

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**EVALUACIÓN DE LA REPRODUCCIÓN SEXUAL Y ASEXUAL DE  
ORÉGANO *Lippia graveolens* HBK**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**GESLY ANIBAL BONILLA LANDAVERRY**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADO**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

**GUATEMALA, JULIO DE 2003**

DL

01

T(2015)

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR MAGNÍFICO**

DR. M.V. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

DECANO	Dr.	Ariel Abderramán Ortíz López
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	Alfredo Itzep Manuel
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	Manuel de Jesús Martínez Ovalle
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	Erberto Raúl Alfaro Ortíz
VOCAL CUARTO	Br.	Luis Antonio Raguay Pirique
VOCAL QUINTO	Br.	Juan Manuel Corea Ochoa
SECRETARIO	Ing. Agr.	Pedro Peláez Reyes

Guatemala, Julio de 2003

Señores  
Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

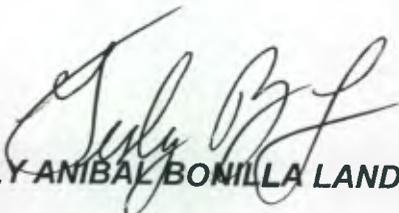
De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

**“ EVALUACIÓN DE LA REPRODUCCIÓN SEXUAL Y ASEXUAL DE  
ORÉGANO *Lippia graveolens* HBK”**

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente trabajo de investigación complete los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme de ustedes:

Atentamente,

  
**GESLY ANIBAL BONILLA LANDAVERRY**

## ACTO QUE DEDICO

- A: DIOS** Fuerza Divina que diariamente me provee de Sabiduría, guía mis pasos y está conmigo en todos los momento de mi vida.
- Lidia Amparo Landaverry Villeda** Mujer que me procreó y por sus sacrificios he podido llegar hasta este momento de mi vida.  
¡Gracias mamá!
- Héctor Aníbal Bonilla Morán** Consejero en mi vida que siempre me instó a seguir los mejores caminos. Donde quiera que esté ¡ Gracias papá! (Q.E.P.D.)
- Nimsy Sujey Bonilla Landaverry** Por ser una hermana motivadora, consejera y comprensiva.
- Kleinsy Yudrani Bonilla Landaverry** Por su aliento e impulso que me ha brindado como hermana.
- Wilmar Alexis Bonilla Landaverry** Por su cariño de hermano.
- Vidal Ernesto Velásquez y  
Juan Carlos Burmester** Cuñados que han apoyado siempre a mi familia.
- Familia, amigos y amigas** Que de una u otra forma han contribuido, motivado y apoyado durante toda mi vida.
- Usted** Con mucho cariño y aprecio.

## TESIS QUE DEDICO

**A: Guatemala**

Patria bendecida por Dios.

**Jalapa**

Tierra que me vio nacer.

**Universidad de San Carlos de Guatemala**

Gloriosa Universidad que me ha dado la oportunidad de formarme como profesional

**Centro Universitario de Sur Oriente  
(CUNSORORI, JALAPA)**

Unidad académica en que inicié mis estudios universitarios.

**Centros de estudios ( Escuela para  
Varones No. 1, INEEBOO e INCAV  
de la ciudad de Jalapa)**

Establecimientos que me sirvieron de base y formación educativa.

## AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

Por medio de la presente quiero agradecerle a toda persona que de una u otra manera apoyaron técnica y moralmente la realización de este trabajo.

- A: Ing. Agr. M. Sc. Manuel Vicente Martinez** Por su asesoría y apoyo en la realización del presente trabajo.
- Ing. Agr. Oscar Medinilla** Por su amistad y apoyo en todo momento.
- Lic. Ms. A. Guillermo Zepeda** Por sus consejos y apoyo.
- Ing. Agr. Lic. Jersón Raúl Martínez Castro** Compañero de infancia y de lucha en la vida.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
**Biblioteca Central**

# CONTENIDO

	PÁGINA
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	Viii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
4. MARCO TEÓRICO	3
4.1. MARCO CONCEPTUAL	3
4.1.1. GENERALIDADES	3
4.1.2. CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	6
4.1.3. CURIOSIDADES	6
4.1.4. HÁBITAT, CLIMA Y SUELO	7
4.1.5. PROPAGACIÓN	7
4.1.5. RECOLECCIÓN	8
4.1.7. APLICACIONES MEDICINALES Y USOS CULINARIOS	8
4.1.8. PRINCIPIOS ACTIVOS	11
4.2. MARCO REFERENCIAL	14
4.2.1. LOCALIZACIÓN	14
4.2.2. CLIMA Y ZONA DE VIDA	15
4.2.3. SUELOS	15
4.2.4. SUPERFICIE	15
5. OBJETIVOS	16
6. HIPÓTESIS	17
7. METODOLOGÍA	18
7.1. RECURSOS	18

7.1.1. MATERIALES Y EQUIPO	18
7.2. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA PROPAGACIÓN ASEXUAL	18
7.2.1. TRATAMIENTOS PARA LA PROPAGACIÓN ASEXUAL	18
7.2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	19
7.2.3. UNIDADES EXPERIMENTALES	19
7.2.4. VARIABLES DE RESPUESTA	19
7.2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	20
7.2.5. MODELO ESTADÍSTICO	20
7.2.7. ANÁLISIS DEL EXPERIMENTO	20
7.2.8. ANÁLISIS DE COSTOS	21
7.2.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO	21
7.2.9.1. PREPARACIÓN DE LAS ESTACAS	21
7.2.9.2. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO	22
7.2.9.3. SIEMBRA	22
7.2.9.4. MANEJO DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES	22
7.3. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA PROPAGACIÓN SEXUAL	22
7.3.1. TRATAMIENTOS	22
7.3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	23
7.3.3. UNIDADES EXPERIMENTALES	23
7.3.4. VARIABLES DE RESPUESTA	24
7.3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	24
7.3.6. MODELO ESTADÍSTICO	24
7.3.7. ANÁLISIS DEL EXPERIMENTO	24
7.3.8. ANÁLISIS DE COSTOS	25
7.3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO	25
7.3.9.1. OBTENCIÓN DE SEMILLAS	25
7.3.9.2. SIEMBRA	25
7.3.9.3. MANEJO DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES	25

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
8.1. RESULTADOS DE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS	26
8.1.1. ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TUKEY	26
8.1.2. ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA REPRODUCCIÓN POR SEMILLAS	27
8.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS PARA LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS	28
8.3. RESULTADOS DEL NÚMERO DE RAÍCES PRODUCIDAS POR LAS ESTACAS	30
8.3.1. ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TUKEY	30
8.3.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA PARA EL NÚMERO RAÍCES PRODUCIDAS POR LAS ESTACAS	31
8.3.3. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN PARA EL NÚMERO DE RAÍCES	32
8.4. RESULTADOS PARA EL LARGO DE RAÍCES PRODUCIDAS POR LAS ESTACAS	33
8.4.1. ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TUKEY	33
8.4.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA PARA EL LARGO DE RAÍCES DE LAS ESTACAS	34
8.4.3. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN PARA EL LARGO DE RAÍCES PRODUCIDAS EN EL TIEMPO	35
8.4.4. ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA REPRODUCCIÓN POR ESTACAS	36
8.4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS PARA EL NÚMERO Y LARGO DE RAÍCES PRODUCIDAS POR ESTACAS	36
9. CONCLUSIONES	38
10. RECOMENDACIONES	39
11. BIBLIOGRAFÍA	40
12. ANEXOS	41

## ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINAS.
<b>Tabla 1</b> Especies usadas en el mundo como orégano.	04
<b>Tabla 2</b> Poblaciones de orégano en el Interior de Guatemala.	11
<b>Tabla 3</b> Resultados del análisis químico de orégano.	12
<b>Tabla 5</b> Coeficiente de correlación número de raíces/tiempo para estacas delgadas.	32
<b>Tabla 6</b> Coeficiente de correlación número de raíces/tiempo para estacas intermedias.	32
<b>Tabla 7</b> Coeficiente de correlación número de raíces/tiempo para estacas gruesas.	32
<b>Tabla 8</b> Coeficiente de correlación largo de raíces/tiempo para estacas delgadas.	35
<b>Tabla 9</b> Coeficiente de correlación largo de raíces/tiempo para estacas intermedias.	35
<b>Tabla 10</b> Coeficiente de correlación largo de raíces/tiempo para estacas gruesas.	35

## ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINAS
<b>Cuadro 1</b> Descripción de los tratamientos para la propagación asexual.	19
<b>Cuadro 2</b> Descripción de los tratamientos para la propagación sexual.	23
<b>Cuadro 3</b> Porcentajes de germinación después de cuatro semanas.	26
<b>Cuadro 4</b> Análisis de varianza para evaluar los cuatro sustratos sobre el porcentaje de semillas germinadas después de cuatro semanas.	26
<b>Cuadro 5</b> Prueba de Tukey entre tratamientos al 5% de significancia sobre el porcentaje de semillas de <i>Lippia graveolens</i> HBK.	27
<b>Cuadro 6</b> Número de raíces producidas en estacas de orégano <i>Lippia graveolens</i> HBK a los 40,50 y 60 días.	30
<b>Cuadro 7</b> Resumen Análisis de varianza para evaluar tres diámetros de estacas sobre la producción de raíces a los 40,50 y 60 días .	30
<b>Cuadro 8</b> Resumen de Pruebas de Tukey entre los tratamientos a un nivel de significancia de 5% sobre la producción de raíces de <i>Lippia graveolens</i> a los 40, 50 y 60 días.	31

<b>Cuadro 9</b>	Largo de raíces expresado en centímetros a los 40, 50 y 60 días en estacas de orégano <i>Lippia graveolens</i> .	33
<b>Cuadro 10</b>	Resumen de Análisis de varianza para evaluar tres diámetros de estacas sobre el largo de raíces.	33
<b>Cuadro 11</b>	Resumen Pruebas de Tukey entre los tratamientos a un nivel de significancia de 5% sobre la producción de raíces de <i>Lippia graveolens</i> a los 40, 50 y 60 días.	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINAS
<b>Figura 1</b> Distribución de las estacas en las unidades experimentales	41
<b>Figura 2</b> Distribución aleatorizada de los tratamientos en la propagación por estacas.	42
<b>Figura 3</b> Distribución aleatorizada de los tratamientos para la propagación por semillas.	42

# EVALUACIÓN DE LA REPRODUCCIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE ORÉGANO *Lippia graveolens* HBK

## EVALUATION OF SEXUAL AND ASEJUAL REPRODUCTION OF OREGANO *Lippia graveolens* HBK

### RESUMEN

En Guatemala el orégano *Lippia graveolens* HBK, es comúnmente utilizado para fines culinarios, medicinales y conocido por sus aceites esenciales ricos en Tymol y Carvacrol. Su aprovechamiento se da a partir de poblaciones silvestres sin ningún manejo, por lo que repercute en el detrimento del Bosque seco Subtropical y Monte espinoso en el oriente del país y no asegura la sostenibilidad de la especie y el producto.

Se han realizado ensayos preliminares para la propagación de orégano a través de estacas en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), e indican no tener datos concretos por la dificultad que han encontrado en su enraizamiento ( 9 ). Así mismo en un estudio realizado en el año 2002 en Zacapa, se ha notado una baja repoblación natural que señala poca reproducción por medio de semillas en áreas silvestres ( 7 ).

Por lo tanto, se planteó la necesidad de determinar la manera adecuada de propagar el orégano tanto sexual como asexualmente, para contribuir en el conocimiento agronómico, y así propiciar su cultivo, domesticación y consecuentemente darle un manejo sostenido.

El presente trabajo muestra resultados para la reproducción de orégano por semillas y por estacas, a través de la realización de ensayos de propagación en los umbráculos del Centro

Experimental Docente de agronomía (CEDA), lo cual permitió tener condiciones climáticas homogéneas, evaluando la reproducción asexual a través de la cantidad de raíces que producen tres tipos de estacas con diferentes diámetros y sexualmente evaluando el efecto de cuatro tipos de sustratos sobre el porcentaje de germinación en semillas de orégano.

Se obtuvo un 92 % de germinación usando la mezcla de turba de *Sphagnum sp*, perlita, nutrientes de iniciación y un agente humectante, lo cual presenta muy buenos resultados al momento de reproducir orégano por semillas. Así también, la propagación vegetativa de orégano se puede llevar a cabo por medio de estacas con un grosor entre 0.5 y 1 cm, con una aplicación de ácido indolebutírico al 3 % como enraizador.

Comparando las dos formas de propagación, se establece que la manera más apropiada para reproducir orégano masivamente, es a través de semillas, ya que se obtienen grandes cantidades de plántulas a bajos costos, poco esfuerzo y menos tiempo. De esta manera se contribuye a propiciar el cultivo de orégano para su domesticación, producción, aprovechamiento medicinal, culinario y de aceites esenciales.

# 1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala el orégano *Lippia graveolens* HBK es comúnmente usado para fines culinarios y medicinales, obteniéndolo de poblaciones silvestres sin ningún manejo. Esta especie en el mercado mundial es conocida como orégano mexicano, de muy buena aceptación por ser parecido en aroma y sabor con el orégano europeo *Origanum vulgare* L. Existe muy poca información a cerca del modo de reproducción de *Lippia graveolens* HBK lo que ha limitado cultivarla extensivamente para aprovechar sus propiedades.

Es necesario generar conocimiento relativo a la manera de reproducir orégano que permita obtener plantas fácilmente, para su domesticación y desarrollo de su cultivo. Pues, por sus usos como condimento, medicinal y su riqueza de aceites esenciales, pueden demandarse mayores volúmenes de materia seca para consumo interno y externo. Esto hará necesario disponer de tecnología en cuanto a su reproducción para su producción. Por tanto se realizaron ensayos de propagación sexual y asexual en los umbráculos ubicados en El Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA), lo cual permitió tener condiciones climáticas homogéneas. Se evaluó la reproducción asexual a través de la cantidad de raíces que produzcan tres tipos de estacas con diferentes diámetros de grosor; y sexualmente el efecto de cuatro tipos de sustratos sobre el porcentaje de germinación .

Se generó información para reproducir orégano tanto vegetativamente como por semillas que servirá de punto de partida para realizar futuras investigaciones que permitan contribuir a establecer su cultivo.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El orégano *Lippia graveolens* HBK , es una planta nativa de Mesoamérica abundante en los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula. Se encuentra creciendo en ambientes silvestres de la zona de vida de Bosque seco Subtropical y Monte espinoso. Es conocida por sus usos como condimento, medicinal y por sus aceites esenciales ricos en Tymol y Carvacrol, que tienen propiedades digestivas, antifúngicas y antibacteriales.

Su aprovechamiento actualmente es a partir de poblaciones silvestres sin ningún manejo, por lo que no se asegura la sostenibilidad ni la homogeneidad del producto obtenido. Esto último es muy importante ya que de acuerdo con Fisher (6), hay una gran variabilidad en la composición del aceite esencial de varias poblaciones silvestres en la región oriental de Guatemala. Se han realizado ensayos preliminares para la reproducción de orégano a través de estacas en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), donde indican que aun no se tienen datos concretos (9). Adicionalmente en un estudio realizado en el año 2,002 en Zacapa, se ha notado una baja repoblación natural, que indica poca reproducción por medio de semillas silvestres en su ambiente natural ( 7 ).

El conocimiento de la reproducción de una especie en particular permite facilitar su cultivo. Para el caso de orégano no se cuenta con información a cerca de su modo de reproducción por semillas y vegetativamente, y tomando en cuenta que la extracción actual para los diferentes usos como condimento y medicinal se hace de poblaciones silvestres, ha sido necesario investigar y generar técnicas adecuadas que permitan propagar la especie para poder establecer cultivos que contribuyan a su domesticación y producir así, materia prima de calidad y con ello mejorar el aprovechamiento de sus propiedades.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 MARCO CONCEPTUAL

#### 4.1.1 GENERALIDADES

En la literatura consultada se ha encontrado al menos 61 especies de 17 géneros correspondientes a seis familias mencionadas bajo el nombre común de “orégano”. En la familia Lamiaceae está el género *Origanum*, el más importante como orégano que contiene varias especies aromáticas conocidas como “orégano europeo”. Dos géneros de la familia Verbenaceae (*Lantana* y *Lippia*) son usadas para producción de condimentos y medicinales, especialmente en América. Las familias (Rubiaceae, Scrophylariaceae, Apiaceae y Asteraceae) tienen importancia limitada. Sin embargo, frecuentemente encontramos plantas de las familias mencionadas bajo el nombre de orégano en el mercado (orégano, oríganum, orégano de Cartagena, orégano del monte, orégano del campo, orégano mexicano) (10).

“Se han realizado muchos esfuerzos para clasificar apropiadamente la diversidad genética del género *Origanum*. La amplia distribución de estas especies y su alta variabilidad morfológica hace esto una tarea difícil. En muchos de los casos, la misma especie está llamada por diferentes nombres, o con muchos sinónimos (10)”.

La mayoría de las especies correspondientes al género *Origanum* L. (Lamiaceae), y muchas otras con ricos aromas, han sido usadas como especies por miles de años. Sin embargo, nuevos campos de aplicación están empezando a encontrarse, sobre las recientes bases encontradas, con respecto a sus propiedades antioxidantes, antibacterial, antifúngica, antiviral y como nematocida (10).

El *Origanum vulgare* L. es una planta fuertemente olorosa y de gran sabor; en las zonas más cálidas el aroma es de mayor intensidad, el sabor más picante y el perfume más persistente. Se cultiva por su demanda en el sector farmacéutico, de los licores y cosméticos, además de la industria alimenticia, conservera y semillera. Su uso práctico en cocina es el de aromatizante por excelencia de los platos. También la herboristería lo consume ampliamente, por sus propiedades tónicas, digestivas, estomacales y antiasmáticas (4).

“El nombre comercial de orégano tiene un amplio significado y hasta el día de hoy se refieren a dos grandes grupos de especies, es decir, europeo y mexicano. La situación es mucho más complicada cuando se investiga “Orégano” desde el punto de vista taxonómico, como en este caso el nombre es usado para referir a diferentes especies de diverso origen botánico. Los términos más frecuentes están en la Tabla 1 (10)”.

Tabla 1 **Especies usadas comercialmente en el mundo como orégano**

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombres comerciales</b>
Labiatae	<i>Calamintha potosina</i> Schaf.	Orégano de la sierra, orégano,
	<i>Coleus amboinicus</i> Lour. (syn.	Orégano brujo, de Cartagena
	<i>C. aromaticus</i> Benth)	Orégano Frances
	<i>Coleus aromaticus</i> Benth.	Orégano de España
	<i>Hedeoma floribunda</i> Standl.	Orégano, organum
	<i>Hedeoma incona</i> Torr.	Orégano
	<i>Hedeoma patens</i> Jones	Orégano, organum
	<i>Hyptis albida</i> H.B.K.	Orégano, organum
	<i>Hyptis americana</i> (Aubl.) Urb.	Orégano
	( <i>H. Gonocephala</i> Gris.)	
	<i>Hyptis capitata</i> Jacq	Orégano, organum
	<i>Hyptis pectinata</i> Poit.	Orégano, organum
	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit	Orégano, orégano cimarron
	<i>Monarda austromontana</i> Epling	Orégano, organum
	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Orégano, organum
	<i>Origanum compactum</i> Bnth. (syn.	Orégano, organum
	<i>O. glandulosum</i> Salzm,ex Benth.)	
	<i>Origanum dictamnus</i> L. ( <i>Majorana</i>	Orégano, organum
	<i>Ductamnus</i> L.)	
	<i>Origanum floribundum</i> Munby	Orégano, organum
( <i>O.cinereum</i> Noe)		
<i>Origanum grosil</i> Pau et Font Quer ex	Orégano, organum	
letsvaart		
<i>Origanum majorana</i> L.	Orégano	

## Continuación de Tabla 1.

	<i>Origanum microphyllum</i> (Benth) Vogel	Orégano, origanum
	<i>Origanum onites</i> L. (syn. <i>O. Smyrneum</i> )	Turkish orégano, orégano
	<i>Origanum scabrum</i> Boiss et Heldr ( syn. <i>O. pulchrum</i> Boiss et Heldr.)	Orégano, origanum
	<i>Origanum syriacum</i> L. Var. <i>Syriacum</i> (syn. <i>O. Maru</i> L.)	Orégano, origanum
	<i>Origanum vulgare</i> L. Subsp. <i>Gracile</i> (Koch) letswaart ( syn. <i>O. Gracile koch</i> , <i>O. Tyttanthum</i> Gontscharov)	Orégano, origanum
	<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>Hirtum</i> (Link) letswaart ( syn. <i>O. Hirtum</i> link)	Orégano, origanum
	<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>Virens</i> (hoffmanns et Link) letswaart (syn. <i>O. Virens Hoffmanns et Link</i> )	Orégano, origanum
	<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>Viride</i> (Boiss.) Hayek (syn. <i>O. Viride</i> )	Greek orégano, orégano
	<i>Halacsy</i> (syn. <i>O. Heracleoticum</i> L.)	
	<i>Origanum vulgare</i> L. Subsp. <i>Vulgare</i> (syn. <i>Thymus origanum</i> (L.) Kuntze)	Orégano, origanum
	<i>Origanum vulgare</i> L.	Orégano, orégano de España
	<i>Poliomintha longiflora</i> Gray	Orégano
	<i>Salvia</i> sp	Orégano
	<i>Satureja timbra</i> L.	Orégano cabruno, orégano
	<i>Thymus capitatus</i> (L.) Hoffmanns et Link (syn. <i>Coridothymus capitatus</i> )	Spanish orégano, orégano
Verbenaceae	<i>Lantana citrosa</i> (Small) modenke	Orégano xiu, orégano
	<i>Lantana glandulosissima</i> Hayek	Orégano xiu, orégano silvestre
	<i>Lantana hirsuta</i> Mart. Et Gall.	Oreganillo del monte, orégano
	<i>Lantana involucrata</i> L.	Orégano, origanum
	<i>Lantana purpúrea</i> ( Jacq.) Benth. &Hook. (syn. <i>Lippia Purpúrea</i> Jacq.)	Orégano, origanum
	<i>Lantana trifolia</i> L.	Orégano, origanum
	<i>Lantana velutina</i> Mart. & Gal.	Orégano xiu. Origanum
	<i>Lippia myriocephala</i> Schlecht & Cham	Oreganillo
	<i>Lippia affinis</i> Schau.	Orégano
	<i>Lippia alba</i> (Mill) N.E. Br. ( syn. <i>L. involucrata</i> L.)	Orégano. Origanum
	<i>Lippia Berlandieri</i> Schau.	Orégano
	<i>Lippia cardiostegia</i> Benth.	Oreganillo, orégano montes
	<i>Lippia formosa</i> T.S. Brandeg.	Orégano. Origanum
	<i>Lippia geisseana</i> ( R.A.Phil.) Soler.	Orégano origanum
	<b><i>Lipia graveolens</i> H.B.K.</b>	<b>Mexican orégano, orégano</b>
	<i>Lippia helleri</i> Britton	Orégano del país, orégano
	<i>Lippia midromera</i> var. <i>Helleri</i> ( Britton)	Orégano
	<i>Lippia origanoides</i> H.B.K.	Orégano, orégano del país
	<i>Lippia palmeri</i> var. <i>Spicata</i> Rose	Orégano
	<i>Lippia palmeri</i> Wats.	Orégano, origanum
	<i>Lippia umbellata</i> Cav.	Oreganillo, orégano montes
	<i>Lippia velutina</i> Mart. Er Galeotti	Orégano, origanum
Rubiaceae	<i>Borreria</i> sp.	Oréganos, oregani, origanum
Scrophulariaceae	<i>Limnophila stolonifera</i> (Blanco) Merr.	Orégano, origanum
Apiaceae	<i>Eryngium foetidum</i> L.	Orégano de Cartagena, orégano
Asteraceae	<i>Coleasanthus veronicaefolius</i> H.B.K.	Orégano del cerro, orégano del Monte, orégano del campo
	<i>Eupatorium macrophyllum</i> L. ( syn. <i>Hebeclinim macrophyllum</i> DC.)	Orégano, origanum

## 4.1.2 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Taxonómicamente **orégano mexicano** está clasificado de la siguiente manera(2):

Reino..... Plantae  
 División..... Magnoliophyta  
 Clase..... Magnoliopsida  
 Subclase..... Asteridae  
 Orden..... Lamiales  
 Familia..... Lamiaceae  
 Género..... Lippia  
 Especie..... *Lippia graveolens* HBK

“El orégano *Lippia graveolens* HBK es un arbusto delgado de hasta 2 m de alto, ramas con pubescencia cortamente pilosa. Hojas en pecíolos 5-10 mm de largo, oblongas a elípticas, 2-4 cm de largo, obtusas o redondas en el ápice, subcordadas a la base, densamente pilosas, suaves al tacto, densamente tomentosas, flores subglobosas a oblongas, 4-12 mm de largo, brácteas ovado-lanceoladas, agudas; cáliz 1-2 mm de largo, glandular; corola blanca, 3-6 mm de largo (2)”.

## 4.1.3 CURIOSIDADES

El nombre orégano ( que se le asigna a *Origanum vulgare* L.) viene del griego oros ( montaña ) y ganos ( ornamento), la decoración, la belleza de las montañas. En el lenguaje de las flores el orégano rojo significa “rubores”. Una leyenda griega dice que Afrodita, diosa del amor, fue la primera en cultivar orégano y le dio a esta planta la fragancia que actualmente posee (8).

#### 4.1.4 HÁBITAT, CLIMA Y SUELO

“El orégano *Lippia graveolens* es nativa del sur de Texas a Nicaragua, se encuentra en bosques secos y montes espinosos subtropicales, en pendientes pedregosas muy secas, en matorrales húmedos o secos y planicies hasta 350 msnm.” En Guatemala se ha descrito en el Progreso, Petén y Zacapa (2).

Se desarrolla en climas secos, de acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdridge, en la zonas de vida Bosque seco Subtropical y Monte espinoso subtropical. En condiciones naturales crece en suelos arcillosos pesados y pedregosos (2).

El cultivo del orégano tiene éxito en todos los tipos de terreno ricos en materia orgánica, sueltos, silíceos arcillosos, francos, gumíferos, calcáreos, arcilloso-arenosos e incluso en lugares áridos. Los mejores resultados, tanto cualitativos como cuantitativos, se obtienen en las zonas cálidas (2).

#### 4.1.5 PROPAGACIÓN

Se carece de experimentación de propagación por semilla, incluso no se tienen datos del porcentaje de germinación, pero en observaciones realizadas se ha notado que bajo condiciones adecuadas la semilla germina favorablemente (2).

Para un enraizamiento adecuado de las estacas se recomienda proporcionar un ambiente adecuado. El tiempo de enraizamiento aun no se ha definido bien pero se tienen datos que está entre 30-50 días (2).

“Se ha reproducido orégano vegetativamente en Tamaulipas ( México ) con tal de preservar las especies nativas de la región. Se han efectuado ensayos donde la especie *Lippia graveolens* H.B.K, y el sustrato arena presentan formas apropiadas para la reproducción asexual de orégano con un 76 % de producción media general de brotes (11)”.

En la propagación por estacas, se corta de la planta madre una porción de tallo y se coloca en ciertas condiciones ambientales favorables y se induce a que forme raíces y tallos, obteniéndose con ello una planta nueva e independiente (6).

#### **4.1.6 RECOLECCIÓN**

El orégano *Lippia graveolens* es principalmente recolectada en sus lugares de crecimiento silvestre, se recomienda su manejo y siembra comercial para garantizar su aprovechamiento sostenido (2).

Del orégano se cosechan las hojas y las flores. Se colectan los extremos de las ramas que contienen flores y hojas. La época ideal para la recolección es en plena floración. Vale más esperar a que algunas flores están marchitas y no precipitarnos cuando empiezan a florecer las primeras, pues, la producción de esencia por las flores se incrementa una vez éstas ya se han desarrollado totalmente (2).

#### **4.1.7 APLICACIONES MEDICINALES Y USOS CULINARIAS**

Es desinfectante, expectorante y carminativa. La infusión debe ser con 20-30 gramos/litro, dejándola reposar 10 minutos, tomando 2-3 tazas al día, se usa para aliviar la tos y el asma. En reglas dolorosas se emplea como calmante y regulador. Es un antiséptico en las vías respiratorias.

Los dolores y reumas se alivian con friegas con aceites de orégano y cataplasmas de la planta. En uso extremo en forma de infusión es cicatrizante de heridas, llagas, etc.(4).

En farmacia se usa para preparar linimentos antirreumáticos, pomadas para la dermatitis y como desinfectante y cicatrizante. También se usa en perfumería, jabonería y cosméticos (4).

El orégano también es activo contra *Escherichia coli*, *Shigella typhi*, *Staphylococcus fexneri*, *Streptococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* y *Streptococcus pyogenes*, pero inactiva contra *Haemophilus influenzae* (2).

Otros usos son la medicinal para heridas, llagas, granos, leucorreas, regula la menstruación y sirve para las afecciones respiratorias (1).

“En general, es una planta tónica y digestiva, contra el dolor existe una solución eficaz, sobre todo para dolores de espalda y del cuello( tortículis). Consiste en aplicar un manojo de sumidades floridas frescas (recién cortadas) y calentadas ligeramente. Se envuelve con un paño asimismo caliente, y se mantiene cuanto más rato mejor ( repetir tantas veces como sea necesario). Como digestiva, se toma en infusión ( de hojas y flores secas) una taza tras las comidas. Para la tos, el asma o afecciones respiratorias, es preferible en decocción: se hierve durante un cuarto de hora un litro de agua con 50 gramos de flores y hojas, y se toman tres tacitas al día, calientes (4)”.

En la cocina es una de las plantas más conocidas y usadas. Con ella se adoba, frecuentemente, la carne para preparar chorizos. También es utilizado en chili con carne en

México. Empleada en asados de berenjenas y calabazas. Algunos ejemplos culinarios se detallan a continuación(4):

- a) **Adobo para chorizo:** Se utiliza una mezcla de orégano, pimentón y sal. A veces se añaden ajos machacados y otros ingredientes. Se mezcla todo bien en una artesa y se deja a la intemperie, en un lugar sombrío.
- b) **Ensalada de papas con orégano:** ( ingredientes para cuatro personas: 750 g de patatas cocidas, 100 g de champiñón fresco, 1 una cucharada de orégano seco y desmenuzado, 1 cebolla picada, 4 tomates medianos, 50 g de queso rallado, y cucharada de mantequilla y sal).Preparación: cortamos en rodajas o en forma de cubo las patatas cocidas. Picamos el champiñón muy fino. Se colocan las patatas y el champiñón en una fuente para ensaladas y se esparce y mezcla el orégano. Añadimos el ajo machacado y la cebolla picada. Se mezcla todo bien y se prueba. Ponemos la mezcla en una fuente de asador, untada con mantequilla. Añadimos, por encima, una cucharada de mantequilla y el queso rallado. Sobre el queso se colocan los tomates, cortados en rodajas, y sobre ellos algo de orégano. Metemos la fuente en el horno y se deja 30 minutos a 130 C.
- c) **Ensalada de espinacas:** ( Ingredientes para cuatro personas: 750 g de espinacas tiernas, 3 huevos, sal , aceite de oliva y orégano). Preparación: Las espinacas pierden con la cocción la mayor parte de las vitaminas y sales minerales, que quedan en el agua de cocción. Comerlas crudas puede resultar insólito, pero acompañadas de una buena salsa quedan sabrosas. Se limpian bien las espinacas, se cortan como para una ensalada y se ponen en la ensaladera. Se hierven los huevos ( deben estar bien hechos), se pelan y se cortan finamente hasta reducirlos a una papilla. Se hace una salsa con el aceite, el orégano y la sal, y se condimentan las espinacas unos minutos antes de servir las (4).

#### 4.1.8 PRINCIPIOS ACTIVOS

Los principios activos de la mayoría de las especies de orégano se encuentran en la esencia, ese líquido amarillo que se puede observar, con buena vista, en el interior de las flores y que también se localiza en las hojas. Se compone principalmente de aceites esenciales, resina y algún tanino; este último también abunda en los tallos ( de ahí su sabor amargo) (4).

“La planta contiene ácidos fenólicos, caféico, clorogénico, rosmarínico; flavonoides: derivados del apigenol, del luteolol, del diosmetol; ácido ursólico; sustancias tánicas y elementos minerales. El aceite esencial, de composición variable según las especies y según la zona donde se cultive, está constituido fundamentalmente por carvacrol y tymol, fenoles que pueden alcanzar hasta el 90 % del total; contiene también pinemo, sesquiterpenos, cimeno, etc.(4)”.

En el caso de orégano mexicano *Lippia graveolens* HBK se efectuó un estudio donde se comparó la diversidad química de cinco poblaciones presentadas en las tablas 2 y 3 ( 5 ) ( 7 ).

**Tabla 2 Poblaciones de orégano en el interior de Guatemala**

Lugar	Municipio	Depto.
1 Subinal	El Progreso	El Progreso
2 El Oreganal	Teculután	Zacapa
3 Agua Caliente	Zacapa	Zacapa
4 Buena Vista	San Miguel Chicaj	Baja Verapaz
5 Cerro orégano	San Jacinto	Chiquimula
6 Peña de la Virgen	San Antonio la Paz	El Progreso

7	Aldea la Tuna	Ipala	Chiquimula
8	Aldea Río Grande	Quezaltepeque	Chiquimula
9	Jocotán	San Jacinto	Chiquimula
10	Quebrada Orégano	El Jícaro	El Progreso
11	Paso los Jalapas	El Jícaro	El Progreso
12	Est. San José	Teculután	Zacapa
13	Piedras Blancas	El Progreso	El Progreso
14	Escuela San José	Teculután	Zacapa
15	Cemt. San José	Teculután	Zacapa
16	Pasabién	Río Hondo	Zacapa
17	Casas Pinto	Río Hondo	Zacapa

Tabla 3 Resultados del análisis químico de orégano.

No.	Substancia	Población	Subinal	Oreganal	Agua Caliente	Buena Vista	San Jacinto
	% Aceite		1,24	3,35	3,56	2,06	2,15
1	$\alpha$ -Thujen		0,3	0,4	0,2	0,2	0,3
2	$\alpha$ -Pinen		0,1	0,2	*	0,1	*
3	Camphen		0,3	0,1		0,1	*
4	Octen-3-ol + Sabinen		0,3	0,3	0,2	0,3	0,2
5	$\beta$ -Pinen		0,2	0,2	*	0,2	*
6	Myrcen		2,7	2,4	1,3	1,9	1,9
7	$\alpha$ -Phellandren		0,2	*	---	0,2	0,2
8	Car-3-en		3,6	0,1	*	0,3	0,1
9	$\alpha$ -Terpinen		1,0	1,1	0,5	0,9	1,3
10	P-Cymen		2,8	4,9	2,7	4,2	6,9
11	Limonen		1,5	0,3	0,2	0,3	0,3
12	1,8-Cineol		5,0	0,1	*	0,1	0,1
14	$\gamma$ -Terpinen		4,1	4,1	1,7	4,0	7,3
15	cis-p-Menth-2-en-1-ol		4,6	0,8	0,6	1,1	0,6
16	Terpinolen		3,4	0,3	0,3	0,5	0,2
17	Linalool+cis-Sabinenhydrat		3,8	1,5	0,7	2,7	1,4
18	trans-p-Menth-2-en-1-ol		2,9	0,7	0,5	0,8	0,4
19	trans-Sabinennydrat		1,2	0,1	---	0,2	*
20	Borneol		1,2	0,4	---	0,6	0,2
21	4-Terpineol		7,3	2,2	1,8	2,3	1,5
22	p-Cymen-8-ol		0,3	0,2	0,1	0,2	*

Continuación de Tabla 3

23	$\alpha$ -Terpineol	1,6	0,5	---	1,0	*
24	cis-Piperitol	0,4	---	---	---	---
25	trans-Piperitol	0,5	---	---	---	---
26	Thymolmethylether	---	0,6	0,4	0,7	0,4
27	<b>Thymol</b>	<b>6,8</b>	<b>66,5</b>	<b>80,6</b>	<b>56,6</b>	<b>19,9</b>
28	<b>Carvacrol</b>	<b>1,1</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>4,4</b>	<b>45,2</b>
29	$\alpha$ -Cubeben	0,2	---	---	---	---
30	Eugenol	0,2	*	*	*	*
31	$\alpha$ -Copaen	0,3	---	---	---	---
32	Methyleugenol	0,5	---	---	---	---
33	Caryophyllen	8,7	3,4	2,8	4,6	3,5
34	$\beta$ -Gurjunen	0,4	---	---	---	---
35	$z$ - $\alpha$ -trans-Bergamoten	0,2	0,3	0,5	0,5	0,6
36	Aromadendren	*	---	---	---	---
37	$\alpha$ -Humuleh	5,7	2,2	1,9	2,9	2,3
38	allo-Aromadendren	0,5	---	-	-	-
39	$\gamma$ -Muurolen	0,8	---	-	*	-
40	Germacren D	0,2	0,1	0,1	*	1,4
41	$\beta$ -Selinen	1,7	---	---	---	---
42	$\alpha$ -Selinen	1,9	---	---	*	---
43	$\alpha$ -Muurolen	*	---	---	---	---
44	$\beta$ -Bisabolen	---	0,1	0,3	*	*
45	$\gamma$ -Cadinen	0,6	---	---	---	---
46	$\delta$ -Cadinen	0,9	---	---	0,1	---
47	trans-Nerolidol	0,9	---	---	---	---
48	Spathulenol	*	---	---	---	---
49	Caryiphyllenoxyd	3,3	0,7	0,3	0,9	0,8
50	Guaiol	2,2	---	---	0,2	---
51	tau-Muurolol	0,2	---	---	---	---
52	$\beta$ -Eudesmol	3,0	*	---	0,5	---
53	$\alpha$ -Eudesmol	4,0	*	---	0,3	---
54	$\alpha$ -Cadinol	0,3	---	---	---	---

\*=menos de 0,1%

La anterior tabla muestra que en la población de El Oreganal, Teculután y Agua Caliente, Zacapa los contenidos de Tymol son mayores por estar ubicados en la región semiárida de Guatemala donde las temperaturas se mantienen elevadas (5).

En la actualidad existe una gran demanda de los compuestos minerales y esenciales del orégano debido a sus conocidas propiedades antioxidantes, asociadas al Carvacrol y el Tymol, fungicidas y bactericidas además de citotóxicas. Se ha demostrado su gran nivel de citotoxicidad para células animales incluyendo dos tipos de células derivadas de cánceres humanos, lo cual

aumenta si cabe la importancia de sus cualidades en la investigación sobre enfermedades humanas (4).

“Los aceites esenciales de especies de orégano, extraídos mediante hidrodestilación, han demostrado también su toxicidad por inhalación sobre *Acanthoscelides obtectus* Say, Bruchidae, Coleopterae, una plaga de *Phaseolus vulgaris* L. Estos ensayos abren una puerta a la posible utilización de estos aceites esenciales en formulaciones para el control de esta plaga (4)”.

La existencia de similitudes entre una clasificación basada bajo cualidades morfológicas y una basada bajo compuestos químicos podrían ser comparados bajo el caso de poblaciones de *O. Vulgare subsp. Viride* y *O. Heracleoticum* y aunque difieren totalmente en la taxa, tienen tipos químicos de similares características. En verdad, ambas especies tienen carvacrol-rico y carvacrol-libre, tipos químicos (contenido de carvacrol es menor de 3 %) prescindiendo de el origen del material. Además, por acumulación de evaluaciones, niveles de carvacrol, tymol, p – cymene y  $\alpha$ -terpinene en estas dos especies, no hay duda de la presencia de gran similitud química entre ellas ( 10 ).

## 4.2 MARCO REFERENCIAL

### 4.2.1 LOCALIZACIÓN

Los ensayos se realizarán en los umbráculos ubicados en el Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA) de la Facultad de Agronomía ( FAUSAC ) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con coordenadas 14°35'11" latitud norte y 90°35'58" longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1502 metros (3).

#### **4.2.2 CLIMA Y ZONA DE VIDA**

La precipitación pluvial es de 1246.8 mm en 110 días, una humedad relativa del 79 por ciento, con temperatura en grados centígrados de 13.7, 18.2 y 24.7 para máxima, media y mínima respectivamente. La presión atmosférica es de 640.2 NM y una zona de vida de bosque subtropical templado (3).

#### **4.2.3 SUELOS**

Los suelos están clasificados dentro de los Cambisoles y pertenecen a la serie Guatemala, que se caracterizan por ser originados de ceniza volcánica pomácea de color claro (3).

#### **4.2.4 SUPERFICIE**

Los campos del CEDA cubren una superficie de 22.38 ha (3).

## 5. OBJETIVOS

### 5.1 GENERAL

Generar información sobre la forma apropiada de reproducir el orégano *Lippia graveolens* HBK que contribuya al desarrollo de su cultivo.

### 5.2 ESPECÍFICOS

5.2.1 Determinar el tipo de sustrato que presente el mayor porcentaje de semillas germinadas expresado como plántulas emergidas.

5.2.2 Establecer el diámetro adecuado de la estaca para propiciar la producción del mayor número de raíces.

5.2.3 Establecer la forma más apropiada de reproducir *Lippia graveolens*.

## 6. HIPÓTESIS

6.1 Los diferentes tipos de sustratos para la propagación sexual de *Lippia graveolens* HBK producen el mismo efecto sobre el porcentaje de semillas germinadas.

6.2 Los diferentes diámetros de estacas para la propagación asexual de *Lippia graveolens* HBK producen un número similar de raíces.

6.3 La propagación por semillas es igual de efectiva que la de estacas .

## 7. METODOLOGÍA

### 7.1 RECURSOS

#### 7.1.1 MATERIALES Y EQUIPO

- a) Semilla de orégano
- b) Estacas de orégano (Estacas de 0.5, 1 y 1.5 cm de diámetro)
- c) Umbráculo
- d) Tijeras podadoras
- e) Bandejas propagadoras de 200 agujeros
- f) Enraizador (Ácido indolebutírico-3, comercialmente Rootex 30 )
- g) Desinfectante de suelo (Carbofuran)
- h) Herbicida preemergente (Atrazine)
- i) Sustratos ( Arena, serrín-corteza, mezcla comercial, Arena y m.o )
- j) Tamices para la extracción de semillas ( mesh 20 )

### 7.2 DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA PROPAGACIÓN ASEXUAL

#### 7.2.1 TRATAMIENTOS PARA LA PROPAGACIÓN ASEXUAL

Los diámetros en las estacas se establecieron como tratamientos puesto que ensayos que se realizaron previos al experimento indicaron que puede existir un enraizamiento vegetativo sin importar la edad de las plantas si tomamos en cuenta que las poblaciones silvestres de donde se extrajo el material tiende a presentar una lignificación muy marcada por crecer en zonas áridas. Los tratamientos que se plantearon para la propagación asexual de orégano se describen en el Cuadro 1.

**Cuadro 1** Descripción de los tratamientos para la propagación asexual

NUMERO DE TRATAMIENTO	TRATAMIENTO	CODIGO DEL TRATAMIENTO
T-1	Estaca gruesa	EG
T-2	Estaca intermedia	EI
T-3	Estaca delgada	ED

### 7.2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

- a) **Estaca Gruesa:** Estacas con un grosor de 1 a 1.5 cm de diámetro y 20 cm de largo.
- b) **Estaca Intermedia:** Estacas con un grosor de 0.5 a 1 cm de diámetro y 20 cm de largo.
- c) **Estaca Delgada:** Estacas con un grosor de 0.1 a 0.5 cm de diámetro y 20 cm de largo.

### 7.2.3 UNIDADES EXPERIMENTALES

Las pruebas se realizaron dentro de un umbráculo de sarán ( 60 % de sombra ). El experimento contó con 3 tratamientos y 6 repeticiones lo que produjo 18 unidades experimentales. Cada unidad experimental tuvo un área de 0.5 m de largo por 0.5 m de ancho, sembrando 16 estacas por cada unidad experimental a una distancia de 10 cm entre estacas (ver anexo), y utilizando 5 estacas por lectura. Las estacas se sembraron en una cama de arena (70 %) y materia orgánica (30 %) como sustrato.

### 7.2.4 VARIABLE DE RESPUESTA

**Número de raíces:** Tipo de estaca que produzca el mayor número de raíces promedio en tres lecturas, a los 40, 50 y 60 días después de la siembra.

**Largo de raíces:** Largo de las raíces promedio a los 40, 50 y 60 días.

### 7.2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Por el tipo de experimento que estuvo sujeto a condiciones climáticas homogéneas y sin existir una gradiente de variabilidad que pudiera alterar el efecto de los tratamientos, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con 3 tratamientos y 6 repeticiones.

### 7.2.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Número de raíces en las estacas asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

$\mu$  = media general.

$\tau$  = efecto del  $i$  -ésimo diámetro de estaca en el número raíces.

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$  -ésima unidad experimental.

### 7.2.7 ANÁLISIS DEL EXPERIMENTO

Inicialmente mediante la prueba de bondad y ajuste de Chi cuadrado se ha comprobado la normalidad de los datos, por lo que se ha efectuado un análisis de varianza y habiendo existido diferencias significativas entre los tratamientos a un nivel de significancia del 5 % se procedió a

realizar la prueba de medias de Tukey . Además se determinó un coeficiente de correlación entre el número y largo de las raíces con el tiempo.

### 7.2.8 ANÁLISIS DE COSTOS

Para este experimento se determinó el índice de costo-efectividad como producto de la relación entre los costos totales y el número de estacas enraizadas totales, que permitió establecer el costo de cada estaca enraizada.

$$C/EE = CT/EE$$

C/EE = Costo por estaca enraizada

CT= Costo total

EE= Número de estacas enraizadas.

### 7.2.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

#### 7.2.9.1 PREPARACIÓN DE LAS ESTACAS

Se viajó hacia la aldea de San José en Teculután , Zacapa, para obtener material vegetativo (estacas) y se realizaron los pasos siguientes:

**Obtención de estacas:** Corte de estacas de 20 centímetros de largo.

**Conservación de las estacas:** Las estacas se conservaron en papel periódico humedecido hasta la hora de la siembra para evitar la evapotranspiración.

**Aplicación de enraizador:** A cada estaca se le aplicó enraizador Rootex 30 en polvo (Ácido indolbutírico-3) remojando las estacas primeramente y luego sumergiéndolas en el polvo del enraizador para que finalmente se siembren.

### **7.2.9.2 PREPARACIÓN DEL SUSTRATO**

Se procedió a elaborar una cama con un sustrato de 20 cm de profundidad con una mezcla de arena (70 %) y materia orgánica (30 %).

Se aplicó un desinfectante y un herbicida preemergente al sustrato ( Carbofuran y Atrazine ) cuatro días antes de la siembra, para evitar efectos de agentes externos (hongos, bacterias, malezas, etc.)

### **7.2.9.3 SIEMBRA**

Se remojaron las estacas para aplicarles un enraizador comercial (Rootex 30 ; Ácido indolebutírico-3) en polvo. Luego se procedió a sembrar 16 estacas por cada unidad experimental a distancias de 10 x 10 cm (ver anexo). De los 20 cm de largo de cada estaca se introdujeron 8 cm con una inclinación aproximada de 60 grados.

### **7.2.9.4 MANEJO DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES**

Se efectuaron riegos cada dos días y se tomaron datos a los 40 días después de la siembra a 5 estacas al azar, haciendo un recuento del número y largo de raíces producidas en cada estaca, promediándolas y eliminándolas de la unidad experimental . A los 50 días nuevamente se realizó una lectura con otras cinco estacas tomadas al azar, y finalmente a los 60 días se tomaron los datos de cinco últimas estacas.

## **7.3 DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA PROPAGACIÓN SEXUAL**

### **7.3.1 TRATAMIENTOS**

Los tratamientos se establecieron en sustratos debido a que en pruebas previas al experimento se notó una favorable germinación en sustratos de arena y materia orgánica

Los tratamientos para este experimento se describen en el Cuadro 2.

**Cuadro 2** Descripción de los tratamientos para la propagación sexual.

NÚMERO DE TRATAMIENTO	TRATAMIENTO	CÓDIGO DEL TRATAMIENTO
T-1	Arena	A
T-2	Arena + m.o.	AMO
T-3	Serrín-corteza	SC
T-4	Mezcla comercial	PM

### 7.3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

**Arena** : Arena blanca obtenida en el campo del CEDA y tamizada con mesh 30.

**Arena+m.o.** : Mezcla homogénea de arena ( 60 % ) y materia orgánica obtenida de hojarasca, cortezas y residuos vegetales (40 %).

**Serrín y corteza desmenuzada**: Mezcla homogénea de serrín de pino( 70%) con corteza desmenuzada del mismo material( 30 %).

**Mezcla comercial**: Compuesto por turba de *Sphagnum sp*, perlita, nutrientes de iniciación y un agente humectante. Comercialmente conocido como Growing Mix No.1-P.

### 7.3.3 UNIDADES EXPERIMENTALES

Las unidades experimentales para el caso de este experimento consistieron en cada bandeja propagadora o almaciguera de plástico con 200 agujeros, tomando 100 agujeros para cada unidad experimental. El experimento se realizó con 4 tratamientos y 6 repeticiones, por lo que se tuvo un total de 24 unidades experimentales ( Ver figura 3 de la distribución de las Unidades Experimentales )

### 7.3.4 VARIABLES DE RESPUESTA

**Porcentaje de Germinación:** Se obtuvo del conteo final de semillas emergidas para expresarlas en porcentaje de germinación después de 4 semanas a partir de la siembra.

### 7.3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Por las condiciones climáticas homogéneas, que no implicaron ningún gradiente de variabilidad que influyera en el efecto de los tratamientos, se utilizó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 6 repeticiones.

### 7.3.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico a utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Porcentaje de germinación asociadas a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

$\mu$  = media general.

$\tau_i$  = efecto del  $i$  - ésimo sustrato sobre el número de semillas germinadas de *Lippia graveolens* H.B.K.

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$  - ésima unidad experimental.

### 7.3.7 ANÁLISIS DEL EXPERIMENTO

Inicialmente mediante la prueba de bondad de ajuste de Chi cuadrado se comprobó la normalidad de los datos, por lo que se efectuó un análisis de varianza y habiendo existido diferencias a un nivel de significancia de 5% se procedió a realizar la prueba de medias de Tukey.

### 7.3.8 ANÁLISIS DE COSTOS

Para este experimento se procedió a determinar un índice de costo-efectividad como producto de la relación entre el costo total y el número de semillas germinadas , que permitió obtener un costo por cada plántula .

$$C/P = CT/PO$$

C/P= Costo por planta

CT= Costos del tratamiento

PO= Plantas obtenidas

### 7.3.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

#### 7.3.9.1 OBTENCIÓN DE SEMILLAS

Se viajó hacia la Aldea de San José en Teculután, Zacapa para obtener infrutescencias de orégano y extraer semillas por medio de un tamizado (mesh 20 ) y soplado.

#### 7.3.9.2 SIEMBRA

La siembra se realizó colocando de 3 semillas por postura en cada agujero de las bandejas propagadoras.

#### 7.3.9.3 MANEJO DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES

Se inició con una desinfección de los sustratos (Carbofuran-Furadan y Atrazine-Gesapring) para evitar la alteración de resultados e influencia de otro factor. Se realizaron riegos cada día y debió efectuarse cuidadosamente por medio de un atomizador para evitar el lavado de semillas ya que son sumamente diminutas. Se tomaron los datos de las plantas germinadas a los 30 días después de la siembra.

## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1 RESULTADOS DE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS

#### 8.1.1 ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TUKEY

Se evaluaron cuatro tipos de sustratos sobre la germinación de semillas de orégano *Lippia graveolens* HBK, realizando un conteo final en cada unidad experimental, del número de semillas emergidas para expresarlas en porcentaje de germinación después de cuatro semanas de haberse efectuado la siembra. Los resultados se presentan en el Cuadro 3.

**Cuadro 3** Porcentajes de germinación después de cuatro semanas.

Tratamiento	Repeticiones						- X
	1	2	3	4	5	6	
Arena Blanca	35	32	32	35	33	28	32.5
Mezcla Comercial	94	92	90	96	93	90	92.5
Arena + m.o	80	78	83	80	78	79	79.7
Serrín	55	50	50	52	55	50	52

Se realizó una prueba de Chi cuadrado para verificar el supuesto de homogeneidad de los datos, resultando esta positiva, por lo que se procedió a efectuar un Análisis de Varianza que se presenta en el Cuadro 4.

**Cuadro 4** Análisis de Varianza para evaluar los cuatro sustratos sobre el porcentaje de germinación después de cuatro semanas.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05
Tratamiento	3	13163	4387.67	810.03	3.09 **
Error	20	108.33	5.42		
Total	23	13271.33			

CV= 3.77%

\*\* Significativo a un nivel de significancia de 5 %.

Al existir diferencias significativas entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba de medias de Tukey cuyos resultados se presentan en el Cuadro 5.

**Cuadro 5** Prueba de Tukey entre tratamientos al 5% de significancia sobre el porcentaje de germinación de *Lippia graveolens* HBK.

Tratamientos	Códigos	Grupos
Mezcla Comercial	PM	92.50 a
Arena + m.o.	AMO	79.67 b
Serrín	SC	52.00 c
Arena	A	32.50 d

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

### 8.1.2 ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA REPRODUCCIÓN POR SEMILLAS

En el experimento se obtuvieron un total de 1,540 plántulas y se presentaron costos fijos y variables entre los tratamientos. Los costos entre cada tratamiento se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4** Costos en quetzales de cada tratamiento.

Trat.	P.M.	SC	A	AMO
Material				
ARENA			2.25	2.25
M. O.				2.25
Mezcla Comercial	56.00			
Aserrín		1.00		
Bandejas	50.00	50.00	50.00	50.00
Desinfectante	12.50	12.50	12.50	12.50
TOTAL	118.5	63.5	64.75	67.00

Al relacionar los resultados entre los costos de los tratamientos y el porcentaje de germinación, inferimos en que el tratamiento de aserrín y corteza desmenuzada es el más barato.

Sin embargo, presenta un promedio bajo de 52 % de germinación. El tratamiento arena tiende a subir un poco más sus costos, pero no es significativa la diferencia y además su promedio sigue siendo bajo igual a 32.5 % de germinación. Los tratamientos que presentan los mejores resultados son la mezcla de materia orgánica y arena con un promedio de 79.7 % de germinación y la mezcla comercial compuesto por turba de *Sphagnum sp*, perlita, nutrientes de iniciación y un agente humectante que estadísticamente fue el mejor tratamiento con 92.5 % de germinación.

El índice de costo efectividad para cada tratamiento se obtiene como producto de la relación entre los costos y el número de plántulas obtenidas por cada tratamiento.

$$CE = CT/PO$$

CE= Costo Efectividad

CT= Costos del tratamiento

PO= Plantas obtenidas

El costo de cada plántula obtenida para el tratamiento con la mezcla comercial es de 21 centavos (Q 0.21), con el aserrín veinte centavos ( Q 0.20 ), con la arena treinta y tres centavos ( Q 0.33) y con la mezcla de arena y materia orgánica catorce centavos de quetzal (Q 0.14).

## 8.2 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS PARA LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS

De acuerdo con los análisis y la experiencia del trabajo se deduce que la mezcla de turba de *Sphagnum sp*, perlita, nutrientes de iniciación y un agente humectante proporciona las condiciones adecuadas de humedad a las semillas, lo cual permite obtener casi la totalidad de germinación, siendo éste el tratamiento más adecuado para reproducir *Lippia graveolens* . Sin embargo, si no se puede contar con la mezcla comercial por cuestión de costos, el ensayo indica que semillas de orégano en un sustrato compuesto por una mezcla de arena y materia orgánica se puede obtener un gran número de plántulas, ya que con este tratamiento la germinación de semillas de orégano presenta buenos promedios.

El sustrato arena es el menos apropiado para reproducir orégano, ya que no mantiene las condiciones adecuadas de humedad por la gran porosidad que posee en su textura y las semillas al momento de germinar inmediatamente mueren. Así también, se pudo comprobar que el sustrato de Serrín únicamente presenta un promedio del 52 % de germinación lo cual no asegura una reproducción apropiada, probablemente por efectos de acidez que influyen en la germinación de las semillas de orégano. Al realizar el análisis de costos, se infiere que la reproducción sexual de *Lippia graveolens* se tiene un costo relativamente bajo sembrando la mayor cantidad de semillas. Sin embargo, es preciso hacer mención que la reproducción sexual de orégano es muy factible, siempre y cuando se tome en cuenta que la extracción de las semillas lleva un proceso minucioso, ya que la planta de orégano tiende a formar infrutescencias que producen de 4 a 6 semillas de un tamaño menor a un milímetro y deben de someterse a un proceso de extracción que lleva un tamizado de mesh 20 de preferencia y un suave soplado para eliminar restos de hojas, material inerte y basuras.

El proceso de extracción de semillas se sugiere de la siguiente manera:

- 1) La extracción de semillas en plantas madre o en poblaciones silvestres debe hacerse cuando éstas han llegado a su madurez fisiológica. Se recomienda hacer la recolección de infrutescencias a partir del mes de noviembre.
- 2) Someter a un secado las infrutescencias.
- 3) Espolvorear las inflorescencias y realizar un tamizado con mesh 20 para eliminar restos de basuras, hojas y material inerte.
- 4) Por último, se debe realizar un débil soplado al material tamizado, lo cual permitirá dejar a las diminutas semillas de orégano libres de toda impureza.

Finalmente, al momento de reproducir *Lippia graveolens* sexualmente se recomienda aplicar métodos de escarificación físicos ( altas temperaturas y agua caliente) para las semillas porque se notó que la germinación no se da de manera homogénea.

### 8.3 RESULTADOS DEL NÚMERO DE RAÍCES PRODUCIDAS POR LAS ESTACAS

#### 8.3.1 ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TUKEY

Se evaluaron tres diámetros de estacas sobre la producción de raíces para la propagación asexual de orégano *Lippia graveolens* HBK realizando un conteo del número de raíces producidas a los 40, 50 y 60 días después de la siembra. A continuación se presentan los datos de las lecturas en el Cuadro 6.

**Cuadro 6** Número de raíces producidas a los 40, 50 y 60 días en estaca de orégano *Lippia graveolens*.

		Repeticiones																				
Trat.	1			2			3			4			5			6			X			
Días	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50	60	
ED	4	7	11	6	8	10	5	8	13	8	10	13	6	10	13	6	8	10	5.8	8.5	11.7	
Ei	12	14	24	10	12	20	15	14	22	10	16	24	12	15	22	13	15	24	12	14.3	22.7	
EG	3	5	6	5	8	9	4	6	8	3	5	8	4	6	9	3	8	9	3.7	6.3	8.2	

Se realizó una prueba de Chi cuadrado para verificar el supuesto de homogeneidad de los datos, resultando positiva, por lo que se procedió a efectuar un Análisis de Varianza a los 40, 50 y 60 días que se presenta en el resumen del Cuadro 7.

**Cuadro 7** Resumen de Análisis de Varianza para evaluar tres diámetros de estacas sobre la producción de raíces de *Lippia graveolens* a los 40, 50 y 60 días.

ANDEVA A LOS 40 DÍAS		ANDEVA A LOS 50 DÍAS		ANDEVA A LOS 60 DÍAS	
FC	Ft 0.05	FC	Ft 0.05	FC	Ft 0.05
55.77	3.68 **	58.88	3.68 **	163.57	3.68 **
CV= 19.77 %		CV= 13.57 %		CV= 10.23 %	

\*\* Altamente significativo al 5 %.

Al existir diferencias significativas entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba de medias de Tukey cuyos resultados se presentan en el resumen del Cuadro 8.

**Cuadro 8** Resumen de Pruebas de Tukey entre los tratamientos a un nivel de significancia de 5% sobre la producción del número de raíces de *Liippia graveolens* a los 40, 50 y 60 días.

Tratamientos	Códigos	Grupos		
		40 días	50 días	60 días
Estacas Intermedias	EI	12.00 a	14.33 a	22.67 a
Estacas Delgadas	ED	5.83 b	8.50 b	11.67 b
Estacas Gruesas	EG	3.67 b	6.33 b	8.17 c

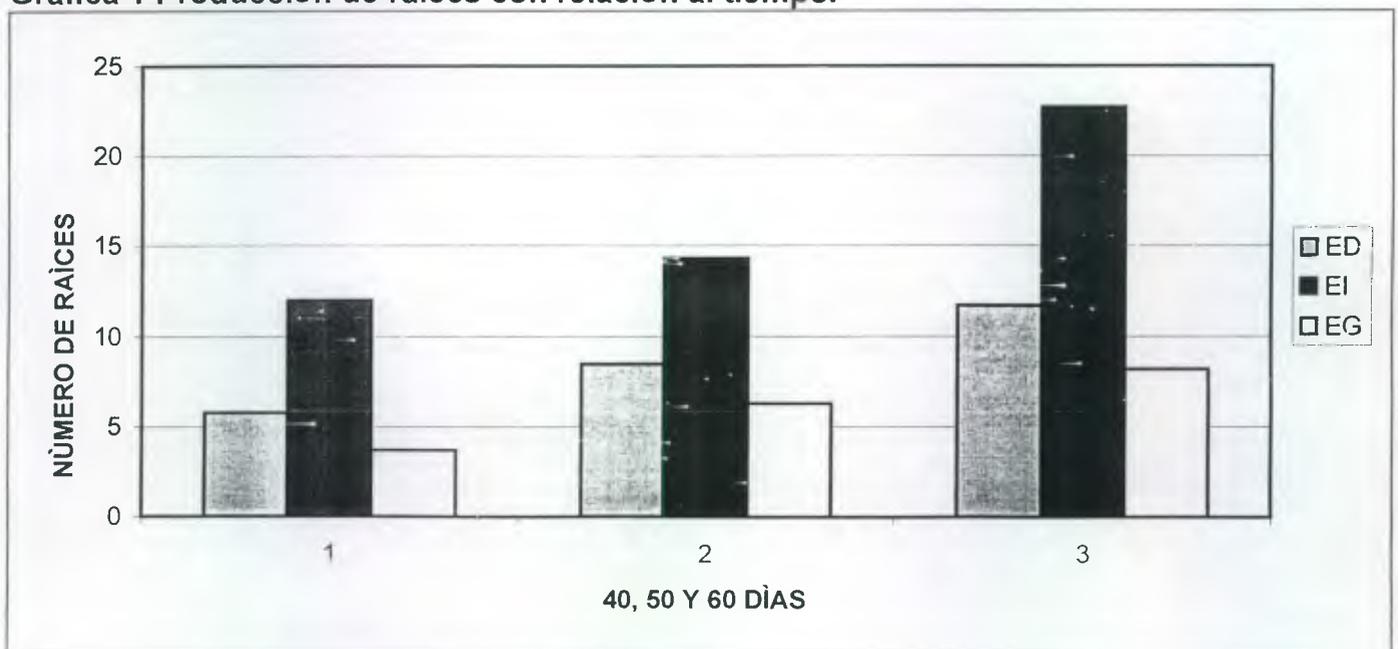
Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

Las pruebas de medias indican que las estacas denominadas intermedias que tienen un grosor de entre 0.5 a 1 cm presentan una mayor producción de raíces a los 40, 50 y 60 días después de la siembra, por lo que se deduce que estadística es el mejor tratamiento.

### 8.3.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA PARA EL NÚMERO DE RAÍCES PRODUCIDAS POR LAS ESTACAS

Para tener una idea sobre el comportamiento de la producción de raíces a través del tiempo se presenta la Gráfica 1.

**Gráfica 1** Producción de raíces con relación al tiempo.



La producción de las raíces de las estacas intermedias es la mayor de los tres tratamientos demostrando gráficamente que es uniforme y a partir de los 50 días después de la siembra empieza un desarrollo radical pronunciado aumentando la producción del número de raíces.

### 8.3.3 COEFICIENTE DE CORRELACION PARA EL NÚMERO DE RAICES

Los coeficientes de correlación entre el número de raíces y el tiempo se presentan en las tablas 5, 6 y 7.

**Tabla 5** Coeficiente de correlación del número de raíces / tiempo para estacas **delgadas**.

	5.8 raíces	8.5 raíces	11.7 raíces
40 días después de la siembra	1		
50 días después de la siembra	0.79*	1	
60 días después de la siembra	0.26	0.65	1

\* El coeficiente se acerca a la unidad por lo que se infiere que existe una mayor relación en la producción de raíces entre los 40 y 50 días.

**Tabla 6** Coeficiente de correlación del número de raíces / tiempo para estacas **intermedias**.

	12 raíces	14.3 raíces	22.7 raíces
40 días después de la siembra	1		
50 días después de la siembra	0.07	1	
60 días después de la siembra	0.13	0.78*	1

\* El coeficiente se acerca a la unidad por lo que se infiere que existe una mayor relación en la producción de raíces entre los 50 y 60 días.

**Tabla 7** Coeficiente de correlación del número de raíces / tiempo para estacas **gruesas**.

	3.7 raíces	6.3 raíces	8.2 raíces
40 días después de la siembra	1		
50 días después de la siembra	0.48	1	
60 días después de la siembra	0.49	0.71*	1

\* El coeficiente se acerca a la unidad por lo que se infiere que existe una mayor relación en la producción de raíces entre los 50 y 60 días.

## 8.4 RESULTADOS PARA EL LARGO DE RAÍCES PRODUCIDAS POR LAS ESTACAS

### 8.4.1 ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TUKEY

Se evaluaron tres diámetros de estacas sobre el largo de raíces para la propagación asexual de orégano *Lippia graveolens* midiendo el largo de raíces a los 40, 50 y 60 días después de la siembra. A continuación se presentan los datos de las lecturas en el Cuadro 9.

**Cuadro 9** Largo de raíces, expresado en centímetros; a los 40,50 y 60 días en estaca de orégano *Lippia graveolens*.

#### Repeticiones

Trat.	1			2			3			4			5			6			- X		
	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50	60
ED	0.3	0.5	0.8	0.3	0.5	1.1	0.5	0.8	1.5	0.3	0.7	1.3	0.5	0.8	1.3	0.6	0.6	1.2	0.4	0.6	1.2
EI	1.2	2.5	3.1	1.2	2	3	1.5	1.8	2.5	1.3	1.6	2.8	1.5	1.8	2	1.1	2.2	2.6	1.3	1.9	2.7
EG	0.8	1.1	1.2	0.8	1.6	1.6	0.9	1.1	1.8	0.7	1.5	1.5	0.8	1.2	1.6	0.8	1.2	1.8	0.8	1.3	1.6

Se realizó una prueba de Chi cuadrado para verificar el supuesto de homogeneidad de los datos, resultando positiva por lo que se procedió efectuar un Análisis de Varianza a los 40, 50 y 60 días que se presenta en el resumen del Cuadro 10.

**Cuadro 10** Resumen de Análisis de Varianza para evaluar tres diámetros de estacas sobre el largo de raíces.

ANDEVA A LOS 40 DÍAS		ANDEVA A LOS 50 DÍAS		ANDEVA A LOS 60 DÍAS	
FC	Ft 0.05	FC	Ft 0.05	FC	Ft 0.05
71.11	3.68 **	47.01	3.68**	39.40	3.68 **
CV= 15.06%		CV= 18.36%		CV= 16.30%	

\*\* Altamente significativo al de 5 %.

Al existir diferencias significativas entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba de medias de Tukey cuyos resultados se presentan en el resumen del Cuadro 11.

**Cuadro 11** Resumen de Pruebas de Tukey entre los tratamientos a un nivel de significancia de 5% sobre el largo de raíces en estacas de *Lippia graveolens* a los 40, 50 y 60 días.

Tratamientos	Códigos	Grupos		
		40 días	50 días	60 días
Estacas Intermedias	EI	1.30 a	1.98 a	2.67 a
Estacas Delgadas	ED	0.80 b	1.28 b	1.58 b
Estacas Gruesas	EG	0.42 c	0.65 c	1.20 b

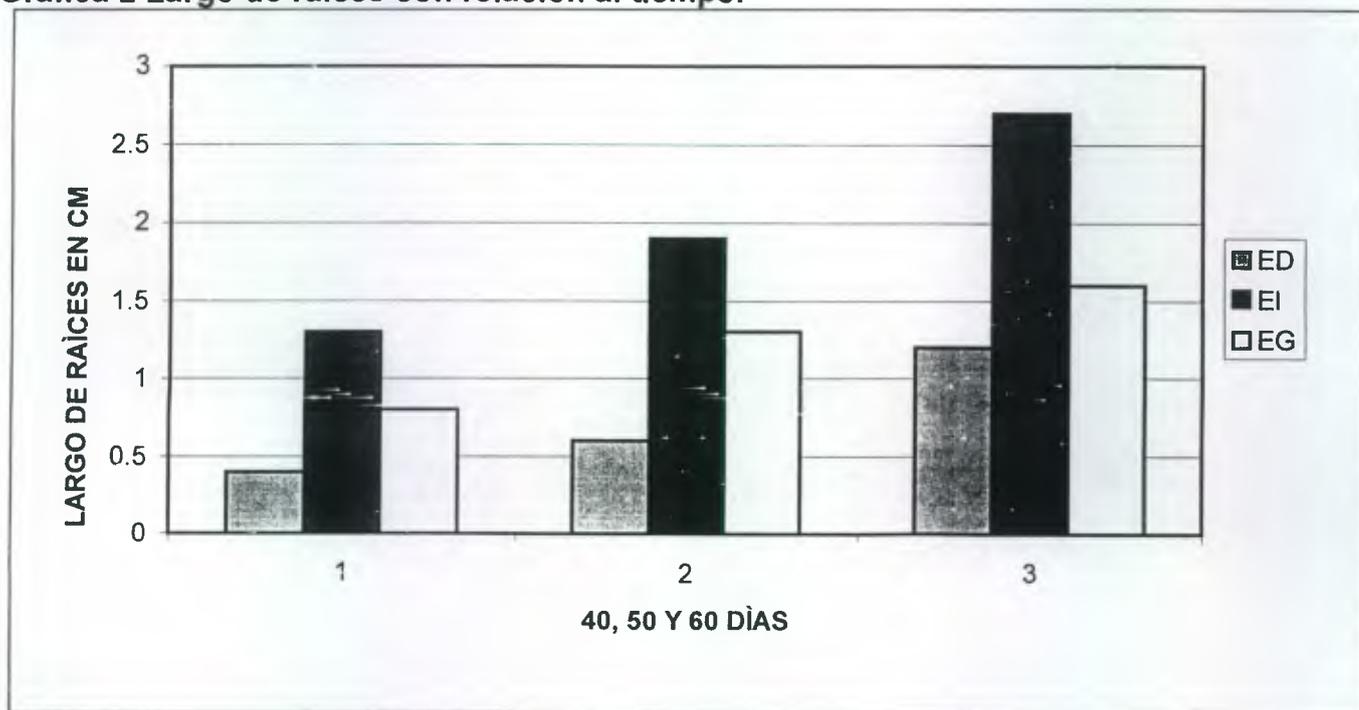
Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

Las pruebas de medias indican nuevamente que las estacas de entre 0.5 a 1 cm presentan un mayor desarrollo en cuanto al largo de raíces después de 60 días, por lo que se infiere que estadísticamente es el mejor tratamiento.

#### 8.4.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA PARA EL LARGO DE LAS RAÍCES DE LAS ESTACAS

Para tener una idea del comportamiento del largo de las raíces a través del tiempo se presenta la Gráfica 2.

**Gráfica 2** Largo de raíces con relación al tiempo.



La gráfica muestra que el crecimiento de las raíces en las estacas delgadas y gruesas tienden a presentar cierta variabilidad, sin embargo las estacas intermedias muestran un crecimiento uniforme desde los 40 días.

#### 8.4.3 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN PARA EL LARGO DE RAÍCES PRODUCIDAS Y EL TIEMPO

Los coeficientes de correlación entre el largo de raíces y el tiempo se presentan en las tablas 8, 9 y 10.

**Tabla 8** Coeficiente de correlación entre largo de raíces / tiempo, para estacas delgadas.

	0.4 cm	0.6 cm	1.2 cm
40 días después de la siembra	1		
50 días después de la siembra	0.49	1	
60 días después de la siembra	0.51	0.86*	1

\* El coeficiente se acerca a la unidad por lo que se infiere que existe una mayor relación entre el largo de raíces entre los 50 y 60 días.

**Tabla 9** Coeficiente de correlación entre largo de raíces / tiempo, para estacas intermedias.

	1.3 cm	1.9 cm	2.7 cm
40 días después de la siembra	1		
50 días después de la siembra	-0.63	1	
60 días después de la siembra	-0.69	0.48*	1

\* El coeficiente se acerca a la unidad por lo que se infiere que existe una mayor relación entre el largo de raíces entre los 50 y 60 días.

**Tabla 10** Coeficiente de correlación entre largo de raíces / tiempo para, estacas gruesas.

	0.8 cm	1.3 cm	1.6 cm
40 días después de la siembra	1		
50 días después de la siembra	-0.59	1	
60 días después de la siembra	0.43*	-0.007	1

\* El coeficiente se acerca a la unidad por lo que se infiere que existe una mayor relación entre el largo de raíces entre los 40 y 60 días.

#### 8.4.4 ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA REPRODUCCIÓN POR ESTACAS

En el experimento se obtuvieron un total de 130 estacas enraizadas y se presentaron los siguientes costos fijos:

Viaje a Teculután, Zacapa:	Q 300.00
Tijera Podadora:	Q 80.00
Enraizador:	Q 70.00
Desinfectate de Suelos:	<u>Q 50.00</u>
	Q 500.00

Al no existir costos variables se deduce que el costo total del experimento fue de Q 500.00 por lo que se determinó el Índice de Costo Efectividad producto de la relación entre los costos totales y el número de estacas enraizadas.

$$CE = CT/EE$$

CE= Costo Efectividad

CT= Costos Totales

El costo de cada estaca enraizada para este experimento fue de Q 3.85.

#### 8.4.5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS PARA EL NÚMERO Y LARGO DE RAÍCES PRODUCIDAS POR ESTACAS

Es importante hacer énfasis que, se establecieron los tratamientos en diámetros de estacas, puesto que, el material vegetativo se extrajo de poblaciones silvestres con edades de plantas no determinadas, y por crecer en zonas áridas del bosque seco subtropical y monte espinoso lo cual hace que exista una lignificación en los tallos y ramas de la especie en estudio .

De acuerdo al trabajo realizado, al momento de propagar vegetativamente *Lippia graveolens* se ha podido notar que las estacas entre 0.5 a 1 cm de grosor o diámetro presentan estadísticamente los mejores resultados.

Para la realización del experimento se tuvo que extraer una gran cantidad de material vegetativo para obtener un buen número de estacas lo cual requiere de un gran esfuerzo y tiempo disponible.

Los coeficientes de correlación indican que en el lapso entre 50 y 60 días el desarrollo radical es mejor en las estacas intermedias ya que presenta una mayor relación en cuanto al número de raíces producidas y su largo con el tiempo .

Se determinó que la propagación de orégano a través de material vegetativo es muy lento puesto que es necesario un tiempo de entre 50 a 60 días para que las estacas presenten un buen desarrollo radical. De tal forma que soporten el transplante y sobrevivan ya que de 288 estacas aproximadas con que contó el ensayo se lograron establecer en almácigo 130 únicamente.

Finalmente, el análisis estadístico indica que las estacas denominadas intermedias que tienen un grosor de entre 0.5 a 1 cm producen mayores promedios en cuanto a cantidad y largo de raíces, lo cual permite un mayor y mejor desarrollo radical y se comprueba en que de las 130 estacas establecidas en almácigo 70 % son intermedias.

## 9. CONCLUSIONES

1. Se encontró diferencia altamente significativa en el uso de los distintos tipos de sustratos evaluados en la propagación por semilla de *Lippia graveolens*. Con la mezcla de turba de *Sphagnum sp*, perlita, nutrientes de iniciación y un agente humectante, se obtuvo el mayor porcentaje de germinación, sin embargo en caso de no contar con este material se puede utilizar como sustituto una mezcla 1.5:1 de arena y materia orgánica ya que estadísticamente presenta la segunda mejor opción.
2. En cuanto a la reproducción asexual, los diferentes diámetros de estacas de *Lippia graveolens*, no producen el mismo efecto sobre la cantidad de raíces y se estableció que las estacas de 1 cm de diámetro presenta la forma más apropiada de propagar orégano, pues obtuvo la mayor producción de raíces y el mayor largo de las mismas.
3. De acuerdo a los coeficientes de correlación las estacas intermedias presentan una mejor relación entre el crecimiento y aumento del número de raíces entre los 50 y 60 días.
4. La reproducción de *Lippia graveolens* a través de semilla presenta mejor alternativa, pues es un método de propagación masivo y requiere menor tiempo para obtener mayor cantidad de plantas respecto a la propagación vegetativa.

## 10. RECOMENDACIONES

1. Para extraer semillas de *Lippia graveolens* para su propagación, se recomienda obtener el material de las poblaciones silvestres del oriente de Guatemala en los meses de febrero a abril, pues, de acuerdo al trabajo realizado se pudo notar que en esa época las semillas han alcanzado su madurez fisiológica.
2. Para reproducir *Lippia graveolens* por medio de semillas se recomienda mantener un riego diario a través de una atomización puesto que las semillas son diminutas.
3. Es recomendable emplear métodos de estratificación en las semillas de *Lippia graveolens* para obtener una germinación homogénea, puesto que se notó que la emergencia de las plántulas empieza aproximadamente a partir de los primeros 15 días y se mantiene hasta 35 días después de la siembra.
4. En caso de no contar con el compuesto de *Sphagnum sp*, perlita, nutrientes de iniciación y un agente humectante para reproducir orégano a través de semilla, se recomienda utilizar una mezcla de arena y materia orgánica con relación de 1.5:1.

## 11. BIBLIOGRAFÍA.

1. ALTERTEC (Tecnología Alternativa, GT). 1993. Cultivo, aprovechamiento y uso de las plantas medicinales. Guatemala. p. 64.
2. Cáceres, A. 1996. Plantas de uso medicinal en Guatemala. Guatemala, Editorial Universitaria. 402 p.
3. Cordón Sosa, PM. 1991. Levantamiento detallado de los suelos del Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 137 p.
4. El cultivo del orégano (*Origanum vulgare* (L), (fam. Labiadas) (en línea). España, Infoagro. Consultado 10 feb. 2002. Disponible en: [www.infoagro.com/aromaticas/orégano sin.asp](http://www.infoagro.com/aromaticas/orégano_sin.asp).
5. Fisher, U. 1997. Untersuchungen zur Domestikation von Guatemalteckischen Arzneipflanzen. Viena, Austria. 235 p.
6. Hartmann, HT; Kester, DE. 1988. Propagación de plantas. 2 ed. México, Continental. 678 p.
7. Martínez A, JV; Cordón, LE. 2002. Estudio agronómico de tres especies nativas, en zona semiáridas de Guatemala; informe final. Guatemala, USAC, Dirección General de Investigación. 52 p.
8. Orégano (en línea). 2002. España, Ciudad Futura. Consultado 6 jul. 2002. Disponible en [www.Ciudadfutura.com/integral/alimento/especies/00000009.htm](http://www.Ciudadfutura.com/integral/alimento/especies/00000009.htm).
9. Orellana Polanco, AD; Martínez Arévalo, JV; Cáceres, A. 2000. Agrotecnología para el cultivo de orégano u orégano de monte. *In* Fundamentos de agrotecnología de cultivo de plantas medicinales iberoamericanas. Ed. por José Vicente Martínez A., Henry Yesid Bernal y Armando Cáceres. Colombia, CYTED. p. 278-282.
10. Paludosi, S. 1997. Orégano; promoting the conservation and use of under utilized and neglected crops. *In* IPCRI International workshop on oregano (14., 1996, Italy). Proceedings. Rome, Italy, CIHFAM. 176 p.
11. Universidad Autónoma de Tamaulipas, MX. 2002. Reproducción de dos especies de orégano (*Lippia graveolens* H.B.K. y *Poliomintha longiflora* A. Gray) en la región semiárida de Tamaulipas (en línea). México, UAT. Consultado 24 feb. 2002. Disponible en [ecología.uat.mx/biotam/v1n2/art9.htm](http://ecología.uat.mx/biotam/v1n2/art9.htm).



Rolando Barrios.



## 12.2 DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES

ED	ED	EG	EG	EI	EG
ED	EI	ED	ED	EG	EI
EI	EI	EG	EG	EI	ED

Figura 2 Distribución aleatorizada de los tratamientos en la propagación por estacas.

A	AMO	SC	SC	PM	AMO
A	PM	PM	A	AMO	PM
SC	A	SC	A	A	AMO
AMO	PM	AMO	SC	PM	SC

Figura 3 Distribución aleatorizada de los tratamientos para la propagación por semillas.



FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE LA REPRODUCCION SEXUAL Y ASEJUAL DE OREGANO Lippia graveo- lens HBK".

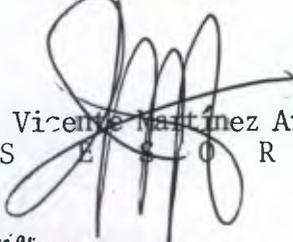
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: GESLY ANIBAL BONILLA LANDAVERRY

CARNET: 9640850

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón  
Ing. Agr. Anibal Martínez Muñoz  
Ing. Agr. César Linneo García Contreras

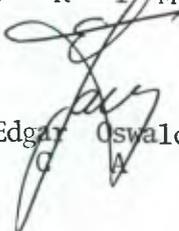
El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. José Vicente Martínez Arévalo  
A S E S O R

  
José Vicente Martínez Arévalo  
INGENIERO AGRONOMO  
Colegiado 728

  
Dr. Ariel Rodríguez  
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS  
DIRECCION  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

I M P R I M A

  
Ing. Agr. M. Sc. Edgar Oswaldo Franco  
D E C A N O



AOL/nm  
c.c. Control Académico  
IIA  
Archivo

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central