



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Trabajo de Graduación

Establecimiento de una plantación de *Moringa oleifera*
cv 'Honghe', Managua, 2019-2020

Autores:

Br. Kennia Isayanna Gago Aguirre

Br. Juan de Dios Gutiérrez Cruz

Asesores:

Ing. Nadir Reyes Sánchez PhD

Ing. Marcos Jiménez Campos

Managua, Nicaragua
Marzo, 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Trabajo de Graduación

Establecimiento de una plantación de *Moringa oleifera*
cv 'Honghe', Managua, 2019-2020

Autores:

Br. Kennia Isayanna Gago Aguirre

Br. Juan de Dios Gutiérrez Cruz

Asesores:

Ing. Nadir Reyes Sánchez PhD

Ing. Marcos Jiménez Campos

Managua, Nicaragua
Marzo, 2021

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la facultad de Ciencia Animal como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero Zootecnista

Miembros del honorable comité evaluador

Ing. Jannin Hernández Blandón

Presidente

Lic. Rosario Rodríguez Pérez MSc.

Secretaria

Ing. Norlan Caldera Navarrete MSc.
vocal

Lugar y fecha: CECAP 12/03/2021

DEDICATORIA

Agradezco primeramente a Dios, por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre Johanna Elizabeth Aguirre Fariñas, por ser el pilar fundamental brindándome el cariño y su apoyo de manera incondicional. A mi abuela María Elizabeth Fariñas por estar conmigo en todo momento y muchas gracias por sus palabras de aliento.

A mi tía Claudia Dolores Aguirre Fariñas, a quien quiero como una madre, porque siempre está dispuesta a escucharme, aconsejarme y ayudarme en cualquier momento. A mi tío Sergio Antonio Aguirre Fariñas, que es como un padre al cual quiero mucho, gracias por brindarme su tiempo, su comprensión y apoyo incondicional en momentos difíciles. Muchas gracias a ambos quienes han servido de inspiración y ejemplos a seguir en mi vida.

Gracias a toda mi familia que de una u otra forma me acompañaron en mis sueños y metas, los quiero mucho.

A mi compañero de tesis Juan de Dios Gutiérrez Cruz, gracias por tu paciencia y apoyo para la culminación de este trabajo.

Br. Kennia Isayanna Gago Aguirre.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación primera mente a Dios, que día a día me brinda paciencia, sabiduría e inteligencia y por guiarme en el camino difícil durante todos estos años que me ha regalado de vida.

A mi hermosa familia en general, a mi abuela Carmen Carballo por ser una persona ejemplar y jugar el papel de padre y madre con mi persona. A mis hermanos Francis Gutiérrez, Diana Gutiérrez, Roger y José Sebastián Gutiérrez quienes son mi refugio en tiempos difíciles los quiero mucho.

A mi tío Daniel Marcelino canales quien es como mi padre, gracias por ser tan influyente en mi preparación como profesional y como persona en la sociedad, gracias por los consejos que me brinda son las más valiosas posesiones que tengo para triunfar, a mi tía Aura María Gutiérrez por estar en los momentos más importantes de mi preparación y mejores años de mi vida, muchas gracias también por ser una madre ejemplar con sus acciones día a día.

A mis primos que son ejemplos a seguir, Josué quintero por todas las buenas acciones que tuvo con mi persona en el ámbito académico, a Daniel Alejandro Canales Gutiérrez quien es otro de mis hermanos gracias por ser un buen amigo.

A mi compañera de tesis, Kenia Isayanna Gago Aguirre por estar conmigo en momentos muy difíciles durante estos últimos años y acompañarme en este trabajo de culminación de estudio.

Br. Juan de Dios Gutiérrez Cruz

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por brindarme fuerzas en momentos difíciles y por la oportunidad que me da de poder vivir y disfrutar día a día.

Gracias a mis asesores de tesis PhD. Nadir Reyes Sánchez e Ing. Marcos Jiménez Campos, por facilitarnos este trabajo de culminación de estudios, gracias por su apoyo y paciencia mostrados durante el proceso de elaboración de este trabajo.

Agradezco a todos los profesores que formaron parte de mi preparación académica, gracias por todos sus conocimientos impartidos en las aulas de clases.

En general agradezco a todas las personas que formaron parte de este trabajo de culminación de estudios.

¡QUE DIOS LOS BENDIGA Y LOS GUARDE!

Br. Kennia Isayanna Gago Aguirre

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios quien es el forjador de mi camino, gracias por estos maravillosos años de vida y por todas las veces que he tropezado y que con tu gracia me has levantado.

Agradezco de corazón a mis asesores y amigos PhD. Nadir Reyes Sánchez e Ing. Marcos Jiménez Campos, por facilitarnos este trabajo de investigación y por el apoyo incondicional que nos brindaron durante el mismo proceso.

De igual manera agradezco a la asociación Cristiana Betsaida, por su apoyo en la preparación de mis estudios universitarios y en la culminación de este trabajo de investigación.

En general agradezco a todos los profesores que compartieron sus conocimientos durante el periodo académico de la carrera, gracias por su amistad y sus consejos.

De igual forma agradezco a todas las personas que de una u otra manera formaron parte del desarrollo de este trabajo de culminación de estudios.

¡DIOS LOS BENDIGA!

Br Juan de Dios Gutiérrez Cruz

ÍNDICE DE CONTENIDO

| SECCIÓN | PÁGINA |
|---|--------|
| DEDICATORIA | i |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| ÍNDICE DE CUADROS | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | viii |
| RESUMEN | ix |
| ABSTRACT | x |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 Objetivo General | 3 |
| 2.2 Objetivo Específicos | 3 |
| III. MARCO DE REFERENCIA | 4 |
| 3.1 Clasificación taxonómica de <i>M. oleifera</i> | 4 |
| 3.2 Descripción de la familia Moringaceae | 4 |
| 3.2.1 Adaptación ambiental | 5 |
| 3.2.2 Crecimiento | 5 |
| 3.2.3 Formas de propagación | 5 |
| 3.2.4 Plagas y enfermedades que afectan a la <i>M. oleifera</i> | 5 |
| 3.3 Procedencias de <i>M. oleifera</i> evaluadas en Nicaragua | 6 |
| 3.4 Origen genético de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ | 7 |
| IV. MATERIALES Y MÉTODOS | 8 |
| 4.1 Ubicación del área de estudios | 8 |
| 4.1.1 Clima y suelo del área de estudios | 8 |
| 4.2 Diseño metodológico | 8 |
| 4.3 Manejo de la plantación | 9 |
| 4.3.1 Selección del sitio y preparación del terreno | 9 |
| 4.3.2 Establecimiento | 10 |
| 4.4 Datos evaluados | 10 |
| 4.4.1 Descripción de las variables evaluadas | 10 |
| 4.5 Análisis de los datos | 13 |
| V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 14 |
| 5.1 Tasa de sobrevivencia de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ | 14 |

| | | |
|--------------|--|----|
| 5.2 | Altura de las plantas evaluadas de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ | 15 |
| 5.3 | Comportamiento del diámetro basal de plantas de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ | 16 |
| 5.4 | Número de hojas promedio en plantas de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ en la etapa de establecimiento | 18 |
| 5.5 | Número promedio de ramas en plantas de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ | 19 |
| 5.6 | Inicio y proporción de plantas en floración de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ | 20 |
| VI. | CONCLUSIONES | 26 |
| VII. | RECOMENDACIONES | 27 |
| VIII. | LITERATURA CITADA | 28 |

ÍNDICE DE CUADROS

| CUADRO | PÁGINA |
|--|--------|
| 1. Valoración de sobrevivencia en plantaciones forestales centeno (1993) | 11 |
| 2 . Características físicas del fruto de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ | 22 |
| 3. Características físicas de la semilla de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ | 25 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA | PÁGINA |
|--|--------|
| 1. Identificación de caracteres de <i>Moringa</i> | 4 |
| 2. Plano del área experimental | 8 |
| 3. Plantación de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ | 9 |
| 4. Limpieza de la plantación de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ | 10 |
| 5. Peso individual de cada semilla de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ | 12 |
| 6. Largo y diámetro de semilla <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ | 13 |
| 7. Comportamiento de la altura de plantas de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ en la etapa de establecimiento de plantación para producción de semillas | 15 |
| 8. Altura de plantas de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ | 16 |
| 9. Comportamiento del diámetro basal de plantas de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ en la etapa de establecimiento de plantaciones para producción de semillas | 17 |
| 10. Número de hojas promedio en plantas de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ en la etapa de establecimiento de plantación para producción de semillas | 18 |
| 11. Número de ramas en plantas de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ en la etapa de establecimiento de plantaciones para producción de semillas | 19 |
| 12. Inicio de floración y proporción de plantas (%) en floración de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ en la etapa de establecimiento de plantación | 20 |
| 13. Inicio de floración en plantas de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ | 21 |
| 14. Longitud del fruto de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ | 23 |
| 15. Diámetro ecuatorial del fruto de <i>M. oleifera</i> cv ‘Honghe’ | 24 |

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA-CENIA), localizado en el Departamento de Managua Nicaragua, con el fin de evaluar el establecimiento de *M. oleifera* cv 'Honghe', en plantación para producción de semilla y su posterior evaluación en la producción de follaje para alimentación animal. El diseño utilizado correspondió a 12 árboles de *M. oleifera* cv 'Honghe', establecidos en un área de 172.50 m², las variables evaluadas fueron sobrevivencia de las plantas, altura de plantas, diámetro basal, número de ramas y número de hojas, se determinó el número de frutos por árbol, largo del fruto, diámetro ecuatorial del fruto, número de semillas por fruto, peso de la semilla, largo promedio de la semilla, diámetro de la semilla y número de semillas por kilogramo, para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva, se calculó la media aritmética y la desviación estándar a los datos recolectados de las semillas y frutos. El porcentaje de sobrevivencia obtenido en *M. oleifera* cv 'Honghe', fue de (92%), altura de (277.16 cm), diámetro basal (5.13 cm), número de hojas (51), número de ramas de (7), presento un (100%) en floración, en las propiedades físicas de los frutos se encontró una media de (65.25) frutos por árbol, una longitud del fruto de (52.83 cm), diámetro superior de (0.88 cm), diámetro ecuatorial de (1.93 cm), diámetro inferior (0.59 cm) y (21) semillas por frutos. En la morfometría de las semillas se presentó un peso medio de (0.3366g), largo de semillas de (11.38 mm), diámetro de (10.26 mm) y un total de (3,002) semillas en un kg. Esto nos permite concluir que el estudio con este nuevo cultivar de *M. oleifera* servirá de base para una propagación en nuestro país y así contar con material genético confiable adaptado a nuestras condiciones ambientales.

Palabras clave: Marango, características, morfométricas, fenológicas

ABSTRACT

This research was carried out at the Nicaraguan Institute of Agricultural Technology (INTA-CENIA), located in the Department of Managua Nicaragua, in order to evaluate the initial establishment of *M. oleifera* cv 'Honghe', in plantation for seed production and its subsequent evaluation in the production of foliage for animal feed. The design used corresponded to 12 trees of *M. oleifera* cv 'Honghe', established in an area of 172.50 m², the variables evaluated were plant survival, plant height, basal diameter, number of branches and number of leaves, the number was determined of fruits per tree, length of the fruit, equatorial diameter of the fruit, number of seeds per fruit, weight of the seed, average length of the seed, diameter of the seed and number of seeds per kilogram, for the analysis of the data was used Descriptive statistics, the arithmetic mean and standard deviation were calculated from the data collected from the seeds and fruits. The survival percentage obtained in *M. oleifera* cv 'Honghe' was (92%), height of (277.16 cm), basal diameter (5.13 cm), number of leaves (50.58), number of branches of (6.4), I present a (100%) in flowering, in the physical properties of the fruits an average of (65.25) fruits per tree, a fruit length of (52.83 cm), upper diameter of (0.88 cm), equatorial diameter of (1.93 cm), lower diameter (0.59 cm) and (21.31) seeds per fruit. In the morphometry of the seeds, an average weight of (0.3366g), length of seeds of (11.38 mm), diameter of (10.26 mm) and a total of (3,002) seeds in one kg were presented. This allows us to conclude that the study with this new cultivar of *M. oleifera* will serve as the basis for a propagation in our country and thus have reliable genetic material adapted to our environmental conditions.

Key words: *Moringa*, characteristics, morphometric, phenological

I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua el impacto del cambio climático en el sector agropecuario es cada vez más evidente y los recursos fitogenéticos que mitiguen este efecto son cada vez más escasos. Es necesario buscar nuevas alternativas que garanticen semillas mejoradas y bases genéticas bastantes amplias para permitir avances continuos en las siguientes generaciones de mejoramiento genético en plantaciones forestales de nuestro país.

Debido a esta problemática surge la necesidad de realizar estudios con nuevos cultivares de *M. oleifera* que puedan adaptarse a sitios con diversas condiciones edafoclimáticas, esto implica la creación de plantaciones altamente productivas enfocadas a garantizar material vegetativo genéticamente confiables, además que puedan servir de base para una futura liberación como cultivares promisorios para producción de forraje para alimentación animal.

M.oleifera es un árbol originario del sur del Himalaya y en investigaciones realizadas por Pérez, Sánchez, Armengol, y Reyes (2010), mencionan que se encuentra distribuida en el noreste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán. En el continente americano según Falasca y Bernabé (2008), mencionan que fue introducido y naturalizado desde el sur de la Florida, México, las islas caribes y toda América del sur.

Sin embargo, en Centroamérica sus primeros registros de introducción se presentan en los años 20 del siglo XX, y según el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales MARENA (2002) sus usos estaban orientados como árbol ornamental, cerca viva, cortina rompe vientos y alimentación animal.

En abril del año 2018, la Dra. Concepción Campa Huergo, directora del Instituto Finlay de Cuba, donó 15 semillas de un nuevo material genético promisorio de *M. oleifera* cv 'Honghe', originaria del Valle de 'Honghe', Yunnan County, Republica de China, el cual es un cultivar mejorado de rápido crecimiento, tolerante a la sequía, follaje de buena palatabilidad para su uso en alimentación animal, además, la semilla presenta un excelente rendimiento en producción de aceite.

En nuestro país no se reportan estudios previos acerca del establecimiento, cultivo y manejo de *M. oleifera* cv ‘Honghe’, y la información sobre sus usos potenciales es muy limitada, por tal razón, el presente estudio tiene como objetivo evaluar el comportamiento de este cultivar durante el primer año de establecimiento de la plantación.

De acuerdo con Sánchez y Silva (2008), en este tipo de estudio hipotéticamente se asume que la distancia entre las localidades en que se originan los cultivares determina diferencias ambientales propias de cada lugar y que influyen en el establecimiento y adaptabilidad del material. Esta hipótesis es retomada en este estudio, en el sentido, que se esperarían diferencias en sobrevivencia, crecimiento y características físicas de la semilla y del fruto de *M. oleifera* cv ‘Honghe’.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar el comportamiento vegetativo de *M. oleifera* cv 'Honghe', durante su establecimiento en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA) del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA).

2.2 Objetivo Específicos

1. Evaluar el comportamiento de *M. oleifera* cv 'Honghe' en altura de plantas, diámetro basal, número de ramas, número de hojas hasta el inicio de la primera floración y sobrevivencia de las plantas.
2. Determinar las características físicas de frutos y semillas de *M. Oleifera* cv 'Honghe' (número de frutos por árbol en la primera cosecha, largo del fruto, diámetro ecuatorial del fruto, número de semillas por fruto, peso promedio de la semilla, largo promedio de la semilla, diámetro promedio de la semilla y número de semillas promedio por kilogramo).

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Clasificación taxonómica de *M. oleifera*

Según publicaciones de la Enciclopedia Cubana en la red. (ECURED, 2019). Describe la siguiente clasificación.

Nombre científico: *M. oleifera*

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Brassicales

Familia: Moringaceae

Género: *Moringa*

Especie: *M. oleifera*

3.2. Descripción de la familia Moringaceae

En investigaciones realizadas por los botánicos Olson y Fahey (2011), mencionan que las moringáceas son una familia de árboles de hoja caediza, hojas compuestas alternas, doble o triplemente pinnadas, con folíolos opuestos, flores dispuestas en pánulas axilares, de color rojo o blanco, fruto en cápsula larga y dehiscente que al abrirse se separa en tres valvas longitudinales, con varias semillas con tres alas.

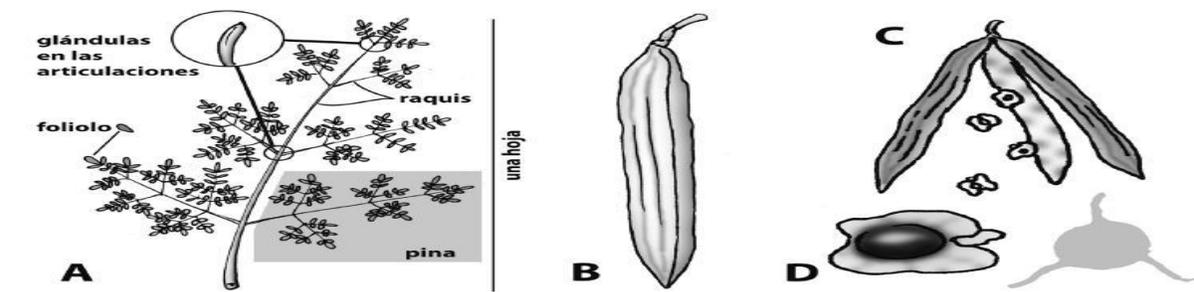


Figura 1. Identificación de caracteres de *Moringa*. A: Hojas compuestas alternas, doble o triplemente pinnadas, con folíolos opuestos dispuestos sobre un raquis. B: Fruto C: Valvas longitudinales D: semillas de color café oscuro. Fuente: Olson y Fahey (2011)

3.2.1 Adaptación ambiental

En artículos científicos elaborados por Reyes y Mendieta (2017), describen que es una planta de origen tropical que se desarrolla en climas semiáridos semi-húmedos y húmedos, prospera en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 1200 m de altitud, su mejor comportamiento en cuanto a desarrollo y productividad lo presenta en temperaturas que oscilan entre los 24 y 32 °C y en suelos neutros, mencionan también que *M. oleifera* necesita al menos 700 mm anuales para poder sobrevivir.

3.2.2 Crecimiento

Trabajos realizados en *M. oleifera* por Falasca y Bernabé (2008), menciona que se trata de un árbol perenne poco longevo, que a lo sumo puede vivir 20 años. Es una especie de muy rápido crecimiento pues a los tres años puede crecer desde tres hasta cinco metros de altura en condiciones óptimas de temperatura y humedad.

3.2.3 Formas de propagación

Según Prince (2000), existen dos maneras para la propagación de esta especie, la primera forma es por semillas y la otra es por esquejes, la propagación por semillas es la técnica más utilizada para el establecimiento de plantaciones, debido que se observa un mejor desarrollo y crecimiento, las raíces son más numerosas y resistentes, lo que le permite tolerar a situaciones de estrés.

3.2.4 Plagas y enfermedades que afectan a la *M. oleifera*

La incidencia de las plagas y enfermedades en *M. oleifera* se presenta en diferentes fases del cultivo en investigaciones realizadas por Reyes, Talavera, y Sediles (2014), mencionan que las principales plagas que afectan en la etapa de vivero son ataques de Zompopo (*Atta spp*), gusano medidor (*Mocis latipes*) y ácaros (*Aceria sbeldoni*).

A su vez, estudios realizados por Padilla, Valenciaga, Crespo, González, y Rodríguez, (2017), describen que una vez establecida las plantaciones se reportan ataques de gorgojos que afectan especialmente las hojas de la planta y en la etapa de fructificación reportaron el daño provocado por la mosca frutera (*Gitona sp*).

De la misma manera estudios realizados por Parrotta (1993), menciona que en el país de la india y la isla del caribe Puerto Rico, existen varias especies de insectos que atacan a *M. oleifera*, como: la oruga de la corteza (*Indarbela quadrinotata* Wlk), la oruga vellosa (*Eupterote mollifera* Wlk), la oruga foliar verde (*Noorda blitealis* Wlk) y el gusano de las yemas (*N. moringae* Tams), según el autor estos insectos pueden causar grandes problemas de defoliación y pérdidas económicas si no se toman las medidas correspondientes en las plantaciones.

3.3 Procedencias de *M. oleifera* evaluadas en Nicaragua

Estudios realizados por González (2017), en la Finca santa Rosa de la Universidad Nacional Agraria, evaluó siete progenies acriolladas de *M. oleifera* Lam (1A,2A, 3A, 4A, 5A,) y peruanas (7P, 8P), sus variables en estudios fueron porcentajes de germinación, sobrevivencia, floración y fructificación; altura y diámetro del árbol utilizando un diseño experimental de bloques completos al azar.

Encontrando los valores más altos de germinación en las progenies 7P, 8P y 4A con 93.3%, 93.3% y 90%, respectivamente. Los mayores valores en altura y diámetro los presentó la progenie 7P con 5.4 m y 8.9 cm, no obstante, el mayor porcentaje de floración correspondió a la progenie 8P con 75%.

Martínez y Alemán (2016) evaluando tres procedencias de *M. oleifera* (Monte Plata, Santo Domingo y PKM1) en la finca Santa Rosa de la Universidad Nacional Agraria reportan que la Procedencia Santo Domingo presentó la mayor sobrevivencia con 80%, Monte plata y PKM1 obtuvieron porcentajes bajos siendo estos 63.6 y 66.6% respectivamente.

Pascua (2014) evaluó en la Facultad de Ciencia Animal (FACA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) cuatro procedencias de *M. oleifera* (Paraguay, Isla Zapatera, Perú y PKM1) encontrando valores de sobrevivencia entre 90 y 100% y los mayores valores de altura de planta y diámetro de tallo en la procedencia Perú con 1.82 m y 3.32 cm, respectivamente.

Por su parte, Narváez (2014), evaluando el establecimiento inicial de una plantación de *M. oleifera* criolla en la FACA-UNA en los primeros seis meses, reporta una sobrevivencia del 68.47%, catalogada como regular, altura de planta y diámetro de tallo de 0.80 m y 2.8 cm, respectivamente.

López y Tercero (2016), trabajando con cuatro procedencias de *M. oleifera* (Panamá, Puerto Rico, Florida y Paraguay), encontraron que la procedencia Florida presentó los mejores valores de sobrevivencia con 100%.

3.4 Origen genético de *M. oleifera* cv 'Honghe'

M.oleifera cv 'Honghe', surge por la selección de caracteres cuantitativos, es decir se seleccionaron las mejores semillas de árboles de *M. oleifera* que presentaban mejor productividad y adaptabilidad.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Ubicación del área de estudios

El estudio se llevó a cabo en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA) del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA-CENIA), ubicado en el kilómetro 14.5 de la carretera norte; municipio de Managua, localizado entre las coordenadas 59°27'87" latitud norte y 13°41'32" longitud oeste, su altitud es de 56 msnm Instituto Nacional Tecnología Agropecuaria, INTA (2020).

4.1.1 Clima y suelo del área de estudios

El área corresponde a una zona de vida ecológica de bosque tropical seco, con temperatura promedio anual de 28 °C y precipitaciones promedio de 1200 mm anuales Instituto Nicaragüense de estudios Territoriales, INETER (2019).

Los suelos son de origen volcánico pertenecientes al orden de los molisoles, inceptisoles y alfisoles. Instituto Nacional de Información de Desarrollo y Ministerio Agropecuario y Forestal INIDE-MAGFOR (2013).

4.2 Diseño metodológico

Para el estudio se utilizaron 12 plantas *M. oleifera* cv 'Honghe' de ocho semanas de edad, establecidas en un área de 172.50 m² (11.50 m de ancho y 15 m de largo), con orientación este-oeste, distribuidas en tres surcos, con una distancia de siembra de cuatro metros en surcos y cuatro metros entre plantas (Figura 2 y 3).

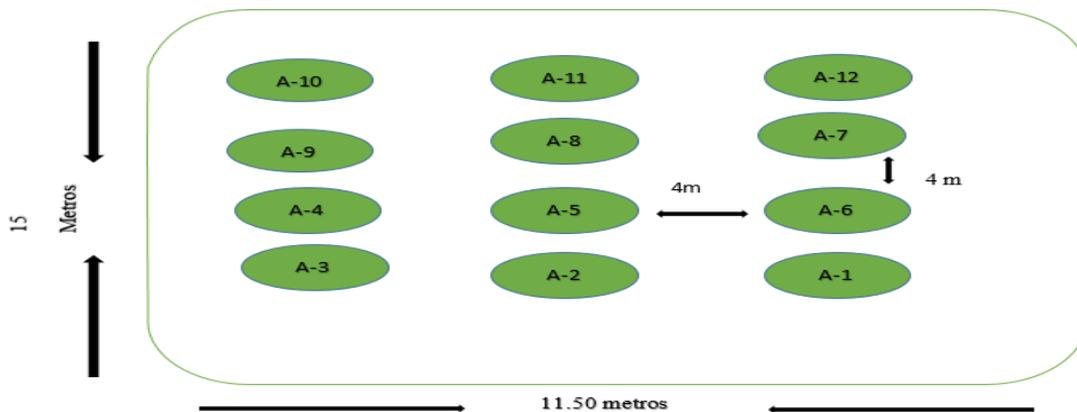


Figura 2. Plano del área experimental. Fuente: propia



Figura 3 . Plantación de *M. oleifera* cv 'Honghe.'

Fuente: propia

4.3 Manejo de la plantación

El establecimiento de la plantación se realizó el 24 de julio del 2019, concluyendo la evaluación de altura de plantas, diámetro basal, número de ramas, número de hojas hasta el inicio de la primera floración y sobrevivencia de las plantas, el 27 de noviembre del 2019. En esta fecha se comenzó la evaluación de inicio de floración, inicio de fructificación, número de frutos por árbol en la primera cosecha, largo del fruto, diámetro ecuatorial del fruto, número de semillas por fruto, peso promedio de la semilla, largo promedio de la semilla, diámetro promedio de la semilla y número de semillas promedio por kilogramo, concluyendo la fase de campo en marzo del 2020.

4.3.1 Selección del sitio y preparación del terreno

Para la selección del sitio se consideraron diferentes criterios como condiciones del lugar, fácil acceso, que no existiera interferencia lumínica con otras plantas, fuentes de agua disponibles, que estuviera cercada para evitar el acceso de animales. Una vez seleccionado el sitio, se realizó limpieza manual del área (chapia) con machete y azadón para la eliminación de hierbas y arbustos indeseables.

4.3.2 Establecimiento

Para el establecimiento se hicieron perforaciones de 30 cm de profundidad y 20 cm de diámetro, en el momento del trasplante se procedió a incorporar lombrihumus a razón de 1 kg/planta en el fondo del orificio. Esta actividad se realizó en horas de la mañana con el fin de disminuir el efecto del estrés de las plantas como resultado del trasplante, se instaló un sistema de riego por micro aspersión y se utilizaba por la mañana cuando las precipitaciones eran irregulares.

Luego del trasplante se realizó chapia manual a los 30 d, después del establecimiento y a los dos meses de iniciada la evaluación, (Figura 4), para controlar la competencia de plantas indeseables. No se realizó control de plagas y enfermedades.



Figura 4. Limpieza de la plantación de *M. oleifera* cv ‘Honghe.’

Fuente: propia

4.4 Datos evaluados

4.4.1 Descripción de las variables evaluadas

Tasa de sobrevivencia

Para el cálculo de la tasa de sobrevivencia se utilizó la fórmula propuesta por el Programa Socio Ambiental Forestal y Ministerio Del Ambiente Y Los Recursos Naturales POSAF/MARENA, (2007).

$$TS (\%) = \frac{NP - NM}{NP} * 100$$

Donde:

TS: tasa de sobrevivencia o proporción de plantas sobrevivientes

NP: Número de plantas seleccionadas al inicio del experimento

NM: Número de plantas muertas durante el período de evaluación

La tasa de sobrevivencia se valoró retomando la clasificación definida por Centeno, 1993.

Cuadro 1. Valoración de sobrevivencia en plantaciones forestales

| Porcentaje de sobrevivencia | Clasificación cualitativa |
|-----------------------------|---------------------------|
| 80-100 | Muy buena |
| 70-80 | Buena |
| 40-70 | Regular |
| < 40 | Mala |

Fuente: Centeno (1993)

Altura de planta

La altura de las plantas se midió desde la base del tallo, al nivel del suelo, hasta la yema apical, utilizando una cinta graduada en centímetros. La medición se efectuó cada 14 d, hasta el momento de la primera floración.

Diámetro basal de la planta

El diámetro se midió de forma directa con un vernier metálico, con un nivel de precisión de 0.02 mm, que se colocaba lo más horizontal posible en la base de cada planta. Las mediciones se realizaban cada 14 d. Este es un indicador útil, refleja la tolerancia de las plántulas a daños físicos y biológicos; con ello, la sobrevivencia y crecimiento posterior.

Número de hojas y número de ramas

Estas variables se realizaron mediante un conteo del número de hojas y ramas presentes en cada árbol, considerando como rama, a aquella que posea más de dos hojas ya formadas.

Número de frutos

Se efectuó mediante el conteo del número de frutos cosechados por cada árbol durante el periodo de evaluación.

Largo y diámetro del fruto

Se utilizó una muestra de 500 frutos, a los cuales se le midió individualmente el largo o longitud con una regla graduada y el diámetro ecuatorial, superior e inferior con un vernier metálico.

Número de semillas por fruto y peso de cada semilla

Se utilizó una muestra de 500 frutos, a los cuales se le realizó el conteo de número de semillas de cada fruto. Para el peso de las semillas se utilizó una muestra de 3000 semillas, las cuales se pesaron individualmente en una balanza electrónica con un nivel de precisión de 0.0001 g.



Figura 5. Peso individual de cada semilla de *M. oleifera* cv 'Honghe'

Fuente: propia

Largo y diámetro de las semillas

Para la determinación del largo y diámetro de la semilla se utilizó una muestra de 3000 semillas, a las que se le midió de manera individual el largo de la semilla tomando la distancia desde el epicotilo hasta el plano polar y la medición del diámetro ecuatorial se realizó en la parte central de cada semilla, para ambas mediciones se utilizó un vernier metálico con un nivel de precisión de 0.02 mm.

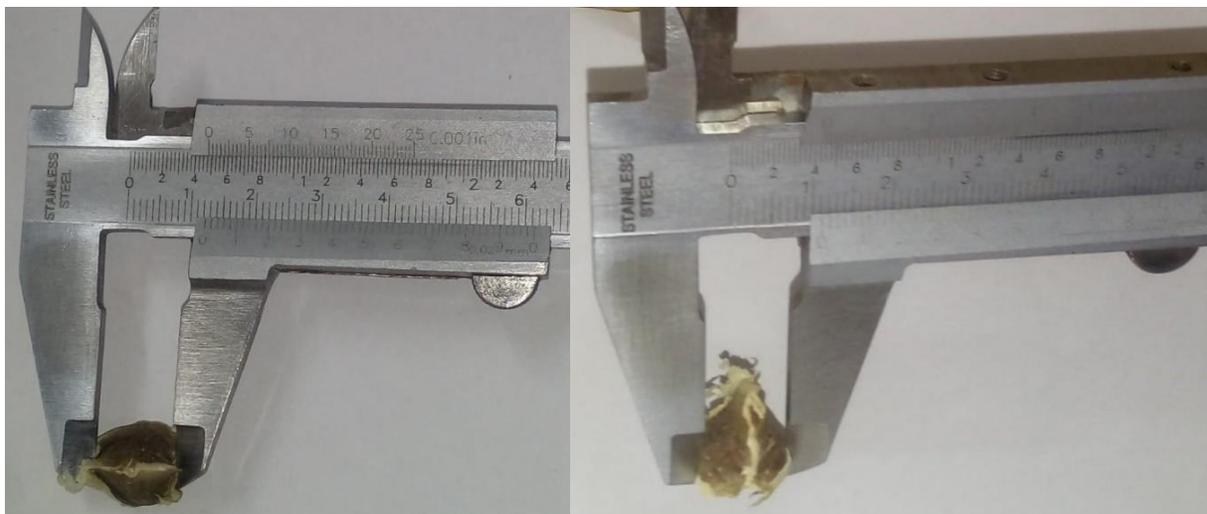


Figura 6. Largo y diámetro de semilla *M. oleifera* cv 'Honghe'

Fuente: propia

Número de semillas por kilogramo

Se tomaron 10 muestras de un kilogramo de semillas, las cuales fueron pesadas individualmente con una balanza electrónica e inmediatamente se procedía al conteo y registro del número de semillas por cada kilogramo.

4.5 Análisis de los datos

La información se analizó aplicando estadística descriptiva, se calculó la media aritmética y desviación estándar a los datos recolectados de semillas y frutos. Adicionalmente se utilizaron gráficos de líneas pertenecientes al programa de cómputo Microsoft Excel 2010.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Tasa de sobrevivencia de *M. oleifera* cv ‘Honghe’

La tasa de sobrevivencia según Alba Landa, Aparicio, Zitácuaro, y Ramírez (2005), es una expresión de las características particulares y ambientales que se dan en el sitio donde se establece la plantación.

En el caso de plantaciones la sobrevivencia se determina por lo general durante el primer año de su establecimiento a fin de determinar la proporción de plantas vivas, las cuales han estado expuesta a daños por factores bióticos o abióticos Medina, García, Clavero, y Iglesias (2007).

M. oleifera cv ‘Honghe’, tuvo una tasa de sobrevivencia de (91.66%) que se considera como muy buena según la clasificación para plantaciones forestales definida por Centeno (1993), ya que se encuentra en el rango de 80 – 100 %.

Esta tasa de sobrevivencia (91.66%) refleja un adecuado potencial de adaptación a las condiciones ambientales del sitio (temperatura y precipitación) que le fueron favorables para que se estableciera de manera efectiva y al buen manejo técnico realizado en la plantación ya que según Sigala, Sosa, Martínez, y Albarrán (2012), la sobrevivencia de una plantación depende tanto de factores climáticos como factores técnicos siendo estos últimos el manejo post plantación.

La tasa de sobrevivencia encontrada está dentro del rango de sobrevivencia reportados por Pascua (2014) de 90 a 100% para cuatro procedencias de *Moringa* (Paraguay, Isla Zapatera, Perú y PKM1) y es superior a las tasas de sobrevivencia obtenidas por Narváez (2014), Martínez y Alemán (2016) y González (2017) de 68.47%, 63.6% y 80%, respectivamente.

La tasa de sobrevivencia depende también de la calidad de las plántulas que se utilicen para el trasplante, ya que las particularidades morfológicas y fisiológicas con que se producen, permiten que se adapten al sitio de plantación (Wilson y Jacobs 2006; Landis, Dumroese, y Haase, 2010), bajo las condiciones ecológicas y edafológicas del lugar donde se establece (Ramírez y Rodríguez, 2004; Bernaola, Pimienta, Gutiérrez, Ordaz, y Alejo 2015), esto también repercute en el crecimiento inicial de las plantas Orozco, Muñoz, Rueda, y Sígala (2010); no obstante, la tasa de sobrevivencia depende también, del origen genético de la semilla, que tiene implicaciones en su adaptación (Landis *et al.* 2010; Burney, Aldrete, Alvarez, y Prieto 2015).

5.2 Altura de las plantas evaluadas de *M. oleifera* cv 'Honghe'

La dinámica del comportamiento en altura promedio de las plantas de *M. oleifera* cv 'Honghe', se puede observar en la figura (7), el crecimiento en altura fue progresivo durante todas las fechas de evaluaciones.

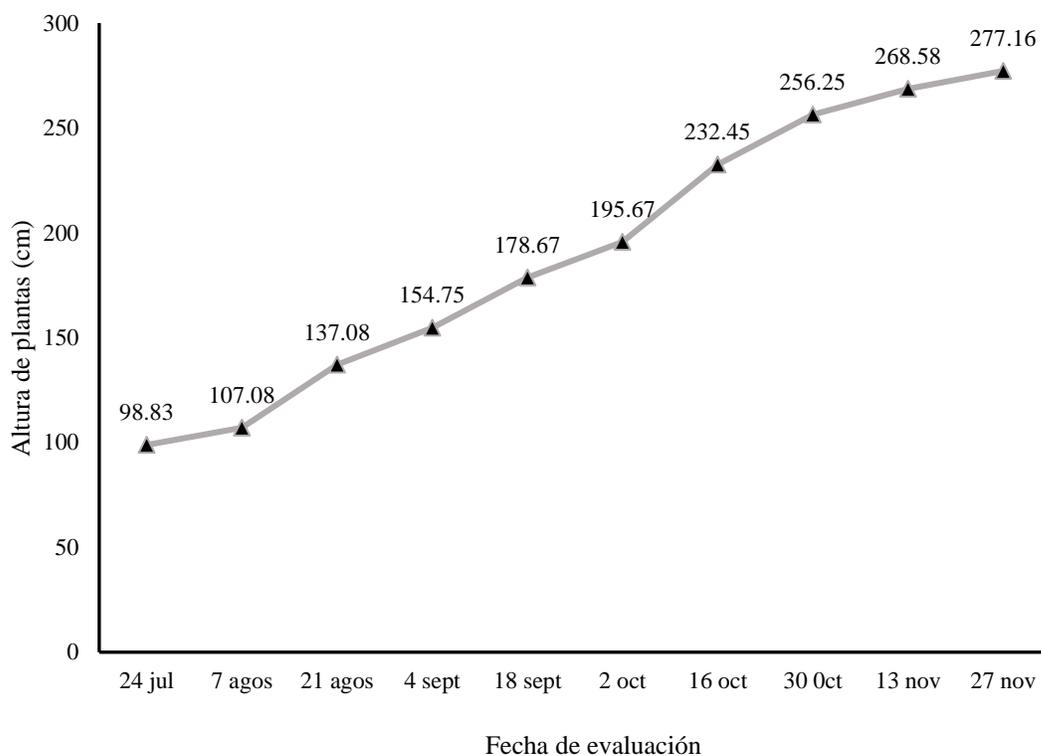


Figura 7. Comportamiento de la altura de plantas de *M. oleifera* cv 'Honghe' en la etapa de establecimiento en plantación para producción de semillas

Este comportamiento del crecimiento en altura de *M. oleifera* cv 'Honghe', se relaciona a lo expresado por Medina *et al.* (2007), en relación a que la especie *M. oleifera* presenta un rápido crecimiento progresivo desde etapas iniciales debido a su sistema radicular, que le permite una mejor absorción de agua y nutrientes.

La altura promedio de las plantas de *M. Oleifera* cv 'Honghe' a los cinco meses de establecida en el campo fue de 277.16 cm, (Figura 7 y 8), está dentro del rango de alturas de plantas de *M. oleifera* (180 a 360 cm) encontrado por Parrotta (1993), después de los cinco meses de establecidas en campo y es superior a la altura (211 cm) reportada por Toral y Iglesias (2012)

para plantas de *M. oleifera* con edades entre siete y 14 meses e inferior a la altura obtenida por Folkard y Sutherland (1996) en Kenia en plantas de *M. oleifera*, de cuatro metros a los cuatro meses de establecidas en el campo.



Figura 8. Altura de plantas de *M. oleifera* cv 'Honghe'

Fuente: propia

Estas diferencias podrían explicarse, por los diferentes orígenes geográficos y ambientales de los cultivares o procedencias que determinan la variación fenotípica, lo que incluye la variabilidad genética y la influencia del medio ambiente, el cual trae consigo respuestas en crecimiento y desarrollo disimiles cuando se desplazan a un ambiente diferente a su lugar de origen (Pascua, 2014).

5.3 Comportamiento del diámetro basal de plantas de *M. oleifera* cv 'Honghe'

Según Sáenz, Villaseñor, Muñoz, Rueda y Prieto (2010), el diámetro basal del tallo es considerado como el mejor predictor individual de crecimiento y supervivencia en campo, este mismo es buen indicador del comportamiento de la altura y ambos precisan la producción de biomasa de la parte aérea. En la figura 9, puede observarse el comportamiento del diámetro basal de las plantas de *M. oleifera* cv 'Honghe', el cual muestra un incremento progresivo alcanzando un valor de 5.13 cm a los cinco meses de edad.

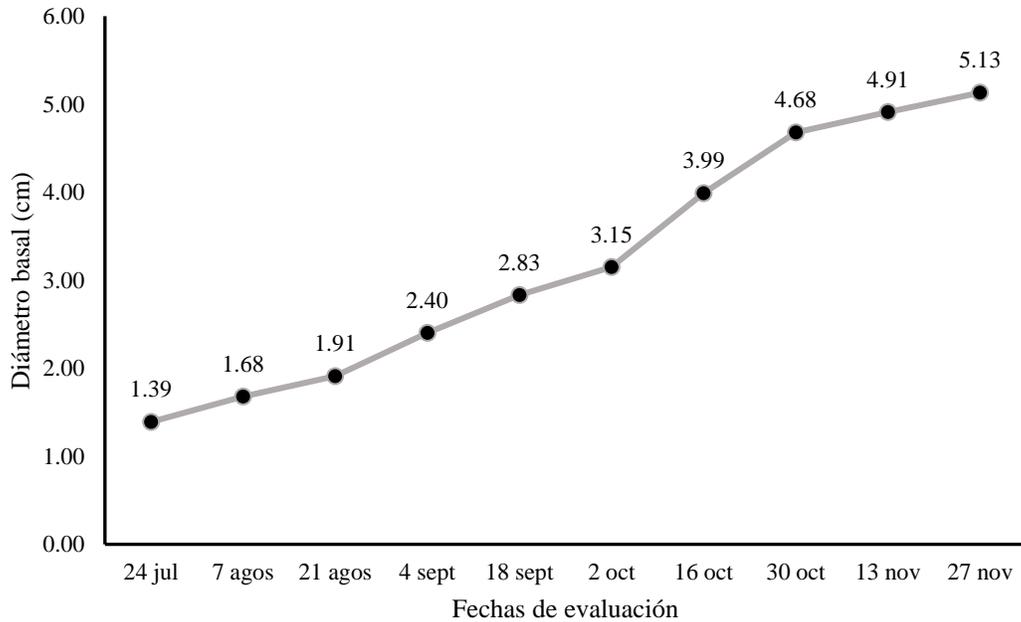


Figura 9. Comportamiento del diámetro basal de plantas de *M. oleifera* cv 'Honghe' en la etapa de establecimiento en plantación para producción de semillas

El diámetro basal de 5.13 cm a los cinco meses de edad de *M. oleifera* cv 'Honghe', es superior a lo reportado por Pascua (2014), que en cuatro procedencias de *M. oleifera* (Perú, Paraguay, PKM1 e Isla Zapatera) obtuvo diámetros basales entre 1.09 y 3.32 cm a los siete meses de edad.

Por otro lado, Narváez (2014) y Muños y Juárez (2016) reportan valores de diámetro basal para plantas de *M. oleifera* entre 2.8 y 3.51 cm a los seis meses de edad inferiores al valor encontrado en el presente estudio.

El buen comportamiento de *M. oleifera* cv 'Honghe' en diámetro basal de las plantas puede ser una expresión de una alta adaptación y su buen potencial genético. Reyes *et al.* (2014), indican que el clima de una región influye significativamente en el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas. Por ende, se podría aseverar que las condiciones ambientales presentadas en el sitio de establecimiento de la plantación son adecuadas para la reproducción de este nuevo material genético.

5.4 Número de hojas promedio en plantas de *M. oleifera* cv ‘Honghe’ en la etapa de establecimiento

El número de hojas por plantas *M. oleifera* cv ‘Honghe’, según fecha de evaluación se muestra en la figura 10. El número mayor de hojas por plantas es de (51) en la última evaluación. Se observa un incremento leve en el número de hojas entre el 24 de julio y el cuatro de agosto, debido a un efecto de la canícula que se caracteriza por un decrecimiento en las precipitaciones y a la misma adaptación de las plantas a las condiciones ambientales del lugar.

Luego, hay un incremento acelerado en el número de hojas entre el 18 de septiembre y el 30 de octubre probablemente como una respuesta del cultivar a las mayores precipitaciones registradas durante el mes de octubre, finalmente hay ligeros incrementos en el mes de noviembre producto de la finalización del periodo lluvioso.

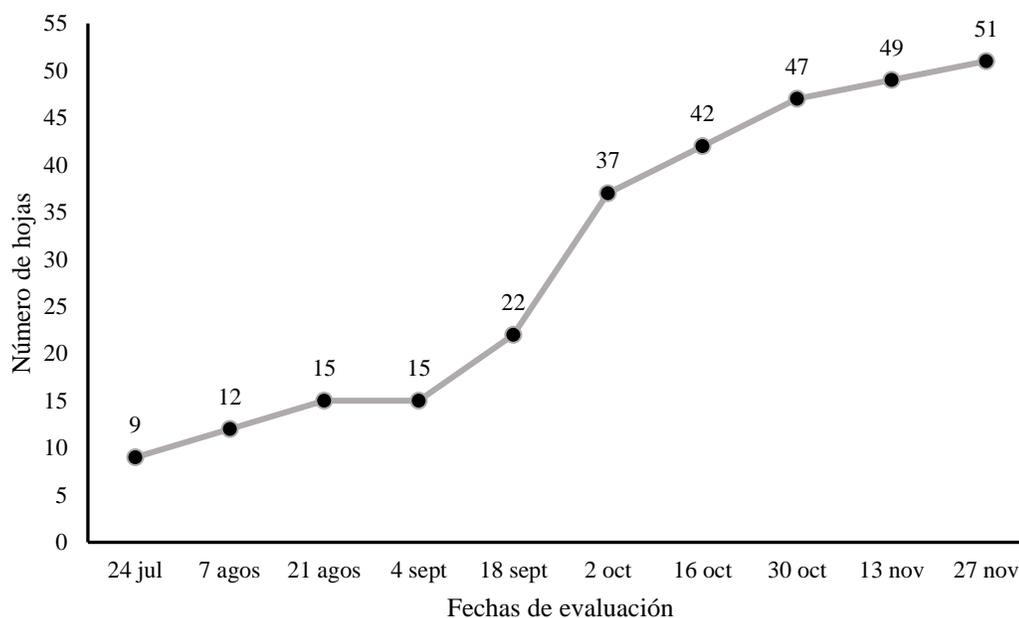


Figura 10. Número de hojas promedio en plantas de *M. oleifera* cv ‘Honghe’ en la etapa de establecimiento en plantación para producción de semillas

El número de hojas (51), es una respuesta fisiológica de buena adaptación de este nuevo material genético (*M. oleifera* cv ‘Honghe’) a las condiciones ambientales del sitio de establecimiento y según Padilla *et al.* (2017), esto es debido a que *M. oleifera* posee una gran plasticidad ecológica y es capaz de adaptarse a las más diversas condiciones edafoclimáticas.

5.5 Número promedio de ramas en plantas de *M. oleifera* cv ‘Honghe’

En la figura (11), se observa el inicio de la ramificación de los árboles de *M. oleifera* cv ‘Honghe’ la cual ocurrió el cuatro de septiembre a los 42 días posteriores al trasplante con una rama por planta, luego hay un incremento continuo hasta el 30 de octubre con siete ramas por planta, para luego estabilizarse durante el mes de noviembre. Estos valores son inferiores a los presentados por Ledea, Rosell, Benítez, y Arias (2018) entre 10 y 16 ramas por plantas de *Moringa* a diferentes distancias de siembra, pero en plantas con dos años y medio de edad.

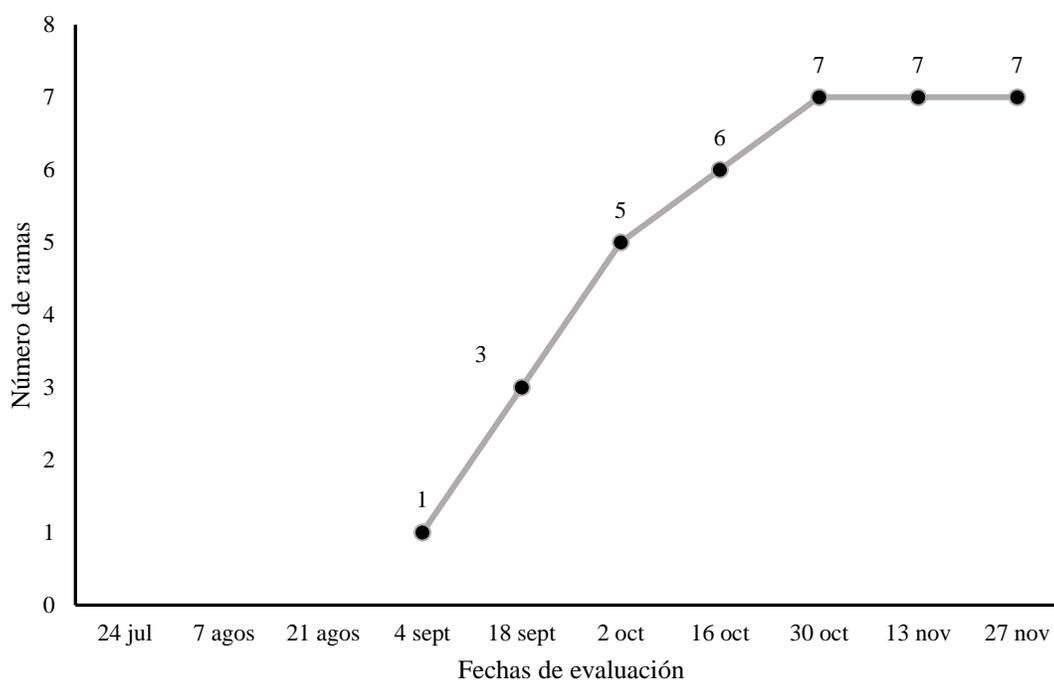


Figura 11. Número de ramas en plantas de *M. oleifera* cv ‘Honghe’ en la etapa de establecimiento en plantaciones para producción de semillas

El mayor número de ramas el 30 de octubre y su estabilidad en las fechas posteriores, es un indicador de que las plantas de *M. oleifera* cv ‘Honghe’ están alcanzando su madurez aproximadamente a los cinco meses posteriores al trasplante, coincidiendo con lo expresado por Alfaro y Martínez (2008) donde mencionan que las plantas de *M. oleifera* por su rápida adaptación y crecimiento inician su etapa de madurez antes de los nueve meses de edad.

5.6 Inicio y proporción de plantas en floración de *M. oleifera* cv ‘Honghe’

M.oleifera cv ‘Honghe’ inició floración el 21 de agosto (figura 12), a los 28 días posteriores al trasplante, alcanzando el 67% de las plantas en floración a inicios del mes de octubre, sin embargo, a partir del 16 de octubre se observa una disminución de plantas en floración producto de los fuertes vientos registrados en el país durante este período, que provocaron la caída de flores. Posteriormente, hay un incremento de la proporción de plantas en floración hasta obtener un 100% el 21 de noviembre, a los cinco meses de establecidas en el campo.

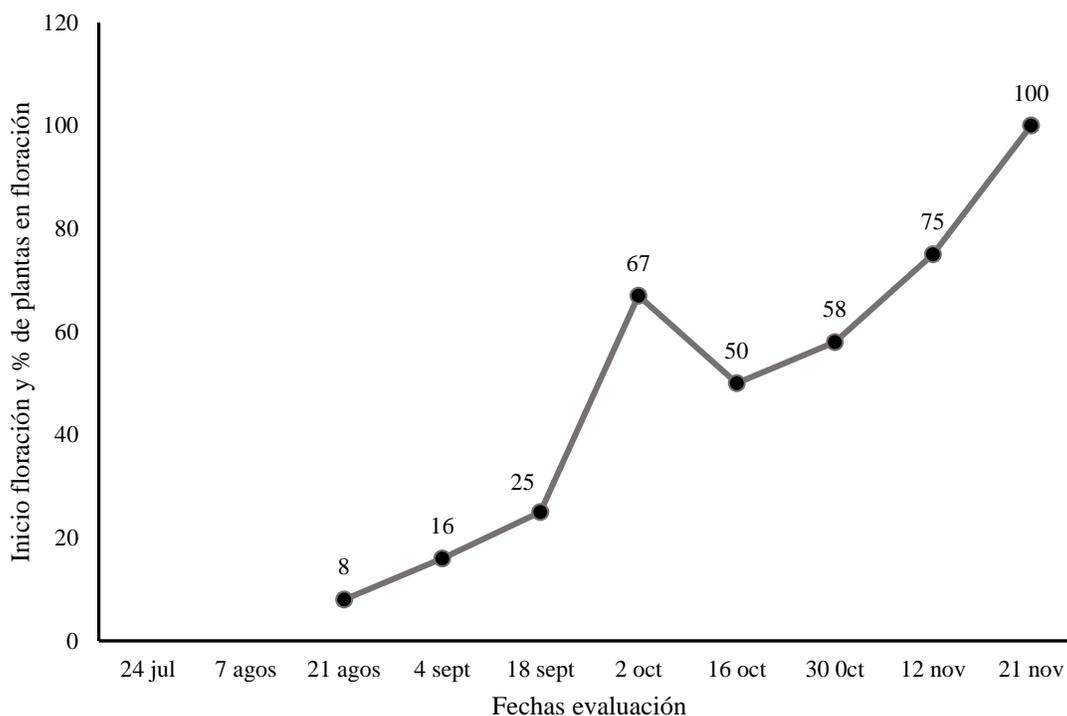


Figura 12. Inicio de floración y proporción de plantas (%) en floración de *M. oleifera* cv ‘Honghe’ en la etapa de establecimiento inicial

Según Parrotta, (1993), la floración de *M. oleifera* inicia floración frecuentemente a los seis meses de establecidas las plantas en el campo y algunas hasta el primer año de edad, lo que muestra que *M. oleifera* cv ‘Honghe’ es un cultivar precoz que inicia floración a edades más tempranas, al mes de establecida en el campo y antes del primer año de edad.



Figura 13. Inicio de floración en plantas de *M. oleifera* cv 'Honghe'

Fuente: propia

Arias (2014), afirma que la floración de *M. oleifera* suele coincidir con la aparición de nuevas hojas. Lo cual se confirma en el cultivar 'Honghe', como puede observarse en la figura (10) hay un incremento continuo del número de hojas a partir del 2 de octubre, coincidiendo precisamente con el aumento en la proporción de plantas en floración (figura 12).

Por su parte, Alfaro y Martínez (2008), reportan que el periodo de floración de *M. oleifera* inicia en agosto y que la mejor época de floración se observa en los meses de septiembre a noviembre, lo cual concuerda con lo encontrado en el presente estudio con *M. oleifera* cv 'Honghe'.

La proporción de plantas en floración de *M. oleifera* cv 'Honghe' es superior (100%) y a edades más tempranas (cinco meses de establecidas en el campo) que los valores reportados González (2017) de 51-75% a los ocho meses de edad y de Valdés, Palacios, Ruíz, y Pérez (2014) de 50% de plantas en floración de *M. oleifera* a los 11 meses de edad.

No obstante, es importante destacar que según Palada y Chang (2003) existen gran variación en la floración de *M. oleifera* influenciado por la variedad y las condiciones ambientales de la localidad donde son establecidas.

M. oleifera cv 'Honghe' inició fructificación el nueve de diciembre, a los cinco meses y medio de establecidos en el campo, logrando una proporción del 100% de plantas con frutos en el mes

de enero con siete meses de establecidas en el campo, de lo cual se puede inferir que es un cultivar muy precoz y de rápido crecimiento.

Estos resultados con *M. oleifera* cv ‘Honghe’ son superiores a los reportados por Valdés *et al.* (2014) del 19% de plantas con frutos al año de edad, y fructificación en el 50% de las plantas a los 16 meses de edad.

5.7 Características físicas del fruto de *M. oleifera* cv ‘Honghe’

En el cuadro 2 se presentan las características físicas del fruto de *M. oleifera* cv ‘Honghe’.

Cuadro 2 . Características físicas del fruto de *M. oleifera* cv ‘Honghe’

| | N | Media | DE | Mínimo | Máximo |
|------------------------------------|-----|-------|-------|--------|--------|
| Número frutos por árbol | 12 | 65 | 27.11 | 29 | 113 |
| Longitud del fruto (cm) | 500 | 52.83 | 5.22 | 40 | 69 |
| Diámetro superior del fruto (cm) | 500 | 0.88 | 0.24 | 0.70 | 2.00 |
| Diámetro ecuatorial del fruto (cm) | 500 | 1.93 | 0.38 | 1.25 | 3.00 |
| Diámetro inferior del fruto (cm) | 500 | 0.59 | 0.22 | 0.10 | 1.50 |
| Número semillas por fruto | 500 | 21 | 3.84 | 14 | 33 |

DE: Desviación estándar

Fuente: propia

Según Foidl, Mayorga y Vásquez (2003) el fruto de *M.oleifera*, es una cápsula trilobulada dehiscente, de color castaño oscuro cuando está madura, alargada y con surcos longitudinales. Este nuevo cultivar presenta una longitud promedio de 52.83 cm, con mayor diámetro en la parte central del fruto (1.93 cm) y 21 semillas por fruto.

El número de frutos promedio por árbol de *M. oleifera* cv ‘Honghe’ en su primera cosecha es de 65, similar al valor reportado por González (2017) de 64 frutos para la mejor progenie 7P evaluada en su trabajo.

La longitud promedio del fruto de *M. oleifera* cv ‘Honghe’ fue de 52.83 cm, superior a los valores reportados por Parrotta (1993) entre 20 y 45 cm, a los de Ramos, Silva, Vitti, y Silva (2010) de 28.5 cm, Murrieta (2014) de 38 cm, González (2017) de 34 cm, García y Mora (2017) de 40.2 cm y López, Pazos, Rivero, Crespo, y Vargas (2018) de 32.8 cm Y Ledea *et al.* (2018),

con longitud de frutos de 46.8, 43.4, 43.2 y 28.6 para las variedades Supergenio, Nicaragua, Plain y Criolla, respectivamente.



Figura 14. Longitud del fruto de *M. oleifera* cv 'Honghe'

Fuente: propia

El diámetro ecuatorial promedio del fruto de *M. oleifera* cv 'Honghe' fue de 1.93 cm, (cuadro 2, figura 15), valores similares reportan González (2017) que evaluando siete progenies encontró valores entre 1.60 a 2.00 cm, García y Mora (2017) entre 1.92 y 2.00 cm y López *et al* (2018) de 1.96 cm, e inferior al valor encontrado por Ramos *et al.* (2010) de 2.21 cm.



Figura 15. Diámetro ecuatorial del fruto de *M. oleifera* cv 'Honghe'

Fuente: propia

El diámetro superior e inferior del fruto de *M. oleifera* cv 'Honghe' fue de 0.88 y 0.59 cm, valores inferiores a los reportados por García y Mora (2017) de 0.99 y 0.93 cm, para diámetro superior e inferior de frutos de *M. oleifera*, respectivamente.

M. oleifera cv 'Honghe' presenta un promedio de 21 semillas por fruto, dentro del rango de 12 a 25 semillas por fruto reportado por Murrieta (2014), similar al valor encontrado por González (2017) de 20 semillas promedio por frutos y superior a los valores encontrados por Ramos *et al.* (2010) de 12 semillas por fruto, García y Mora (2017) entre 17 y 20 semillas por fruto y López *et al.* (2018) 17 semillas por fruto.

5.8 Características físicas de la semilla de *M. oleifera* cv 'Honghe'

Es importante mencionar que las características físicas de semillas nos brindan información genética confiable de determinada especie y además son uno de los pasos fundamentales para la mejora y reproducción de materiales con mejor potencial genético de producción.

En el cuadro 3 se presentan las características físicas de la semilla de *M. oleifera* cv 'Honghe'

Cuadro 3. Características físicas de la semilla de *M. oleifera* cv ‘Honghe’

| | N | Media | DE | Mínimo | Máximo |
|---------------------------|----------|--------------|-----------|---------------|---------------|
| Peso semilla (g) | 3000 | 0.3366 | 0.0639 | 0.2458 | 0.7401 |
| Largo semilla (mm) | 3000 | 11.38 | 1.35 | 7.01 | 15.11 |
| Diámetro semilla (mm) | 3000 | 10.26 | 0.99 | 7.03 | 14.40 |
| Numero de semillas por kg | 10 | 3002.00 | 29.70 | 2967.00 | 3063.00 |

DE: Desviación estándar

Fuente: propia

El peso promedio de cada semilla de *M. oleifera* cv ‘Honghe’ fue de 0.34 ± 0.06 g dato superior a los reportados por Parrotta (1993) de 0.325 g, Espíndola, (2007) de 0.30 g, Ramos *et al.* (2010) de 0.19 g, Xavier, Guedes, y Pereira (2014) de 0.222 g y López *et al.* (2018) de 0.28 ± 0.05 g y dentro del rango reportado por García y Mora (2017) entre 0.25 y 0.35 g.

La semilla de *M. oleifera* cv ‘Honghe’ tiene 11.38 ± 1.35 mm de longitud y 10.26 ± 0.99 mm de diámetro, similares a los valores encontrados por López *et al.* (2018) de 11.6 mm de longitud y 10.9 mm de diámetro y superiores a los reportados por Ramos *et al.* (2010) 10.37 mm de longitud y 10.01 mm de diámetro.

En cuanto al número de semilla de *M. oleifera* cv ‘Honghe’ por kilogramo de peso fue de 3002 ± 30 , este valor es menor que el reportado por Parrotta (1993) de 3984 semillas por kilogramo y López *et al.* (2018) de 3080 a 3230 semillas por kilogramo, de donde podemos inferir que la semilla del cultivar ‘Honghe’ es más pesada.

Las diferencias encontradas entre las características físicas de las semillas de *M. oleifera* según Vilcatoma, Gutiérrez, García, Andrade, y Custódio, (2017) pueden estar relacionada a la variabilidad morfométrica que una determinada población presenta en función de la calidad genética que esta posee y su respuesta a factores ambientales.

VI. CONCLUSIONES

- *Moringa oleifera* cv 'Honghe' tiene una tasa de sobrevivencia (91.66%), altura de planta (277.16 cm) y diámetro basal (5.13 cm) superior al de otras procedencias evaluadas en Nicaragua. El diámetro basal se considera el mejor predictor individual de crecimiento y supervivencia en campo de una planta
- El número de hojas (51) y número de ramas (siete) nos indican una respuesta fisiológica de buena adaptación de este nuevo material genético (*M. oleifera* cv 'Honghe') a las condiciones ambientales del sitio de establecimiento
- El cultivar 'Honghe' inicia floración a los tres meses de edad, logrando un 100% de floración a los cinco meses de establecidas en campo se puede inferir que es un cultivar muy precoz y de rápido crecimiento, en comparación con otras procedencias y cultivares evaluados por otros autores.
- *M. oleifera* cv 'Honghe' inicia fructificación a los cinco meses y medio de establecidos en el campo, alcanzando el 100% de plantas con frutos con siete meses de establecidas en el campo siendo un cultivar muy precoz.
- La longitud del fruto (52.83 cm), el número de semillas por fruto (21), el peso promedio de cada semilla (0.34 ± 0.06 g) fue superior al de otras procedencias y variedades evaluadas por otros autores
- El diámetro ecuatorial del fruto (1.93 cm), la longitud (11.38 ± 1.35 mm) y diámetro (10.26 ± 0.99 mm) de la semilla de *M. oleifera* cv 'Honghe' fueron similares a los valores reportados para otras procedencias y variedades evaluadas por otros autores
- El número de semillas de *M. oleifera* cv 'Honghe' por kilogramo de peso fue de 3002 ± 30 , menor que el reportado por otros autores, de donde se puede inferir que la semilla del cultivar 'Honghe' es más pesada.

RECOMENDACIONES

Según el comportamiento de la plantación en el establecimiento inicial de *M. oleifera* cv 'Honghe' en relación a las características evaluadas consideramos que este cultivar es un material genético promisorio, recomendamos, continuar las evaluaciones con mayor número de plantas y seleccionar semillas de los mejores árboles para incluirlo en los planes de desarrollo de dicho cultivo.

Además, evaluar su comportamiento en vivero para el establecimiento de plantaciones para producción de semilla y la siembra directa para conocer su potencial forrajero y el valor nutritivo del follaje.

VII. LITERATURA CITADA

- Alba Landa, J., Aparicio Rentería, A., Zitácuaro Contreras, F. H., y Ramírez García, E. O. (2005). Establecimiento de un ensayo de progenie de pinus oaxacana mirov en los molinos, municipio de Perote, Veracruz. Recuperado de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:RgnYmEsWLokJ:https://www.redalyc.org/pdf/497/49770205.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ni&client=firefox-b-d>
- Alfaro, N., & Martínez, W. (2008). Uso potencial de la *M. oleifera* para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados. Recuperado de <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=alfaro+y+martinez+uso+potencial+de+moringa+2008>
- Arias, C. (2014). Estudio de las posibles zonas de introducción de la *M.oleifera* lam. en la península ibérica, islas baleares e isla canarias. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEWjb1JLQ6qTpAhWIVt8KHWdPCs0QFjAAegQIARAB&url=http%3A%2F%2Foa.upm.es%2F23094%2F1%2FFPFCARIAS_SABIN.pdf&usq=AOvVaw1DFZ39aQXAnkLOCTW3vtzx
- Bernaola Paucar, R. M., Pimienta Barrios, E., Gutiérrez González, P., Ordaz Chaparro, V. M., y Alejo, S. G. (marzo de 2015). Efecto del volumen del contenedor en la calidad y supervivencia de *Pinus hartwegii* Lindl. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(28), 174-187
- Burney, O. T., Aldrete, A., Álvarez Reyes, R., y Prieto Ruiz, J. Á. (2015). Mexico Addressing Challenges to Reforestation. doi: 10.5849/jof.14-007
- Centeno, M. (1993). *Inventario Nacional de plantaciones forestales en nicaragua* . (trabajo de diploma). Universidad Nacional Agraria , Nicaragua
- Enciclopedia Cubana en la red. (2019). género *Moringa*. Recuperado de <https://www.ecured.cu/Moringa>
- Espíndola, E. (2007). Adaptación de la Moringa en la zona de Galán Santander. Recuperado de [ebcache.googleusercontent.com/search?q=cache:4krH1aKKToJ:www.acmor.org.mx/cuamweb/reportescongreso/2017/resumen/La%2520Moringa%2520Purificador%2520Natural%2520de%2520Agua.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ni&client=firefox-b-d](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:4krH1aKKToJ:www.acmor.org.mx/cuamweb/reportescongreso/2017/resumen/La%2520Moringa%2520Purificador%2520Natural%2520de%2520Agua.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ni&client=firefox-b-d)
- Falasca, S., y Bernabé, A. M. (2008). Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de *M.oleifera* en argentina. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/1ae0/b755b03fe699b7f11c2b44a920cec97c57b7.pdf>
- Foidl, N., Mayorga, L., y Vásquez, W. (2003). Utilización del *marango* (*M.oleifera*) como forraje fresco para ganado. Recuperado de <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/foidl16.htm>
- Folkard, G., y Sutherland, J. (1996). *M.oleifera* un árbol con enormes potencialidades. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-x6324s.pdf>

- García Rodríguez, J., y Mora Cuadrado, R. A. (2017). Características físicas, capacidad de germinación y crecimiento en vivero de la *M.oleifera* Lam, bajo cuatro sustratos en el municipio de Turbo. Recuperado de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/13840>
- González, H. M. (2017). *Evaluación del comportamiento de siete progenies de M.oleifera Lam.* (Tesis para optar al Título en Maestro en Ciencia en Manejo y Conservación de los Recursos Natural Renovables). Univeridad Nacional Agraria, Nicaragua
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo y Ministerio Agropecuario y Forestal. (2013). *IV Censo Nacional Agropecuario.* Recuperdo de <https://www.mag.gob.ni/documents/Publicaciones/CENAGRO/Managua.pdf>
- Instituto Nacional De Tecnología Agropecuaria. (2020). Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias “CNIA”- Managua. Recuperado de <https://inta.gob.ni/centros/cnia/>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2019). Clima de nicaragua. Recuperado de <https://www.ineter.gob.ni/met.html>
- Landis, T. D., Dumroese, R. K., y Haase, D. L. (2010). Manual de vivero de árboles en contenedor: Volumen 7, Procesamiento, almacenamiento y plantación de plántulas. Recuperado de <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/35195>
- Ledeá Rodríguez, J. L., Rosell Alonso, G., Benítez Jiménez, D. G., y Arias Pérez, R. C. (2018). Producción de semillas de variedades de *M.oleifera* Lam en el Valle del Cauto. doi:<https://doi.org/10.15517/ma.v29i2.29545>
- López, L. M., y Tercero, L. R. (2016). *Evaluación de cuatro procedencias de Marango (M.oleifera)* en la fase de vivero y plantación. (trabajo de graduación para optar al titulo de ingeniería forestal). Universidad Naccional Agraria., Nicaragua
- López, S. E., Pazos, A., Rivero, G., Crespo, J. P., y Vargas, C. (2018). Morfometría de fruto y semilla de *M.oleifera* Lam. :DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/sciendo.2018.020>
- Martínez, I. D., Y Alemán, S. F. (2016). *Evaluación del establecimiento de tres procedencias de M.oleifera Lam.* (Tesis para optar al titulo de Ingeniero Forestal). Universidad Nacional Agraria, Nicaragua
- Medina, M., García, D. E., Clavero, T., Y Iglesias, J. (2007). Estudio comparativo de *M.oleifera* y leucaena durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. Recuperado de https://www.academia.edu/6400864/Estudio_comparativo_de_Moringa_oleifera_y_Leucaena_leucocephala_durante_la_germinaci%C3%B3n_y_la_etapa_inicial_de_creimiento
- Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales y Instituto Nacional Forestal. (2002). Guía de Especies Forestales de Nicaragua. Recuperado de <https://www.google.com/search?client=firefox-d&q=MARENA+%2F+INAFORGU%2C+3%ADa+de+Especies+Forestales+de+Nicaragua%2F+Orgut+Consulting+AB1a+Ed.+Managua%2C+Nicaragua%2C+Editora+de+Arte%2C+S.A.Junio%2C+2002>
- Muños, E. M., Y Juárez, D. M. (2016). *Producción de forraje de dos especies Marango (M.oleifera Lam.) y Leucaena (Leucaena leucocephala Lam.).* (Tesis para optar al titulo de Ingeniero forestal). Universidad Nacional Agraria, Nicaragua

- Murrieta Ruiz, M. J. (2014). *Determinación de la altura optima de poda del cultivo de Marango (M.oleifera) con fines de producción en la zona de Babahoyo.* (Tesis de grado). Universidad Tecnica de Babahoyo, Ecuador
- Narváez, O. J. (2014). *Establecimiento y manejo inicial en plantaciones de Marango.* (Trabajo de Graduación para optar al título de Ingeniero Forestal). Universidad Nacional Agraria, Nicaragua
- Olson, M. E., Y Fahey, J. W. ((Diciembre) de (2011)). *M.oleifera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas.* *scielo*, 82(4). Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S187034532011000400001
- Orozco Gutiérrez, G., Muñoz Flores, H. J., Rueda Sánchez, A., Y Sígala Rodríguez, J. Á. (Julio de 2010). Diagnóstico de la calidad de planta en los viveros de Colima. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 1(2), 135-146
- Padilla, C., Valenciaga, N., Crespo, G., González, D., Y Rodríguez, I. (2017). Requerimientos agronómicos de *M.oleifera* (Lam.) en sistemas ganaderos. Recuperado de <http://www.lrrd.org/lrrd29/11/idal29218.html>
- Palada, M., Y Chang, L. (2003). Práctica cultural sugerida para *Moringa*. Recuperado de http://miracletrees.org/moringa-doc/moringa_suggested_ways_of_cultivation.pdf
- Parrotta, J. A. (1993). *M.oleifera* Lam. Recuperado de <http://www.moringanews.org/documents/reviewspanish.pdf>
- Pascua, K. P. (2014). *Ensayo de cuatro procedencias de Marango (Moringa oleifera).* (Tesis para optar al título de Ingeniera forestal). Universidad Nacional Agraria, Nicaragua
- Pérez, A., Sánchez, T., Armengol, N., Y Reyes, F. (2010). Características y potencialidades de *M.oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. Recuperado de <https://go.gale.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA448339887&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=08640394&p=IFME&sw=w>
- Prince, M. L. (2000). El arbol de *moringa*. Recuperado de <http://www.pkdiet.com/pdf/food/drumstick/Moringa1.PDF>
- Programa Socio Ambiental Forestal y Ministerio Del Ambiente Y Los Recursos Naturales. (2007). *Establecimiento y manejo de plantaciones forestales.* Managua, Nicaragua
- Ramírez Contreras, A., Y Rodríguez Trejo, D. A. (2004). Efecto de calidad de planta, exposición y micrositio en una plantación de *Quercus rugosa*. Recuperado de ebcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6K51MwgO8YJ:www.redalyc.org/pdf/629/62910101.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ni&client=firefox-b-d
- Ramos, L. M., Silva, R., Vitti, F., Y Silva, R. (2010). Morfología de frutos y semillas y Morfología de plántulas de *Moringa*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6294707.pdf>
- Reyes, N., Y Mendieta, B. (2017). Guia para el establecimiento y cultivo del marango (*M.oleifera*). Recuperado de <https://repositorio.una.edu.ni/3585/>

- Reyes, N., Talavera, T., Y Sediles, A. (2014). *Marango* cultivo y utilización en la alimentación animal. Recuperado de http://www.underutilized-species.org/Documents/PUBLICATIONS/marango_manual_lr.pdf
- Sáenz, J., Villaseñor, F., Muñoz, H., Rueda, A., Y Prieto, J. (2010). Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Recuperado de <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1289/CALIDAD%20DE%20PLANTA%20EN%20VIVEROS%20FORESTALES%20DE%20CLIMA%20TEMPLADO%20EN%20MICHOACAN.pdf?sequence=1>
- Sánchez Buitrago, J. A., Y Silva Herrera, L. J. (2008). estudio silvicultural de la especie *sapindus saponaria* l. (jaboncillo) como base para su aprovechamiento silvoindustrial. *scielo*, *11*(1). Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392008000100005
- Sigala, J. A., Sosa, G., Martínez, M, Y Albarrán, D. (2012). influencia de la calidad de planta en la supervivencia y crecimiento de plantaciones forestales en chihuahua. mexico. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/274899764_influencia_de_la_calidad_de_planta_en_la_supervivencia_y_crecimiento_de_plantaciones_forestales_en_chihuahua
- Toral, O., Y Iglesias, J. (2012). Evaluación de accesiones de árboles y arbustos forrajeros durante el período de establecimiento. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v35n1/pyf02112.pdf>
- Valdés, O., Palacios, O., Ruíz, R., Y Pérez, A. (2014). Potencial de la asociación *Moringa* y *Ricinus* en el subtropico veracruzano. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/267270808_Potencial_de_la_asociacion_Moringa_y_Ricinus_en_el_subtropico_veracruzano_Moringa_and_Ricinus_association_potential_in_the_sub-tropics_of_Veracruz
- Vilcatoma, C., Gutierrez, E. A., Garcia, A., Andrade, R., Y Custódio, E. (Agosto de 2017). Biometría de hojas, frutos y semillas de Mabelo. *La plata*, *116*(2), 179-185
- Wilson, B. C., Y Jacobs, D. F. (2006). DF Evaluación de la calidad de las plántulas de madera dura de hoja caduca de la zona templada. doi:https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=es&prev=search&pto=aue&rurl=translate.google.com&sl=en&sp=nmt4&u=https://doi.org/10.1007/s11056-005-0878-8&usg=ALkJrhgysnPZ_Duoj02fMu9l39NmsQ0VKA
- Xavier, G. L., Guedes, A. L., Y Pereira, M. D. (2014). Análisis de las características morfológicas de semillas de Aceite de *Moringa* Lam. doi:DOI: <http://dx.doi.org/10.12702/VIII.SimposFloresta.2014.177-616-1>