | HTR3   |         | 23,09 | 14,00 | 2,71 | 89,71 | 10,29 | 30,10 | 48,62 | 37,24 |

**Tabla 3A.** Análisis bromatológicos de las Hojas del cultivo *Moringa oleifera* Lam en dos momentos de cosecha (60 Y 75 días de cosecha).

| N° | CODIGO | DÍAS    | %     |        |       |       |        |        |        |       |
|----|--------|---------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|
|    |        |         | MS    | PB     | ET    | M O   | CEN    | FC     | FDN    | FDA   |
| 1  | H1R1   |         | 22,41 | 13,85  | 2,56  | 88,70 | 11,30  | 20,16  | 38,21  | 26,87 |
| 2  | H1R2   |         | 25,46 | 13,75  | 2,96  | 89,50 | 10,50  | 19,90  | 41,49  | 26,89 |
| 3  | H1R3   | 60 DÍAS | 23,66 | 13,12  | 2,78  | 88,28 | 11,72  | 18,50  | 41,40  | 27,50 |
| 4  | H1R1   |         | 19,57 | 13,75  | 2,65  | 89,12 | 10,885 | 28,785 | 40,87  | 30,34 |
| 5  | H1R2   |         | 18,67 | 13,57  | 2,605 | 88,97 | 11,035 | 28,985 | 41,055 | 31,37 |
| 6  | H1R3   | 75 DÍAS | 19,06 | 14,025 | 2,48  | 89,38 | 10,62  | 27,05  | 42,38  | 31,03 |

**Tabla 4A.** Análisis bromatológicos de los tallos del cultivo *Moringa oleifera* Lam en dos momentos de cosecha (60 y 75 días de cosecha).

| N° | CODIGO | DÍAS    | %     |       |       |       |       |       |        |       |
|----|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
|    |        |         | MS    | PB    | ET    | M O   | CEN   | FC    | FDN    | FDA   |
| 1  | T1R1   |         | 18,66 | 13,76 | 2,56  | 88,14 | 11,86 | 28,10 | 47,33  | 29,17 |
| 2  | T1R2   |         | 19,81 | 13,99 | 2,63  | 88,20 | 11,80 | 25,20 | 50,93  | 32,02 |
| 3  | T1R3   | 60 DÍAS | 20,08 | 13,58 | 2,58  | 88,72 | 11,28 | 29,50 | 49,84  | 33,17 |
| 4  | T1R1   |         | 15,02 | 8,435 | 2,715 | 90,88 | 9,12  | 37,7  | 66,305 | 45,46 |
| 5  | T1R2   |         | 14,68 | 8,5   | 2,815 | 90,61 | 9,395 | 34,4  | 66,4   | 45,90 |
| 6  | T1R3   | 75 DÍAS | 14,51 | 8,885 | 2,705 | 91,11 | 8,895 | 36,03 | 67,895 | 44,92 |





**FIGURA 1A.** Cultivo de *Moringa oleifera* Lam



**FIGURA 2A.** Desmalezando el cultivo.





**FIGURA 3A.** Fertilización del cultivo



**FIGURA 4A.** Cosecha del cultivo *moringa oleifera* Lam



**FIGURA 5A.** Separación de hojas y tallos del cultivo *Moringa oleifera* Lam para establecer las respectivas muestras



**FIGURA 6A.** Pesaje de las variantes: planta completa, hojas y tallos





**FIGURA 7A.** Rotulación de muestras y ubicación en la estufa a 65°C para obtener materia seca



**FIGURA 8A.** Molienda de las muestras para ser enviadas al laboratorio y obtener el respectivo analisis bromatologico