

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EVALUACIÓN DE DOS REGULADORES DE CRECIMIENTO PARA LA PRODUCCIÓN ASEXUAL  
POR ESQUEJES DE MORINGA (*Moringa oleífera*, Moringaceae); OLOPA, CHIQUIMULA,  
GUATEMALA  
TESIS DE GRADO

**SILAS NEFTALY ALONZO ESCOBAR**  
CARNET 29573-05

ZACAPA, JUNIO DE 2017  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EVALUACIÓN DE DOS REGULADORES DE CRECIMIENTO PARA LA PRODUCCIÓN ASEXUAL  
POR ESQUEJES DE MORINGA (*Moringa oleífera*, Moringaceae); OLOPA, CHIQUIMULA,  
GUATEMALA  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**SILAS NEFTALY ALONZO ESCOBAR**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS  
HORTÍCOLAS

ZACAPA, JUNIO DE 2017  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS  
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

MGTR. JULIAN RAMIREZ DE ROSA

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. ÁNGEL OTTONIEL CORDÓN GARCÍA  
ING. FRANCISCO ARTURO VILLATORO RODRIGUEZ  
LIC. JORGE ARMANDO ROSALES QUAN

Guatemala, 03 de julio de 2017

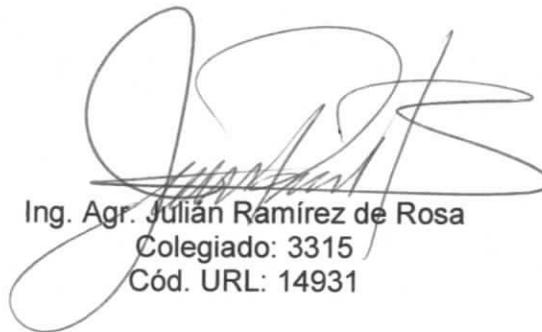
Consejo de facultad  
Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Silas Neftaly Alonzo Escobar, carné 29573-05, titulada: "Evaluación de dos reguladores de crecimiento para la producción asexual por esquejes de moringa (*Moringa oleífera*, Moringaceae); Olopa, Chiquimula, Guatemala".

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Agr. Julián Ramírez de Rosa  
Colegiado: 3315  
Cód. URL: 14931



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06750-2017

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante SILAS NEFTALY ALONZO ESCOBAR, Carnet 29573-05 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 0675-2017 de fecha 12 de julio de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE DOS REGULADORES DE CRECIMIENTO PARA LA PRODUCCIÓN  
ASEXUAL POR ESQUEJES DE MORINGA (*Moringa oleífera*, Moringaceae); OLOPA,  
CHIQUMULA, GUATEMALA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 28 días del mes de junio del año 2017.



**MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO**  
**CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**  
Universidad Rafael Landívar





## INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
RESUMEN.....	I
SUMMARY.....	II
I. INTRODUCCION .....	1
II. MARCO TEORICO .....	2
2.1. Marco Conceptual de la moringa.....	2
2.1.1. Clasificación botánica de la moringa.....	2
2.1.2. Origen y distribución de la moringa.....	2
2.1.3. Descripción botánica de la moringa.....	2
2.1.4. Propiedades nutricionales.....	3
2.1.5. Adaptación ambiental.....	4
2.1.5.1. Temperatura.....	4
2.1.5.2. Humedad.....	4
2.1.5.3. Suelos .....	5
2.1.6. Establecimiento y aspectos agronómicos.....	5
2.1.6.1. Preparación del suelo.....	5
2.1.6.2. Métodos de propagación .....	6
2.1.6.3. Propagación sexual.....	6
2.1.6.4. Propagación vegetativa por esquejes .....	6
2.2. Reguladores de crecimiento.....	7
2.2.1. Rooting.....	8
2.2.2. Raizal 400.....	8
2.3. El efecto de la luna sobre las plantas.....	8
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
3.1. Definición y justificación del trabajo.....	11
IV. OBJETIVOS:.....	13
4.1. Objetivo General.....	13
4.2. Objetivos Específicos. ....	13
V. HIPOTESIS:.....	14

5.1. Hipótesis alterna.....	14
VI. METODOLOGIA: .....	15
6.1. LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO.....	15
6.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	16
6.2.1. Material Primario.....	16
6.2.2. Material Secundario.....	16
6.2.2.1. Raizal 400: .....	16
6.2.2.2. Rooting:.....	17
6.3. FACTORES A ESTUDIAR .....	17
6.3.1. Factor A: Estimulante de Crecimiento.....	17
6.3.2. Factor B: Longitudes de esquejes.....	17
6.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS .....	17
6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	18
6.6. MODELO ESTADÍSTICO.....	18
6.7. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	19
6.8. CROQUIS DE CAMPO.....	19
6.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	20
6.9.1. Llenado de bolsa.....	20
6.9.2. Ordenamiento de las bolsas en el diseño experimental.....	20
6.9.3. Protección del experimento .....	21
6.9.4. Desinfección del suelo.....	21
6.9.5. Obtención de los esquejes .....	21
6.9.6. Preparación y aplicación de los enraizadores .....	21
6.9.7. Siembra del esqueje .....	22
6.9.8. Control fitosanitario .....	22
6.9.9. Control de malezas .....	22
6.9.10. Riegos .....	22
6.10. VARIABLES DE RESPUESTA.....	23
6.10.1. Porcentaje de esquejes con brotes .....	23
6.10.2. Número de brotes por esqueje.....	23
6.10.3. Longitud de la raíz en el esqueje .....	23

6.11.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	23
6.11.1.	Análisis Estadístico.....	23
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
7.1.	Efecto de estimulantes de crecimiento y longitudes de esquejes, sobre el porcentaje de esquejes brotados y el número de brotes por esqueje.....	24
7.2.	Porcentaje de esquejes con brotes.....	25
7.3.	Número de Brotes por esqueje.....	28
7.4.	Longitud de la raíz en el esqueje.....	30
VIII.	CONCLUSIONES.....	32
IX.	RECOMENDACIONES.....	33
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	34
XI.	CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	37
XII.	ANEXO I: Secuencia fotográfica.....	38

## INDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PAGINA
Cuadro 1: Análisis proximal de las hojas frescas de moringa (valores promedio de diferentes muestras).	3
Cuadro 2: Contenido de Minerales en Hojas Frescas y Polvo de Hojas de Moringa Oleífera en 100 gramos de porción comestible.	4
Cuadro 3. Composición química del Raizal 400, utilizado como estimulante radicular en la propagación asexual de la moringa.	16
Cuadro 4. Composición química del Rooting, utilizado como estimulante radicular en la propagación asexual de la moringa.	17
Cuadro 5. Tratamientos evaluados, producto de la combinación de los dos factores en cuestión.	18
Cuadro 6: Resultado promedio de los esquejes con brotes y el número de brotes por tratamiento, correspondiente a las 6 repeticiones.	24
Cuadro 7: Análisis de varianza para el porcentaje de esquejes con brotes, en 2 estimulantes de crecimiento y 2 longitudes de esquejes en el cultivo de moringa.	25
Cuadro 8: Prueba de medias Tukey (0.05) para el porcentaje de esquejes con brotes, en la evaluación de estimulantes de crecimiento, para la reproducción de Moringa.	26
Cuadro 9: Prueba de medias Tukey (0.05) para el porcentaje de esquejes con brotes, en la evaluación de longitudes de esquejes, para la reproducción asexual de Moringa.	27
Cuadro 10: Análisis de varianza para el número de brotes por esqueje, con 2 estimulantes de crecimiento y 2 longitudes de esquejes en el cultivo de moringa.	28

## INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PAGINA
Figura 1. Efecto de las fases lunares sobre los fluidos de las plantas y su importancia en el prendimiento de injertos, esquejes y acodos. ....	10
Figura 2. Ubicación del terreno donde se realizó la investigación, aldea Tituque, Olopa..	15
Figura 3. Distribución de las parcelas en el croquis de campo, para la evaluación del porcentaje de pegue en los esquejes de moringa. ....	20
Figura 4: Representación gráfica del porcentaje de esquejes con brotes en cada tratamiento.....	26
Figura 5: Promedio de número de brotes en los esquejes de cada tratamiento, en la reproducción asexual de la Moringa.....	29

EVALUACIÓN DE DOS REGULADORES DE CRECIMIENTO PARA LA REPRODUCCIÓN ASEXUAL POR ESQUEJES DE MORINGA (*Moringa oleífera*, Moringaceae); OLOPA, CHIQUIMULA, GUATEMALA.

**RESUMEN**

La moringa ha sido introducido a muchos países con el fin de combatir la desnutrición; en Guatemala FAO introdujo la planta a la región chorti derivado de la hambruna, desde ese entonces ha sido limitada su propagación y consumo por las familias afectadas por la desnutrición, debido a que la producción de semillas se da a los 2 años y medio después de trasplantada la planta; por lo que se ha hecho necesario buscar alternativas de propagación. En tal contexto se evaluó el prendimiento de la moringa por medio de esquejes, utilizando Rooting y Raizal como reguladores de crecimiento, longitudes de esquejes de 0.2 y 0.3 metros y éstos establecidos en fase de luna llena y luna nueva; el trabajo fue desarrollado en el municipio de Olopa. De las variables de respuesta evaluadas, solo el porcentaje de esquejes con brotes presentó diferencias significativas en sus factores, pero al momento de realizar el análisis de medias, estadísticamente los datos son iguales. Como resultado de la investigación se concluye que en esta localidad y bajo las condiciones de este experimento, no es posible reproducir la especie por medio de esquejes, ya que estos logran producir brotes, pero no raíces que garanticen el enraizamiento y sobre vivencia de los mismos. No se puede recomendar el uso de ningún tratamiento, debido a que ningún esqueje presento brotes radiculares. Se recomienda continuar investigando la especie, para encontrar la mejor forma de propagación asexual.

# EVALUATION OF TWO GROWTH REGULATORS FOR ASEXUAL REPRODUCTION BY MORINGA CUTTINGS (*Moringa oleífera*, Moringaceae); OLOPA, CHIQUIMULA, GUATEMALA

## SUMMARY

Moringa has been introduced to many countries in order to combat malnutrition; FAO in Guatemala introduced the plant to Chorti region derived from famine, since its spread and consumption have been limited by families affected by malnutrition, because the seeds production is given 2 and a half years after the plant is transplanted; so it has become necessary to search for propagation alternatives. In this context the Moringa arrest was evaluated by means of cuttings, using rooting and root as growth regulators, 0.2 and 0.3 meters cutting lengths and these established in full moon and new moon phase; The work was developed in Olopa township. Of the response variables evaluated, only cuttings percentage with outbreaks presented significant differences in their factors, but at the time of means analysis, the data are statistically the same. As an investigation result, it is concluded that in this location and under this experiment conditions, it is not possible to reproduce the species by means of cuttings, since they produce outbreaks but not roots, that guarantee the rooting and especially their survival. As no cuttings presented root outbreaks, no treatment can be recommended. It is recommended to continue researching the species, to find the best form of asexual propagation.

## I. INTRODUCCION

La moringa es un árbol originario de la India, que ha sido introducido principalmente a los países que presentan altos porcentajes de desnutrición crónica y hambrunas. En Centroamérica se introdujo en los años de 1920 como una planta ornamental y actualmente se utiliza como complemento alimenticio de las comunidades más afectadas por la pobreza y desnutrición (ACH, 2012).

Según Sánchez (2004), el árbol mide de 4 hasta 10 mt de altura y de 0.1 a 0.4 mt de diámetro. La planta tiene altos valores nutricionales distribuidos en las hojas, flores y semillas dando un aporte de proteína, grasa, calcio, potasio, hierro, carotenos, vitamina C, entre otros, siendo así una buena fuente energética y nutricional.

En Guatemala en el año 2001, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), introdujo la moringa en la región Chorti, principalmente en los municipios de Jocotán y Camotán debido a que pertenecen al corredor seco, donde la producción de alimentos se ve afectada, y específicamente a las familias que presentaban altos índices de desnutrición, en este programa FAO realizó acuerdos con las familias beneficiarias, el cual estipulaba la reproducción y propagación a otras familias.

Según Alfaro (2008), El árbol se adaptó adecuadamente a las condiciones edafoclimáticas de Chiquimula cuando éste se reproduce por semillas, pero se identificó que para obtener las semillas se requería de un periodo de tiempo muy largo, retrasando así la rápida propagación de la especie y obtención del follaje, el cual se utiliza para consumo humano por sus características nutricionales. Es por esto que en el presente trabajo de investigación se evaluaron estimulantes de crecimiento y longitudes de esquejes, para la reproducción asexual de la moringa, en la aldea Tituque, del Municipio de Olopa, debido a que es la comunidad más afectada por la desnutrición aguda, y la moringa presenta una alternativa para combatirla (Melgar, 2012).

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. Marco Conceptual de la moringa

#### 2.1.1. Clasificación botánica de la moringa

REINO: PLANTAE

FILO: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

ORDEN: CAPARALES

FAMILIA: MORINGACEAE

GENERO: MORINGA

ESPECIE: *Moringa oleifera*

(Liñan, 2010).

#### 2.1.2. Origen y distribución de la moringa.

Sánchez (2004), Menciona que la moringa oleífera, comúnmente llamado Marango, es un árbol de la familia Moringaceae que crece en el trópico y es originaria del sur del Himalaya, noreste de India, Pakistán, Bangladesh y Afganistán. En América el marango se introdujo y naturalizó en 1920 como un árbol ornamental y fue utilizado como cerca viva y cortinas rompe vientos.

#### 2.1.3. Descripción botánica de la moringa

Es un árbol de crecimiento rápido, alcanza una altura de 7 a 12 metros hasta la corona, su tronco posee un diámetro de 0.2 a 0.3 mt, tiende a echar raíces fuertes y profundas y tiene una vida relativamente corta, alcanzando un promedio de 20 años (Price, 2007).

Tiene hojas compuestas alternas imparipinadas con una longitud total de 0.3 a 0.7 mt. Las flores son blancas, cremosas, con estambres amarillos y nacen en racimos. El fruto es una cápsula colgante color castaño, triangular, con 0.3 mt de largo y 0.018 mt de diámetro. Las semillas son de color castaño oscuro con tres alas blancas delgadas. La raíz es principalmente gruesa. El árbol florece y produce semillas a los 2 ½ años y luego cada año (Price, 2007).

#### 2.1.4. Propiedades nutricionales

En Guatemala, se empleó esta planta para producir alimentos nutricionalmente mejorados a partir de preparaciones tradicionales consumidas en este país, lo que constituye una alternativa para mejorar el valor nutritivo y la alimentación de grupos de población rural altamente vulnerables, como son las mujeres y los niños menores de cinco años. Mediante el proyecto del Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología FODECYT, se elaboraron recetas utilizando Moringa deshidratada y fresca, que consistieron en tortillas, frijoles, sopa de arroz y sopa deshidratada instantánea. Los resultados del contenido nutricional de hojas, vainas y frutos de Moringa indican que puede ser considerada como fuente de energía, proteínas, grasas, fibra, vitaminas A y C, hierro y potasio. Además, es de destacar el contenido de hasta 30 % de proteína en materia seca. Por otro lado, la aceptación en la población vulnerable fue mayor con el tamal de moringa, seguido de los frijoles y la sopa de arroz con moringa (Alfaro, 2008)

Las hojas de moringa poseen un porcentaje superior al 25% de proteínas, esto es tantas como el huevo, o el doble que la leche, cuatro veces la cantidad de vitamina “A” de las zanahorias, cuatro veces la cantidad de calcio de la leche, siete veces la cantidad de vitamina C de las naranjas, tres veces más potasio que los plátanos, cantidades significativas de hierro, fósforo y otros elementos. (Bressani, R. 2007).

Cuadro 1: Análisis proximal de las hojas frescas de moringa (valores promedio de diferentes muestras).

Análisis proximal	Hojas frescas
Humedad (%)	79.72
Proteínas (%)	5.52
Grasa (%)	1.46
Cenizas (%)	2.12
Carbohidratos (%)	11.14
Energía (Kcal/100 g)	207.42
Calcio (mg/100 g)	22.32
Potasio (mg/100 g)	11.84
Hierro (mg/100 g)	24.26

Carotenos (ug/100 g)	3, 327.7
Vitamina C (mg/100 g)	109.3

Fuente: informe del laboratorio de composición de alimentos, del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) Guatemala 2006.

Cuadro 2: Contenido de Minerales en Hojas Frescas y Polvo de Hojas de Moringa Oleífera en 100 gramos de porción comestible.

Nutriente	Hojas frescas	Polvo de hojas
Fibra (g)	0.9	19.2
Minerales (g)	2.3	-
Calcio (mg)	440	2,003
Magnesio (mg)	24	368
Fósforo (mg)	70	204
Potasio (mg)	259	1.324
Cobre (mg)	1.1	0.57
Hierro (mg)	7	28.2
Azufre (mg)	137	870

Lowell J. Fuglie. 1999

## 2.1.5. Adaptación ambiental

### 2.1.5.1. Temperatura

Según Sánchez (2004) por ser una planta de origen tropical, se desarrolla en climas semiáridos, semi húmedos y húmedos. La moringa crece bien en alturas desde el nivel del mar hasta los 1200 metros de altitud y prospera en temperaturas altas, considerándose óptimas para un buen comportamiento las que están entre 24 y 32 grados centígrados.

### 2.1.5.2. Humedad

El agua afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas ya que actúa como constituyente, solvente, responsable de la turgencia celular y reguladora de su temperatura, por lo que la cantidad, frecuencia e intensidad de las lluvias determinan en gran medida la adaptación de una especie a un ambiente determinado. La moringa necesita al menos

700 mm anuales, aunque hay reportes de lugares del pacifico de Nicaragua donde con 300 mm crece muy bien. Se ha observado un buen comportamiento en lugares con precipitaciones anuales de 2000 mm anuales (Sánchez, 2004).

### **2.1.5.3. Suelos**

El suelo es la parte de la corteza terrestre donde crecen las plantas. Está constituido de una mezcla dinámica de materiales inorgánicos, orgánicos, aire y agua, donde ocurren diversos procesos que afectan la disponibilidad de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas. El éxito en el establecimiento de una plantación está relacionado con las propiedades físicas y químicas del suelo donde está sembrada.

La moringa puede crecer en todo tipo de suelos, desde suelo ácidos hasta alcalinos (pH 4.5-8), aunque la mejor respuesta en desarrollo y productividad se obtiene en suelos neutros o ligeramente alcalinos, bien drenados o arenosos y donde el nivel freático permanece bastante alto por todo el año, tolera suelos arcillosos, pero no encharcamientos prolongados (Sánchez, 2004).

### **2.1.6. Establecimiento y aspectos agronómicos**

#### **2.1.6.1. Preparación del suelo**

La preparación del terreno para la siembra incluye el control de la vegetación original y de sus reservas de semillas, así como la mejora física (des compactación) y química del suelo para favorecer el desarrollo de las plántulas. El grado de preparación del suelo para lograr un buen establecimiento está influenciado por muchos factores entre los que se cuentan: factores edáficos, condiciones climáticas disponibilidad de maquinaria y consideraciones de carácter económico (Price, 2007).

La preparación debe iniciarse preferiblemente al final de la época seca y terminarse al comienzo de la época de lluvia. Se recomienda, dejar el terreno suelto y la superficie ligeramente rugosa, no muy polvosa, para evitar que la semilla quede demasiado profunda o que sea lavada por la lluvia. (Sánchez, 2004).

#### **2.1.6.2. Métodos de propagación**

Según Lowell, (1999) la moringa puede ser cultivada fácilmente a partir de semillas o estacas. Las semillas deben ser plantadas a 0.02 metros (aproximadamente 1 pulgada) de profundidad y debe germinar en 1-2 semanas. Las tasas de germinación usualmente son muy buenas, pero pueden caer a un 0% después de 2 años de almacenamiento.

#### **2.1.6.3. Propagación sexual**

Es la manera más común y apropiada de sembrarla, de forma directa en el terreno preparado. El peso promedio de cada semilla es de 0.3 – 0.4 gramos, por lo tanto hay unas tres mil semillas por kilogramo. La viabilidad en general depende del grado de fertilidad de los árboles productores, el poder germinativo es de 60% y la vigorosidad de 70% (Sánchez, 2004).

#### **2.1.6.4. Propagación vegetativa por esquejes**

El esquejado es un método de reproducción vegetativa que permite obtener nuevos ejemplares a partir de trozos de plantas ya establecidas. Es por tanto un método con el que se obtienen duplicados exactos de la planta madre. Este sistema es muy usado en muchas especies por su facilidad, su probabilidad de pegue, y porque las plantas obtenidas son mayores en un tiempo menor que las que se obtendrían inicialmente de una semilla. Así mismo, es el único método para multiplicar híbridos estériles que no se pueden reproducir por semillas (Alfaro, 2008).

En principio un esqueje de tallo deberá tener al menos dos nudos: El inferior enterrado, de donde nacerán las raíces; y el superior al aire, que producirá hojas y yemas. Si las hojas del esqueje son grandes conviene cortarlas por la mitad antes de enterrarlo, para minimizar el consumo energético de estas. En general, los tallos de donde se tomen los esquejes no deben haber producido flores. Los esquejes tomados de ramas laterales enraízan más rápido que los tomados del tallo principal.

Según Martínez, (2008) Las estacas de moringa cortadas a finales de la época seca, presentan un prendimiento del 95% y un 90% de sobrevivencia. Para la obtención de estos altos porcentajes, las estacas se dejan enraizar con sus propias reservas y posteriormente se trasplantan al terreno definitivo, el cual debe tener un buen régimen de

humedad. Una vez cortadas las estacas, una buena práctica para el enraizamiento es colocarlas verticalmente bajo la sombra y establecerlas a una profundidad de 0.1 metros en el suelo.

Alfaro, (2008) recomienda reproducir la moringa de manera asexual, siempre y cuando se sigan los lineamientos establecidos para tal efecto; si el objetivo es reproducir los esquejes en bolsas, este debe tener 0.025 mt de diámetro y 0.3 mt de longitud, el corte debe ser justamente a la altura de una yema, el corte inferior en forma de bisel, y establecido en un ángulo de 80 grados. La moringa es un árbol semi leñoso, del cual se pueden obtener varios esquejes sin dañar su metabolismo.

## **2.2. Reguladores de crecimiento**

Se entiende por hormonas vegetales aquellas sustancias que son sintetizadas en un determinado lugar de la planta y se translocan a otro, donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo o metabolismo del vegetal. El término "sustancias reguladoras del crecimiento" es más general y abarca a las sustancias tanto de origen natural como sintetizadas en laboratorio que determinan respuestas a nivel de crecimiento, metabolismo o desarrollo en la planta (Ríos, 2001).

El sistema radical de todas las plantas es de gran importancia, ya que a través de éste se absorbe agua y elementos minerales, se provee a la planta de fitohormonas, sirve de anclaje, puede ser un órgano de reserva alimenticia, y permite la continuidad del equilibrio biológico del suelo. Así siempre es importante tener y mantener una suficiente cantidad de raíces durante la vida del cultivo para alcanzar la productividad y calidad que se requiere en la agricultura comercial de hoy día. La formación y el crecimiento de las raíces son procesos regulados principalmente por hormonas y otros compuestos químicos como vitaminas, nutrientes, etc. de tal forma que el desarrollo radical tiene un origen interno en la planta. Así, el uso de biorreguladores específicos para promover el desarrollo radicular (formación y crecimiento de raíces) es una herramienta que puede incorporarse al manejo de los cultivos. Existen reguladores de crecimiento sintetizados los cuales ayudan a la planta en su proceso de enraizamiento, algunos a base de fosforo y otros que contienen hormonas como las auxinas y citosinas (Ríos, 2011).

### **2.2.1. Rooting**

Es un producto comercial, su complejo hormonal induce la formación, el crecimiento y ramificación de primordios radicales, y con ello la emisión de nuevos pelos radicales en ápices de raíz nueva. Los demás ingredientes que contiene el producto actúan como cofactores de crecimiento radicular que fortalecen el desarrollo de la misma (agroenzimas, 2011).

Para asegurar que el tratamiento del *ROOTING* en planta establecida sea efectivo, este debe tener contacto directo con los ápices radicales. También hay que tener en cuenta la dinámica natural de crecimiento radicular en cada especie. En condiciones normales es importante aplicar el producto en los primeros días después de la siembra o trasplante, mientras que en situaciones detectadas con problema radicales, aplicar cuando se tengan las condiciones óptimas para hacerlo.

### **2.2.2. Raizal 400**

Composición: nitrógeno total 9%; fósforo 45%; potasio 11%; azufre 0.80%; magnesio 0.60%; complejo auxínico 400 ppm. Fertilizante NPK arrancador para plántulas y trasplantes, con alto contenido en fósforo en forma de cristales solubles. Fórmula desarrollada para proveer de nutrientes y estimular el crecimiento rápido y vigoroso de raíces de plantas jóvenes provenientes ya sea de trasplantes o de siembra directa. La acción conjunta de su balance N, P, K, Mg, S y su complejo hormonal, logran un brote de raíces y un crecimiento más rápido y vigoroso. Para aplicarse en trasplantes, en invernaderos, viveros y almácigos, en la mayoría de los cultivos. Ver anexo 2, ficha técnica del producto (arista lifescience, 2011)

### **2.3. El efecto de la luna sobre las plantas**

La Fisiología Vegetal ha comprobado la importancia de las fases de luna en la germinación y crecimiento de las plantas. Sin embargo, en la ciencia moderna se tiene poco en cuenta, por no decir nunca, las distintas fases de luna, mismas que causan efectos sobre los cultivos y la calidad de las cosechas. Esto lo saben muy bien muchos campesinos en todas partes del mundo; ellos tienen un conocimiento heredado de sus ancestros, comprobado miles de veces en su trabajo práctico como agricultores, acerca

del momento adecuado en que deben comenzar y terminar las labores de cultivo y cosecha, según las fases de la luna (Marrero, 2002).

El ciclo lunar tiene una duración de veintinueve días, doce horas y cuarenta y cuatro minutos, siendo muy conocidas las cuatro fases lunares, o sea, luna nueva, cuarto creciente, luna llena y cuarto menguante. Uno de los aspectos del método biointensivo que más controversia suscita es el hecho de tener en cuenta las fases lunares para definir los calendarios de siembra y de trasplante (Marrero, 2002).

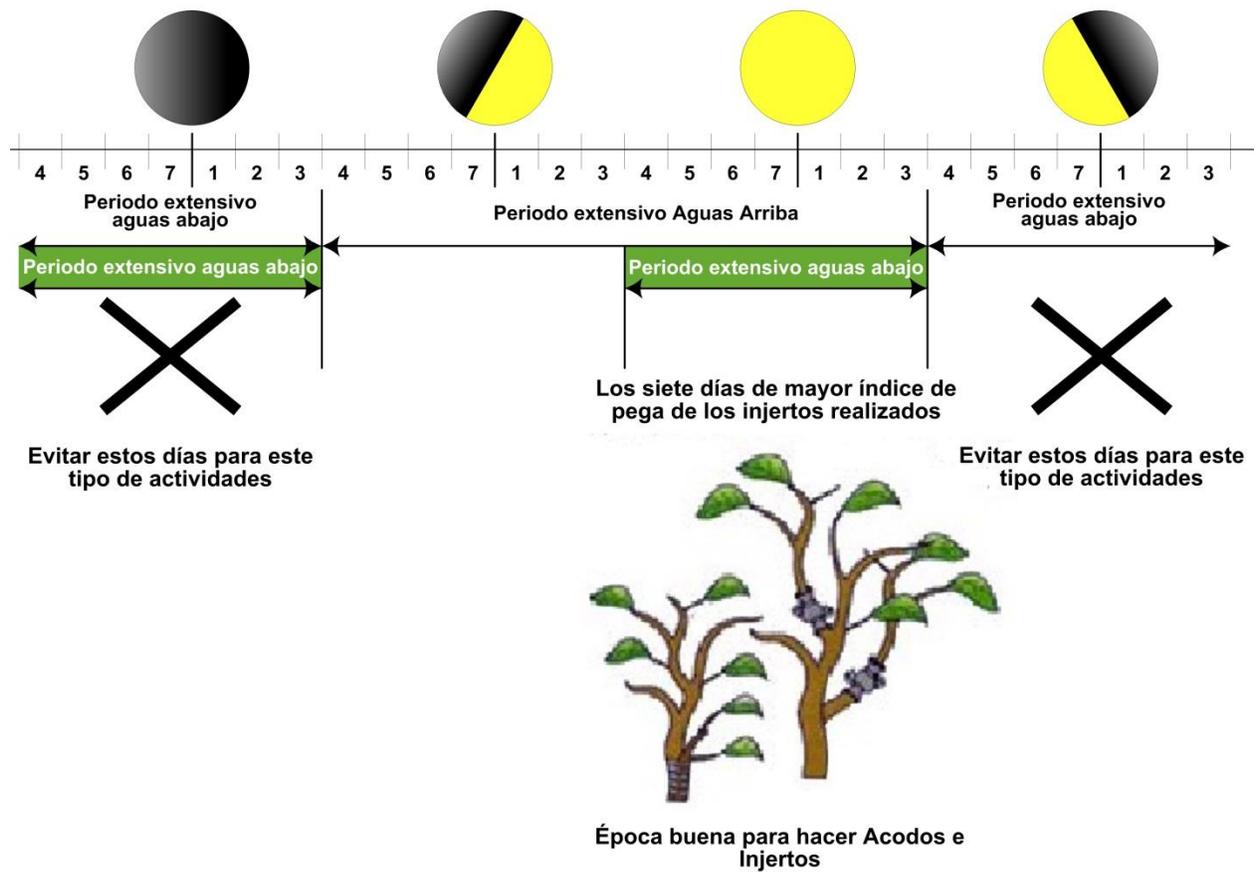
La FAO en su revista "La genética y los bosques del futuro" hace mención en las fases de luna, para la siembra de moringa, que copiado textualmente dice: Al sur de la provincia de Suchitepéquez, en Guatemala, donde he estado recientemente, los marangos se utilizan habitualmente para setos y se propagan mediante semillas y esquejes. Sin embargo, existe una creencia muy arraigada de que las estacas deben cortarse solo en las semanas de luna llena, después de comenzada la estación de las lluvias. Tal creencia parece provenir de las costumbres agrícolas de los mayas sobre alambra y plantación. Los agricultores de Guatemala afirman que los esquejes que se cortan durante otros periodos del ciclo lunar son secos y no se desarrollan debidamente (Burgstaller, 1986).

Esta creencia carece todavía de confirmación científica si bien algunas investigaciones han demostrado que existe una relación entre la cantidad de agua absorbida por las plantas y el ciclo lunar. En cualquier caso, para la futura planificación de programas de cultivo del marango destinados a esos grupos étnicos, deberán tenerse seriamente en cuenta las informaciones de diversas fuentes sobre experiencias tradicionales (Burgstaller, 1986).

Según Marrero, 2002, las semillas tienden a germinar más rápido si son establecidas en la fase de luna de cuarto creciente que es cuando empiezan a actuar las primeras fuerzas magnéticas significativas.

En las comunidades de la región Chorti y específicamente en la región uno según categorización del municipio de Olopa, se ubica la aldea Tituque, donde las familias toman muy en cuenta las fases de la luna para realizar trabajos agrícolas y principalmente para las podas de los árboles, ya que son conocimientos que han puesto en práctica empíricamente por herencia de sus progenies; con la investigación no se logró establecer científicamente si este factor tiene influencia positiva sobre los esquejes de moringa ya

que estos no presentaron prendimiento que garantizara su establecimiento a campo definitivo.



(Marrero, 2002)

Figura 1. Efecto de las fases lunares sobre los fluidos de las plantas y su importancia en el prendimiento de injertos, esquejes y acodos.

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1. Definición y justificación del trabajo

La región Chorti en el oriente del país de Guatemala, y específicamente el municipio de Olopa, está catalogado por la Secretaria de Seguridad Alimentaria y Nutricional SESAN, como uno de los más afectados por la desnutrición crónica, representado por un 72.3% y presentando 85 casos de desnutrición aguda en el primer semestre del año 2012 (Melgar, 2012).

Según Pereira (2012). la desnutrición está ligada a múltiples factores, siendo uno de ellos el acceso a los alimentos, que se ve afectado por el bajo poder adquisitivo debido a la pobreza que viven las familias del municipio, y como consecuencia no pueden cubrir las necesidades alimentarias y nutricionales.

La *Moringa oleifera* es una planta con un alto valor nutricional, originaria de la India e introducida a Guatemala con el fin de ser complemento en la dieta alimenticia de las familias del área rural. La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura (FAO) en el 2006 implementa un programa en la región Chorti, en el cual implementa pequeñas plantaciones de moringa y motiva su consumo a las familias con problemas de seguridad alimentaria. A partir de ese año la moringa ha tomado auge y hoy en día entidades como Acción Contra el Hambre, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación MAGA y otras ONG'S, continúan impulsando el cultivo y su consumo en los municipios del área Chorti y específicamente en la región uno del municipio de Olopa, a la que pertenece la comunidad de Tituque, la cual en el primer semestre del 2012 presento 85 casos de desnutrición aguda (ACH, 2012).

Las familias que han sido beneficiarias de los proyectos de Moringa, tienen como contrapartida reproducir la especie y beneficiar a otras familias, principalmente las que presentan casos de desnutrición.

Según Alfaro, (2008) la reproducción de la especie condiciona el consumo, por ser un cultivo anual, y cuando la planta es nueva se necesita esperar dos años y medio para la primera producción de semillas por esta razón surge la necesidad de propagar la especie de manera asexual, para así poder propagar la especie en cualquier época del año. En la región y en el país, no existe información sobre la metodología más idónea para la reproducción de la planta, generando así el presente trabajo de investigación, donde se evaluará la reproducción asexual por esquejes, utilizando dos tipos de enraizadores, (uno con hormonas y otro a base de fósforo), dos longitudes de esquejes (0.20 y 0.30 m) y ambos reproducidos en dos fases de luna.

La reproducción asexual de la moringa generaría una propagación en cualquier época del año manteniendo las condiciones genéticas de la especie, y con la cual se beneficiaría en menos tiempo una mayor cantidad de familias con problema de desnutrición.

Según (Bolaños, 2011). En los últimos años muchas instituciones gubernamentales y ONG` se han enfocado y apostado al cultivo de la moringa, siendo uno de ellos el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación del país, y con esta investigación se puede recomendar la mejor manera de reproducción para las familias del área rural.

## **IV. OBJETIVOS:**

### **4.1. Objetivo General.**

Evaluar la reproducción asexual por esquejes de la moringa (*Moringa oleífera*), utilizando dos reguladores de crecimiento, dos longitudes de esquejes y establecidos en dos fases de luna en la aldea Tituque, Olopa, Chiquimula.

### **4.2. Objetivos Específicos.**

Evidenciar el sistema radicular de los esquejes de moringa reproducidos asexualmente, utilizando los productos Rooting y Raizal 400.

Conocer el porcentaje de pegue utilizando las longitudes de 0.2 y 0.3 metros en los esquejes de la Moringa.

Comparar el porcentaje de pegue en la reproducción asexual, estableciendo esquejes de moringa en dos fases de luna.

## **V. HIPOTESIS:**

### **5.1. Hipótesis alterna**

Al menos uno de los dos enraizadores utilizados, registrará buen efecto en el enraizamiento de los esquejes de Moringa.

Al menos una de las dos longitudes de esquejes utilizados, registrará mejor efecto en el porcentaje de esquejes con brotes de moringa, reproducidos asexualmente.

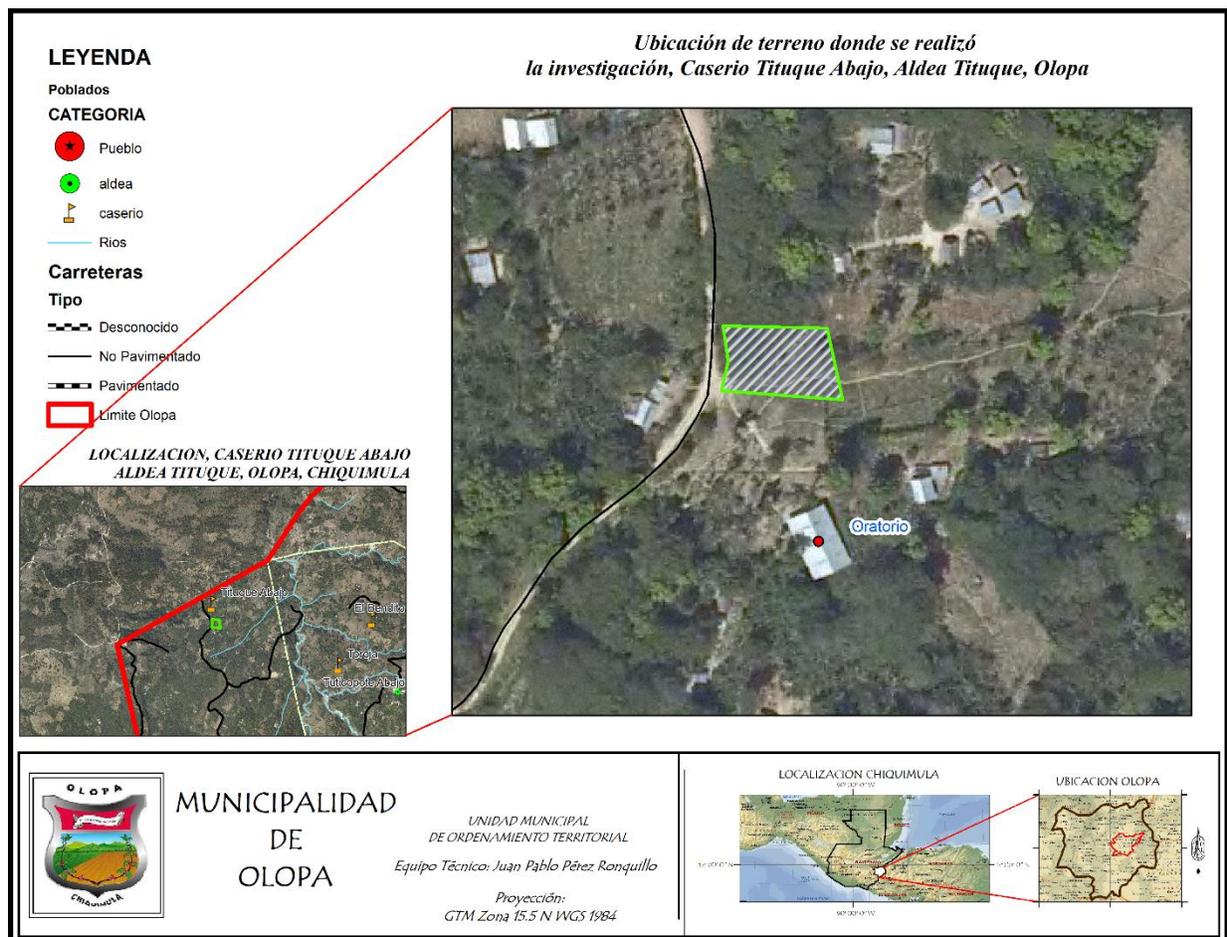
Al menos una de las dos fases de luna, tendrá mejor efecto en el porcentaje de esquejes con brotes de Moringa, reproducidos asexualmente.

Existirá diferencia significativa entre la interacción de los factores en cada variable de respuesta.

## VI. METODOLOGIA:

### 6.1. LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO

El experimento se realizó en la comunidad de Tituque, del municipio de Olopa, el cual se encuentra ubicado a 4 kilómetros de la cabecera municipal, a una altitud de 1050 msnm y sus coordenadas corresponden a longitud 89° 21' 43" y latitud 14° 43' 40" (municipalidad de Olopa, 2011).



(Municipalidad de Olopa, 2012)

Figura 2. Ubicación del terreno donde se realizó la investigación, aldea Tituque, Olopa.

## 6.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

### 6.2.1. Material Primario

Como material primario se utilizaron esquejes de las longitudes 0.2 y 0.3 mt. Obtenidos de árboles plantados en la comunidad El Ingeniero, Chiquimula. Los esquejes fueron cortados tomando en cuenta que cada uno tuviese entre 4 y 6 nudos, y fueron establecidos el mismo día que se cortaron, para ello se utilizó una tijera de podas debidamente desinfectada, obteniendo los esquejes de las ramas laterales de las plantas, luego se pusieron las varetas en papel para garantizar que las yemas no fueran dañadas en el traslado.

### 6.2.2. Material Secundario

Como material secundario se utilizaron dos estimulantes radiculares, uno con hormonas de crecimiento y uno a base de fósforo, los cuales presentan las siguientes características:

#### 6.2.2.1. Raizal 400:

Es un enraizador a base de fósforo, desarrollado principalmente para proveer de nutrientes y estimular el crecimiento de las raíces tanto en trasplante como en siembra directa, logrando un crecimiento rápido de la planta, ya que induce al brote de raíces; se usa en almácigos como también en operaciones de propagación asexual, y su composición química se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 3. Composición química del Raizal 400, utilizado como estimulante radicular en la propagación asexual de la moringa.

<b>Ingredientes activos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Nitrógeno N	9%
Fósforo P	45%
Potasio k	11%
Magnesio Mg	0.6%
Azufre S	0.8%
Fitohormonas	400ppm

Fuente: Arista, (2011).

### 6.2.2.2. Rooting:

Este producto es un biogenerador radicular formulado a base de extractos de origen vegetal, conteniendo las siguientes hormonas y vitaminas biológicamente activas.

Cuadro 4. Composición química del Rooting, utilizado como estimulante radicular en la propagación asexual de la moringa.

<b>Ingredientes activos</b>	<b>Partes por millón (ppm)</b>
Auxinas	530.00 ppm
Vitaminas	500.00 ppm
Citocininas	45.00 ppm
Fósforo asimilable	15,000.00 ppm

Fuente: Ríos (2012).

## 6.3. FACTORES A ESTUDIAR

Los factores a evaluar serán los siguientes:

### 6.3.1. Factor A: Estimulante de Crecimiento

En la mayoría de los viveros comerciales se utilizan estimulantes de crecimiento con el fin de garantizar el enraizamiento de las especies, en el experimento se utilizaron dos enraizadores, uno a base de fósforo (Raizal 400) y otro con hormonas que estimulan la elongación celular (Rooting), ambos reguladores de crecimiento estuvieron interactuando con 2 longitudes de esquejes y éstos establecidos en 2 fases de luna, en donde se compararon los resultados de las variables de respuesta.

### 6.3.2. Factor B: Longitudes de esquejes

Tomando en cuenta que la teoría recomienda que los esquejes deben ser de 0.3 mt, en el experimento se evaluó dicha longitud, más una segunda de 0.2 mt con el fin de ahorrar material vegetativo. Tanto el factor A, como el factor B, estuvieron interactuados y se realizó una siembra en luna nueva y una segunda en luna llena.

## 6.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Se evaluaron un total de 4 tratamientos, producto de la combinación de los dos factores. Los tratamientos se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Tratamientos evaluados, producto de la combinación de los dos factores en cuestión.

No.	Tratamiento	Estimulante	Longitud (m)
T1	A1+B1	Raizal 400	0.20
T2	A1+B2	Raizal 400	0.30
T3	A2+B1	Rooting	0.20
T4	A2+B2	Rooting	0.30

En donde:

A = Estimulante de crecimiento

- A1 = Raizal 400
- A2 = Rooting

B = Longitud del esqueje

- B1 = 0.2 metros
- B2 = 0.3 metros

Las fases de la luna no se incluyeron como factor a evaluar, ya que solo se utilizó para realizar la comparación de los resultados en cada variable de respuesta y así conocer las diferencias en cuanto a las dos siembras realizadas.

## 6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluaron dos factores, utilizando un diseño completamente al azar, con un arreglo bi-factorial, con seis repeticiones, tres establecidas en luna nueva y tres en luna llena, con el fin de realizar comparaciones. El factor A fueron los dos tipos de estimulantes de crecimiento y el factor B, Las dos longitudes de los esquejes.

## 6.6. MODELO ESTADÍSTICO

$$Y_{jk} = U + FL.E_j + FL.L_k + FL.E.L_{jk} + E_{jk}$$

Donde:

- $Y_{jkl}$  = Variable de respuesta  
 $U$  = Efecto de la media general  
 $FL.E_j$  = Efecto de los dos estimulantes de crecimiento  
 $FL.L_k$  = Efecto de las dos longitudes de esquejes  
 $FL.E.L_{jk}$  = Efecto de la interacción del factor AB  
 $E_l$  = Error experimental

Douglas C. (2004)

### 6.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental estuvo compuesta por 10 bolsas de polietileno de 0.07 x 0.12 mt, donde se establecieron los esquejes y fueron evaluados los diferentes factores, tomando en cuenta que son 4 los tratamientos, se tuvieron 40 bolsas por bloque, por seis repeticiones suman 240 bolsas en 24 unidades experimentales, las tres primeras repeticiones se establecieron en luna nueva y en luna llena las otras tres, para un total de 6 repeticiones por cada tratamiento.

### 6.8. CROQUIS DE CAMPO

El área total del experimento consistió en un total de 28.52 m<sup>2</sup>, con una longitud de 4.20 metros de ancho, y 2.60 metros de largo, tal como se muestra en la figura 3.

Referencias:

A = Estimulante de crecimiento

- A1 = Raizal 400
- A2 = Rooting

B = Longitud del esqueje

- B1 = 0.2 metros
- B2 = 0.3 metros

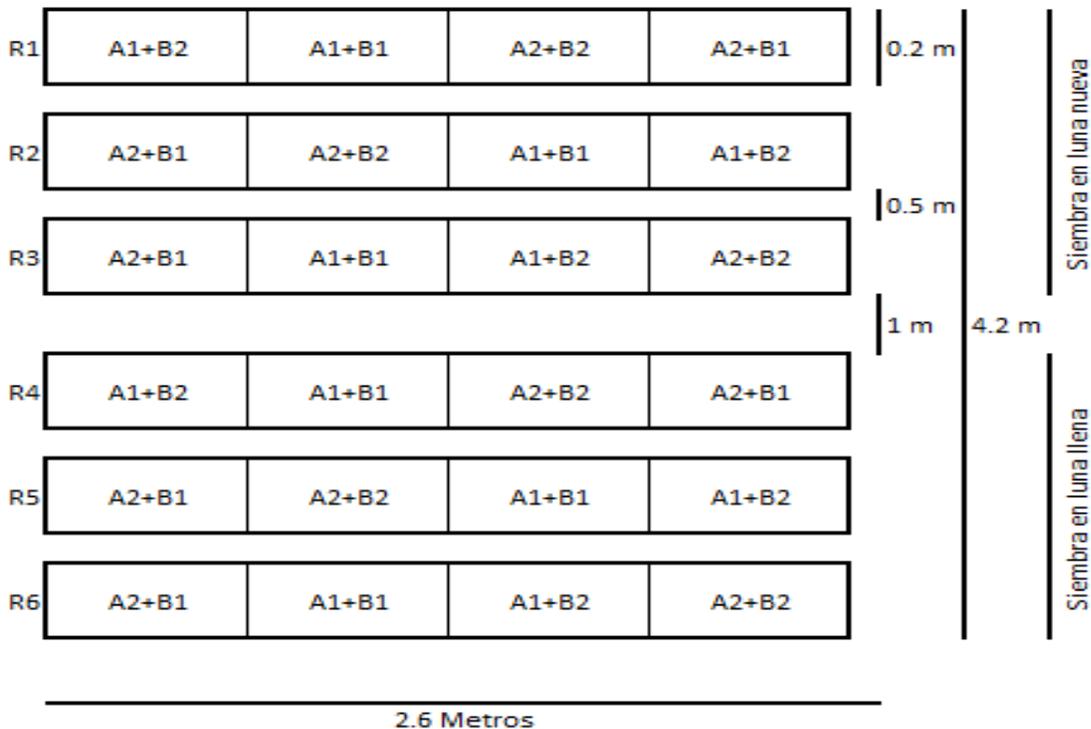


Figura 3. Distribución de las parcelas en el croquis de campo, para la evaluación del porcentaje de pegue en los esquejes de moringa.

## 6.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

### 6.9.1. Llenado de bolsa

El material que se utilizó en el experimento se obtuvo de un terreno donde actualmente se cultiva café, la cual tiene un buen porcentaje de materia orgánica, además se combinó con arena de río, a una proporción de 1:1 (1 de tierra por 1 de arena). Luego de realizada la mezcla se procedió al llenado de las bolsas.

### 6.9.2. Ordenamiento de las bolsas en el diseño experimental

Luego de llenadas las bolsas, se procedió a su colocación de acuerdo al diseño experimental, donde se colocaron 10 bolsas por unidad experimental, colocándolas en dos hileras para formar una unidad experimental de cada tratamiento, y así sucesivamente para los cuatro tratamientos y sus tres repeticiones en ambas fases de luna.

### **6.9.3. Protección del experimento**

Con el fin de evitar que animales dañaran el experimento, se construyó un cerco perimetral, en el cual se utilizaron postes de madera y alambre de púas, colocando 5 hilos a cada 0.2 mt.

### **6.9.4. Desinfección del suelo**

Luego de colocadas las bolsas en el diseño experimental, se procedió a la desinfección del suelo, con un fungicida a base de captan para evitar pudriciones futuras, a los esquejes también se les aplicó el producto al momento de la siembra, y luego se realizaron dos aplicaciones más cada semana a una dosis 50 cc por bomba de 16 litros, tomando en cuenta que la dosis recomendada es de 250 a 300 cc por hectárea.

### **6.9.5. Obtención de los esquejes**

Los esquejes se obtuvieron de árboles establecidos en la aldea el Ingeniero, Chiquimula, realizando un trabajo previo de gestión, para obtener los permisos. Los esquejes utilizados fueron obtenidos de las ramas laterales y fueron de un diámetro que va de un rango de 0.005 a 0.02 metros, ya que para utilizar de mayor diámetro se debió utilizar las ramas principales de los árboles causando defoliación, las longitudes fueron de 0.2 y 0.3 mt, se cortaron los esquejes con una tijera podadora y los extremos fueron de forma biselada y cada uno tuvo de 3 a 4 yemas, los tallos fueron cortados el día de la siembra siendo los cortes el 10 y 25 de abril del 2013, correspondientes para luna nueva y llena respectivamente.

### **6.9.6. Preparación y aplicación de los enraizadores**

En un recipiente limpio se depositó cada enraizador a su respectiva dosis recomendada, para luego someter los esquejes a la acción de los mismos por un periodo de 5 minutos, con el fin de que los ingredientes activos quedaran bien impregnados en la base del esqueje. Los reguladores de crecimiento se continuaron aplicando cada semana durante el primer mes y una última aplicación a los 45 días después de plantados los esquejes, se utilizó la dosis mínima recomendada (50 cc por bomba)

### **6.9.7. Siembra del esqueje**

Antes de la siembra se realizó un riego para dejar el suelo a capacidad de campo, lo cual permitió que la hormona y el esqueje inicie su proceso fisiológico de enraizamiento, una vez realizada esta acción se estableció el esqueje y con la ayuda de los dedos se presionó la tierra contra el tronco para dejarlo bien ajustado y eliminar el oxígeno de la base del esqueje. Se colocó verticalmente con un Angulo de 80 grados

Se realizaron dos siembras, una en la fecha de luna nueva la cual se realizó el 10 de abril del año 2013, y la segunda en la fase de luna llena la cual corresponde al 25 de abril del año 2013, luego se realizó una comparación de los resultados de cada luna para ver si existieron diferencias significativas en el prendimiento.

### **6.9.8. Control fitosanitario**

En los primeros días se realizaron aplicaciones de captan a una dosis 50 cc por bomba de 16 litros para evitar hongos en los esquejes, luego se mantuvo un monitoreo de plagas en el experimento, el cual no presentó ninguna que lo afectara, ya que el 80% del tiempo, los esquejes estuvieron sin brotes.

### **6.9.9. Control de malezas**

Se realizaron 2 limpiezas de malezas para la primera siembra y 3 para la segunda siembra, debido a que esta última se estableció a inicio de la época lluviosa, la eliminación de malezas se realizó manualmente con mucho cuidado por lo delicado de la investigación.

### **6.9.10. Riegos**

Los riegos se realizaron utilizando una regadera pequeña, teniendo en cuenta que las gotas de agua debían caer despacio para que el suelo no sufriera erosión y el esqueje se mantuviera de su lugar; el monitoreo de la humedad se realizó moviendo suavemente la tierra en la orilla de algunas bolsas, si el suelo estaba muy seco se volvía a aplicar el riego tratando de no saturar el sustrato, se promediaron riegos cada 3 días.

## **6.10. VARIABLES DE RESPUESTA**

### **6.10.1. Porcentaje de esquejes con brotes**

Se contabilizaron los esquejes con brotes a los 50 días después de la siembra y el resultado se convirtió a porcentaje, para ello se utilizó una regla de tres, tomando en cuenta que eran 10 los esquejes de cada unidad experimental.

### **6.10.2. Número de brotes por esqueje**

A los 55 días después de la siembra se contaron los brotes de cada esqueje y de cada tratamiento, en esta variable se obtuvieron entre 1 y 3 brotes por cada esqueje, los cuales se dividieron en el número de esquejes con brotes para obtener un promedio de número de brotes por esqueje en cada unidad experimental.

### **6.10.3. Longitud de la raíz en el esqueje**

Se arrancó una planta de cada tratamiento y de cada repetición para medir la longitud de la raíz a los 50 días después de la siembra, El esqueje que se tomó fue el más vigoroso para realizar la lectura, al momento de verificar que no presentaba brotes radiculares se esperó al día 58 y se evaluó otro esqueje, presentando los mismos resultados, al día 60 después de establecidos los esquejes, los brotes empezaron a marchitarse, por lo que se procedió a verificar si alguno presentaba raíces, teniendo la misma respuesta negativa.

## **6.11. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

### **6.11.1. Análisis Estadístico.**

Las Variables, porcentaje de esquejes con brotes y número de brotes por esquejes fueron sometidas a análisis de varianza, en las cuales la variable “porcentaje de esquejes con brotes” presentó diferencia significativa en el análisis del factor A y el factor B, pero no así en la interacción de estas. Mientras que para la variable de respuesta “número de brotes por esquejes” no presento diferencias significativas para los factores, ni para la interacción; los datos fueron analizados con el software FUANL; en cuanto a la variable longitud de raíz, ésta no pudo ser medida ya que los esquejes no presentaron brotes radiculares, las razones se hacen notables en la discusión de resultados en el apartado Longitud de la raíz, lo que a su vez repercute en que los esquejes pudieran sobrevivir.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. Efecto de estimulantes de crecimiento y longitudes de esquejes, en el porcentaje de esquejes brotados y el número de brotes por esqueje.

Para evaluar la reproducción asexual de la moringa por medio de esquejes, se utilizaron estimulantes de crecimiento y dos longitudes de esquejes, el efecto se observó en tres variables de respuesta: porcentaje de esquejes con brotes, número de brotes por esquejes y longitud de la raíz en el esqueje. A continuación se presenta un análisis exploratorio de datos, luego los resultados fueron analizados a través de un análisis de varianza ANDEVA para la presentación y discusión de resultados. En el cuadro 6 se observa el promedio de cada variable por tratamiento. Los resultados en cada repetición se pueden observar en el anexo 2.

Cuadro 6: Resultado promedio del porcentaje de esquejes con brotes y el número de brotes por tratamiento, correspondiente a las 6 repeticiones.

No.	Tratamientos	Promedio de Esquejes con brotes (%)	Promedio de brotes por tratamiento.
1	A1+B1	42	6
2	A1+B2	30	9
3	A2+B1	47	7
4	A2+B2	42	8

A=Estimulante, B=longitud.

En lo que respecta al tratamiento tres que corresponde al estimulante de crecimiento Rooting, combinado con la longitud del esqueje de 0.2 metros fue el que presentó más porcentaje de esquejes con brotes, una tendencia diferente presentó el tratamiento dos, el cual corresponde al estimulante de crecimiento Raizal 400 combinado con una longitud de esqueje de 0.3 metros, el cual presentó el porcentaje más bajo del número de esquejes brotados, pero es el tratamiento que mayor número de brotes presentó en sus esquejes.

La variable de respuesta longitud de la raíz no se pudo analizar ya que no se presentaron brotes radiculares en ningún esqueje, de ningún tratamiento en ambas siembras de luna.

## 7.2. Porcentaje de esquejes con brotes

Como objetivo principal de la investigación era evaluar la reproducción asexual del cultivo de Moringa, utilizando dos estimulantes de crecimiento y 2 longitudes de esquejes, para lograr así que más familias afectadas por la desnutrición tengan acceso al cultivo de manera más rápida y efectiva.

Los brotes en el esqueje representan la adaptación de las nuevas plantas en el área establecidas, en el cuadro 7 se analiza el porcentaje (%) de esquejes que presentaron brotes en cuanto a los diferentes tratamientos y sus seis repeticiones. Los resultados de cada tratamiento en cada repetición se pueden observar en el anexo 2.

Cuadro 7: Análisis de varianza para el porcentaje de esquejes con brotes, con 2 estimulantes de crecimiento y 2 longitudes de esquejes en el cultivo de moringa.

FV	GL	SC	CM	FC	F05	Significancia
Estimulantes (A)	1	416.66796	416.66796	1.1416	0.298	*
Longitudes (B)	1	416.66796	416.66796	1.1416	0.298	*
Interacción (AB)	1	66.664063	66.664063	0.1826	0.677	NS
Error	20	7300.0000	365.0000			
Total	23	8200.0000				

C.V. = 47.76 %

\* = diferencia significativa      NS = no significativo

Como se puede observar en análisis de varianza, representado en el cuadro 7, existieron diferencias significativas en los tratamientos, correspondientes a los estimulantes de crecimiento y a las longitudes de los esquejes, pero no existen diferencias significativas en la interacción de estos factores. Los resultados obtenidos en la variable de porcentaje de esquejes con brotes, indicaron que el estimulante de crecimiento Rooting combinado con la longitud de esqueje de 0.2 metros presentó el porcentaje más alto de esquejes brotados.

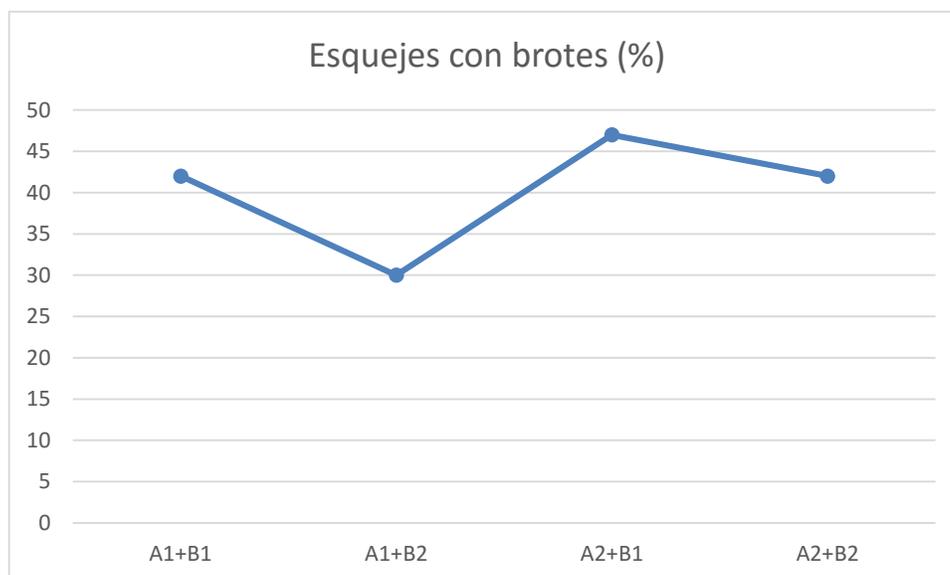


Figura 4: Representación gráfica del porcentaje de esquejes con brotes en cada tratamiento.

Como se observó en la figura 4, a los tratamientos que se les aplicó el estimulante de crecimiento Rooting, presentaron los porcentajes más altos de esquejes brotados, por lo que se pudo considerar como factor influyente en los brotes de los esquejes, debido a que poseen un complejo hormonal de auxinas, citosinas y fósforo asimilable que induce a la formación, crecimiento y ramificación de primordios en la nueva planta.

Con base a los resultados en el análisis de varianza se interpretó que existen diferencias significativas en los factores de estimulantes de crecimiento y en las longitudes de esquejes, por lo que se procedió a realizar prueba de medias para la variable porcentaje de esquejes con brotes.

Cuadro 8: Prueba de medias Tukey (0.05) para el porcentaje de esquejes con brotes, en la evaluación de estimulantes de crecimiento, para la reproducción asexual de Moringa.

Estimulantes de crecimiento	Porcentaje de esquejes con brotes	Interpretación prueba de medias	Agrupamiento según prueba de medias
Rooting	44.16	A	1
Raizal 400	35.83	A	1

Factores con la misma letra, son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad.

Cuadro 9: Prueba de medias Tukey (0.05) para el porcentaje de esquejes con brotes, en la evaluación de longitudes de esquejes, para la reproducción asexual de Moringa.

Longitud del esqueje	Porcentaje de esquejes con brotes	Interpretación prueba de medias	Agrupamiento según prueba de medias
0.3 metros	44.16	A	1
0.2 metros	35.83	A	1

Factores con la misma letra, son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad.

Se realizaron las pruebas de medias para los factores que presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza, teniendo como resultado que no existen diferencias estadísticas en el porcentaje de esquejes con brotes, utilizando reguladores de crecimiento y longitudes de esquejes para la reproducción asexual de la moringa en la comunidad de Tituque, Olopa, Chiquimula.

Los tratamientos fueron establecidos en dos fases de luna, tres repeticiones para la fase de luna nueva y 3 en la fase de luna llena, esto con el fin de poder comparar los resultados y conocer las diferencias porcentuales en los esquejes brotados. A continuación se presentan los resultados obtenidos en la variable de respuesta “porcentaje de esquejes con brotes” para las repeticiones establecidas en cada fase lunar.

Porcentaje de esquejes con brotes en cada tratamiento

Luna Nueva 10 de Abril del 2013

	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	% por trat.
Tratamiento 1	60	50	10	40
Tratamiento 2	60	20	40	40
Tratamiento 3	70	30	10	37
Tratamiento 4	70	50	40	53
% por rep.	65	38	25	<b>43</b>

Luna Llena 25 de Abril del 2013

	Repetición 4	Repetición 5	Repetición 6	% por trat.
Tratamiento 1	60	30	40	43
Tratamiento 2	30	10	20	20
Tratamiento 3	50	60	60	57
Tratamiento 4	30	30	30	30
% por rep.	43	33	38	<b>38</b>

Como se observa en los resultados, los tratamientos y las repeticiones establecidas en la fase de luna nueva, presentaron un cinco por ciento (5%) más de esquejes con brotes; este porcentaje es muy estrecho para poder recomendar el establecimiento de esquejes en alguna fase lunar, y se contradice con las creencias ancestrales de la región, quienes creen que la fase de luna llena es la que mejores efectos positivos causan en los cultivos.

### 7.3. Número de Brotes por esqueje

Una de las variables de respuesta a medir en el experimento fue el número de brotes en los esquejes, ya que las hojas influyen en el desarrollo de la nueva planta, ayudándole a las raíces en la nutrición, a través de la fotosíntesis. En el cuadro 8 se presenta el análisis de varianza para la variable de respuesta de número de brotes por esqueje, los datos de cada tratamiento y sus seis repeticiones se presentan en el anexo 2.

Cuadro 10: Análisis de varianza para el número de brotes por esqueje, con 2 estimulantes de crecimiento y 2 longitudes de esquejes en el cultivo de moringa.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F05</b>	<b>Significancia</b>
Estimulante (A)	1	0.020420	0.020420	0.2702	0.614	NS
Longitudes (B)	1	0.033752	0.033752	0.4466	0.518	NS
Interacción (AB)	1	0.000412	0.000412	0.0055	0.940	NS
Error	20	1.511669	0.075583			
Total	23	1.566254				

C.V. = 21.35 %    NS = no significativo

El análisis de varianza mostró en el cuadro 8, que no existieron diferencias significativas en cuanto a los brotes por esqueje, al momento de analizar los factores: estimulantes de crecimiento y longitudes de esquejes, ni en la integración de ambos, ya que los retoños por esqueje oscilaron entre uno y tres, pero al realizar el análisis por cada tratamiento, la tabla de medias promedió entre uno y dos brotes por cada esqueje, no siendo significativo ningún factor en cuanto a los brotes por cada esqueje.

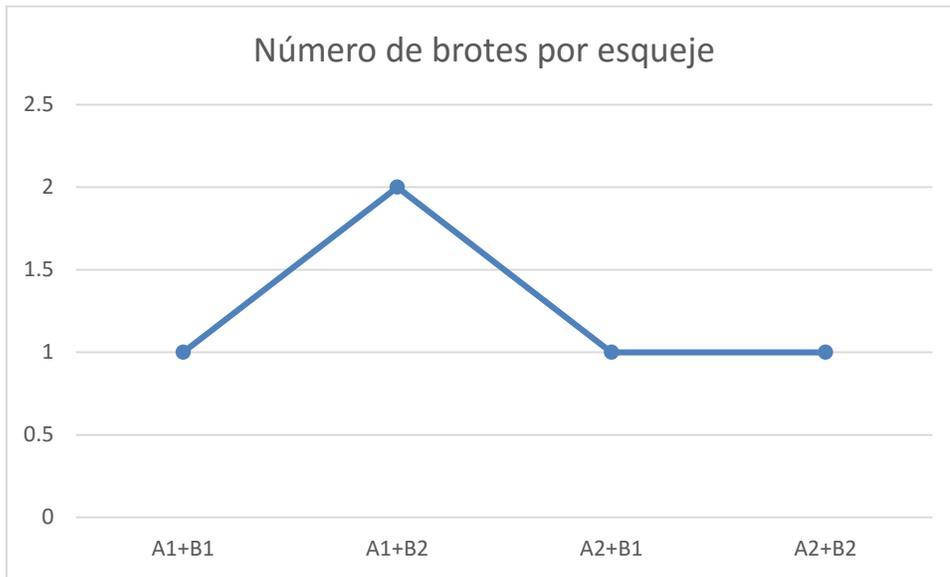


Figura 5: Promedio de número de brotes en los esquejes de cada tratamiento, en la reproducción asexual de la Moringa.

Como se observó en la figura 5, el tratamiento dos que corresponde a la interacción del estimulante Raizal 400 con la longitud del esqueje de 0.3 metros, es el único que presento un promedio de 2 brotes en cada esqueje, este resultado pudo manifestarse ya que el esqueje es 0.1 metros más largo comparado con el tratamiento uno y por ende los esquejes presentaban un porcentaje más de yemas apicales. Esta variación entre uno y dos brotes en cada esqueje, no es significativa para poder recomendar el uso de algún tratamiento para la obtención de brotes en los esquejes de moringa.

Los tratamientos fueron establecidos en dos fases de luna, tres repeticiones para la fase de luna nueva y 3 en la fase de luna llena, esto con el fin de poder comparar los resultados y conocer las diferencias en el número de brotes por esqueje de cada tratamiento. A continuación se presentan los resultados obtenidos en la variable de respuesta “Número de brotes por esqueje” para las repeticiones establecidas en cada fase lunar.

Número de brotes en los esquejes de cada tratamiento

Luna Nueva 10 de Abril del 2013

	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Total por trat.
Tratamiento 1	1	1	1	3
Tratamiento 2	2	1	1	4
Tratamiento 3	1	1	1	3
Tratamiento 4	1	1	2	4
Total por rep.	5	4	5	<b>14</b>

Luna Llena 25 de Abril del 2013

	Repetición 4	Repetición 5	Repetición 6	Total por trat.
Tratamiento 1	1	1	1	3
Tratamiento 2	2	1	2	5
Tratamiento 3	1	2	1	4
Tratamiento 4	1	1	2	4
Total por rep.	5	5	6	<b>16</b>

En la variable de respuesta “Numero de brotes por esqueje”, para representar el dato, se realizó el siguiente procedimiento: se contabilizo el número de brotes en cada unidad experimental y se dividió en el número de esquejes con brotes, así se obtuvo un promedio de brotes en cada esqueje, dicho promedio presentó decimales, por lo que se redondearon los números utilizando las reglas de aproximación.

Al momento de comparar los resultados tomando en cuenta las dos fases de luna se observa que el número de brotes en los esquejes, son similares para los tratamientos y repeticiones establecidas en fase de luna nueva y luna llena, presentando solo dos brotes más los esquejes establecidos en luna llena. Diferencia que es estrecha para poder recomendar el establecimiento de esquejes en alguna fase lunar.

#### 7.4. Longitud de la raíz en el esqueje

El brote de raíces en una nueva planta es fundamental para sobrevivir, brindando anclaje al suelo y en un alto porcentaje la absorción de los nutrientes para el crecimiento y desarrollo de la nueva planta, por esta razón en este experimento se planteó medir la longitud de la raíz a los 50 días después de establecido el esqueje, como una variable de

respuesta a los dos estimulantes de crecimiento y las dos longitudes de los esquejes; al momento de realizar la prueba de campo se pudo observar que ninguno de los esquejes de cada tratamiento presentaba crecimiento de raíces.

Respondiendo a la metodología planteada en la variable de respuesta, se procedió a tomar un esqueje de cada tratamiento para verificar la “longitud de la raíz”, al momento de verificar que éstos no presentaban crecimiento radicular, se esperaron 8 días más y se tomó otro esqueje de cada tratamiento para verificar el crecimiento de las raíces, mismas que no aparecieron en la segunda muestra; a los 60 días después de establecidos los esquejes, los brotes empezaron a marchitarse, por lo que se procedió a verificar si algún esqueje de todo el estudio presentaba alguna raíz, constatando que ninguno exteriorizaba indicios de raíces.

Al no obtener datos en esta variable de respuesta, automáticamente se establece que los reguladores de crecimiento y las longitudes de esquejes no aportan datos para el prendimiento de los esquejes de moringa, ya que ninguno pudo sobre vivir, dejando sin efecto a las dos variables de respuesta analizadas anteriormente y concluyendo que la moringa no se puede reproducir de manera asexual por medio de esquejes, aunque estos presenten brotes.

Esta información luego es revalidada en las instalaciones del centro universitario de oriente CUNORI, donde se gestiona un espacio físico para establecer esquejes de diferentes longitudes, en tres ambientes diferentes (propagador, casa maya y campo abierto), a los cuales también se le aplicó enraizadores en un 50% y obteniendo los mismos resultados: Ningún esqueje logró emerger raíces, aun cuando estos si presentan brotes (ver fotografías en anexos).

En Guatemala no existe información que valide la reproducción de la moringa por medio de esquejes, por lo que los datos presentados en esta investigación son de mucha importancia y contribuirán para que se continúe investigando dicha especie, la cual en los últimos años ha tomado auge en el combate a la desnutrición del país.

## VIII. CONCLUSIONES

En este experimento se utilizaron reguladores de crecimiento, uno a base de fósforo y uno con hormonas, al momento de realizar el análisis estadístico para las dos variables de respuesta que presentaron datos, solo el porcentaje de esquejes con brotes presentó diferencias significativas en los factores analizados, en cuanto a la variable de respuesta “longitud de la raíz” ésta no presenta ningún dato por lo que se concluye que la planta de moringa (*Moringa oleífera*) no puede ser reproducida por medio de esquejes en esta región del país de Guatemala, por lo que se rechaza la hipótesis alterna.

Los dos factores (estimulantes de crecimiento y longitudes de esquejes) evaluados en este experimento quedan sin efecto al momento que la variable de respuesta “Longitud de la Raíz” no presenta ningún dato, y por ende la reproducción de moringa por medio de esquejes en las condiciones y metodologías de este experimento no se puede dar, aun cuando estos presentaron brotes.

Esta investigación presenta datos importantes para la región chorti del país, ya que algunas instituciones están apoyando a familias afectadas con casos de desnutrición, brindándoles árboles de moringa, con el compromiso de que éstos propaguen la especie a otras familias, y con estos datos queda evidenciado que ésta planta no puede ser reproducida asexualmente por medio de esquejes.

## IX. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en este experimento, se recomienda buscar otras opciones para la reproducción asexual de la moringa (*Moringa oleífera*), ya que por medio de esquejes de 0.2 y 0.3 metros no es posible su reproducción, aun así aplicando reguladores de crecimiento y estableciéndolos en fases diferentes de luna.

Realizar más investigaciones para esta planta que está siendo de mucho beneficio para combatir la desnutrición crónica en el denominado corredor seco del país de Guatemala, investigaciones orientadas a su reproducción y diseminación, como por ejemplo, acodos, o repetir esta investigación cambiando algunas variables como: Tipos de sustratos, diferentes altitudes, diferentes diámetros y longitudes de esquejes. Todo con el fin de obtener plantas en cualquier época del año.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

ACH (Acción Contra el Hambre). (2012). Moringa la planta milagrosa. (Documental en línea). Consultado el 28 de agosto de 2012. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=xXyJWJXtQS0>

Agroenzymas. (2011). Rooting. Biorregulador radicular, ficha técnica, Guatemala, consultado 22 de octubre 2012. Disponible en [www.agroenzymas.cl](http://www.agroenzymas.cl)

Alfaro, N. (2008). Rendimiento y uso potencial de paraíso blanco, Moringa oleífera, en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimentario-nutricional de Guatemala. Instituto de nutrición de Centro América y Panamá. Guatemala. 150 p

Arysta lifescience. (2011). Raizal 400. Bio estimulante, ficha técnica, Guatemala, consultado 22 de octubre 2012. Disponible en [www.arystalifescience.cl](http://www.arystalifescience.cl)

Bolaños, R. (2011). MAGA apuesta por el cultivo de la moringa. Prensa Libre digital Guatemala, GT. Sep. 24. Disponible en [http://www.prensalibre.com.gt/economia/Maga-apuesta-cultivo-moringa\\_0\\_560343961.html](http://www.prensalibre.com.gt/economia/Maga-apuesta-cultivo-moringa_0_560343961.html)

Bressani, R. 2007. Valor proteínico suplementario de la hoja de moringa oleífera al Maíz y al arroz. Ensayos preliminares. Centro de ciencia y tecnología de alimentos, instituto de investigaciones, Universidad del valle de Guatemala. Informe no publicado.

Burgstaller, H. (1986). La genética y los bosques del futuro (revista en línea) globo terráqueo No.19834. Consultado 20 octubre 2012. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/r7750s/r7750s00.htm>

Douglas C. (2004). Diseño y Análisis de Experimentos. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. México D.F. Segunda Edición.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2006). Programa Especial Para la Seguridad Alimentaria PESA (Centroamérica). En línea, consultado el 25 de agosto de 2012, disponible en <http://www.fao.org/in-action/pesa-centroamerica/es/>

Liñan, F. (2010). Moringa oleífera, el árbol de la nutrición. (En línea) Artículo en revisión, de la corporación universitaria Rafael Núñez. Disponible en <http://cienciaysalud.curn.edu.co/vol2010/11.pdf>

Lowell J. Fuglie. 1999 The Miracle Tre Moringa oleifera Natural Nutrition for the tropics. Formulación y aceptabilidad de preparaciones comestibles a base de moringa oleífera 2004 13 p

Marrero, P. (2002). La influencia de la luna sobre los cultivos. (Artículo en línea) Universidad Agraria de la Habana. Consultado 28 agosto de 2012. Disponible en [http://www.actaf.co.cu/revistas/revista\\_ao\\_95-2010/Rev%202002\\_2/08luna.pdf](http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202002_2/08luna.pdf)

Martínez, W. (2008). Uso potencial de la moringa (Moringa oleífera) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados. Serviprensa, S.A. Guatemala. 30 p

Melgar, L. (2012). Presentación de resultados del primer semestre 2012. Comisión Municipal de Seguridad Alimentaria y Nutricional COMUSAN, Olopa, Chiquimula, Guatemala.

Municipalidad de Olopa, Dirección Municipal de Planificación. (2012). Unidad municipal de ordenamiento territorial. Guatemala, GT. Consultado el 22 de agosto del 2012.

- Pereira, N. (2012). Situación actual de la desnutrición en Olopa (entrevista). Mancomunidad trinacional fronteriza rio lempa, Programa regional de seguridad alimentaria y nutricional para Centroamérica.
- Price, M. (2007). El árbol de marango. (En línea) nota técnica de ECHO. Consultado el 12 de agosto del 2012. Disponible en <http://www.echonet.org/>
- Ríos, M. (2001). Evaluación de la eficiencia de cuatro enraizadores y tres tipos de estacas en la producción de plantas de Guayusa (Ilex guayusa) a nivel de vivero en el cantón archidona, provincia de Napo. Tesis ing. Agr. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Rio Bamba, Ecuador. 81 p
- Sánchez, N. (2004). Marango, cultivo y utilización en la alimentación animal. Guía técnica. Universidad nacional agraria. Managua, Nicaragua. 24 p
- Vásquez, V. (2004). Formulación y aceptabilidad de preparaciones comestibles a base de moringa oleífera. Tesis licenciada nutricionista. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 51 p

## XI. CRONOGRAMA DE TRABAJO.

Tiempo de ejecución.	AÑO 2013															
	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
Actividades/Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Preparación del suelo (mezcla)																
Llenado de bolsa																
Gestiones para la obtención de los esquejes																
Ordenamiento de las unidades experimentales																
Desinfección del sustrato																
Obtención de los esquejes																
Preparación de los enraizadores																
Siembra 1, (con luna nueva)																
Siembra 2, (con luna llena)																
Riegos.																
Control fitosanitario																
Control de malezas																

## XII. ANEXO I: Secuencia fotográfica.



Foto 1: Llenado de las bolsas



Foto 2: Sometiendo los esquejes al enraizador



Foto 3: Colocando los esquejes en las bolsas



Foto 4: Aplicando los estimulantes de crecimiento



Foto 5: Los esquejes con sus brotes.



Foto 6: Los esquejes con sus brotes, pero sin raíz.

## ANEXO II Tabla para recolección de datos en campo

### Siembra con luna nueva

	T2				T1				T4				T3							
R1	2		1		2	2				1	1	1	2		1	1	1		2	
	1	2		1		1	2	1		1	1	1			1		1	1	3	1

	T3				T4				T1				T2							
R2				1			1	1			3		1		1				1	
		2		1		1		1	1		1			1				1		

	T3				T1				T2				T4							
R3											1		1				3			
					1		1					1	2				1	2	1	

### Siembra con luna llena

	T2				T1				T4				T3							
R4		1						1	1			2		1			1	1	1	
			2	2		1	1	2	2						1			2	1	

	T3				T4				T1				T2							
R5	1	3	1	2							2	1								
	1		1				1	1		1				1				1		

	T3				T1				T2				T4							
R6		1	2	1			1		1			1			2		3	2		
		1	1	2				1		1							1			

### ANEXO III Resultados de las dos variables de respuesta

Porcentaje de esquejes con brotes en cada tratamiento y repetición.

	Luna Nueva 10 de Abril del 2013			Luna Llena 25 de Abril del 2013			% por trat.
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5	Repetición 6	
Tratamiento 1	60	50	10	60	30	40	42
Tratamiento 2	60	20	40	30	10	20	30
Tratamiento 3	70	30	10	50	60	60	47
Tratamiento 4	70	50	40	30	30	30	42
% por Rep.	65	38	25	43	33	38	40

Número de brotes por esqueje en cada tratamiento y repetición.

	Luna Nueva 10 de Abril del 2013			Luna Llena 25 de Abril del 2013			% por trat.
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5	Repetición 6	
Tratamiento 1	1	1	1	1	1	1	1
Tratamiento 2	2	1	1	2	1	2	2
Tratamiento 3	1	1	1	1	2	1	1
Tratamiento 4	1	1	2	1	1	2	1
T. por Rep.	5	4	5	5	5	6	5

## ANEXO IV: Fotografías de la réplica realizada en CUNORI



Foto 7: Obtención de los esquejes



Foto 8: Supervisión de los esquejes



Foto 9: esqueje con brotes



Foto 10: brotes empiezan a morir



Foto 11: Ningún brote presenta raíces.



Foto 12: esqueje de flor de ángel establecido simultáneamente con moringa