UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN AGROPECUARIA

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA, VARIABLES FISIOLÓGICAS EN ORÉGANO MEXICANO *(Lippia Graveolens)* POR EFECTO DE INDUCCIÓN DE ESTRÉS POR COBRE (Cu).

POR

MARIA DEL CARMEN ESCORCIA ZAVALA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el titulo de:

INGENIERO AGRONOMO ADMINISTRADOR

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Marzo 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN AGROPECUARIA

Evaluación de la producción de biomasa, variables fisiológicas en orégano mexicano *(Lippia Graveolens)* por efecto de inducción de estrés por cobre (Cu).

TESIS

Realizada por:

Maria del Carmen Escorcia Zavala

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial para obtener el titulo de:

INGENIERO AGRONOMO ADMINISTRADOR

Aprobada por:

Ing. Rafael de la Rosa González

Presidente

M.C. Francisco Javier Valdés O.

Vocal

Ing. Heriberto Ríos Tapia

Vocal

Universidad Autónoma Agraria "ANTONIO NARRO"

M.A. Tomás E. Alvarado Martínez

Coordinador de la División de Ciencias Socioeconómicas

DIV. CS. SOCIOECONÓMICAS COORDINACIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Marzo 2010.

i

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Que siempre a estado a mi lado, ya que nunca me ha dejado sola cuando mas lo necesito, gracias por todas las bendiciones que me has dado, por darme fortaleza y cobijo en todas mis ilusiones por haberme permitido culminar mi gran sueño y haberme permitido ser mas fuerte y aprender de los retos de la vida.

A mi "Alma Mater" por haberme dado la oportunidad de descubrir el mundo del conocimiento, por todas las enseñanzas y desvelos, y sobre todo por haberme permitido culminar mi gran sueño de ser una profesionista y dejarme sentir orgullosa de pertenecer a esta gran institución.

M.C. Francisco Javier Valdés Oyervides, por las enseñanzas que me dio, por toda la paciencia que me tuvo para realizar este trabajo ya que sin ayuda no lo habría logrado, porque siempre se mostro dispuesto en todo momento, no que me queda mas que estar agradecida con usted.

Ing. Heriberto Ríos Tapia, por compartir conmigo parte de sus experiencias y conocimientos académicos, por la valiosa participación en la elaboración de este trabajo, le agradezco todos los consejos que me dio.

Ing. Rafael de la Rosa González, por el apoyo brindado en la culminación de este trabajo por brindarme su ayuda aunque fue muy poco el tiempo que compartí me dio su apoyo y comprensión para terminar.

TLQ. María Guadalupe Pérez Ovalle, por todo el apoyo brindado para la realización de este trabajo, gracias por toda la paciencia, las enseñanzas, la amistad y la comprensión.

Al Ing. Juan Manuel Ramírez. Por haberme apoyado en las prácticas de campo que se realizaron para la elaboración de este trabajo, gracias por el tiempo, la paciencia y los consejos.

A Juanita Alvizo Ramírez, Monse Lupita y Francisco por haberme brindado su amistad y apoyo y sobre todo abrirme las puertas de su casa para convivir con su familia.

A los Ing. Yaradid Esmeralda López Cazares y Ing. Fredy Enrique Balón Xopo, y Humberto García Martínez, gracias por todos los momentos, los consejos, las enseñanzas, la amistad y sobre todo la gran familia que fuimos durante nuestra estancia en la universidad los recordare siempre.

A todos mis amigos y compañeros de la generación CVI y CVII, Gracias amigos por todos los bellos momentos que vivimos juntos nunca olvidare, gracias por todos los consejos y las bellas amistades que logramos hacer, sobre todo esas reuniones, convivios que vivimos. En especial a Marco, Elvira, Iván, Yuli, Caro, Estela, Jesús, Yaneth, Lurdi, Dianita... Gracias por su amistad, apoyo y consejos, ya que cuando me sentía triste y sola siempre estaban conmigo, los recordare siempre!!!!

Al "Grupo Tierra Mestiza", gracias por haberme abierto las puertas de la música y aprender muchas cosas juntos, gracias por bella amistad y el compañerismos que había en todas las presentaciones (Sinuhe, Erick, Abel, Vanesa, Eloisa, Martha, Piter, Pepe, Shima).

A todos mis tíos, primos y familia Escorcia y Zavala, por todos sus consejos, apoyo y sobre todo haber confiando en mí para cumplir este gran sueño.

A todas las personas que durante mi carrera me ofrecieron su apoyo incondicional.

Gracias por todo!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

DEDICATORIAS

A mis padres:

- **Maria del Carmen Zavala Sánchez**
- **Benito Escorcia Gutiérrez**.

A ustedes que siempre han estado cuando más los eh necesitado. Gracias por su cariño, confianza y el apoyarme en todo momento, pero sobre todo les agradezco el haberme permitido este gran sueño que fue de ustedes y mío y el hacerlos sentirse orgullos.

A mi mamita, por ser el ser mas maravilloso del mundo. Gracias por todo el apoyo, cariño y comprensión que me has brindado, por guiarme y estar junto a mi en todo momento, por enseñarme a vivir la vida de buena manera y sobre todo por el gran esfuerzo que has hecho para que a mi hermana y a mi no has falte nada, Te quiero mucho mamá!!!!!!

A mi papi, gracias por todo tu amor y cariño, por todo lo que hacemos por nosotros, por quitarte el pan de la boca con tal de que no nos falte nada por enseñarme a tener la frente en alto y no mirar hacia tras y nunca darme por vencida y luchar por lo que quiero. Gracias por la confianza de dejarme venirme lejos a estudiar y tomar mis propias decisiones. Te quiero mucho Papa!!!!!

Le doy gracias a Dios por haberme dado unos padres maravilloso de los cuales me siento muy afortunada de tenerlos juntos, a los dos les agradezco todo lo que han hecho por mi y por mi hermana. Aunque a veces no se como expresarles mi Cariño y Amor, les digo que son los mas hermoso que tengo. LOS QUIERO MUCHO Y LOS AMO!!!!!

A mi hermana:

- **Perla Carolina Escorcia Zavala.**

A ti hermanita por tu apoyo incondicional si ti no hubiera podido emprender este sueño, gracias por todos los consejos que me das aunque eres mas pequeña tu eres mi apoyo, y eres la mejor amiga que sin importar la hora que fuera me escuchabas para contarte lo triste que me sentía por no estar cerca de ustedes. Gracias hermana por todos los momentos que desde niñas hemos vivido juntas. También discúlpame por todos los errores que he tenido contigo. Te quiero mucho hermanita!!!!!

- **Abel López Cazares**.

Gracias por todo el apoyo que me has brindado para que se cumpla esta meta, gracias por siempre estar a mi lado, no dejarme vencer y tener siempre palabras de aliento para continuara siempre adelante en la realización de esta meta , gracias por estar al pendiente de siempre mi, por hacerme siempre muy feliz, Te quiero mucho!!!!

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS i
DEDICATORIAS iv
ÍNDICE DE CUADROS viii
ÍNDICE DE FIGURAS ix
INTRODUCCIÓN x
OBJETIVO xii
HIPÓTESIS xii
CAPITULO I 1
REVISIÓN DE LITERATURA 1
1.1 GENERALIDADES DEL OREGANO 1
1.1.1 ORIGEN E HISTORIA DEL ORÉGANO 1
1.1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA 3
1.1.3 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA 4
1.1.4 TIPOS DE ORÉGANO 5
1.2 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS 9
1.3 RECOLECCIÓN 10
1.4 IMPORTANCIA ECONÓMICA 11
CAPITULO II 13
2.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ORÉGANO MEXICANO 13
2.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE *Lippia Graveolens* 14
2.3 DEFINICIÓN DE ACEITES ESENCIALES 15
2.4 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN 16
CAPITULO III 17
ESTRÉS 17
3.1 CONCEPTO DE ESTRÉS 17
3.2 FACTORES DE ESTRÉS 17
3.3 EL ESTRÉS INDUCIDO EN PLANTAS 18

3.4 GENERALIDADES DE LOS ELEMENTOS 19
CAPITULO IV 24
MATERIALES Y MÉTODOS 24
4.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL EXPERIMENTO 24
4.2 MATERIAL VEGETATIVO 24
4.3 MATERIAL DE CAMPO 25
4.4 MATERIAL DE LABORATORIO 25
4.5 ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO 26
4.6 VARIABLES EVALUADAS 28
4.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS 30
CAPITULO V 31
RESULTADOS Y DISCUSIONES 31
5.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS 31
5.1.1 PESO FRESCO 31
5.1.2 PESO SECO 33
5.1.3 ÁREA FOLIAR 34
5.1.4 LONGITUD DE TALLO Y NUMERO DE HOJAS 35
5.1.5 FOTOSÍNTESIS 37
5.1.6 CLOROFILA. 38
CAPITULO VI 39
CONCLUSIONES ..... 39.
LITERATURA CITADA 41
ANEXOS 43

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1	Producción de orégano en México.	Pag. 12
CUADRO 2	Tratamientos, dosis y repeticiones del experimento en orégano *mexicano (Lippia Graveolens)*	Pag. 26
CUADRO 3	Composición química de la solución nutritiva (Ferti-plust).	Pag. 27
CUADRO 4	Comparación de medias de peso fresco (g.) en orégano mexicano (*Lippia graveolens*)	Pag. 32
CUADRO 5	Comparación de medias de peso seco (g) en orégano mexicano (*Lippia graveolens*)	Pag. 33
CUADRO 6	Comparación de medias de Área Foliar (cm^2) en orégano mexicano (*Lippia graveolens*)	Pag. 34
CUADRO 7	Comparación de medias de Longitud de Tallo (cm) en orégano mexicano (*Lippia graveolens*)	Pag. 35
CUADRO 8	Comparación de medias de Número de Hojas en orégano mexicano (*Lippia graveolens*)	Pag. 36
CUADRO 9	Comparación de medias de Fotosíntesis en orégano mexicano (*Lippia graveolens*)	Pag. 37
CUADRO 10.	Comparación de medias de Clorofila Total (mg/g) en del orégano mexicano (*Lippia graveolens*)	Pag. 38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	*Origanum. Vulgare ssp. Hirtum*	Pag. 5
Figura 2.	*Origanum* Vulgare ssp. Viride	Pag. 6
Figura.3.	*Lippia graveolens*	Pag. 6
Figura 4.	*Origanum mejorana*	Pag. 7
Figura 5.	*Origanum Onites*	Pag. 7
Figura 6.	Estructura química de los principales compuestos del orégano	Pag. 13
Figura 7.	Estructura química de los principales compuestos del orégano	Pag. 14
Figura 8.	Estructura del carvacrol y timol	Pag. 14
Figura 9.	Diferencias numéricas para la variable Peso Fresco, entre los tratamientos, orégano mexicano *(Lippia Graveolens).*	Pag. 32
Figura 10.	Diferencias numéricas para la variable Peso Seco, entre los tratamientos, orégano mexicano *(Lippia Graveolens).*	Pag. 33
Figura 11.	Diferencia numérica de los tratamientos en cuanto al área foliar en orégano mexicano *(Lippia Graveolens).*	Pag. 34
Figura 12.	Diferencia numérica de los tratamientos en cuanto a longitud de tallo en orégano mexicano *(Lippia Graveolens).*	Pag. 36
Figura 13.	Diferencia numérica de los tratamientos en cuanto a No. De Hojas en orégano mexicano *(Lippia Graveolens).*	Pag. 36
Figura 14.	Diferencia numérica de los tratamientos en cuanto Fotosíntesis en orégano mexicano *(Lippia Graveolens).*	Pag. 37
Figura 15.	Diferencia numérica de los tratamientos en cuanto Clorofila Total (mg/g) en orégano mexicano *(Lippia Graveolens).*	Pag. 38

INTRODUCCIÓN

La superficie mundial del cultivo de orégano suma aproximadamente 34,000 hectáreas; centralizándose en la cuenca Mediterránea y otras zonas como Norte América con unas 3,400; en Perú 1350; en Chile 1000; y en Argentina, 400 has., respectivamente. En su mayoría, se cultivan especies *Origanum* en Europa y Sudamérica, mientras que *Lippia graveolens,* en México.

En México, el orégano abarca 14 especies, 11 géneros y 14 familias.

El orégano es un recurso forestal no maderable que podemos encontrar generalmente en regiones semiáridas y áridas del país; se distribuye en una superficie de 35.05 millones de hectáreas, estimadas en 100,000 a 120,000 hectáreas, con densidades que van desde 50 a 75, hasta más de 7,000 plantas por hectárea.

Los estados productores de orégano en el país, son: Chihuahua, Durango, Coahuila y Tamaulipas, quienes comercializan más del 50% del volumen total.

La producción global de hoja deshidratada de orégano *(Origanum vulgare)* se estima en más de 60,000 toneladas, sin considerar la producción fresca que se destina a congelado y producción de aceites esenciales.

Los productores que se dedican a esta actividad, desde el punto de vista socioeconómico, son consideradas personas que viven en extrema pobreza, donde la recolección es la única fuente de ingresos; éstos, no puede clasificarse dentro de los asalariados, ni como productores, ya que no dependen de un patrón, porque la recolección la realizan los miembros de la familia, y el producto lo venden al mejor postor.

En México, la producción del orégano tiene una durabilidad relativamente corta ya que se le ha considerado una vida útil entre 4 y 5 años, por ser de origen Silvestre.

En México tradicionalmente el producto se adquiere completamente seco, en hojas enteras, quebradas o bien molidas; viene envasado en frascos de cristal, plástico o en bolsas de polietileno; también, se puede conseguir aceite en recipientes de cristal o de plástico.

Otra característica o propiedad que tiene el orégano, es como hierba culinaria que se utiliza tanto en la cocina Italiana así como en la mexicana; siendo la italiana, la preferida en la elaboración de pizzas y la que representa el mayor mercado mundial. Se consume en forma directa, ya sea, fresca o deshidratada.

Las hojas deshidratadas se utilizan en varias industrias alimentarias, especialmente relacionadas a industrias de bebidas alcohólicas, cárnicas, productos lácteos, entre otras.

Debido a las propiedades antioxidantes y antiviral que se han demostrado para esta especie, se han desarrollado durante los últimos años, una serie de extractos, ya sea para utilizar en industria de alimentos, o como Nutracéutico.

Oficialmente no se han establecido normas de calidad para el orégano, es decir, normas estándares que especifiquen un control, desde la materia prima, hasta su venta final al consumidor.

Por su volumen de producción, México, Grecia y Turquía, son los mejores exportadores a nivel mundial. En México, la producción está distribuida en casi todos los Estados de la República, pero fundamentalmente en las regiones áridas y semiáridas, ocupando una superficie aproximada de 35.5 millones de hectáreas.

Palabras Clave:

Orégano Mexicano (*Lippia graveolens*), Inducción de estrés en las plantas,

Cobre (Cu), Métodos de Extracción de aceite esencial.

OBJETIVO

- ✓ Evaluar la respuesta a los efectos que presenta la inducción de estrés a través de la aplicación de Cobre (Cu) en Orégano Mexicano *(Lippia Graveolens).*

- ✓ Evaluar la producción de biomasa (Peso Fresco, Peso Seco, Longitud de Tallo, Área foliar, No. De Hojas, Fotosíntesis, Clorofila) por aplicación de Cobre (Cu).

HIPÓTESIS

La aplicación de Cobre (Cu) en Orégano Mexicano *(Lippia Graveolens),* afecta positivamente la producción de biomasa debido al estrés inducido por Cobre (Cu).

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 GENERALIDADES DEL ORÉGANO

1.1.1 ORIGEN E HISTORIA DEL ORÉGANO

El orégano proviene de la palabra griega “Origanum” y se deriva de dos palabras, “Oros” montaña y “Granos” alegría, en alusión a la apariencia festiva que le da esta planta a las laderas de las montañas donde crece (Oliver, 1997).

Una leyenda griega dice que Afrodita, diosa del amor, fue la primera en cultivar el orégano y le dio a esta planta la fragancia que actualmente posee (SAGPYA, 2004).

El orégano es una planta originaria de México, conocida con varios nombres como: orégano del cerro, orégano silvestre, orégano mexicano y mejorana. Es una planta fuertemente olorosa y de gran sabor; en zonas más cálidas el aroma es de mayor intensidad, el sabor más picante y el perfume más persistente. Se cultiva por su demanda, para el sector farmacéutico, de los licores y cosmético, además, de la industria alimentaria, conservera y semillera. También la herboristería lo consume ampliamente, por sus propiedades tónicas, digestivas, estomacales y antiasmáticas (Flores, 1991).

Se estima que en 2002, las exportaciones de orégano seco no manufacturado con destino a los Estados Unidos fueron de 6´648,313 kilogramos; México participó con una cantidad de 2´143,377, sólo por debajo de Turquía.

El principal producto derivado de la hoja de orégano es el aceite esencial, el cual tiene usos en las industrias licoreras, refresqueras, farmacéuticas y de cosmetología. Al igual que la hoja seca de orégano, el principal mercado del aceite esencial son Estados Unidos de Norteamérica, Italia y Japón. Éste, se vende en un promedio de 170 dólares el litro, dependiendo de la calidad que tenga, la cual se mide por la presencia del carvacrol y timol. (Comisión Nacional Forestal, 2007.)

Basado en que la planta de orégano representa una importante fuente de ingresos para el sector campesino, se han realizado trabajos de investigación para explotar al orégano bajo sistemas de cultivo intensivo y se ha logrado relativo éxito al incrementar los rendimientos de materia seca, sin embargo, el contenido de aceites esenciales tiende a decrecer en relación al que crece en forma silvestre (Galván et al, 2005), con ello se afirma que para lograr una mayor biosíntesis de aceites esenciales, la planta de orégano tendrá que ser sometida a condiciones estresantes. (Silva, 2005).

Silva (2004) aporta referencias de que la distribución silvestre del orégano mexicano se encuentra en Guerrero, San Luis Potosí, Puebla, Hidalgo, Zacatecas, Chihuahua, Oaxaca, Coahuila, Durango, Nuevo León, Sonora, México Tamaulipas, Puebla y Yucatán.

1.1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Para Flores (1991), el orégano, es una planta originaria de México, conocidos con varios nombres como orégano del cerro, orégano cimarrón, orégano silvestre, orégano mexicano o mejorana, que recientemente ha adquirido importancia económica debido a que el 90% de la producción de su materia seca útil es exportada a los Estados Unidos de América (EUA) y en menor grado a Italia y Japón (Silva, 2004). Sin embargo, el orégano mexicano no pertenece al género Origanum y ni siquiera pertenece a la misma familia como se puede observar en la siguiente clasificación taxonómica:

REINO:	**Vegetal**
SUBDIVISION:	**Angiospermae**
CLASE:	**Dicotildoneas**
ORDEN:	**Tubiflorae**
FAMILIA:	**Verbenáceas**
GENERO:	**Lippia,**
ESPECIE:	**graveolens sin. Berlandieri**

1.1.3 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Las plantas de las diferentes familias del orégano mexicano se encuentran en estado silvestre, en regiones áridas y semiáridas de 24 estados de la república. Sus principales hábitats están en suelos generalmente pedregosos de cerros, laderas y cañadas entre los 400 y 2000 metros de altitud, aunque se les halla en mayor abundancia entre los 1400 y 1800 metros de altitud. La mayor producción del orégano para fines comerciales es la del género *Lippia,* cuyas especies abundantes en México son *Lippia berlandieri y Lippia graveolens HBK.* Esta producción se encuentra principalmente en los estados de Durango, Guanajuato, Jalisco, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas (CONABIO, 2005).

Los oréganos comerciales son arbustos de hojas oblongadas, alcanzan de 1.2 a 2 metros de altura, y desarrollan en promedio 1.20 metros de follaje. La planta tiene sus tallos ramificados con gran cantidad de hojas, que constituyen la parte aprovechable. Estas hojas miden de 1 a 3 cm de largo y 0.5 a 1.5 de ancho; son opuestas, alternantes y de forma ovaladas; con bordes dentados y tienen una textura rugosa y ligeras vellosidades. Las flores son pequeñas, de color blanco y forman inflorescencias en racimos; los frutos son pequeñas cápsulas que contienen semillas de color café, no mayores de 0.25 mm, florecen en verano, de junio a octubre, y su fruto es un tetraquenio con cada parte ovoidea y lisa, es seco y globoso (Morales, 2005).

1.1.4 TIPOS DE ORÉGANO

- ***Origanum Vulgare ssp. Hirtum*,** se encuentra solamente en Grecia, Turquía e islas del Mar Egeo. También, es denominada de forma incorrecta Origanum Heracleoticum. El sabor es fuerte, aromático, penetrante y ligeramente amargo. Es el mas fuerte de los oréganos y sus flores son siempre blancas. Esta es la subespecie por excelencia para la obtención del aceite esencial.

La práctica de seleccionar y secar solamente los especialmente ricos y poderosos tallos florales no es económicamente viable, y por tanto el verdadero orégano griego no esta disponible con frecuencia en el comercio.

Cuando el verdadero orégano griego es cultivado comercialmente por los tallos florales, es usualmente para destilar el enormemente valioso aceite esencial de orégano. Son tan potentes que los tallos desecados son más valiosos destilados para obtener el aceite que comercializados como hierbas culinarias para su venta en supermercados, aun cuando 100 Kg. “del verdadero orégano griego” solo rinden de 4 a 6 Kg. del aceite.

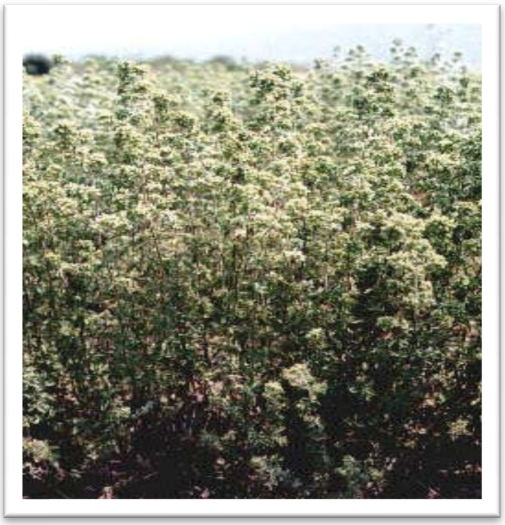


Figura 1. *Origanum. Vulgare ssp. Hirtum*

- ***Origanum* Vulgare ssp. Viride,** esta confinada al Norte y Centro de Turquía. Es superficialmente similar al verdadero orégano griego, pero las flores pueden ser de un rosa pálido tanto como blancas.



Figura 2. *Origanum* Vulgare ssp. Viride

- ***Lippia graveolens*** es conocida como el **"Orégano Mexicano".** No es una especie del genero Origanum y ni siquiera pertenece a la misma familia. (El orégano pertenece a la familia de las Labiadas, como el tomillo, el romero y la albahaca)



Figura.3. *Lippia graveolens*

- ***Origanum majorana*.** Conocida como **mejorana,** mejorana dulce y mejorana anudada. Las flores se presentan como nudos de flores apenas rosas o blancas en tallos erectos. Tiene hojas grises-verdes, pequeñas y ovales. El sabor es vagamente dulce y picante. A menudo se usa con el tomillo como condimento de la carne, o con verduras cuando el condimento necesita ser sutil.



Figura 4. *Origanum mejorana*

- ***Origanum Onites*** (conocido como **Orégano Italiano** y como "Pot Marjoram"). Nativo de Siria, Turquía y SE de Europa es a menudo llamado erróneamente Orégano Griego u Orégano del Mediterráneo.



Figura 5. *Origanum Onites*

Esta especie tiene un sabor intermedio entre “Mejorana” (*Origanum Majorana*) y “Orégano” (*Origanum Vulgare*). No es dulce como la mejorana, es ligeramente amarga pero no tanto como *Origanum Vulgare.*

Con el nombre genérico de orégano se conocen a diversas especies de plantas pertenecientes a las familias de la verbenáceas, labiadas y compuestas. Abarcando 170 géneros y 3000 especies las especies más importantes de el punto de vista económico son: MEXICANO (*Lipppia berlandieri*, *Lipppia graveolens*).TURCO (*Origanum onites*) *GRIEGO (Origanum vulgare spp Hiritum (Link) letsaarrt*). ESPAÑOL (Coridohymus capitanus (L) Hoffmanns y Lnc). (Lawrence, 1984).

1.2 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS

El intervalo de las altitudes que ocupa *L. graveolens* va desde 900 a 2,500 hasta 3,000 metros sobre el nivel del mar (msnm). Según las colecciones de referencia, las poblaciones de *Lippia graveolens* del desierto chihuahuense se establecen en sitios entre los 1200 y los 2300 m de altitud, en sitios áridos y semiáridos con la temperatura media anual de 25ºC.

- **Topográficos:** Superficies disectadas de gran meseta, asociadas a cañadas, cerros, arroyos y lomeríos. Que se encuentran como pequeños grupos aislados en los pisos de valle generalmente amplios; los mayores rendimientos en aceite esencial, tanto cuantitativamente como cualitativamente, se obtienen en zonas bien soleadas y cuya altitud no sea excesiva.

- **Suelos:** El cultivo del orégano tiene éxito en todos los tipos de terreno ricos en materia orgánica, sueltos, silíceos arcillosos, francos, humíferos, calcáreos, arcilloso - arenosos e incluso en lugares áridos. Dentro de un rango de altitud de 400 a 2000 metros sobre el nivel del mar (msnm) y, con mayor abundancia, se encuentra entre 1400 y 1800 msnm.

1.3 RECOLECCIÓN

* **El corte:** Se realiza al inicio de floración, en los meses de Julio y Agosto; en condiciones favorables se efectúan cortes en Octubre, en nuestro país se realizan los cortes al final de la floración en el periodo comprendido de Septiembre a Diciembre. El primer año de vegetación solamente es posible una corta; a partir del segundo año pueden hacerse dos recolecciones anuales, en julio y en octubre

* **Cosecha:** Se cosechan las hojas y las flores, por lo que se recolectan las sumidades floridas, esto es, los extremos de las ramas que contienen flores y hojas. La época ideal para la recolección es en plena floración (en general, durante el verano), no antes. 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.

* **El secado:** En el secado del producto se asiste a un descenso del verde al seco de 4:1 (se reduce un 75%). La cantidad de hojas solas obtenidas de 100 kg de planta fresca es aproximadamente de 15 kg. Las hojas deben desecarse a la sombra, pues el sol destruiría el aceite esencial; luego deben guardarse en recipientes cerrados herméticamente, en lugares frescos y secos. El secado no es tan delicado como el de la mejorana pero debe efectuarse con la mayor rapidez posible y a una temperatura de 30ºC y a la sombra.

Chihuahua participa con el 21%. Se recolectan alrededor de 4000 toneladas anualmente y solo la mitad es regulada por dependencias oficiales y comercializadas a Estados Unidos, mientras tanto el 50% restante se extrae en forma clandestina y se exporta a diferentes países bajo aranceles falsos, en 1996, en el Norte del estado de Jalisco, el precio establecido por los acaparadores fue de alrededor de $6.00 por kilogramo, mientras que en los mercados locales llegó a cotizarse hasta en $25.00 por Kg. Una vez envasado y con una marca comercial llega a valer hasta $250.00 por Kg.

1.4 IMPORTANCIA ECONÓMICA

El mercado internacional Turquía, Grecia y México son los principales países proveedores de orégano seco manufacturado y no manufacturado en el mundo; sin embargo Turquía y México aportan el 665 y 31% de la producción respectivamente el resto de la producción la aportan otros países del mediterráneo.

Las perspectivas económicas de este recurso, a través de su proceso agroindustrial, son muy promisorias, siempre y cuando se pueda garantizar una producción uniforme del orégano, tanto en su calidad como en el volumen que se produzca. Dado que el orégano es un recurso silvestre de zonas con alto grado de marginación, para garantizar un desarrollo sustentable en las regiones donde se produce. Así como asegurar que se eleve el nivel socioeconómico de importantes núcleos de población cuyos ingresos actualmente son escasos e irregulares.

De las casi 4000 ton de orégano que se recolectan actualmente, la mitad son reguladas por dependencias oficiales y comercializadas en Estados Unidos principalmente. El 50% restante se extraen en forma clandestina y se explotan a diversos países, bajo aranceles falsos, de los que no se tienen datos precisos del precio obtenido. Obviamente esto no beneficia al productor, al que se le paga el producto a precios ínfimo.

Nuestro país ha participado durante una década con 35 o 40% de la producción mundial en el mercado internacional, lo que lo ubica como el principal productor de esta especial. El segundo lugar lo ocupa Turquía con el 30% y el tercer lugar Grecia, con el 22.5% aproximadamente. El comercio del orégano mexicano se realiza principalmente con Estados Unidos, al cual se exporta alrededor del 85% a países europeos y asiáticos. La aceptación del orégano mexicano se explica por su calidad, expresada en su gran poder saborizante (Huerta, 2005).

El orégano es una gran especie de alta adaptabilidad a gran variedad de suelos y climas, lográndose cosechas de buena rentabilidad, tanto en deshidratados como en aceites esenciales. Llegando a tener aceite esencial un precio de 180 dlls por litro, debido a esto la comercialización de este se convierte en un negocio rentable, siendo los principales compradores Estados Unidos, Francia, Italia y España, además de ser utilizado como antimicrobiano en la conservación de alimentos también se utiliza en licorería, perfumería, antirreumático, pomadas contra la dermatitis, etc. (Silvia, 2003).

Cuadro 1. PRODUCCIÓN DE ORÉGANO EN MÉXICO

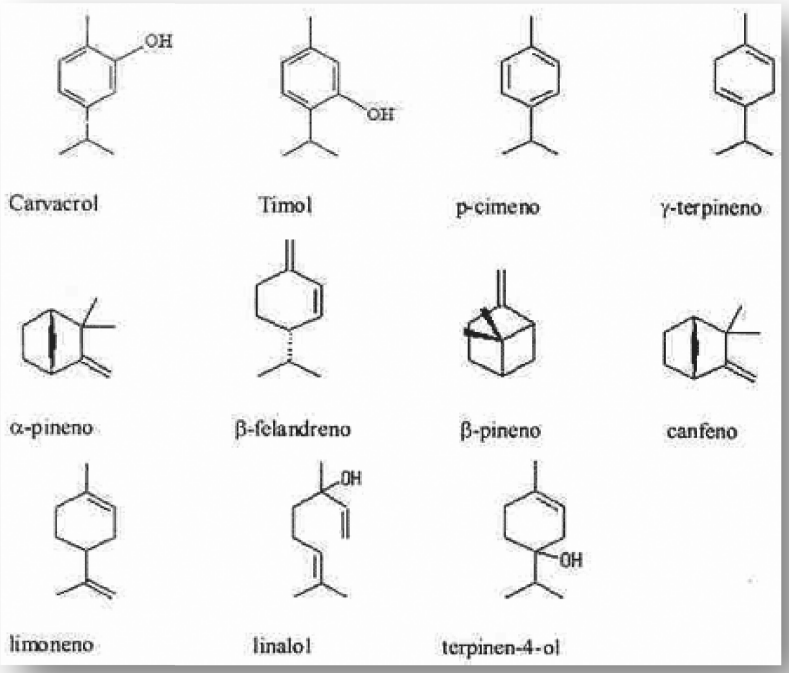
AÑOS	VOLUMEN EN TONELADAS	VOLUMEN EN TONELADAS
1999	34.72	467.3
2000	62.28	627.58
2001	147.6	1637.53
2002	206.47	2050.07
2003	327.36	3374.28
2004	299.3	3192.88
2005	368.05	3967.7

México produce alrededor de 3.960 toneladas anuales de orégano.

CAPITULO II

2.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL OREGANO MEXICANO

Se han identificado flavonoides como la apigenina y la luteolina, agliconas, alcoholes alifáticos, compuestos terpénicos y derivados del fenilpropano. En *O. vulgare* se han encontrado ácidos coumérico, ferúlico, caféico, r-hidroxibenzóico y vainillínico. Los ácidos ferúlico, caféico, r-hidroxibenzóico y vainillínico están presentes en *O. onites*. Los aceites esenciales de especies de *Lippia* contienen limoneno, β-cariofileno, r-cimeno, canfor, linalol, a-pineno y timol, los cuáles pueden variar de acuerdo al quimiotipo. En extractos metanólicos de hojas de *L. graveolens* se han encontrado siete iridoides minoritarios conocidos como loganina, secologanina, secoxiloganina, dimetilsecologanosido, ácido logánico, ácido 8-epi-logánico y carioptosido; y tres iridoides mayoritarios como el ácido carioptosídico y sus derivados 6'-O-p-coumaroil y 6'-O-cafeoil. También contiene flavonoides como naringenina y pinocembrina, lapachenol e icterogenina. Las figuras 6 y 7 presentan las estructuras químicas de algunos de los compuestos principales presentes en el orégano.



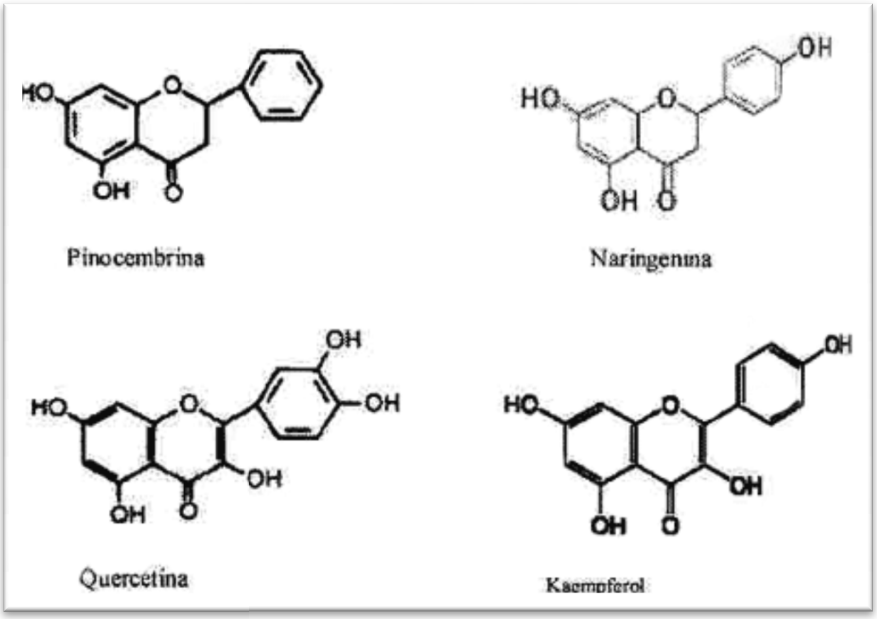


Figura. 6 y 7.

2.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE *Lippia Graveolens*

Los compuestos más comunes en el orégano son el ácido carioptosidico, naringenina, pinocembrina, o -felandreno, carvacrol, 1,8-cineol, o -cimeno, metil timol, y timol, a continuación se muestran las estructuras del carvacrol y timol.



Figura No. 8. Estructura del carvacrol y timol

2.3 DEFINICIÓN DE ACEITES ESENCIALES

Los componentes volátiles provenientes de plantas han atraído la atención del hombre desde la antigüedad como principios aromáticos o especies de gran complejidad en su composición. El estudio de los aceites esenciales como materias primas básicas para la industria de fragancias y sabores, se ha transformado en una de las áreas de investigación y desarrollo más importantes para muchos países. Inicialmente considerados como material de deshecho del metabolismo de las plantas, la importancia biológica de los aceites esenciales ha sido reconocida sólo recientemente.

Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles, generalmente destilables por arrastre con vapor de agua, que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas y que son importantes en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), de alimentos (condimentos y saborizantes) y farmacéutica (saborizantes).

Los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de hasta más de 100 componentes que pueden tener la siguiente naturaleza química:

- Compuestos alifáticos de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos),
- Monoterpenos,
- Sesquiterpenos,
- Fenilpropanos.

En su gran mayoría son de olor agradable, aunque existen algunos de olor relativamente desagradable como por ejemplo los componentes que forman parte de la fracción aromática del ajo y la cebolla, los cuales contienen compuestos azufrados.

Los aceites pueden estar asociados formando mezclas con otros productos naturales como es el caso de las resinas y productos relacionados.

2.4 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

Los aceites esenciales son metabólicos secundarios de las plantas por lo que un metabolismo más activo puede asociarse con una mayor producción de aceites (Wilkins, 1998).

En un aceite esencial pueden encontrarse hidrocarburos alicíclicos y aromáticos, así como sus derivados oxigenados (alcoholes, aldehídos, cetonas y esteres), sustancias azufradas y nitrogenadas. Los compuestos más frecuentes se derivan del ácido mevalónico y se les clasifica en monoterpenoides y sesquiterpenoides (Wagner, 2003).

Algunos autores señalan que la gran variabilidad en la composición química de los aceites esenciales es debida, sobre todo, al origen del material más que a la influencia del medio ambiente. Otros autores otorgan un papel más preponderante del medio ambiente, sobre todo en lo referente a densidad de planta sembrada, estación del año en el corte y a la cantidad de agua usada en el riego, a incluso a la cantidad de luz artificial o natural usada en el cultivo de la planta en invernadero (Putiessky, 1996).

Los métodos convencionales utilizados para la extracción de aceites esenciales son la destilación con arrastre de vapor y el uso de solventes orgánicos. En los últimos años ha crecido el interés por la extracción supercrítica y subcrítica con dióxido de carbono como solvente. Este gas es ideal ya que no es tóxico ni explosivo y es fácil de remover de los productos extraídos. Los rendimientos de extracción generalmente van desde el 1.8% hasta el 5.6% (McGimpsey, 1993).

En cuanto a su composición se han logrado identificar hasta 56 compuestos, y se han encontrado diferencias cuantitativamente significativas en sólo dos fenoles isoméricos, carvacrol (0.1-56.6%) o fenol no- cristalizable y timol (7.9-53.6%) o fenol cristalizable; incluyéndose sus precursores biosintéticos el y −terpinero y el p-cimeno. Algunos auotres señalan que el aceite con mayor cantidad de carvacrol es el preferido. Se han encontrado contenidos de timol superiores al 30% en

muestras de orégano *(L. graveolens)*, obtuvieron el aceite esencial de *Lippia graveolens* HBK por deshidratación y encontraron 45 compuestos constituyen el 92-93% del aceite. Los componentes principales fueron carvacrol (71%) y timol (5%) (Huerta, 2005).

CAPITULO III

ESTRÉS

3.1 CONCEPTO DE ESTRÉS

Se ha definido el estrés como una desviación significativa de las condiciones óptimas para la vida. Como respuesta a dicha desviación se inducen cambios en todos los niveles funcionales del organismo, pudiendo ser cambios reversibles o permanentes. Partiendo de lo anterior, la definición de estrés puede definirse como: “el conjunto de respuestas bioquímicas o fisiológicas que definen un estado particular del organismo diferente al observado bajo un rango de condiciones óptimas” (Benavides, 2002).

3.2 FACTORES DE ESTRÉS

Los factores adversos son los que impiden su crecimiento y desarrollo de los organismos vivos, como son las temperaturas extremas, la salinidad, el exceso y la falta de luz, el déficit hídrico, la contaminación por metales pesados y una enorme variedad de infecciones por patógenos como virus, bacterias, hongos o herbívoros. Esto desencadena procesos fisiológicos donde destaca el metabolismo intermedio de los vegetales y por consecuencia la biosíntesis de metabolitos (Benavides, 2002).

Los metabolitos secundarios o principios activos de los vegetales se pueden presentar en toda la planta. Estos principios pueden variar a lo largo en una misma especie y en una misma planta de acuerdo a muchos factores tales como: época del año, características del suelo, etc. La composición y la cantidad de los metabolitos secundarios de estas plantas dependen de factores climáticos, la altitud, la época de cosecha, y su estado de crecimiento. Por lo tanto el estudio de dichos factores y su efecto en el cultivo es importante para su mejor aprovechamiento y explotación (Kokkini et al, 1997), (Martínez, 1993**).**

3.3 EL ESTRÉS INDUCIDO EN PLANTAS

La manifestación fisiológica del estrés engloba el conjunto de respuestas moleculares que son inducidas o modificadas por uno o más factores ambientales. Una respuesta simple en la tasa de absorción de CO_2 o en el nivel de ciertos reguladores, es el resumen evidente de una gran cantidad de cambios en la actividad bioquímica y la expresión de genes. (Ramírez, 2001).

Los estados de estrés inducido por varios factores ambientales como la temperatura, sequía y salinidad tienen como factor común su efecto en el estado hídrico de la planta, el entendimiento de los mecanismos bioquímicos y moleculares por medio de los cuales las plantas sufren el estrés bióticos y abióticos son necesarios para lograr un incremento en la tolerancia de los cultivos. Investigando las plantas bajo estrés podemos aprender sobre la plasticidad y de los limites de las vías metabólicas, así como las formas de manejo que pueda inducir la óptima síntesis de metabolitos secundarios (Benavides, 2002).

3.4 GENERALIDADES DE LOS ELEMENTOS

- **Los macronutrientes:** Son conocidos como elementos esenciales que son indispensables para el funcionamiento vegetal siendo una de las razones la cuál una planta los necesita en mayor proporción, se requieren en el crecimiento, para sintetizar los pigmentos fotosintéticos como la clorofila, formación de almidón y celulosa, brotes de hojas y raíces, formación de proteínas y aminas, desarrollo de flores y frutos, evitan la toxicidad por exceso de sodio y otras sales. Estos son: Nitrógeno, Potasio, Fósforo, Calcio, Magnesio y Azufre.

El nitrógeno (N) es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de la molécula de la clorofila está involucrado en el proceso de la fotosíntesis. El N es un componente de las vitaminas y los sistemas de energía en la planta. Es también un componente esencial de los aminoácidos, los cuales forman proteínas, es directamente responsable del incremento del contenido de proteínas en las plantas (Mengel et al, 1979).

El potasio (K) se considera un elemento esencial para las plantas, tiene influencia directa sobre el metabolismo de manera que su presencia resulta determinante para continuar el ciclo biológico, y no puede ser reemplazado por otro (Pérez et al., 1994).

El potasio es vital para la fotosíntesis, cuando existe una deficiencia del mismo se reduce la fotosíntesis y se acelera la respiración, trayendo consigo mismo la reducción de carbohidratos, disminuyendo el crecimiento y producción de la planta (AGROPEC star, 2002).

El fósforo (P) esencial para el crecimiento de las plantas. No puede ser sustituido por ningún otro nutriente. Es importante la presencia del fósforo para que la planta pueda cumplir con su ciclo normal de producción.

El pH del suelo influye en gran parte la absorción de estas dos formas de fósforo por la planta. Las concentraciones más altas de fósforo en plantas jóvenes se encuentran en el tejido de de los puntos de crecimiento. Debido a que el fósforo se mueve rápidamente de los tejidos viejos a los tejidos jóvenes, las deficiencias aparecen primero en las partes bajas de la planta. A medida que las plantas maduran, la mayor parte del fosforo se mueve a las semillas o al fruto.

El Calcio (Ca) se considera un nutriente secundario de las plantas. Las plantas solo requieren grandes cantidades de nitrógeno y del potasio.

Cada planta necesita calcio para crecer. Una vez fijo el calcio no es móvil en la planta. Es un constituyente importante de las paredes celulares y solo puede ser suministrado por la savia del xilema. Así, si a la planta se le agota el abastecimiento del calcio, no podría removilizar el calcio de los tejidos viejos. Si por cualquier motivo se reduce la transpiración, el suministro de calcio a los tejidos que están creciendo rápidamente llegaría a ser inadecuados.

La deficiencia de calcio en los cultivos muchas veces se les llama desordenes fisiológicos. Debe recordarse que estos problemas son causa de un suministro inadecuado de calcio a los tejidos afectados. Estas deficiencias pueden ocurrir aún cuando el suelo aparenta tener una presencia de calcio adecuado.

El magnesio (Mg) es absorbido por las plantas como un catión Mg++ cumple muchas funciones, es el átomo central de la molécula de la clorofila, por lo tanto está involucrado activamente en la fotosíntesis. El Mg y el N son los únicos nutrientes provenientes del suelo que son parte de la clorofila, y por esta razón la mayoría del Mg en las plantas se encuentra en este compuesto.

También interviene el metabolismo del fósforo en las plantas. Debido a que el Mg se transloca dentro de la planta de tejido viejo a tejido joven. Las hojas presentan un color amarillento, bronceado a rojizo, mientras que las venas de las hojas se mantienen verdes (AROPEC star, 2002).

El azufre (S) en el interior de las células tiene características de poca movilidad. Cumple fisiológicamente algunas funciones importantes, además de constituir distintas sustancias vitales, forma parte constituyente de las proteínas *(cisteína, metionina)* y de vitaminas como *(biotina).* Es un componente insustituible de algunas grasas (mostaza y ajo), y también forma parte de las vitaminas (tiamina y biotina). Este elemento contribuye en la formación de la clorofila, a un desarrollo más acelerado del sistema radicular y de las bacterias nodurales que asimilan el nitrógeno atmosférico, que bien en simbiosis con las leguminosas. Parte del azufre se encuentran en las plantas en forma oxidada de compuestos inorgánicos (Tapia, 2000).

- **Los micronutrientes:** Son los que las plantas ocupan en muy baja concentración; ayudan al crecimiento, catalizan la clorofila, favorecen la resistencia contra enfermedades, la filtración del nitrógeno, aceleran la respiración y son principalmente el Hierro, Manganeso, Boro, Zinc y Cobre.

El Hierro (Fe) en la planta actúa como catalizador (con el manganeso) en la formación de la clorofila, como portador de oxigeno y en numerosos sistemas enzimáticos, especialmente respiratorios. Las deficiencias de hierro se producen generalmente en suelos calcáreos (pH 7.4 a 8.5), en presencia de exceso de fósforo en el suelo, en suelos fríos y bicarbonatados. Se produce también por desbalances iónicos, especialmente excesos de Cobre y/o Manganeso que interfieren en su absorción. Su disponibilidad aumenta con la materia orgánica.

Debido a que el hierro no se transloca dentro de la planta los síntomas aparecen en las hojas jóvenes producen hojas de color verde pálido (clorosis intervenal) con una marcada distinción entre las venas verdes y las entrevenadas amarillas. El crecimiento de las plantas se retarda si la deficiencia severa.

La planta (Ag) lo absorbe de forma activa, como Fe2+, después de ser reducido el Fe3+, por una reductasa férrica en el exterior de la raíz.

El manganeso (Mn) es absorbido por la planta como Mn2+, tanto por la raíz como por las hojas. Daba su capacidad de cambiar de estado de oxidación, participa en numerosos sistemas enzimáticos de óxido-reducción como la superóxido dismutasa. Participa en la fotosíntesis, formando parte de la mangano-proteína responsable de la fotólisis de agua y producción de O_2. Fomenta la formación de raíces laterales, así como regula el metabolismo de los ácidos grasos, Convierte los nitratos que forman las raíces en formas que la planta pueda utilizar.

La deficiencia de manganeso en los distintos tipos de cultivos se manifiesta mayormente en las hojas y el síntoma más notable es una clorosis en las hojas ya que el manganeso juega un papel importante en la fotosíntesis por ende puede influir en la clorofila que es la cromoproteína que le da el color verde a las plantas.

El boro (B) es un nutriente esencial en las plantas. Parece tener un papel importante en el mantenimiento de la estructura de la pared celular (mediante la formación de grupos cis-diol) y de las membranas. Es un elemento poco móvil en el floema, por ello los síntomas de deficiencia suelen aparecer en las hojas jóvenes y los de toxicidad en las hojas maduras. Un exceso de boro es perjudicial para algunas plantas poco tolerantes al boro, pudiendo actuar en sus nervaduras debilitándolas.

El Zinc (Zn) es esencial para promover ciertas reacciones metabólicas y activar algunos sistemas enzimáticos. Cumple funciones en la síntesis de la clorofila y en la formación de hidratos de carbono, es esencial en la producción de materiales genéticos.

El cobre (Cu) es componente de diversas enzimas que intervienen en la nutrición de la planta, tiene un papel preponderante en la fotosíntesis y formación de clorofila. La deficiencia de cobre es generalmente función del pH presencia de materia orgánica y textura del suelo. Al pH mayor a 7.5 se reduce fuertemente la movilidad del cobre por absorción sobre coloides minerales. Los suelos altamente orgánicos ligan al cobre haciéndolo indisponible a la planta y los suelos arenosos y calcáreos excesivamente lavados son pobres proveedores. La presencia de hierro, manganeso y aluminio afectan su disponibilidad. Dado que el cobre no se trasloca en la planta los síntomas de deficiencia aparecen en las parte más jóvenes. Los síntomas clásicos son detención del crecimiento, deformación y decoloración de hojas jóvenes, necrosis del sistema apical; en árboles perennes marchitez de hojas jóvenes por fallas en la conducción hídrica, en hortalizas aparición de un matiz azul verdoso previo a la clorosis y enrollamiento de las hojas. Las plantas con deficiencia aguda no florecen.

CAPITULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo se llevo a cabo en el invernadero 1 de Ornamentales del Departamento de Horticultura, Campus Saltillo, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con sede en la Cuidad de Saltillo, Coahuila, ubicada en las Coordenadas geográficas 25° 27´ latitud norte, 101° 02´ longitud oeste y a una altitud de 1600 msnm.

4.2 MATERIAL VEGETATIVO

Se utilizaron 36 plantas adultas de Orégano Mexicano (*Lippia Graveolens)* bajo condiciones de invernadero.

4.3 MATERIAL DE CAMPO

- ✓ Cloruro de sodio (NaCl).
- ✓ Ferti- plus. (B, N, P, Fe, K, Cu, Ca, Zn, A, Mo, Mg, Mn.)
- ✓ Vaso de precipitado.
- ✓ 1 cubeta.
- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Tijera para podar.
- ✓ Regla (30cm).
- ✓ Marcadores.
- ✓ Bolsas de papel destraza.
- ✓ Pegamento para PVC.
- ✓ Cinta adhesiva SCOTCH.
- ✓ Bomba Aspersora de 1 Litro y medio
- ✓ 1 Probeta

4.4 MATERIAL DE LABORATORIO

- ✓ 1 Medidor de área foliar portátil, marca LI-cor. Modelo LI-3000A.
- ✓ 1 Estufa de aire caliente MAPSA modelo HDP334.
- ✓ 1 Balanza analítica digital OHAUS modelo TS120, expresada en grs.
- ✓ 1 lector de fotosíntesis LI6400 marca LICOR.INC.
- ✓ 1 Espectrofotómetro 20 marca Espectromic 20.
- ✓ 1 Molino THOMSOM modelo 3383-L10

4.5 ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

El área total ocupada para este experimento fue de 16 m², la ubicación de los tratamientos se describe a continuación en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Tratamientos, dosis y repeticiones del experimento en Orégano *Mexicano (Lippia Graveolens)*

TRATAMIENTO	CONCENTRACION	DOSIS	REPETICION
T1	Testigo Absoluto	sin aplicación (testigo)	
T2	Solución Nutritiva	4ml/L	
T3	$CuSO4\ H_2O$	0.6 gr/L	
T4	$CuSO4\ H_2O$	1.2 gr/L	

La presente investigación se inició con la aplicación de los tratamientos, sobre las plantas adultas de Orégano Mexicano *(Lippia Graveolens),* el día 29 de junio del 2009, las aplicaciones se realizaron cada lunes y se finalizaron el día 1 de septiembre del 2009, con un total de 10 aplicaciones (1L por maceta) por tratamiento.

Para el mismo experimento se utilizó el diseño completamente al azar con diferente número de repeticiones por tratamiento para realizar el análisis de varianza. También se realizaron comparaciones de medias por la prueba de Tukey al 0.05% de confiabilidad.

A continuación se describe la composición química de la solución nutritiva (Ferti plust) a utilizar:

CUADRO 3. Composición química de la solución nutritiva (Ferti-plust).

INGREDIENTE ACTIVO	PORCENTAJE EN PESO
Nitrógeno (N)	7.28%
Potasio (K_2O)	14.07%
Hierro (Fe)	0.006%
Zinc (Zn)	0.002%
Azufre (S)	1.31%
Molibdeno (Mo)	Trazas
Fosforo (P_2O_5)	8.21%
Magnesio (Mg)	0.086%
Cobre (Cu)	0.001%
Manganeso (Mn)	0.075%
Boro (B)	0.02%
Calcio (Ca)	0.029%

4.6 VARIABLES EVALUADAS

- **PESO FRESCO**

Para esta variable se tomaron tres repeticiones de cada tratamiento, agitando vigorosamente el cepellón en agua hasta desprender todo el sustrato y posteriormente se peso en una balanza analítica digital OHAUS modelo TS120, se separo la raíz del follaje cortando con un escápelo en el cuello de la planta y se pesaron por separado.

- **PESO SECO**

El follaje cortado se coloco en bolsas de papel para secarlos en la estufa de aire caliente MAPSA modelo HDP334 a 65º C por 72 hs y se peso nuevamente.

- **LONGITUD DE TALLO**

Se tomaron tres repeticiones de cada tratamiento, y se tomo la medida con una escala graduada en cm, utilizando una hoja milimétrica donde se colocaron los tallos, midiendo del cuello de la planta al ápice del meristemo de crecimiento.

- **ÁREA FOLIAR**

Para este variable se tomaron tres repeticiones de cada tratamiento se defoliaron las plantas que se hizo en forma manual y hoja por hoja se fueron acomodando en el escáner Medidor de área foliar portátil, marca LI-cor. Modelo LI-3000A.que se midió del largo y ancho de cada hoja a una escala en cm^2.

- **NUMERO DE HOJAS**

En esta variable se tomo tres repeticiones al azar de cada tratamiento, donde se defoliaron en forma manual y para posteriormente contarlas una por una para obtener el número de hojas.

- **FOTOSINTESIS.**

Para esta variable se eligieron 3 plantas al azar de cada tratamiento, dicha prueba se llevo a cabo el día 15 de septiembre a las 12:54pm (en el Invernadero) en día soleado no se presentó nubosidad, se midió la asimilación de CO_2 en las hojas más jóvenes de algunas ramas que se hallaban orientadas al Oriente, Dicha variable fue tomada con un equipo especial para lectura de fotosíntesis LI6400.

- **CLOROFILA.**

Se tomaron 3 plantas al azar por tratamiento, de ellas se pesaron 2.5grs de cada una, finamente picada, se colocaron en un vaso de precipitado de 50ml. Se agregó acetona al 85% hasta cubrir la muestra, se tapó con papel aluminio y se dejo reposar por 24 horas en el refrigerador.

Posteriormente fueron colocadas en un mortero y fueron trituradas, se pasó el líquido obtenido a un matraz de Aforación de 100 ml, filtrados en un embudo y a través de una gasa. Al final se aforó con acetona al 85%.

Se colocó una porción de la muestra aforada en una celdilla para espectrofotómetro y se leyó la absorbancia a 642.5nm y 660nm, utilizando como blanco acetona al 85%.

Se cálculo el contenido de clorofila total, mediante la siguiente fórmula:

$$ClorofilaTotal(mg/g) = \frac{(7.122A_{660}) + (16.8A_{642.5})}{10 * P}$$

Donde:

A= Absorbancia.

Sub. Índices (642.5 y 660)= Longitud de onda.

P= Peso de la muestra.

4.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para la evaluación de los parámetros, se realizo un análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial, con el siguiente modelo estadístico:

Modelo estadístico:

Para el cumplimiento de los objetivos particulares y considerando posibles ajustes en tratamientos y repeticiones en cada una de las etapas y fases experimentales, se propone como metodología de análisis estadístico de las evaluaciones se usara el modelo siguiente:

$$Yij = \mu + Ti + Eij$$

Donde:

Yij = variable observada

μ = media general

Ti = efecto de tratamiento

Eij = error experimental

i = 1, 2, ... n tratamientos

j = 1, 2, ... n repeticiones

Los resultados obtenidos se procesarán en el paquete estadístico “UANL” y “Statistica” y las promedios se someterán a prueba de medias, Tukey.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos para este trabajo se presentan a continuación, para cada una de las variables, así como la discusión para cada una de ellas.

5.1.1 PESO FRESCO

Para la variable del peso fresco los resultados del ANVA no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo al realizar la comparación de medias el T2 (Solución Nutritiva) es superado por 157.875 al T1 (Testigo), y en donde el T3 y T4 muestra diferencia significativa superando el T3 al T4 con 157.011108.

Cuadro No. 4. Comparación de medias de peso fresco (g.) en Orégano mexicano (*Lippia graveolens*)

No.	TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO
1	Control 1 (Testigo)	156.562500	
2	Control 2 (Solución Nutritiva)	157.875000	
3	$CuSO_4$ – 0.6 gr/L	157.011108	
4	$CuSO_4$ – 1.2 gr/L	118.211113	

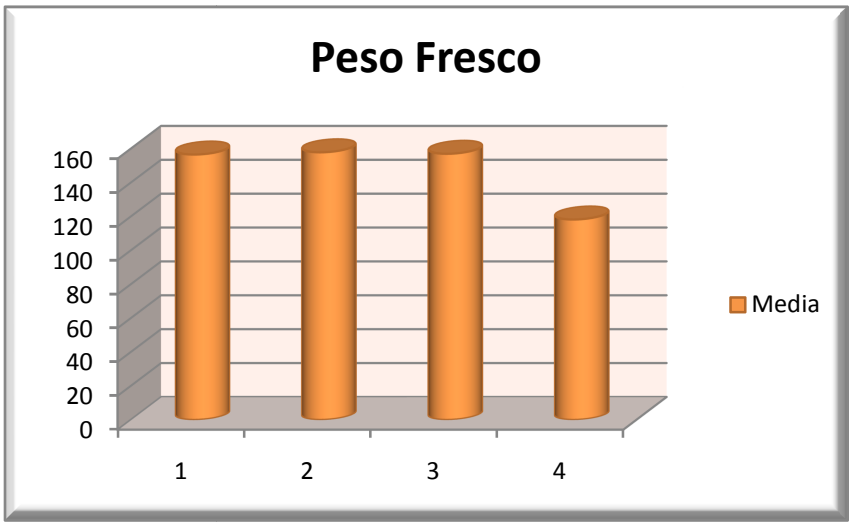


Figura No. 9. Diferencias numéricas para la variable Peso Fresco, entre los tratamientos, Oregano Mexicano *(Lippia Graveolens).*

5.1.2 PESO SECO

Para la variable del peso seco los resultados del ANVA indican que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, al realizar la comparación de medias nos muestra que el T3 CuSO4 es superado por el T4 con 58.833332.

CUADRO No.5. Comparación de medias de peso seco en (g) Orégano mexicano (*Lippia graveolens*)

No.	TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO
1	Control 1 (Testigo)	72.893753	
2	Control 2 (Solución Nutritiva)	74.375000	
3	$CuSO_4$ .. 0.6 gr/L	76.911110	
4	$CuSO_4$ .. 1.2 gr/L	58.833332	



Figura No. 10. Diferencias numéricas para la variable Peso Seco, entre los tratamientos, Oregano Mexicano *(Lippia Graveolens).*

5.1.3 ÁREA FOLIAR

De acuerdo al análisis de varianza para la variable de Área foliar se obtuvieron los siguientes resultados no se encontraron diferencias significativas, pero el T1 (testigo) supero a los tratamientos de CuSO4 con 3629.206787, y en los T3 y T4, el T3 es superado por T4 con 2773.013428.

CUADRO No.6. Comparación de medias de Área Foliar (cm^2) en Orégano mexicano (*Lippia graveolens*)

No.	TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO EN (cm^2)	GRUPO
1	Control 1 (Testigo)	3629.206787	
2	Control 2 (Solución Nutritiva)	2630.610107	
3	$CuSO_4$ .. 0.6 gr/L	2773.013428	
4	$CuSO_4$ .. 1.2 gr/L	2220.286865	

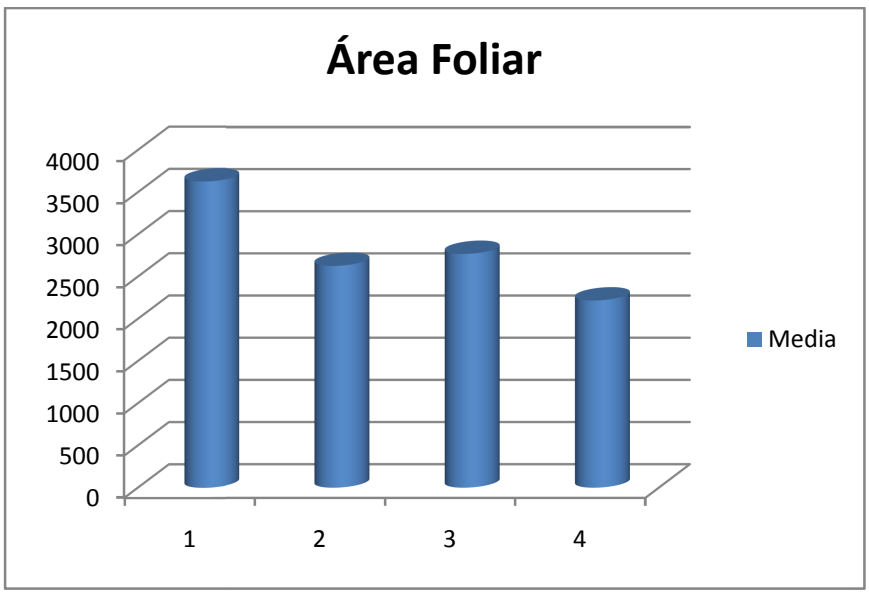


Figura 11. Diferencia numérica de los tratamientos en cuanto al área foliar en Oregano Mexicano *(Lippia Graveolens).*

5.1.4 LONGITUD DE TALLO Y NÚMERO DE HOJAS

Para longitud de tallo, se obtuvieron los siguientes resultados no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, aunque se puede hacer un énfasis en el T1 (testigo) con 1306.66cm que supera a los demás tratamiento. (Figura 12).

CUADRO No.7. Comparación de medias de Longitud de Tallo (cm) en Orégano mexicano (*Lippia graveolens*)

No.	TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO EN (cm^2)	GRUPO
1	Control 1 (Testigo)	1306.666626	
2	Control 2 (Solución Nutritiva)	1208.666626	
3	$CuSO_4$ .. 0.6 gr/L	1460.000000	
4	$CuSO_4$ .. 1.2 gr/L	1199.000000	

Para la varianza número de hojas nos indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, en las diferencias numéricas se halla que el T1 superan a los demás tratamientos con 1727.666626 hojas y el T4 1305.333374hojas respectivamente. (Figura 13).

CUADRO No.8. Comparación de medias de Número de Hojas en Orégano mexicano (*Lippia graveolens*)

No.	TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO EN No. DE HOJAS	GRUPO
1	Control 1 (Testigo)	1727.666626	
2	Control 2 (Solución Nutritiva)	1245.333374	
3	$CuSO_4$ .. 0.6 gr/L	1536.666626	
4	$CuSO_4$ .. 1.2 gr/L	1305.333374	

Diferencia numérica de los tratamientos en cuanto a longitud de tallo y No. De Hojas en Oregano Mexicano *(Lippia Graveolens).*

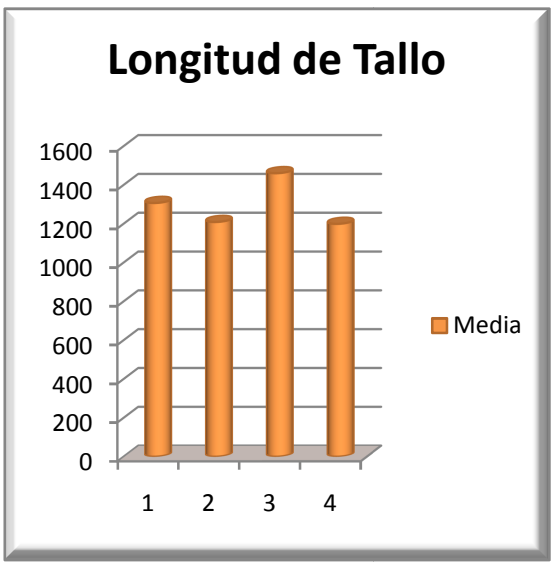


Figura 12



Figura 13

5.1.5 FOTOSÍNTESIS

De acuerdo al análisis de varianza para la variable fotosíntesis se obtuvieron los siguientes resultados no se encontraron diferencias significativas, el T4 del CuSO4 supero a los demás tratamientos con 31.333334 µMolCO2.m2.s-1, y en los T1 y T2, el T2 es superado con 23.066668 µMolCO2.m2.s-1 .

CUADRO No.9. Comparación de medias de Fotosíntesis en Orégano mexicano (*Lippia graveolens*)

No.	TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO	GRUPO
1	Control 1 (Testigo)	14.599999	
2	Control 2 (Solución Nutritiva)	23.066668	
3	$CuSO_4$ .. 0.6 gr/L	28.500000	
4	$CuSO_4$ .. 1.2 gr/L	31.333334	

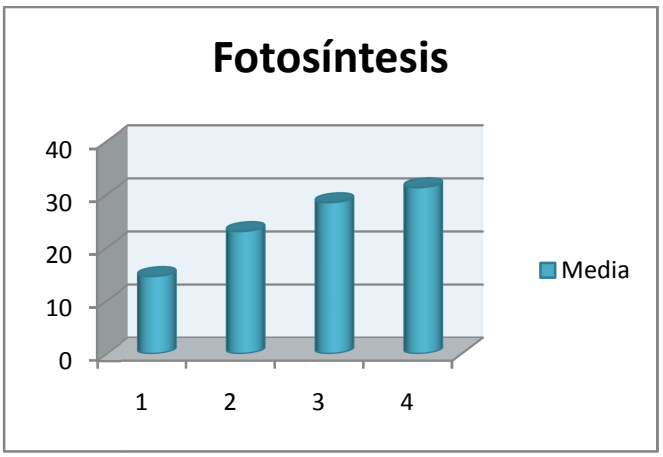


Figura 14. Diferencia numérica de los tratamientos en cuanto Fotosíntesis en Oregano Mexicano *(Lippia Graveolens).*

5.1.6 CLOROFILA.

De acuerdo al análisis de varianza para clorofila total, indica que hay diferencias significativas de 0.05 y 0.01 entre los tratamientos, la comparación de medias (0.01) indica que el T1 se encuentra por arriba del T4 y T3, con 1.4605 mg/g.

CUADRO No.10. Comparación de medias de Clorofila Total (mg/g) en Orégano mexicano (*Lippia graveolens*)

No.	TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO	GRUPO
1	Control 1 (Testigo)	1.4605	A
2	Control 2 (Solución Nutritiva)	0.9957	B
3	$CuSO_4$ .. 0.6 gr/L	0.9472	B
4	$CuSO_4$ .. 1.2 gr/L	0.672	B

*Medias representadas con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Fisher (P=0.05). A=peat moss, B=peatmoss 50% +perlita 50%.C.V. = 15.13 %

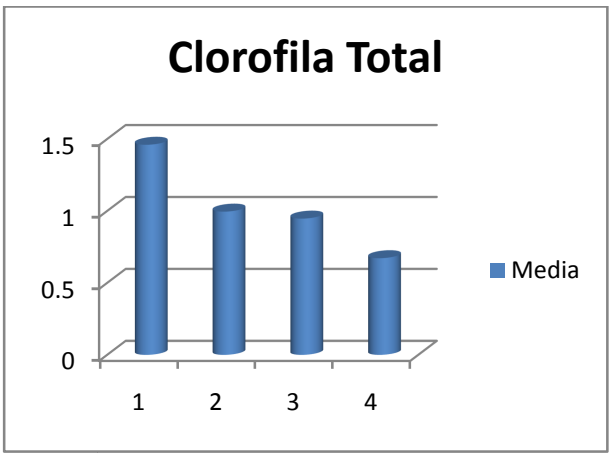


Figura 15. Diferencia numérica de los tratamientos en cuanto Clorofila Total (mg/g) en Oregano Mexicano *(Lippia Graveolens).*

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede concluir de la siguiente manera:

- ✓ En la variable de Peso Fresco el mejor tratamiento fue el T2 (solución Nutritiva) y por su contenido de nutrientes supera considerablemente a todos los demás tratamientos.

- ✓ En cuanto a la variable de Peso Seco el mejor tratamiento fue T3 (CuSO4) con 76.911110 superando a los demás tratamiento y el de menor rendimiento fue el T4 (CuSO4) con 58.833332.

- ✓ En la variable de Área Foliar cabe mencionar que el T1 (Testigo) obtuvo mayor rendimiento que los demás testigos y no hay diferencias significativas.

- ✓ En las variables Longitud de Tallo y No. De Hojas no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y en cuanto a longitud de tallo el que obtuvo mejor rendimiento fue el T3 ($CuSO_4$) y en No. De Hojas el que supero a todos los tratamientos fue el T1 (Testigo).

- ✓ En la variable Fotosíntesis tampoco encontramos diferencia significativa, pero el T4 supero a todos los demás tratamientos con 31.333334.

- ✓ En la Variable Clorofila Total si se encontraron diferencias significativas y el T2 fue el de mejor rendimiento.

LITERATURA CITADA

- ✓ Arcila Lozano CC. G. Loarca, S. Lecona U. E. Gonzalez. 2005. El orégano propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes PROPAC. Memorias 2ª REUNION NAIONAL SOBRE OREGANO. CIRENA, Salaices Chihuahua Febrero 2005.

- ✓ Benavides M. A., 2002. ECOFISIOLOGIA Y BIOQUIMICA DEL ESTRÈS EN PLANTAS. Primera ed. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuia México 209p
- ✓ CONABIO (Comisión Nacional de Biodiversidad) 2005. Orégano Mexicano Oro Vegetal.

- ✓ Comision Nacional Forestal (2007). "OREGANO MEXICANO, ORO VERDE DEL DESIERTO". Mexico Forestal, revista electrónica de la comisión Nacional Forestal.
  htt://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros_arboles.php?id=29

- ✓ Maldonado Rodríguez, J.A. 1998. El orégano silvestre en México, Monografía Licenciatura UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila México.

- ✓ Martínez Domínguez M.1993. Guía para el aprovechamiento del orégano *Lippia berlandieri* Schawer. En la zona norte de Jalisco. México. Campo experimental los Colomos México No.1 INIFAP. C.E. Forestal los Colomos.

- ✓ Oliver, G. 1997 The World market of Orégano (en) Orégano. Proceedings of the IPGRI international workshop on oregano (Ed) padulosi, S. 141- 145

- ✓ Oreganum vulgare ssp. Hirtum *OREGANO* GRIEGO. *Lippia graveolens*. *OREGANO MEXICANO* **...** *Lippia graveolens* es conocida como el "*Orégano Mexicano*". www.a-campo.com.ar/espanol/gest.../**oregano**.htm

- ✓ Producción de *orégano* en *México México* produce alrededor de 350 toneladas **...** reconocida en el mercado internacional es la especie *Lippia graveolens* H.B.K. **...** www.conacyt.mx/.../211/.../Oregano/Animacionoregano.htm

- ✓ Russo M, Galletti GC, Bocchini P, Carnacini A. Essential oil chemical composition of wild populations of Italian oregano spice (Origanum vulgare ssp. hirtum (Link) letswaart): A preliminary evaluation of their use in chemotaxonomy by cluster analysis. 1. Inflorescences. J. Agric. Food Chem. 1998; 46: 3741-3746.
  http://www.uaq.mx/investigación/difusion/memoriasV/Mart%EDnezRocha.pdf

- ✓ Silva, V.R.1999 El orégano como un alternativa de producción agrícola sustentable para las zonas áridas y semiáridas, CIRENA, Folleto de productores No. 11, Salaices Chihuahua, México.

- ✓ Silva, V.R. 2004. El orégano. Los nuevos caminos de la agricultura. Folleto técnico CIReNa, Salaices Chihuahua México.

- ✓ Uribe-Hernández CJ. The essential oil of Lippia graveolens H.B. K. from Jalisco México. J. Essential Oil Res. 1992; 4 (6): 647-649.

ANEXOS

CUADRO A 1: Análisis de varianza de Peso Fresco del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	10037.812500	3345.937500	1.9561	0.141
ERROR	30	51315.375000	1710.512451		
TOTAL	33	61353.187500			

C.V. = 28.17 %

CUADRO A 2: Análisis de varianza de Peso Seco del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	1760.671875	586.890625	1.2258	0.317
ERROR	30	14363.109375	478.770325		
TOTAL	33	16123.781250			

C.V. = 31.00%

CUADRO A 3: Análisis de varianza de Área Foliar del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	3157096.000000	1052365.375000	0.8093	0.525
ERROR	8	10403312.000000	1300414.000000		
TOTAL	11	13560408.000000			

C.V. = 40.53%

CUADRO A 4: Análisis de varianza de Longitud de Tallo del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	132068.000000	44022.667969	0.1176	0.947
ERROR	8	2994742.000000	374342.750000		
TOTAL	11	3126810.000000			

C.V. = 47.30%

CUADRO A5: Análisis de varianza de Número de Hojas del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	442112.000000	147370.671875	0.4064	0.755
ERROR	8	2900828.000000	362603.500000		
TOTAL	11	3342940.000000			

C.V. = 41.42%

CUADRO A6: Análisis de varianza de Fotosíntesis del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	488.089355	162.696457	2.6560	0.120
ERROR	8	490.053711	61.256714		
TOTAL	11	978.143066			

C.V. = 32.11%

CUADRO A6: Análisis de varianza de Clorofila del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	0.963093	0.321031	13.5099	0.002
ERROR	8	0.190102	0.023763		
TOTAL	11	1.153194			

C.V. = 15.13%