



**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

Trabajo de Graduación

**Evaluación del comportamiento de siete
progenies de *Moringa oleífera* Lam, en
condiciones de plantación en la finca
Santa Rosa Universidad Nacional Agraria,
Managua, Nicaragua**

Autor

Ing. Heyddy Marbelly González Luna

Asesores

Dr. Benigno González

Dr. Nadir Reyes

Managua, Nicaragua

Diciembre, 2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AGRARIA**

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

**Tesis para optar al Título en Maestro en Ciencia en Manejo y
Conservación de los Recursos Natural Renovables**

**Evaluación del comportamiento de siete progenies de *Moringa oleifera*
Lam, en condiciones de plantación en la finca Santa Rosa, Universidad
Nacional Agraria, Nicaragua**

Autor

Ing. Heyddy Marbelly González Luna

Asesores

Dr. Benigno González

Dr. Nadir Reyes

Managua, Nicaragua

Diciembre, 2017

INDICE GENERAL

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iii
INDICE DE ANEXOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivo Específico	2
III. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3.1. Ubicación del sitio	3
3.2. Generalidades del sitio del ensayo	4
3.2.1. Clima	4
3.2.2. Suelo y Topografía	4
3.2.3. Descripción de la especie	4
3.2.4. Ensayos de Progenie	5
3.3. Diseño Metodológico	5
3.3.1. Etapa I: Planificación y Organización de la Investigación	7
3.3.2. Etapa II Establecimiento del ensayo	10
3.3.3. Etapa III Levantamiento de datos	11
3.3.4. Etapa IV Procesamiento y análisis de la información	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1. Germinación de las siete progenies de <i>Moringa oleifera</i> Lam evaluadas	17
4.2. Porcentaje de sobrevivencia de las siete progenies de <i>Moringa oleifera</i> evaluadas	18
4.3. Comportamiento de la altura de siete progenies de <i>Moringa oleifera</i> Lam evaluadas	19
4.4. Comportamiento de diámetro de siete progenies de <i>Moringa oleifera</i> Lam evaluadas	20

4.6.	Floración de las siete progenies de <i>Moringa oleifera</i> Lam evaluadas	23
4.7.	Fructificación de las siete progenies de <i>Moringa oleifera</i> Lam evaluadas	24
4.8.	Numero de frutos, longitud, diámetro de frutos y número de semillas de las siete progenies de <i>Moringa oleifera</i> Lam evaluadas	25
4.9.	Correlación de número, diámetro, longitud de fruto y número de semillas de los frutos de las siete progenies de <i>Moringa oleifera</i> Lam evaluadas	27
V.	CONCLUSIONES	29
VI.	RECOMENDACIONES	30
VII.	LITERATURA CITADA	31
	ANEXOS	36

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación primeramente a mi Dios por ser tan bueno y misericordioso conmigo por regalarme este trabajo, por guiarme en este camino difícil.

A mi amado esposo José Jesús Gutiérrez Rodríguez quien ha estado a mi lado dándome su apoyo, comprensión en todo tiempo, a mi madre la señora María Nunila Luna Méndez que con mucho esfuerzo me pudo sacar adelante como profesional, a mi papá Leandro González por sus oraciones, a mi hermana Elizabeth González por su apoyo, a mí querido y amado hijo mi retoñito Levy José Gutiérrez González que es mi inspiración para seguir superándome y a mi sobrino Leandro Mayorga González que me acompaña al trabajo de vez en cuando.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios quien me ha dado las fuerzas sabiduría, quien ha suplido mis necesidades y por su gracia he llegado hasta aquí, quiero agradecer al ingeniero Álvaro Noguera por facilitarme este trabajo de investigación, por el apoyo que siempre me brindó en todo este proceso; agradezco, a mis asesores los doctores Benigno González y Nadir Reyes.

Al maestro colega y amigo Ingeniero Andrés López por su apoyo incondicional y colaboración en la elaboración del documento, a mi amiga ya jubilada licenciada Martha Miriam Salgado quien estuvo en momentos difíciles, por sus consejos y apoyo, al licenciado Miguel Garmendia por su colaboración y aporte, a la Ingeniera Jael Cruz por su apoyo, a la Ingeniera Emelina Tapia quien ha sido mi consejera espiritual, muchas gracias por sus consejos y colaboración en el documento, a la licenciada Teresa Morales por sus consejos.

En general agradezco a todas las autoridades quienes me han dado la oportunidad de desarrollarme como profesional.

A todas aquellas personas que de una u otra forma tuvieron que ver en el desarrollo de este trabajo de investigación.

Gracias.

Dios los bendiga.

El principio de la Sabiduría es el temor a Jehová

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
1. Información geográfica y climática de la procedencia incluida en el ensayo de <i>Moringa oleifera</i> Lam, finca Santa Rosa 2015	10
2. Tipología de las procedencias, utilizadas para el establecimiento de las 7 progenies de <i>Moringa oleifera</i> Lam	10
3. Valoración de sobrevivencia de <i>Moringa oleifera</i> en plantación	12
4. Escala de Interpretación de Eventos Fenológicos 1996	14

INDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PAGINAS
1. Mapa de ubicación del área de estudio 2017.	4
2. Descripción de <i>Moringa oleifera</i> Lam	6
3. Proceso metodológico implementado para el estudio. De siete progenies de <i>Moringa oleifera</i> Lam, finca Santa Rosa, UNA. 2015.	7
4. Diseño del Ensayo de <i>M. oleifera</i> , finca Santa Rosa, UNA. 2015.	11
5. Toma de altura de <i>Moringa oleifera</i> Lam.	13
6. Toma de diámetro basal de <i>Moringa oleifera</i> Lam.	13
7. Floración y fructificación de <i>Moringa oleifera</i> Lam.	14
8. Comportamiento de germinación de siete procedencias de <i>Moringa oleifera</i> Lam en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2014-2015).	17
9. Comportamiento de la sobrevivencia de siete progenies de <i>Moringa oleifera</i> Lam en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2014-2015).	18
10. Comportamiento de la altura de siete progenies de <i>Moringa oleifera</i> Lam en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2014-2015).	19
11. Comportamiento del Diámetro de siete progenies de <i>Moringa oleifera</i> Lam en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2014-2015).	20

12.	Comportamiento de la floración de siete progenies de <i>Moringa oleifera</i> Lam en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2014-2015).	23
13.	Comportamiento de la fructificación de siete progenies de <i>Moringa oleifera</i> Lam en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2014-2015).	24
15.	Número de frutos, longitud, diámetro de frutos y numero de semillas de siete progenies de <i>Moringa oleifera</i> Lam en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2014-2015).	25
16.	Correlaciones de número de frutos, diámetro, longitud de fruto y número de semillas de los frutos siete progenies de <i>Moringa oleifera</i> Lam en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2014-2015).	29

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS	PAGINAS
1. ANDEVA de la altura de las 7 progenies de <i>Moringa oleifera</i> en la primera medición al mes de establecida la plantación	36
2. ANDEVA de la altura de las 7 progenies de <i>Moringa oleifera</i> en la segunda medición a los dos meses de establecida la plantación	36
3. ANDEVA de la altura de las 7 progenies de <i>Moringa oleifera</i> en la tercera medición al tercer mes de establecida la plantación	36
4. ANDEVA de la altura de las 7 progenies de <i>Moringa oleifera</i> en la cuarta medición al cuarto mes de establecida la plantación	36
5. ANDEVA de la altura de las 7 progenies de <i>Moringa oleifera</i> en la quinta medición a los cinco meses de establecida la plantación	36
6. ANDEVA de diámetro de las 7 progenies de <i>Moringa oleifera</i> en la tercera medición al tercer mes de establecida la plantación	37
7. ANDEVA de diámetro de las 7 progenies de <i>Moringa oleifera</i> en la cuarta medición al cuarto mes de establecida la plantación	37

RESUMEN

En Nicaragua, *Moringa oleifera* Lam, ha sido utilizada principalmente como un árbol ornamental, barreras vivas y alimentos para animales por sus propiedades nutritivas; sin embargo, en la actualidad, se ve la necesidad de estudiar diferentes progenies para seleccionar las que presente las mejores características de adaptación a las condiciones del país. El presente trabajo se realizó en la Unidad Productiva Finca Santa Rosa de la Universidad Nacional Agraria, el cual tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de siete progenies de *Moringa oleifera* Lam. El material vegetativo utilizado correspondió a progenies acriolladas (1A,2A, 3A, 4A, 5A,) y peruanas (7P, 8P) procedentes de plantaciones de la misma finca, con un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA). Se evaluaron las variables porcentajes de germinación, sobrevivencia, floración y fructificación; altura y diámetro del árbol; cantidad de semillas, longitud y diámetro del fruto. Las progenies 7P (93.3%) y 4A (90%) obtuvieron los más altos valores en germinación y las progenies 7P y 8P (93.3%) en sobrevivencia. Los resultados obtenidos muestran que el crecimiento en altura, diámetro, así como, los porcentajes de floración y fructificación de las siete progenies evaluadas, son buenas, aun cuando existe cierta variación, lo cual puede ser debido a la variación genética existente entre las progenies, sin embargo, las progenies 1A, 7P y 8P presentaron mejor comportamiento en comparación a las demás. La información resultante en este documento aporta evidencias suficientes para considerar que existen relaciones funcionales positivas y significativas entre las variables longitud del fruto, numero de semillas y diámetro del fruto con las progenies 2A, 4A y 8P.

Palabras claves: Progenie, germinación, sobrevivencia, evaluación, *Moringa oleifera*

ABSTRACT

Moringa oleifera Lam has been used mainly as an ornamental tree, living barriers and feed for its nutritional properties. However, it is necessary to study different progenies to select superior characteristics of adaptation of the country condition. This research was carried out at Finca Santa Rosa of the National Agrarian University. The objective was to evaluate the behavior of seven progenies of *Moringa oleifera* Lam. The vegetative material used corresponded to creoles and Peruvian progenies from plantations established on the same farm. The randomized complete block experimental design (BCA) was used. The variables measure were germination, survival, flowering and fruiting. Also, were measure: height, diameter of the tree; number of seeds, length and diameter of the fruit. The highest values in germination were reached by progenies 7P and 8P (93.3%). Survival highest values were Progenies 7P (93.3%) and 4A (90%). The growth in height, diameter, percentages of flowering and fruiting are considered identical of the seven progenies. There are some variation, which may be due to the genetic variation between the progenies. Progenies 1A, 7P and 8P presented better performance compared to the others progenies. The information provides satisfactory evidence to consider that there are positive and significant functional relationships between the variables length of the fruit, number of seeds and diameter of the fruit with progenies 2A, 4A and 8P.

Keywords: Progeny, germination, survival, evaluation, *Moringa oleifera*.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el cambio climático se hace cada vez más evidente, los recursos forestales del mundo están disminuyendo aceleradamente, principalmente en las zonas tropicales, por lo que surge la necesidad de tener cultivos que se adapten a sitios con condiciones de bajas precipitaciones, que puedan brindar una cantidad de alimentos a los animales o para el mismo ser humano, lo que significa un reto poder seleccionar especies que cumplan con características deseables.

Por lo antes expuesto, el Marango (*Moringa oleifera* Lam) puede ser una posible alternativa de solución ya que, es un árbol pequeño y frondoso, de rápido crecimiento en el establecimiento (02-08 meses), resistente a la sequía, presenta favorable respuesta a suelos ácidos y alcalinos, alta producción de biomasa entre 15 a 24 ton MS ha⁻¹ año⁻¹ (Reyes, 2004). En Nicaragua la especie fue introducido y naturalizado en los primeros 20 años del siglo XIX como un árbol ornamental y se utilizó como una barrera contra el viento (Mora, y Zamudio 2006), desde entonces se ha considerado como parte de la dieta requerida para animales por las propiedades nutritivas de la planta.

Para la selección de individuos con características deseables los programas de mejoramiento genético han utilizado los ensayos de progenies, que permiten reevaluar o modificar las estrategias de mejora genética en algunas especies, y a la vez sirven de base para utilizar procedimientos de selección precoz. Estudiar las progenies derivada de los árboles selectos es la única forma posible de conocer el modo en que se produce la herencia, o de obtener una estimación del grado en que ciertos caracteres son hereditarios. diario de Fowler (como se citó en Cárdenas, 2011)

De la necesidad de profundizar en el conocimiento sobre las propiedades nutricionales y medicinales de la especie de Moringa nace El proyecto MARANGO, que dentro de sus acciones trata de evaluar el comportamiento de diferentes progenies para obtener la nueva variedad de Marango llamada 'NICA1' que contenga las mejores características de adaptación a las condiciones del país para posteriormente, promover su producción y conservación, y a su vez permita mejorar el material reproductivo utilizado en sistemas productivos de Nicaragua.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento vegetativo de siete progenies de *Moringa oleifera* Lam a los ocho meses de establecida la plantación en la Unidad Productiva finca Santa Rosa de la Universidad Nacional Agraria.

2.2. Objetivo específico

1. Valorar la respuesta en germinación y sobrevivencia de las progenies evaluadas.
2. Evaluar el comportamiento en altura, diámetro, porcentajes de floración y fructificación durante la primera cosecha de siete progenies de *Moringa oleifera* Lam.
3. Establecer el tipo de relación existente entre las siete progenies y algunas características del fruto de *Moringa oleifera* Lam.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del sitio

El estudio se llevó a cabo en la Unidad productiva Finca Santa Rosa de la Universidad Nacional Agraria (figura 1), localizada en la coordenada geográfica 12° 08' 15" latitud norte y 86° 09' 36" longitud oeste con una elevación sobre el nivel medio del mar de 56m a 4 km al sur de la Zona Franca Las Mercedes en Managua, Nicaragua.

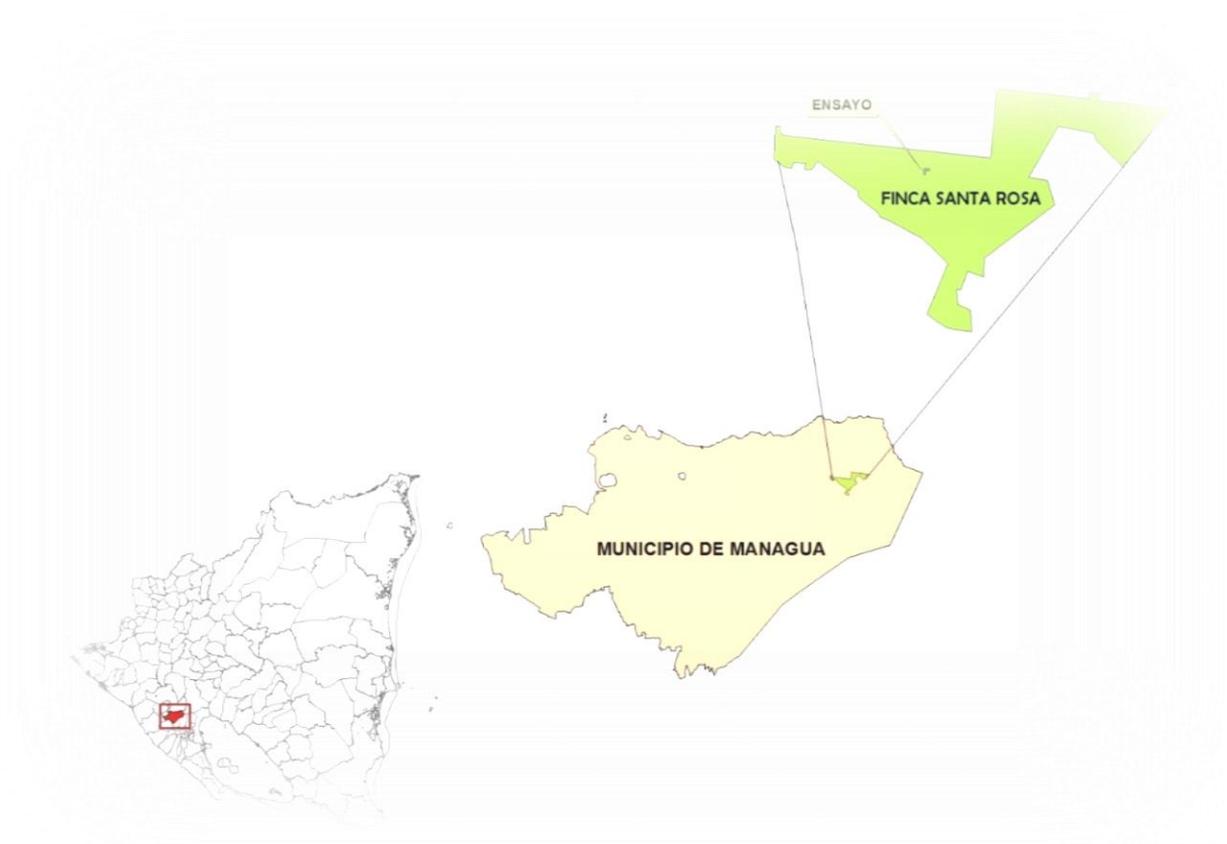


Figura 1. Ubicación del Áreas de Estudio, 2017.

3.2. Generalidades del sitio del ensayo

3.2.1. Clima

Las condiciones climáticas del área de estudio corresponden a una zona de vida ecológica de bosque sub tropical seco (Holdrige) con temperatura media anual de 28°C, presentándose las mayores al final de la temporada seca, humedad relativa mayor al 68% y precipitación promedio anual de 1132 a 1200 mm a una elevación de 56 m.s.n.m. (Urroz y Ramírez, 2006).

3.2.2. Suelo y Topografía

Los suelos son de textura franco arcilloso, pardos grisáceos oscuros, moderadamente profundos, bien drenado con topografía plana y de origen volcánico, un pH de 6.88 (neutro), 3.21-4.70 % de materia orgánica (Medio- Alto), 0.20 % de nitrógeno N (alto), 67.8 ppm de fosforo P (alto) y 4.23 meq/100gr de suelo en cuanto al potasio K. (Urroz y Ramírez, 2006).

3.2.3. Descripción de la especie

La especie *Moringa oleifera* Lam, es un árbol que alcanza de 7 a 12 m de altura y 20 a 30 cm de diámetro, raíces profundas, con copa abierta de tipo paraguas, fuste generalmente recto; presenta hojas compuestas, alternas, imparipinnadas, con un longitud de 30 a 70 cm; flores pequeñas, bisexuales con pétalos blancos, estambres amarillos, perfumadas; frutos en cápsulas alargadas, trilobuladas (trígonos), dehiscentes de 20 a 60 cm de longitud, con 12 a 25 semillas por frutos, aunque algunas variedades llegan a alcanzar 120 cm; las semillas son redonda y color castaño oscuro con 3 alas blanquecinas, el árbol florece y produce semillas durante todo el año (Reyes, 2004).



Figura 2. *Moringa oleifera* Lam

3.2.4. Ensayos de progenie

Los ensayos de progenie son parte integral de la mayoría de los programas de mejoramiento genético, proporcionan información que permite reevaluar o modificar las estrategias de mejora genética en algunas especies. Diario de Warwick y Legates (como se citó en Cárdenas, 2001)

Progenie es la descendencia de un árbol en particular o el resultado de la combinación de una fuente parental masculina y una femenina. O bien como la estimación del valor genético o constitución de individuos, mediante la medición y observación del comportamiento, la apariencia u otras características de un grupo de su progenie. De esta forma los ensayos de progenie determinan en qué medida la superioridad del fenotipo se debe a la influencia del genotipo, del ambiente y de la interacción entre ambos. Diario de Warwick y Legates (como se citó en Cárdenas, 2011,)

3.3. Diseño Metodológico

Para el logro de los objetivos planteados, se realizó el presente estudio en cuatro fases que incluyen la planificación, establecimiento del ensayo, toma de datos, procesamiento y análisis de la información (Figura 3).

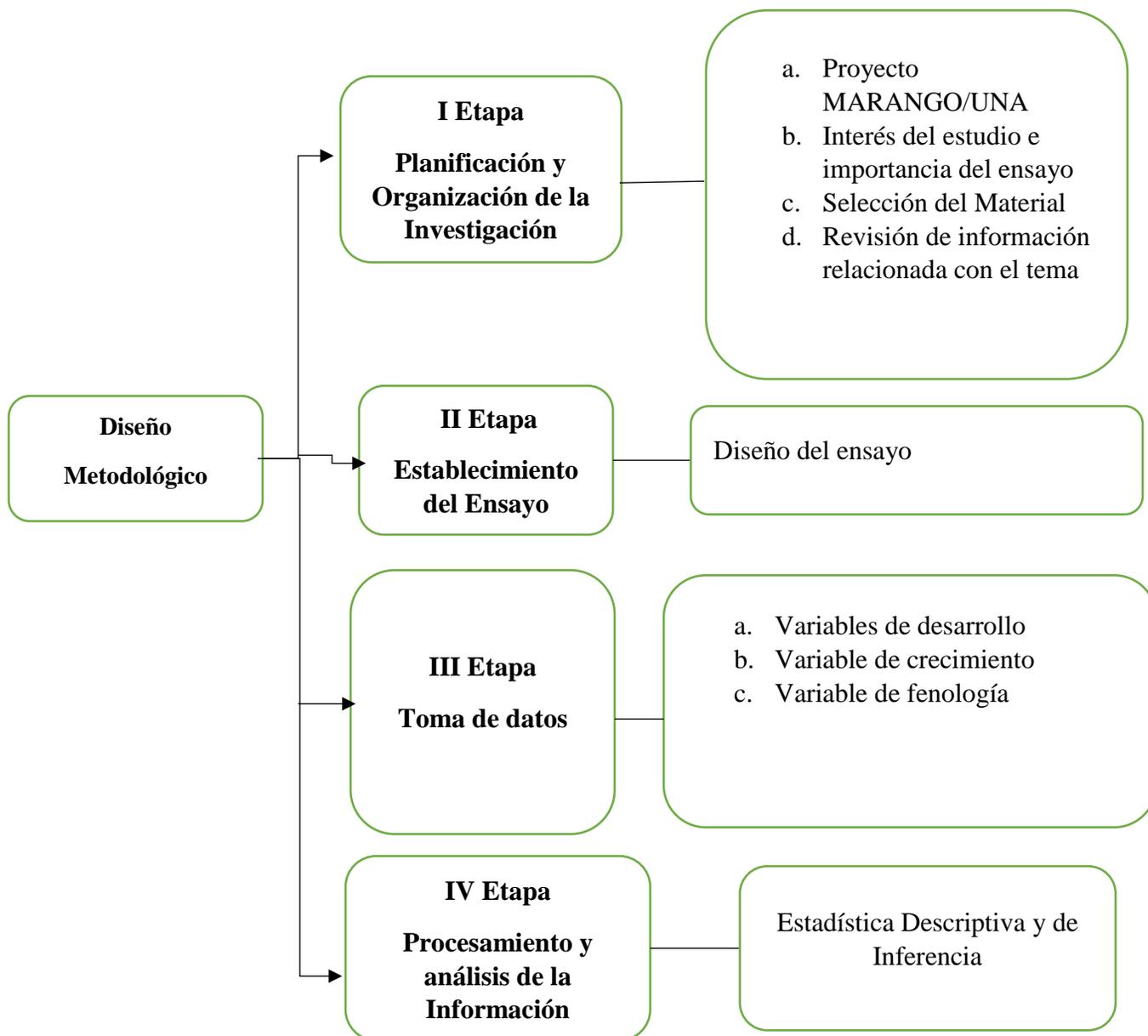


Figura 3. Proceso metodológico implementado para el estudio de siete progenies de *Moringa oleifera* Lam, finca Santa Rosa, UNA.2014- 2015.

3.3.1. Etapa I: Planificación y Organización de la Investigación

a. Proyecto PRO-MARANGO

A través del proyecto PRO- MARANGO se ha promovido la diversificación de las plantaciones de Marango no solo con la visión de tener plantas para producir semillas si no brindar una alternativa al productor de cómo asociar el Marango con otras especies, para tener sistemas más adaptados a la sequía, diversificar los productos que se obtienen, evitar la erosión del suelo y reducir el uso de agroquímicos. (Mendieta, 2005).

b. Interés del estudio

Desde que se introdujo *Moringa oleifera* al país se ha reconocido la importancia de la especie en diferentes ámbitos, considerándose como parte de la dieta requerida para animales por las propiedades nutritivas de la planta; sin embargo, en la actualidad, se ve la necesidad de generar estudios entre progenies que han sido introducidas al país a través del proyecto con la finalidad de obtener la nueva variedad de Marango llamada 'NICA1' que contenga las mejores características para adaptarse a las condiciones del país, para promover su producción y conservación, y mejorar el material reproductivo utilizado en sistemas productivos de Nicaragua. (Mendieta, 2005)

c. Selección del Material

Las plantas seleccionadas para establecer la prueba de progenie de *M. oleifera* fueron obtenidas de plantaciones del proyecto MARANGO establecidas en el año 2013 en la finca Santa Rosa, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, a partir de un año de edad en la primera cosecha a través de la metodología denominada selección masal estratificada.

La selección masal es un método de mejora en el cual plantas individuales son elegidas en base a su fenotipo; siendo la variable utilizada el número de frutos por planta, como indicador potencial del rendimiento en la producción de semillas. El método consiste en seleccionar de

manera individual a cada planta de la muestra, teniendo como referente un carácter fenotípico cuantitativo o cualitativo Cubero, (1999), que consistió en la agrupación por rangos, para lo cual se crearon tres categorías:

- 1- Plantas con producción de más de 300 frutos
- 2- Plantas con producción de frutos entre 100 y 299
- 3- Plantas con producción menor a 100 frutos

Desde un inicio las plantas fueron monitoreadas para determinar su crecimiento, contando con un registro completo del origen de las plantas, así como registros de su crecimiento y primeras producciones, además de la localización de las mismas, mediante ubicación por GPS.

Para este ensayo se seleccionaron 5 progenies originarias (Acriolladas) provenientes de diferentes colectas de Plantaciones, ubicadas en la finca Santa Rosa y 2 progenies extranjeras (Perú originaria de la zona desértica ICA).

La progenie 1A,2A,3A,4A,5A, corresponden a las progenies acriolladas, y las 7A y 8A. corresponden a las progenies de Perú.

La progenie acriollada es un material que corresponde a la especie que es caracterizada como árbol pequeño con altura de 9 a 12 metros, éste presenta al igual que en la región de origen un alto grado de adaptación a condiciones de baja precipitación (Reyes, 2004), sequias prolongadas y bajo crecimiento y sobrevivencia en suelos inundados y con alta plasticidad. Diario de Palada y Chang, (como se citó en Padilla y Suarez, 2012)

La progenie Perú proveída por miembros de la Red MARANGO; pertenece a la zona de desierto costero del departamento Ica, colectada por colaboradores de la procedencia Perú (cuadro 2).

Cuadro 1. Tipología de las procedencias, utilizadas para el establecimiento de las 7 progenies de *Moringa oleifera* Lam

N° Progenie	ID de la planta Madre	Procedencia (Origen)	N° de Frutos	Tipología
1A	Lote 4 p 8 po2	Acriollada	297	Po2= poda 2m/ Fertilizada
2A	Lote 1 p 32 Test	Acriollada	156	Planta testigo / sin Fertilización
3A	Lote1 p 12 po2	Acriollada	308	Po2= poda 2m /Fertilizada
4A	Lote 1 p 34 Test	Acriollada	121	Planta Testigo
5A	Lote 1 p 25 Test	Acriollada	83	Planta Testigo
7P	Lote 4 P 22	Perú		Planta Testigo
8P	Lote 4 p 12	Perú		Planta Testigo

Cuadro 2. Información geográfica y climática de las procedencias incluidas en ensayo de *M. oleifera*, finca Santa Rosa, UNA. 2015. Fuente: INETER 2015.

Procedencias Evaluadas	Ubicación Geográfica		Altitud msnm	Temperatura °C			Precipitación mm/año	Zona de vida
Perú 7P, 8P	12° 57'S 76° 23'W		1-406	27			698	Desierto costero
Acriolladas 1A, 2A, 3A, 4A, 5A.	12° 08' 15" N 86° 09' 36" O		56	26.9			1132	Bosque Tropical seco
Mes	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
PP 2014	73.2	57.0	196.0	216.5	193.8	54.0	0.2	825.6

d. Revisión de información relacionada con el tema

Se procedió a la búsqueda de la información en físico y electrónico pertinentes con el tema de progenies, importancia de las progenies para los sistemas de producción, así como información general sobre el comportamiento de las progenies relacionadas con otros estudios realizados.

3.3.2. Etapa II. Establecimiento del ensayo

El ensayo se estableció el 28 de junio del 2014 en tiempo de invierno; para la evaluación de las variables requeridas, se contempló un período promedio de ocho meses.

Se realizó con labranza mínima (chapia), seguidamente con el método de siembra directa, se establecieron dos semillas por golpe sin fertilizante. La distribución de las plantas se realizó mediante un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA) con siete tratamientos, distribuidas de forma aleatoria en seis hileras establecidas, en cinco repeticiones (Bloques), los cuales difieren en cuanto a la vegetación existente a los alrededores, para un total de 42 individuos por bloques, 210 en los cinco bloques y 140 en la parcela útil, considerando el efecto borde con un distanciamiento de dos por dos entre árbol (figura 4). De esta manera se podría observar el comportamiento de las progenies en relación a las variables utilizadas en este ensayo.

Las progenies fueron distribuidas de forma aleatoria, teniendo como referencia según el CIAT (2009). El área donde se siembra o en el cual se evalúa la producción, la cual se denomina parcela útil; es decir la unidad experimental, el tamaño de la parcela útil; donde se establecieron las plantas seleccionadas para realizar el análisis del comportamiento basado en las variables consideradas, y descritas anteriormente.

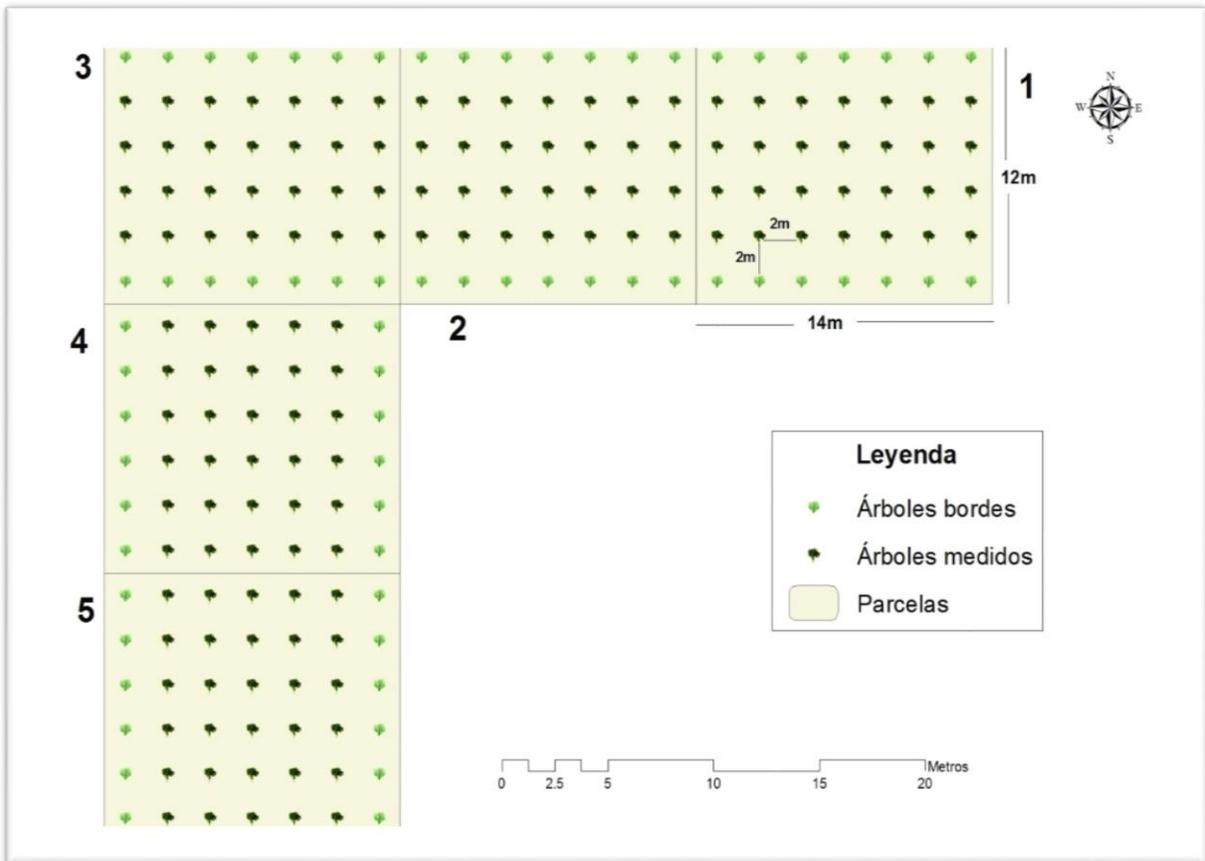


Figura 4. Diseño del ensayo de *M. oleifera*, finca Santa Rosa, UNA. 2015.

3.3.3. Etapa III. Levantamiento de datos

a. Variables de desarrollo

Porcentaje de germinación

Consistió en observaciones semanales del número de individuos emergidos por progenie. A partir de las observaciones se realizó el cálculo del porcentaje de germinación utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de germinación} = (\text{semillas germinada} / \text{N}^\circ \text{ total de semillas en prueba}) \times 100.$$

Porcentaje de sobrevivencia

Se determinó a través del conteo mensual, hasta el tercer mes, de las plantas vivas por procedencia. En esta variable se tiene en cuenta las progenies que presentaron un mayor número de individuos vivos, las progenies con una mayor resistencia, a pesar de que ésta es la primera evaluación del ensayo. Para el análisis de esta variable se utilizó la siguiente fórmula:

Porcentaje de sobrevivencia= $PVF/PVI * 100$ (Tomado de Toral *et al.*, 2013).

Dónde:

PVI: Es el número de plantas vivas al inicio del ensayo

PVF: Número de plantas vivas al final del ensayo

Cuadro 3. Valoración de Sobrevivencia de *Moringa oleifera* Lam en plantaciones.
(Noguera, et al., 2013)

Porcentaje de Sobrevivencia	Clasificación cualitativa
80 a 100	Buena
60 a 79	Regular
< 60	Baja

b. Variable de crecimiento (diámetro y altura)

Las variables de crecimiento determinadas en los primeros meses incluyen:

Altura de la planta

Corresponde a la longitud desde la base o inicio del tallo, hasta el ápice o ramas superiores, desde el inicio de la plantación se utilizaron los instrumentos, se midió con una regla graduada expresada en centímetros y una cinta métrica (Pérez et al., 2010) Esta se tomó una vez por mes después de los dos meses de establecida iniciando desde el 28 de agosto al 28 de diciembre del 2014. Para ello se utilizó primeramente una regla graduada en cm; una vez que las plantas obtuvieron alturas mayores se tomó con una cinta métrica midiendo desde la base al ápice de la planta.



Figura 5. Altura de *Moringa oleifera* Lam

Diámetro basal

El diámetro es uno de los parámetros que generalmente se mide de forma directa y es básico para describir el árbol. El diámetro está relacionado con la edad; aparte de indicar el crecimiento, también es una variante para calcular el área basal o biomasa como parámetro indicador del potencial productivo de madera, semilla u otro producto (Pérez et al., 2010).

Estas mediciones se hicieron mensual después de la emergencia en todas las plantas en cada replica. Esta variable se tomó a partir de los tres meses de establecida la plantación, primeramente, se midió el diámetro basal a una distancia de 15 cm del suelo luego, conforme creció la planta se tomó el DAP en un periodo del 28 octubre al 28 diciembre del 2014.



Figura 6. Diámetro basal de *Moringa oleifera*

c. Variable de Fenología

Flores y frutos

Durante el proceso de establecimiento de la plantación se hicieron observaciones fenológicas (floración y fructificación) que consistieron en brotes de flores y frutos, según la metodología propuesta por diario Fournier, (como se citó en Urrego y Del Valle 2001)

Esta metodología facilita la evaluación cuantitativa de las diferentes características fenológicas de cada miembro en una muestra, y permite obtener gráficamente los períodos del comportamiento reproductivo de las especies de árboles (cuadro 4).

Cuadro 4. Escala de interpretación de eventos fenológicos.

Escala	Interpretación
0	Ausencia de la Fenofases
1	1 – 25 % de la copa
2	26 – 50 % de la copa
3	51 – 75 % de la copa
4	76 – 100 % de la copa

Fuente: (Urrego y Del Valle 2001)

Para aplicar esta metodología es necesario dividir la copa en tres cuadrantes. seleccionando un número determinado de ramas estratégicamente ubicadas, preferentemente de la parte alta, media y baja de la copa tomando los datos por separados para sumar los valores correspondientes al total de las muestras, y así dividir por el máximo valor (4) y multiplicarlo por 100 y de esta forma obtener los promedios de los porcentajes de flores y frutos producidos por cada árbol. esta actividad se debe llevar a cabo por un solo observador, con el objetivo de que los datos no varíen por influencia de varios observadores. Las observaciones, se hicieron



Figura 7. Floración y Fructificación de *Moringa oleifera* Lam

quincenales por un periodo de cuatro meses a partir de las primeras apariciones de los brotes. (diciembre 2014 a marzo 2015)

Frutos y semillas

Para la selección de los arboles a medirles frutos y semillas se realizó de la siguiente manera:

De acuerdo al número de individuos por progenie se tomó al azar un árbol de cada progenie (siete árboles por cada repetición para un total de 35 árboles), a los cuales se les realizó el conteo de los frutos totales, luego se seleccionaron de forma aleatoria diez frutos por árbol para medirles la longitud, diámetro y número de semillas, estimando así el número de semillas por árbol.

3.3.4. Etapa IV: Procesamiento y análisis de la información

La información se analizó aplicando estadísticas descriptivas y de inferencia. Como estadística descriptiva se utilizó la media aritmética como medida de tendencia central y el error estándar como medida de dispersión. Adicionalmente, para la representación de los datos se utilizaron gráficos de línea y barra, además de tablas. Para ello se utilizó el programa de cómputo Microsoft Excel 2010.

En términos de estadística de inferencia se aplicó un Análisis de Varianza (ANDEVA) como prueba de comparación de medias, utilizando el procedimiento LSD de Fisher como medio de multicomparación a un nivel de significancia del 95%.

Entre las comparaciones realizadas con ANDEVA se encuentran:

- Comparación de las alturas, diámetros promedios de las siete progenies.
- Comparación de los números de frutos, longitud, diámetro del fruto y número de semillas entre las progenies.

Además del ANDEVAS, también se aplicó la prueba de Chi-Cuadrado mediante una tabla de contingencia, para comparar las siete progenies por categorías de floración y fructificación.

Finalmente se realizó un análisis de componentes principales para explorar la relación entre las variables número de frutos, número de semillas, longitud y diámetro de frutos asociados a cada progenie. El Bi-Plot resultante fue acompañado de un análisis de correlación utilizando el Coeficiente de Correlación de Pearson, con el cual se confirmó la significancia de las relaciones.

Las estadísticas de inferencia se ejecutaron utilizando los programas de cómputo InfoStat versión 2015 d y SAS 9.1

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Germinación de las siete progenies de *Moringa oleifera* Lam evaluadas

Los valores porcentuales más altos los obtuvo la progenie 7P con un 93.3% seguido de la progenie 4A con 90% y la de menor porcentaje resultó ser la progenie 2A con 73.3%. (figura 8). Resultados similares fueron obtenidos bajo condiciones de vivero por (Padilla y Suarez, 2012) con un 90% en semillas de *Moringa* sin tratamiento alguno; sin embargo, Medina et al., (2007) muestran resultados del 100% para esta misma especie. En otros estudios realizados en Nicaragua por Pascua, (2014), obtuvo un 68% en progenies de Perú y González, (2013) muestran resultados del 98.33% en las progenies acriolladas.

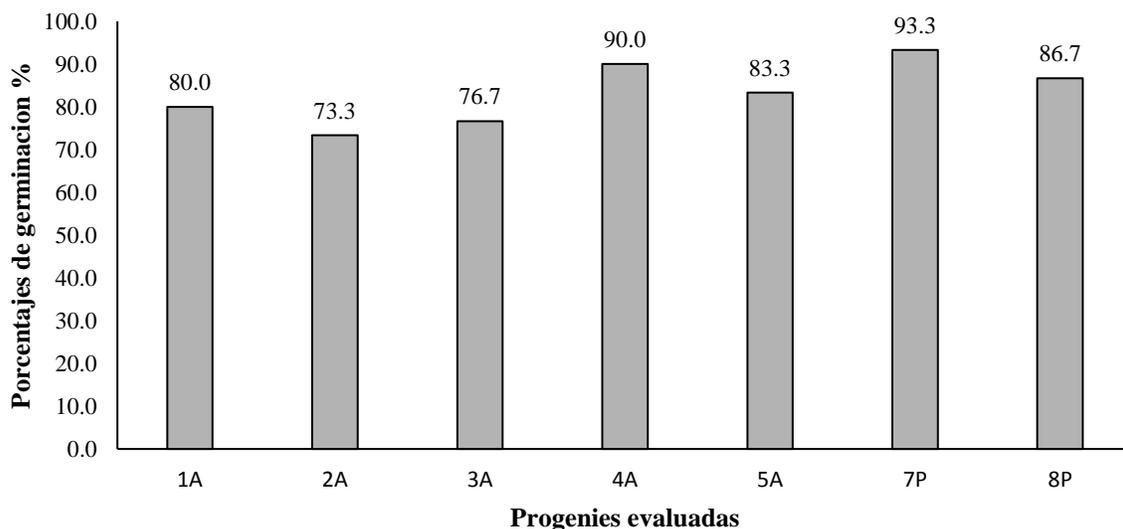


Figura 8. Comportamiento de Germinación de siete procedencias de *Moringa oleifera* Lam en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2014-2015).

Aun cuando las semillas utilizadas en el presente estudio, no recibieron algún tratamiento pregerminativo, esto no parece haber afectado en su germinación, por lo que los resultados, pueden estar más bien siendo influenciado por la calidad (buen estado y poco tiempo de almacenamiento) de las semillas al momento de la siembra, esto es respaldado por Medina et al., (2007) donde menciona que, independientemente de los tratamientos utilizados, las semillas de *moringa* logran alto porcentaje de germinación, si éstas, no exceden los dos meses de almacenamiento; así mismo, (Padilla, y Suarez 2012) establece que la germinación es

rápida, si se emplean semillas nuevas; no obstante, el porcentaje disminuye a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento de las mismas.

Así mismo Diario de Nonagaki (como se citó en Toral et al 2005) señaló que todas las semillas poseen sensores, los cuales detectan los cambios ambientales, y que las condiciones que las rodean directamente determinan el éxito de la germinación y, por consecuencia, el de la emergencia de las plántulas y el establecimiento.

4.2. Porcentaje de sobrevivencia de las siete progenies *Moringa oleifera* Lam evaluadas

Las progenies 7P y 8P presentaron los mayores valores con 93.3%, seguida de la progenie 1A con un 90%; sin embargo, Medina et al., (2007) muestran resultados del 100% para *Moringa oleifera*, Pascua, (2013), obtuvo un 100% para la progenie de Perú y, González, (2014), obtuvo un 99.43% para las progenies acriolladas, las cuales, según Noguera et al., (2013) se considera una buena sobrevivencia cuando se obtienen valores en un rango de 80 – 100%.

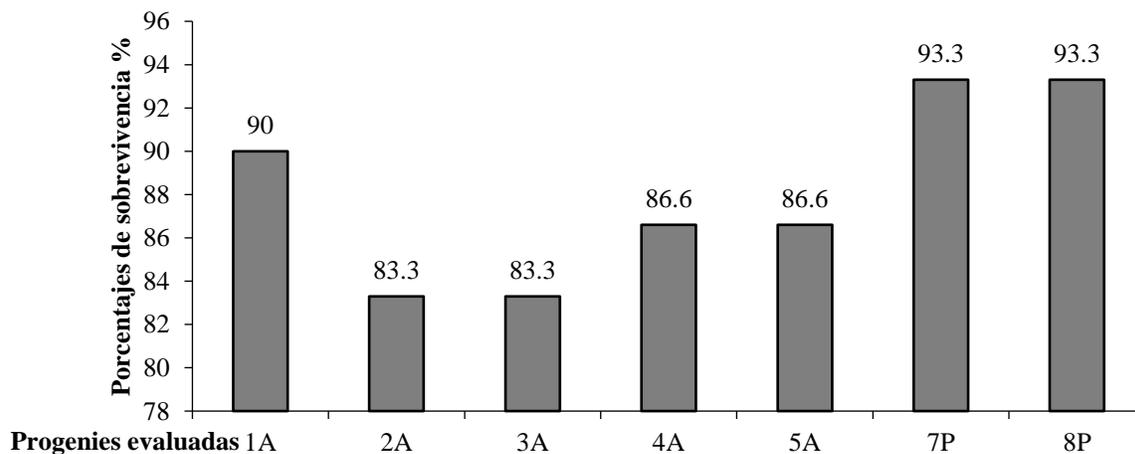


Figura 9. Comportamiento de la sobrevivencia de Siete Progenies de *Moringa oleifera* Lam en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2014-2015).

Los resultados de sobrevivencia obtenidos para las progenies de *Moringa oleifera* bajo las condiciones de plantaciones muestran una tendencia de establecimiento con valores

promedios que van de (83.3% – 93.3%) lo que permite valorar de forma positiva y exitosa la plantación en el sitio ya que, según Padilla et al., (2012) establece que la sobrevivencia permite obtener una medida cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio, así mismo, Suoza *et al.*, (2010) menciona que el principal factor influyente en la sobrevivencia es el manejo silvicultural de la plantación en la fase de establecimiento por lo que el control de malezas realizado como medida de manejo en la plantación pudo haber contribuido de forma positiva.

4.3. Comportamiento de Altura de las siete progenies *Moringa oleifera* Lam

Según los resultados del ANDEVA, existe diferencia significativa en el crecimiento en altura para las progenies evaluadas en los primeros tres meses de establecidas (ver figura 10) con valores de P de 0.002, 0.001 y 0.007 respectivamente, no así ocurrió para los siguientes meses, en la cual presentaron un crecimiento similar; sin embargo, la progenie 7P presentó el mayor crecimiento promedio en altura con 5.4m seguido de la 1A con 5.25m. Éstos resultados son superiores a los obtenidos por Toral, (2005) en la cual, evaluó durante un periodo de siete meses el establecimiento de 67 especies leñosas forrajeras en indio Hatuey, siendo *Moringa oleifera* la que presentó el mejor resultado con dos metros.

De igual forma estos datos superan los obtenidos por sus progenitoras las cuales se reporta para la progenie 7P, 8P y 1A valores de 3.3, 2.6 y 4.4 metros respectivamente. Esto es respaldado por Burley, (s.f) quien asegura que los ensayos de progenie proporcionan más información sobre el genotipo de los árboles selectos, con referencia a su valor genético, que los propios árboles originales.

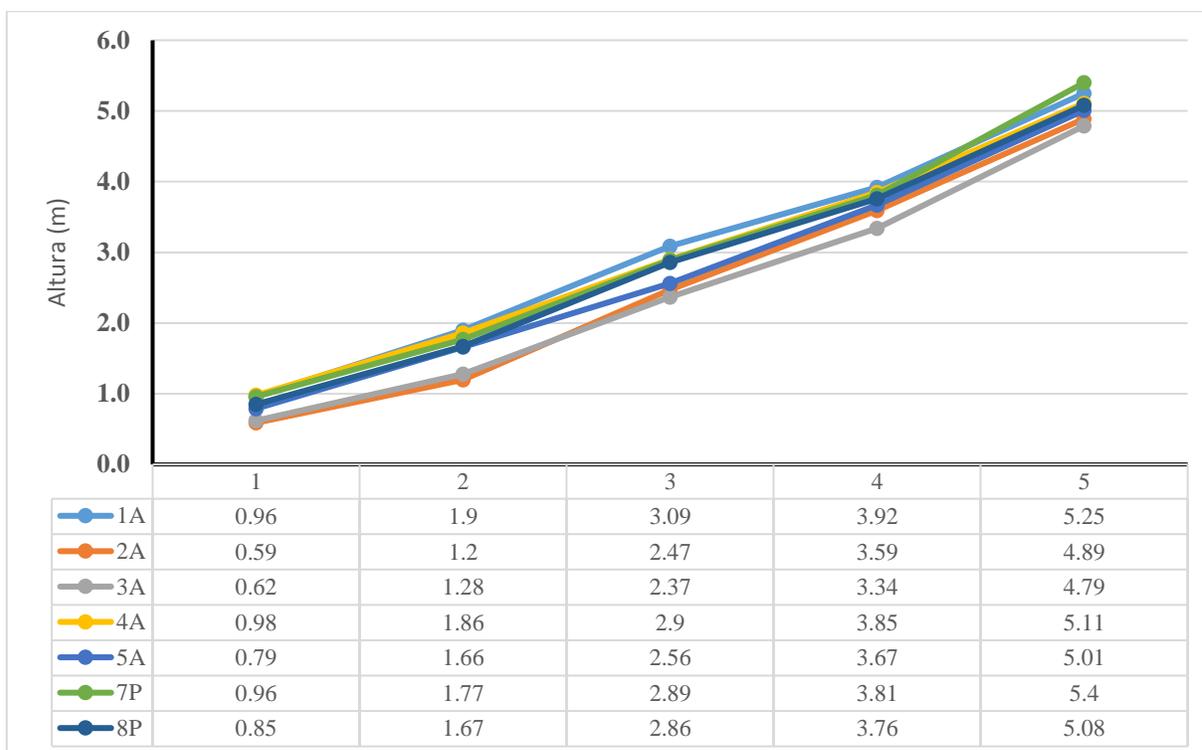


Figura 10. Comportamiento de la Altura de siete progenies de *Moringa oleifera* Lam en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2014-2015).

4.4. Comportamiento de Diámetro de las siete progenies *Moringa oleifera* Lam

Según los resultados del ANDEVA, existe diferencias significativas en el crecimiento en diámetro para las progenies evaluadas en la medición tres con un valor de p (0.028) (Figura 11) no ocurrió de la misma forma en las mediciones cuatro y cinco, donde se presentó un crecimiento similar, sin embargo; al final de la evaluación las progenies 7P y 8P resultaron ser las que presentaron los mayores valores promedios con 8.9 cm y 8.5 cm respectivamente. Estos resultados son superiores a los registrados por sus progenitoras con el mismo tiempo de establecidas las cuales, presentaron diámetros promedios de 5.7 cm y 4 cm.

Toral et al., (2013), Pérez et al., (2010) y Medina et al., (2007) obtuvieron diámetros de tallos para *M. oleifera* de 0.45, 0.40 y 0.58 cm a los 35,44 y dos días de edad, respectivamente. En este estudio si hacemos la relación a los sesenta días la progenie 7A tenía 4.76 cm, los cuales son totalmente superiores (figura 11).

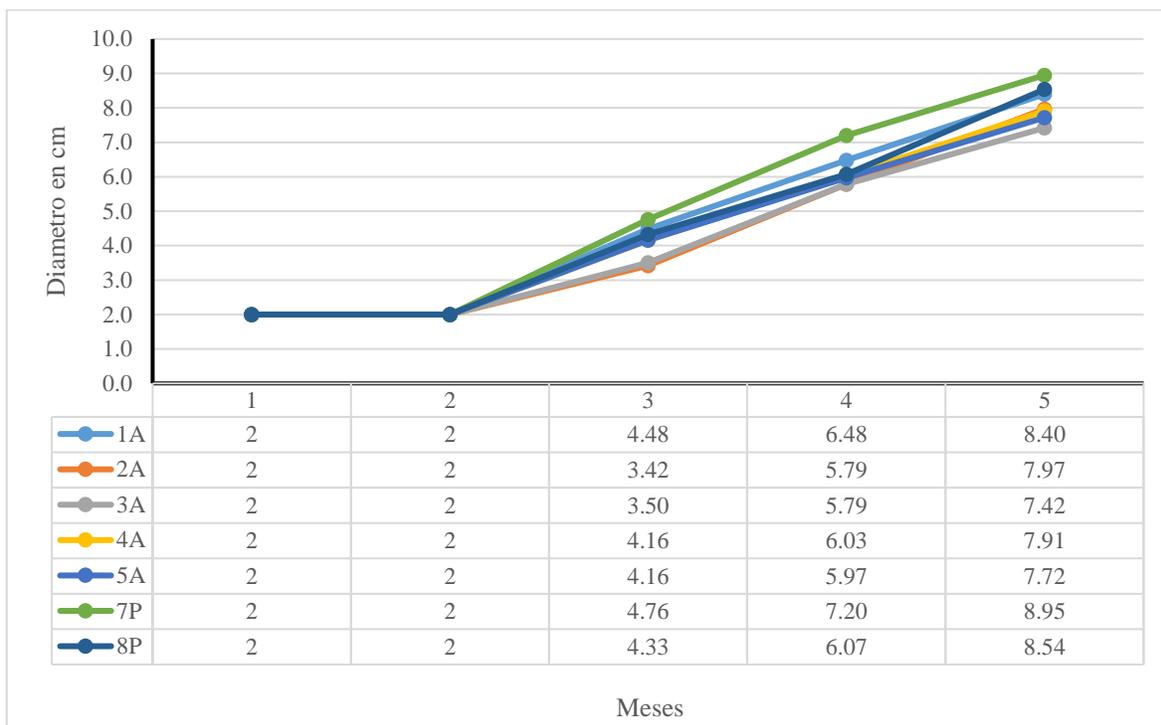


Figura 11. Comportamiento en diámetro de siete progenies de *Moringa oleifera* Lam en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2014-2015).

El crecimiento en altura y diámetro presentado por las progenies evaluadas pudo verse beneficiado por el control de malezas que se implementó mensualmente, así mismo, por la influencia de un sistema de riego que cubrían los primeros tres bloques, a esto se le suma que, las precipitaciones promedio del año de establecimiento de la plantación fueron mucho mayores que los promedios de su estado natural (cuadro 1) en el caso de las progenies de Perú (7P y 8P).

Aunque las precipitaciones presentadas en el año de evaluación (825mm) son menores a los promedios en el que normalmente se ha desarrollado las progenies acriolladas (1132 mm), estas presentaron un buen crecimiento en diámetro y altura, lo cual se puede explicar en lo mencionado por (Padilla y Suarez 2012) en el que señala que en condiciones de campo, donde las precipitaciones son más erráticas, se esperaría mejor respuesta por parte de los indicadores de crecimiento (diámetro y altura) de las plantas ya que, se favorecen a las plántulas jóvenes en la competencia que se produce durante la etapa de crecimiento por agua, luz y nutrientes.

Lo anterior es respaldado por Becerra, (1981) en el que menciona que, las características de altura y diámetro de una misma especie pueden variar de manera significativa dependiendo de las condiciones del ambiente tanto como genéticamente. Las alturas expresan los factores genéticos (herencia) y el diámetro es producto de la influencia de los factores ambientales, de igual forma, Mather y Jinks, (1982) mencionan que la gran mayoría de la variación fenotípica (diámetro y altura) que se observa en la población es de tipo cuantitativo, determinado por muchos genes de pequeños efectos individuales, cuya expresión es modificada por el medio ambiente.

Los resultados obtenidos en la evaluación paraseñan evidenciar que las condiciones del sitio pueden ser favorables para el crecimiento de las progenies estudiadas ya que, presenta un acelerado crecimiento en los meses de evaluación, lo cual es respaldado por Medina et al., (2007) quien menciona que *Moringa oleifera* en el inicio de su establecimiento, experimenta un crecimiento acelerado, debido a que presenta un sistema radicular muy profundo, el cual le permite hacer un mayor aprovechamiento de los nutrimentos del suelo y el agua disponible; así mismo, señala Becerra, (1981), donde menciona que, el rápido desarrollo de *Moringa oleifera* es una particularidad de la especie.

4.6. Floración de las siete progenies *Moringa oleifera* Lam evaluadas

No existe diferencias significativas ($p > 0.58$) entre los porcentajes de flores obtenidos por cada progenie de *Moringa oleifera*, sin embargo; en la figura 13, se observa que las progenies 7P y 8P, presentan una mayor cantidad de árboles florados en la categoría 3 correspondiente al rango de 51%-75% según la escala definida en el cuadro 4. Estos resultados superan a los obtenidos por (Valdez, et al 2014) en la cual obtuvo un 50% de floración en *Moringa oleifera* después de 11 meses.

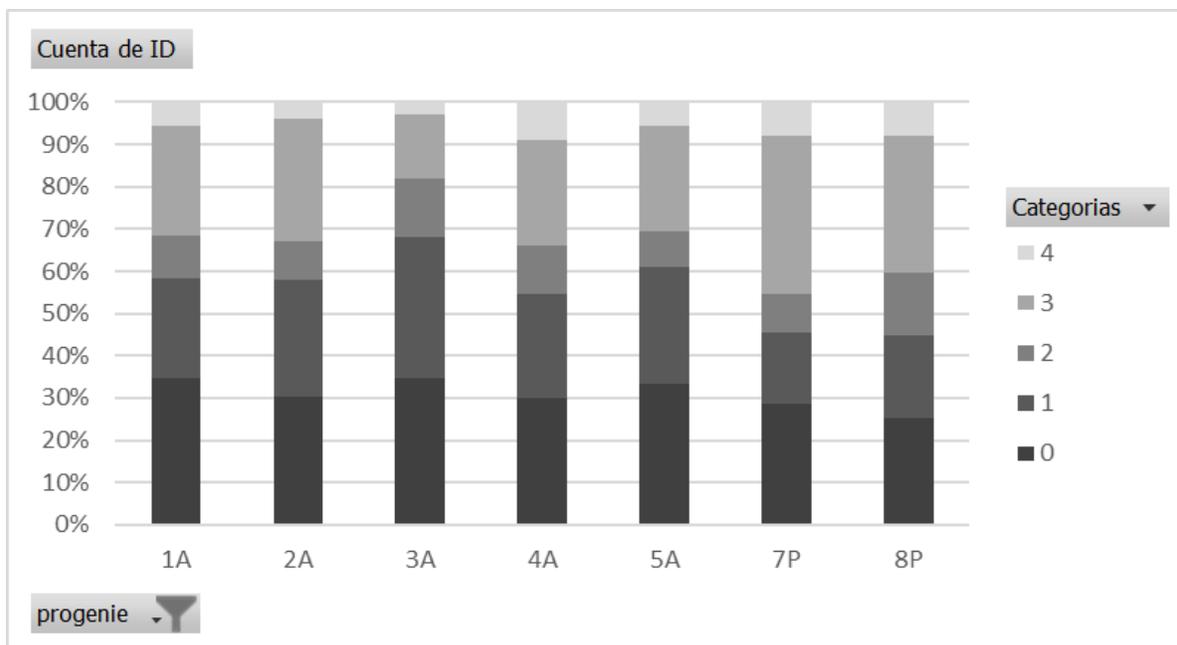


Figura 13. Comportamiento de la floración de siete *progenies de Moringa oleifera* Lam en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2014-2015).

La floración de las progenies se presentó en diciembre, cinco meses después de establecida la plantación, extendiéndose hasta finales de marzo. Esto coincide con lo escrito por Medina, (2007) donde menciona que, las flores aparecen por primera vez a una edad temprana, frecuentemente durante los primeros seis meses después de haber sido plantados y usualmente durante el primer año. Sin embargo, difiere con lo escrito por Parrota, (2009) en la cual menciona que, el período de floración inicia en agosto y se prolonga a enero y que la mejor época se observa en los meses de septiembre a noviembre, no obstante; el mismo (Palada y chan,2003) agrega que, existen grandes variaciones en la fenología del florecimiento de acuerdo a la variedad y el sitio en donde crece.

4.7 Fructificación de las siete progenies *Moringa oleifera* Lam evaluada

Existe diferencia significativa en los porcentajes de fructificación ($p > 0.004$) para las progenies evaluadas, siendo las progenies 7P y 8P y 1A las que resultaron con los mayores valores (figura 14) para las categorías tres y cuatro (51-75% y 76-100%), las diferencias en las características de un árbol, según el diario de Fowler, (como se citó en Cárdenas 2011) pueden obedecer a un medio ambiente favorable, o a un genotipo conveniente o, lo que es más probable, a una interacción de ambas.

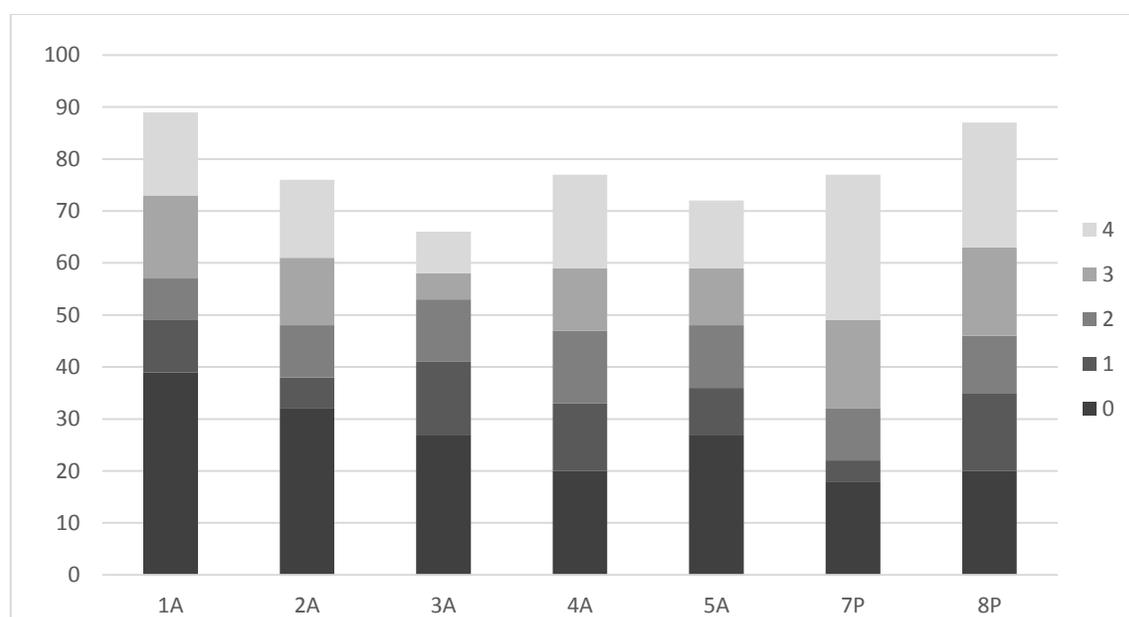


Figura 14. Comportamiento de la fructificación de siete progenies de *Moringa oleifera* Lam en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2014-2015).

Los resultados obtenidos por las progenies de *Moringa oleifera* evaluadas, superan los presentados por Valdez *et al.*, (2014) en la que sólo el 19% de las plantas habían producido vainas hasta el final del primer año, lográndose el fructificación del 50% de las plantas hasta los 16 meses. Según diario de López (como se citó en Falasca y Bernabé, 2008) la floración y fructificación de *Moringa oleifera* se da siempre que tenga humedad disponible, de igual forma si las lluvias son continuas a lo largo del invierno, el rendimiento será constante y la floración puede marcarse dos veces y, si por el contrario las condiciones son áridas, esta puede inducirse por medio de riegos.

4.8. Número de frutos, longitud, diámetro de fruto y número de semillas de las siete progenies *Moringa oleifera* Lam

Al comparar los resultados relacionados a estas variables, el análisis de varianza demostró que, en cuanto al número de frutos, longitud de frutos y número de semillas hay diferencias significativas siendo el valor (de P 0.0001, 0.0001 y 0.01). respectivamente, caso contrario al diámetro del fruto, el análisis de varianza demostró que no hay diferencia significativa (figura 15). La progenie 7P sobresale en número de frutos con un promedio de 64 frutos, en longitud la progenie 8P con un promedio de 34 cm de largo, en diámetro la progenie 8P con 20 mm, y para número de semillas la progenie 7P y 1A con un promedio de 20 semillas. Resultados similares fueron obtenidos por Murrieta, (2014) en un estudio de *Moringa oleifera* Lam en el que se obtuvo una longitud de fruto de 38 cm y número de semillas entre 12 a 25 por vaina.

Según los resultados obtenidos se registraron mayor número de semillas para las progenies 7P, 1A y 8P (figura 15), Esto puede ser atribuido a que estas especies presentaron un mejor desarrollo en las variables evaluadas (diámetro, altura, floración, fructificación), lo que puede ser respaldado por lo escrito por Tórrez, (2016) donde menciona que, a mayor crecimiento de la planta, habrá un mayor potencial para su producción.

El número promedio de semillas por fruto entre las progenies evaluadas osciló en un rango de 13 a 20 con un espaciamiento de 2x2 metros, los cuales son similares a los obtenidos por Murrieta, (2014) y a los promedios que normalmente presenta la especie (12-25 semillas por fruto) escrito por Reyes, (2004). Estudios realizados por Palada y Chang, (2003), sugieren que la alta competencia puede reducir el rendimiento de semilla; por lo que los mismos autores recomiendan distanciamiento de planta de 3 x 3 metros y hasta 5 metros entre hileras para disminuir el riesgo de interacción.

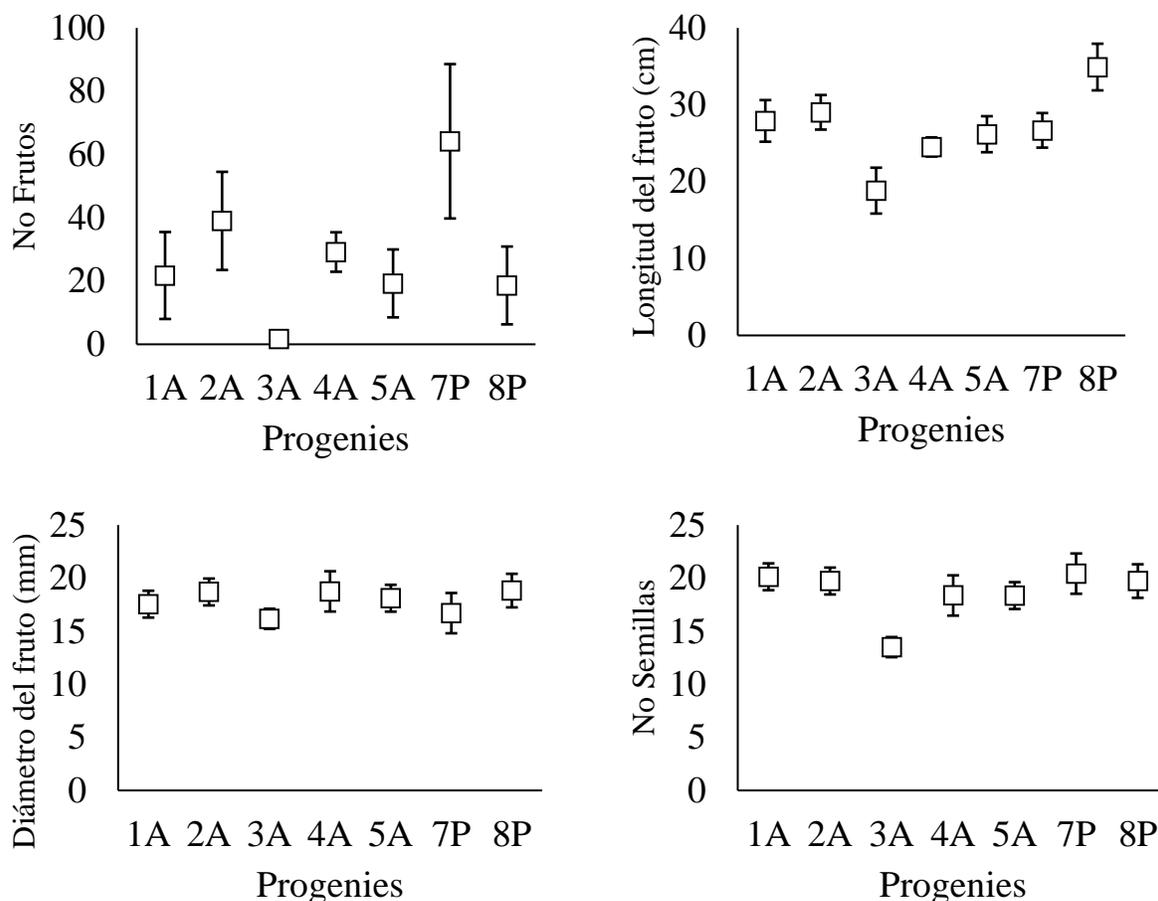


Figura 15. Panel de número de frutos, longitud, diámetro de fruto y número de semillas de siete progenies de *Moringa oleifera* Lam en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2014-2015).

La longitud y diámetro del fruto de las siete progenies evaluadas osciló en un rango de 18 a 35cm y de 1.6 a 2.0 cm respectivamente. Estos resultados se encuentran entre los rangos normales según lo reportado por la Comisión Técnica de Fitomed, (2010) en la cual menciona que, el fruto puede medir hasta 40 cm de largo y 1 o 2 cm de ancho.

De forma general los resultados obtenidos en las variables mediadas se encuentran dentro de los rangos normales lo cual, según el diario de Fowler, (como se citó en Cárdenas, 2011) pueden obedecer a un medio ambiente favorable, o a un genotipo conveniente o, lo que es más probable, a una interacción de ambas.

4.9. Correlación de número de frutos, diámetro, longitud de fruto y numero de semillas de los frutos de las siete progenies *Moringa oleifera* Lam

En el Bi-Plot resultante del análisis de componentes principales, se observa la variable “Longitud del Fruto” relacionada con la variable “Número de semillas” en una relación que es positiva y significativa ($r= 0.57$, $p\geq 0.01$). De igual forma, las variables “Número de Frutos” y Número de Semillas; están correlacionadas positiva y significativamente ($r= 0.20$, $p\geq 0.01$). Contrario a las situaciones anteriores, las variables “Número de Frutos” y “Diámetro del Fruto” están relacionadas positiva, pero no significativamente ($r= 0.07$, $p=0.31$).

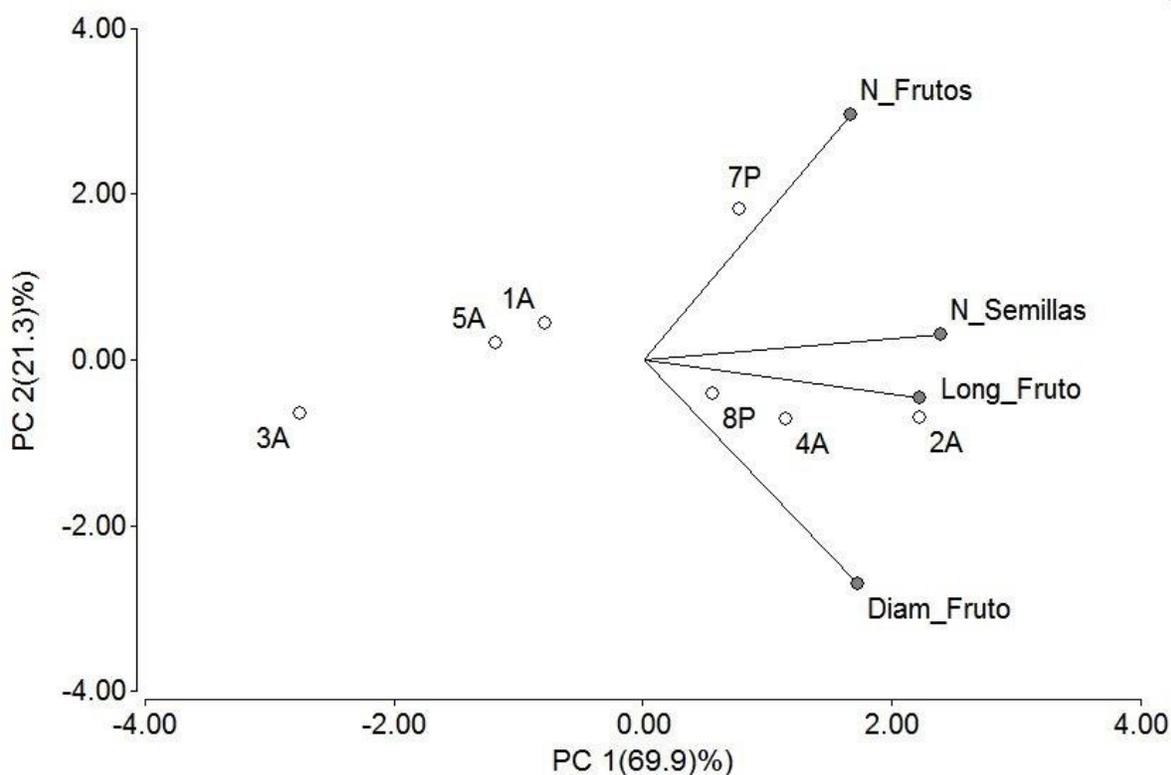


Figura 16. Correlaciones de número, diámetro, longitud de fruto y numero de semillas de los frutos siete progenies de *Moringa oleifera* Lam en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2014-2015).

En cuanto a las progenies, en el análisis de componentes principales, la progenie 8P, 4A y 2A está asociada a la relación positiva y significativa entre las variables “Longitud del Fruto” y “Diámetro del Fruto”; la progenie 2A está asociada a la relación longitud del fruto y número de semillas, lo que significa que entre mayor sea la longitud del fruto mayor cantidad de semillas. La progenie 7P está asociada al aumento en la variable número de frutos; las progenies 1A, 4A y 5A no muestran asociación aparente; y finalmente la progenie 3A está asociada en contraposición al incremento en las cuatro variables.

V. CONCLUSIONES

Los buenos resultados obtenidos en germinación y sobrevivencia de los siete progenies evaluadas se deben principalmente al estado de la semilla, las condiciones del sitio y el manejo de malezas, siendo las progenies 7P (93.3%) y 4A (90%) las que tuvieron los más altos valores en germinación y las progenies 7P y 8P (93.3%) en sobrevivencia.

Los resultados obtenidos muestran que el crecimiento en altura, diámetro, así como, los porcentajes de floración y fructificación de las siete progenies evaluadas, son buenas, aun cuando existe cierta variación, lo cual puede ser debido a la variación genética existente entre las progenies; sin embargo, las progenies 1A, 7P y 8P presentaron mejor comportamiento en comparación a las demás.

La información resultante en este documento aporta evidencias suficientes para considerar que existen relaciones funcionales positivas y significativas entre las variables longitud del fruto, numero de semillas y diámetro del fruto con las progenies 2A, 4A y 8P.

VI. RECOMENDACIONES

Extender los periodos de evaluación de dos a tres años, para dar un mejor seguimiento al comportamiento de las progenies y permita tener una valoración más completa en relación a las variables evaluadas, determinando alguna relación o influencia de factores ambientales (temperatura, suelo, precipitación, manejo) con el crecimiento y desarrollo de las progenies.

Si se desea mejorar el material reproductivo utilizado en sistemas productivos en Nicaragua se recomienda utilizar las progenies peruanas (7P, 8P) porque fueron las que mejor se comportaron en cuanto a todas las variables evaluadas.

VII. LITERATURA CITADA

- Amador, O. K. (2016). *Estudio bromatológico de hojas de Moringa oleifera in vitro y ex vitro y análisis del efecto hipoglucemiante en ratas Wistar diabetizadas*. Recuperado de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Amador%2C+Garc%C3%ADa.+O.+K.+%282016%29.+Estudio+bromatol%C3%B3gico+de+hojas+de+Moringa+oleifera+in+vitro+y+ex+vitro+y+an%C3%A1lisis+del+efecto+hipoglucemi+ante+en+ratas+Wistar+diabetizadas.&btnG=
- Armijos, R. M. (2015) *USO DE Moringa como Biofertilizante foliar en pimiento híbrido quetzal (Capsicum annum L) en palmeles arenillas*. (Tesis de Grado) Universidad técnica de Machala. Recuperado de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1167/7/CD342_TESIS.pdf
- Becerra, L. F. (1981). *Algunos factores climáticos y su influencia en el incremento en diámetro de nueve especies forestales en Chapingo, México*. Departamento de Bosques. (Tesis de Pregrado) Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/629/62980108/>
- Bello, M. A. (julio,1988) Consideraciones Metodologías Para Estudios Fenológicos en Bosques Templados de Conífera. *Revista Ciencias forestales*. 13(64). Recuperado de <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/Forestales/article/viewFile/1145/1143>
- Burley, J. (s.f). *Metodología de los ensayos de procedencia de especies Forestales, Proyecto de mejoramiento Genético Forestal, Centro Agronómico tropical de Investigación y Enseñanzas. Turrialba, Costa Rica*. 22-36 Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/93269s/93269s05.htm>
- Cárdenas , J. A. (2011). *Diseño y establecimiento de una prueba de progenie de Pinus oaxacana Mirov procedente del Ejido Los Molinos, Perote, Veracruz*. (Tesis de Grado) Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Agrícolas Veracruz. México. 46p. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/16306988.pdf>
- Centeno, M. (1993). *Inventario nacional de plantaciones forestales en Nicaragua*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua, Recuperado de NI.79 pp. <http://repositorio.una.edu.ni/877/1/tnk10c397.pdf>

- Centro Internacional de Agricultura Tropical, CL. (2009). Elementos estructurales de un experimento agrícola. Guía de estudio para ser usado como complemento de la unidad auditorial sobre el mismo tema. Cali, CL. Serie 045b-0301. 28p.
- Comisión Técnica de Fitomed. 2010. Paraíso francés. Recuperado de http://www.sld.cu/fitomed/par_aiso_frances.htm.
- Cubero Salmerón, J.I (1999). *Las plantas transgénicas QUADERNS AGRARIS* Recuperado de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=selccion+masal+cubero+1999&btnG=
- Enríquez, E. R. (2013). *Productos agroindustriales con alto valor nutricional en la Amazonía boliviana Tincazos, número 34*, Recuperado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S199074512013000200007&script=sci_ar text&tlng=es
- Gamedze J. F., Mupangwa E., Bhebhe & Dlamini B. J. (2012) *Growth performance and Forage Nutrient Content of Moringa (Moringa oleifera lam) Provenances under Luyengo Conditions, Swaziland Conditions Uniswa* (16): 41-48
- González , V, A., (2013) *Comportamiento de dos poblaciones de Moringa oleifera (material acriollado y mejorado PKM1) en sus primeras etapas de crecimiento en condiciones de vivero*, (Tesis de pregrado) Universidad Nacional Agraria, Facultad de recursos naturales y del ambiente NA, Managua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/2749/1/tnf01g643cp.pdf>
- Gutiérrez, M; Mendizábal L. C; Alba Landa, J; Márquez, J; Cruz Jiménez, H. (2012). *Evaluación de una prueba de procedencia/ Progenie de pinus greeggi engelm. Establecida en villa Aldama, Veracruz México Foresta Veracruzana, Recursos Genéticos Forestales Xalapa México*. 14, (2) pp. 17-22. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/497/49728290004/>
- Gutiérrez, B. N; Cornejo, H. H; González Salvador, A. Z; Mendoza, M. R. (2010). *Conversión de un Ensayo de Pinus greggii. Var greggii a huerto semillero mediante eigen Análisis. Va Bosque, (31).I: 45-52*. Universidad Ustral de Chile, Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173113300006>
- Haro, M., (2015) *Estudio de pre factibilidad para la producción de harina de Moringa como suplemento alimenticio del sector pecuario en la provincia del oro (Tesis de Pregrado)* Universidad Técnica de Machala. Recuperado de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2013/1/CD775_TESIS.pdf
- Hernández Downs, M. A; Zeledón Toruño, H. J. (2015). *Efecto de la inclusión follaje fresco de Marango (Moringa oleifera) en la alimentación de conejos en desarrollo, en la*

Finca Santa Rosa, Managua (Tesis de pregrado). Universidad nacional Agraria, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3242/1/tnl02h557.pdf>

Hernández, M. L; Montalván, B.L; Flores Briones, A.M; Urrutia Rodríguez, López Benavides; JK. (s.f.) *Comportamiento Fenológico en tres rangos altitudinales de las especies Enterolobium cyclocarpum, Maclura tinctoria. Estelí, Nicaragua.* Recuperado de http://www.cidar.uneg.edu.ve/DB/bcuneg/EDOCS/TESIS/TESIS_PREGRADO/INFORMES%20DE%20PASANTIAS/IP106742012CDEspinozaLiammys.pdf

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, NI. (2006). Informe Meteorológico Estación Aeropuerto Internacional “Augusto Cesar Sandino”. Las Mercedes, Managua, Nicaragua. pp 45-90

Martínez, O. (20129). *Producción de plantas de la especie Moringa oleifera Lam bajo las condiciones del vivero coloradito de la empresa Maderas del Orinoco c.a.-edo.anzoátegui. Universidad experimental de Guayacan.* Recuperado de <https://www.google.com/search?q=seleccion+masal&ie=utf-8&oe=utf-8#q>

Mather K., Jinks J.L. (1982) *Diallels. In: Biometrical Genetics. Springer, Boston, MA pp 255-291* Recuperado de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4899-3406-2_9

Medina, M. G; García, D. E; Clavero, T; Iglesias, J. M. (2007). *Estudio comparativo de Moringa oleifera y Leucaena leucocephala durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento Zootecnia Tropical.* (25):2 P 25-30 Maracay Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S079872692007000200004&script=sci_arttext

Mendieta B. (16 de septiembre 2005). La exportación de Marango ha sufrido aproximadamente el 1,000%. *Nuevo Diario.* Recuperado de <http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/370535-exportacion-marango-ha-subido-1-000/>

Mora F., y Zamudio. F (noviembre, 2006). *Variabilidad genética del crecimiento en progenies selectas de Pinus radiata Ciencia Forestal, Universidad de Federal de Santa María Brasil 13* (4). Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/534/53416405/>

Murrieta, M, J. (2014) *Determinación de la altura optima de poda del cultivo de Marango (Moringa oleifera) con fines de producción en la zona de Babahoyo* (Tesis de Grado) Universidad Técnica De Babahoyo. Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/636/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000110.pdf>

Narváez, O. J. (2014). *Establecimiento y manejo inicial en plantaciones de Marango (Moringa oleifera Lam.), en dos unidades productivas* (Tesis de Pregrado).

Universidad Nacional Agraria, Managua NI. 26 P. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3164/1/tnk10n238e.pdf>

Noguera-Talavera, Á., González-Rivas, B y Castro-Marín, G. (diciembre, 2013). *ESTABLECIMIENTO INICIAL DE Hymenaea curbaril (GUAPINOL) BAJO DOS CONDICIONES DE ILUMINACION, EN DOS SITIOS DE LA REGION SECA DE NICARAGUA.* *La Calera* 13 (21), Recuperado de <https://www.lamjol.info/index.php/CALERA/article/viewFile/1678/1482>

Padilla, C; F. N., Suárez, M. (2012) Efecto del tiempo de remojo de las semillas de moringa (Moringa oleífera) en el comportamiento de la germinación y en indicadores del crecimiento de la planta 1Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46 (4) Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193027579013.pdf>

Palada, M., Chang, L. (2003). Prácticas culturales sugeridas para Marango. (Guía internacional) Np.

Pascua, K. P. (2014). *Ensayo de cuatro procedencias de Marango (Moringa oleifera Lam* (Tesis de Grado). *Universidad Nacional Agraria, Nicaragua.* Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/2784/1/tnk10p281.pdf>

Pérez, Y., Valdés, L. R., García, L. A. F. (2010). *Moringa oleifera. Germinación y crecimiento en vivero.* *Ciencia y Tecnología Ganadera*, 4(1), 43. Recuperado de [http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20CIMAGT/Rev.Vol.4%20No.1%202010/Vol.4\(1\)10Yaimara.pdf](http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20CIMAGT/Rev.Vol.4%20No.1%202010/Vol.4(1)10Yaimara.pdf)

Raymundo, A. (2011) *Moringa oleifera, una alternativa forrajera para Sinaloa* Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) México. 45p. https://scholar.google.es/scholar?cites=10358933836462755161&as_sdt=2005&sciodt=0,5&hl=es

Reyes, N. (2004). Marango Cultivo y utilización en la alimentación animal. Ed. F. Alemán, Managua, NI, Universidad Nacional Agraria, 24p. (Guía Técnica 5).

Rivera Solano, D. D., Centeno Arostegui, A. J. (2014). *Evaluación del establecimiento de Moringa oleífera Lam. (Marango) en un sistema de cercas viva en la Finca Santa Rosa-UNA,* (Tesis de pregrado) Managua, Nicaragua Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1185/1/tnk10r621m.pdf>

Romero, O.E. (2005). *Uso de moringa como bio estimulante foliar en pimiento (capsicum annum l.) germoplasma local en palmales, arenillas* (Tesis de pregrado) Universidad Técnica de Machala, Recuperado de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1185/7/CD345_TESIS.pdf

- Souza, C.R., Acevedo, C. P., Lima, R.M., Rossi, B. (2010). *Comportamiento de especies forestales en plantación a pleno sol y enfajas de enriquecimiento de la amazonia. Acta Amazonica. 40(1)227-234.*
- Toral, O., Reino, J., Santana, H., y Cerezo, Y. (2013). *Caracterización morfológica de ocho procedencias de Moringa oleifera (Lam.) en condiciones de vivero. Pastos y Forrajes, 36(4), 409-416.* Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269129935002>
- Toral, O., (2005). *La utilización del germoplasma arbóreo forrajero. En Simón L. (Ed) El Silvopastoreo: Un Nuevo Concepto de Pastizales. Est. Exp. Pastos y Forrajes “indio Hatuey”, Matanzas, Cuba. pp. 34-47.* Recuperado de [ogele.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Toral%2C+O.%2C+\(2005\)](http://www.ogele.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Toral%2C+O.%2C+(2005))
- Torrez, J.G. (2016). *Crecimiento y producción de semillas de Moringa oleifera Lam., en asocio con dos especies de Canavalia (Canavalia brasiliensis Mart. Ex Benth y Canavalia ensiformis (L.) (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional Agraria Managua, Nicaragua* Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3408/1/tnk10t694c.pdf>
- Urrego, L. E., Valle, J. I. del. (2001) *Relación fenología-clima de algunas especies de los humedales forestales (guandales) del pacífico sur colombiano Interciencia, Asociación Interciencia Caracas, Venezuela pp. 150-156* Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/339/33905504.pdf>.
- Urroz, R., Ramírez, E. (2006). *Composición e identificación de especies forrajeras y no forrajeras en las fincas Santa Rosa y las mercedes.* (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1372/1/tnf01u81.pdf>
- Valdés Rodríguez, O A., Palacios Wassenaar, O. M., Ruíz Hernández, R., Pérez Vásquez, A., (noviembre,2014) *Potencial de la asociación Moringa y Ricinus en el subtropico veracruzano (Moringa and Ricinus association potential in the sub-tropics of Veracruz) (PDF Download Available).* Available from: *Revista Mexicana de ciencias agrícolas*4(9)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 [accessed Oct 05 2017]
- Vieldaniz, A.G. (2013). *Comportamiento de dos poblaciones de Moringa oleifera (material acriollado y mejorado PKM1) en sus primeras etapas de crecimiento en condiciones de vivero,* (tesis de Pregrado) Universidad Nacional Agraria Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1372/1/tnf01u81.pdf>

Vílchez, B., Chazdon, R., Redondo, A. (Julio, 2004). Fenología reproductiva de cinco especies forestales del Bosque Secundario, *Tropical Kurú Forestal* (Costa Rica) 1(2), Recuperado de <https://www.google.com/search?q=Fournier%2C+L.A.%3B+Salas%2C+S.+1966.+Algunas+observaciones+sobre+la+din%C3%A1mica+de+la+floraci%C3%B3n+en+el+bosque+tropical+h%C3%A1medo+de+Villa+Col%C3%B3n.+Rev.+Biol.+Trop.+14%3A75-85.&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b>

ANEXO 1

Anexo 1A ANDEVA de la altura de las 7 progenies de *Moringa oleifera* en la primera medición al mes de establecida la plantación

Source	DF	Seq SS	Adj ss	Adj MS	F	P
Progenies	6	2.31771	2.31771	0.38629	3.89	0.002
Error	97	9.62704	9.62704	0.09925		
Total	103	11.94475				

Anexo 2A. ANDEVA de la altura de las 7 progenies de *Moringa oleifera* en la segunda medición a los dos meses de establecida la plantación

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Progenies	6	6.4380	6.4380	1.0730	4.83	0.000
Error	97	21.5328	21.5328	0.2220		
Total	103	27.9708				

Anexo 3A. ANDEVA de la altura de las 7 progenies de *Moringa oleifera* en la tercera medición al tercer mes de establecida la plantación

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Progenies	6	6.3003	6.3003	1.0501	3.19	0.007
Error	97	31.9572	31.9572	0.3295		
Total	103	38.2576				

Anexo 4A. ANDEVA de la altura de las 7 progenies de *Moringa oleifera* en la cuarta medición al cuarto mes de establecida la plantación

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Progenies	6	3.5386	3.5386	0.5898	0.61	0.723
Error	97	93.9690	93.9690	0.9688		
Total	103	97.5076				

Anexo 5A. ANDEVA de la altura de las 7 progenies de *Moringa oleifera* en la quinta medición a los cinco meses de establecida la plantación

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Progenies	6	3.9170	3.9770	0.6528	0.86	0.525
Error	97	73.4077	73.4077	0.7568		
Total	103	77.3248				

Anexo 6A. ANDEVA de diámetro de las 7 progenies de *Moringa oleifera* en la tercera medición al tercer mes de establecida la plantación

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Progenies	6	21.295	21.295	3.549	2.48	0.028
Error	97	138.813	138.813	1.431		
Total	103	160.108				

Anexo 7A. ANDEVA de diámetro de las 7 progenies de *Moringa oleifera* en la cuarta medición al cuarto mes de establecida la plantación

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Progenies	6	23.324	23.324	3.887	1.47	0.198
Error	97	257.038	257.038	2.650		
Total	103	280.362				

Anexo 8A. ANDEVA de diámetro de las 7 progenies de *Moringa oleifera* en la cuarta medición al cuarto mes de establecida la plantación

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Progenies	6	25.354	25.354	4.226	1.58	0.160
Error	96	256.125	256.125	2.668		
Total	102	281.479				

GLOSARIO

Procedencia:

origen geográfico original en un bosque natural; sin embargo, no es claro o no es usado consistentemente cuando el lugar de origen es una plantación que quizás hace dos o más generaciones que fue trasladada del bosque natural original. diario de Fowler (como se citó en Cárdenas, 2011)

Ensayos de procedencia

Es una plantación de varias procedencias establecidas en tal manera que permite una comparación estadísticamente válida entre ellas en cuanto a productividad y otras características diario de Fowler (como se citó en Cárdenas, 2011)

Sobrevivencia

Se refiere al porcentaje de plantas sobrevivientes que presentó la plantación, en relación al total de plantas establecidas al inicio del experimento y el número de plantas de las mismas al final del periodo (Reyes 2005).

Germoplasma

Mantenimiento de la variabilidad genética de una población. El término es usado en vez de preservación de germoplasma para reflejar la naturaleza cambiante de las poblaciones vivas. diario de Fowler (como se citó en Cárdenas, 2011)

Puede entenderse como germoplasma al material genético que constituye la base física de la herencia y que se transmite de una generación a la sucesiva mediante las células germinales (FAO, 2013).

Diversidad genética:

La diversidad genética en sentido amplio es el componente más básico de la biodiversidad y se define como las variaciones heredables que ocurren en cada organismo, entre los individuos de una población y entre las poblaciones dentro de una especie (Piñero, 2008). Se la puede definir como el grado en el cual el material hereditario diferencia internamente una colección de plantas diario de Fowler (como se citó en Cárdenas, 2011)

Variedad:

un conjunto de plantas de un solo taxón botánico del rango más bajo conocido que, con independencia de si responde o no plenamente a las condiciones para la concesión de un derecho de obtentor, pueda definirse por la expresión de los caracteres resultantes de un cierto genotipo o de una cierta combinación de genotipos,

Variedad acriollada:

Germoplasma que durante siglos ha estado bajo los efectos de la selección natural y de la selección consciente de los agricultores para genotipos deseados. Son genéticamente variables, para caracteres cuantitativos y cualitativos, tienen una buena adaptación a condiciones ambientales específicas y tienen niveles de producción confiables (Harlan, 1992; Ceccarelli, 1996)

Variabilidad Genética:

La formación de individuos que difieren en el genotipo o la presencia de individuos genéticamente diferente en contraposición con las diferencias inducidas por el ambiente las cuales causan solo cambios temporales no heredables en el Genotipo.

Varianza:

Es la media aritmética del cuadrado de las desviaciones respecto a la media de una distribución estadística.

Diseño en Bloque completo al azar:

Es el diseño experimental más común utilizado en pruebas de campo de progenie, procedencia y clónales. Cada grupo genético en la prueba es repetido una vez en cada bloque. Todos los grupos genéticos son arreglados aleatoriamente dentro de un bloque y un nuevo patrón de aleatorización es usado para el siguiente bloque.

Diámetro basal

El diámetro es el segmento de recta que pasa por el centro y une dos puntos opuestos de una circunferencia.

Selección Masal:

La selección masal implica la selección de las mejores plantas de la variedad, (Selección individual) y la reunión o mezcla de toda la semilla que producen en conjunto

Una forma más refinada de la selección masal es cosechar las mejores plantas separadamente y cultivarlas como líneas puras para compararlas entre sí. Una vez evaluadas, las líneas puras superiores y similares se mezclaran para mejorar una variedad ya establecida

Viabilidad poblacional:

Es la habilidad de una población para vivir, crecer y desarrollarse. Esto es afectado por los factores de hábitat físico (clima, geología, topografía, y factores de drenaje) y factores de hábitat biótico (plantas, poblaciones animales y comunidades).

Ramas:

La rama es la parte del árbol o arbusto en la que crecen las hojas. Se trata de una estructura de madera conectada al tronco central. Las ramas pueden desarrollarse de forma horizontal, vertical o diagonal, esta última forma es la que presentan la mayor parte de las especies arbóreas.