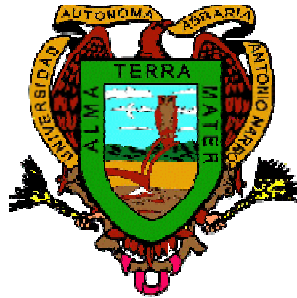


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS



**Evaluación de la Producción de Biomasa por Efecto Aplicación
Exógeno de Cobre (Cu) y Hierro (Fe) en Orégano Mexicano
(*Lippia graveolens*).**

Por

CÉSAR CRISTÓBAL HERNÁNDEZ

TESIS

**Presentado como requisito parcial para obtener
el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo 2009

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**
División de Ciencias Socioeconómicas

**Evaluación de la Producción de Biomasa por Efecto Aplicación
Exógeno de Cobre (Cu) y Hierro (Fe) en Orégano Mexicano
(*Lippia Graveolens*).**

Presenta

CÉSAR CRISTÓBAL HERNÁNDEZ

Tesis

Que se somete a consideración del H. jurado examinador como requisito
parcial para obtener el título de:
Ingeniero Agrónomo Administrador.

Aprobado por el Comité de Tesis

Ing. Rafael de la Rosa Gonzales
Presidente

M.C. Francisco Javier Valdés Oyervides
Vocal

Dr. Víctor Manuel Reyes Salas
Vocal

Dr. Reinaldo Alonso Velasco
Vocal

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

M.A. Tomás E. Alvarado Martínez
Coordinador de la División de Ciencias Socioeconómicas



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo 2009

COORDINACIÓN

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de existir y derramar sobre mi tantas bendiciones.

A mis padres por todo su apoyo brindado para la culminación de mis estudios, por la confianza depositada en mí sobre todo por su gran amor.

Al M.C Francisco Javier Valdez Oyervidez, por la confianza brindada en todo este tiempo y sobre todo por la paciencia brindada para terminar este trabajo de tesis.

Al Ing. Rafael de la Rosa Gonzales por el gran apoyo y comprensión brindado para terminar este trabajo.

Al Dr. Víctor Reyes Salas el apoyo brindado durante el trabajo de tesis por su comprensión y amistad que me brindo durante este tiempo.

Al Dr. Reinaldo Alonso Velazco por el gran apoyo que me brindo durante este tiempo para culminar este trabajo.

Al TLQ María Guadalupe Pérez Ovalle, por el apoyo brindado durante el trabajo de tesis por su comprensión y amistad que me brindo este tiempo.

A mi “*alma mater*” por darme la oportunidad de haber sido parte de ella, por cobijarme en su seno para cumplir uno de mis grandes sueños: estudiar una carrera profesional.

DEDICATORIA

A mis padres

- **Brambilo Cristóbal Hernández**
- **Leova Hernández Hernández**

Con mucho cariño, admiración e infinito agradecimiento a mi Mamá, por ser la mujer que me dio la vida. Gracias mamá por no dejarme solo, por tu gran espíritu de lucha, por tu humildad, nobleza, amor por ser mi amiga en todos momentos difíciles.

Con profundo cariño e infinito agradecimiento a mi Papá, por ser una persona responsable hacia sus hijos, ya que a pesar de ser una persona humilde que se preocupó y se esforzó para que nada nos falte, enfrentando los problemas de la vida. Esta ocasión es sin lugar a dudas, la oportunidad de plasmar en estas líneas la infinita gratitud hacia ti, no tengo nada que reprocharte, solo me has dado el mayor de los tesoros: amor y educación. Gracias por tu sacrificio y por estar con nosotros compartiendo comida, tristeza y alegría.

A MIS HERMANOS

Carlos, Rubén, Dignora, Edith, Fabiola y Angélica.

Con quienes me tocó compartir en la infancia el gran amor que Papá y Mamá nos ofreció de las limitaciones económicas que tuvimos; aunque hubo ocasiones de peleas y llantos, pero siempre al final volvíamos a reír y soñar.

Ahora esos momentos maravillosos solo es de recuerdo, no porque se haya ido, sino porque cada quien tomo su rumbo y obligaciones para iniciar otra etapa de vida.

A mis cuñados: Florentino, Alberto y Zenón

A mis cuñadas: Marisela y Margarita.

Con cariño a ellos por percibir el momento adecuado en el que requerí de su apoyo condicional e incondicional.

A mis sobrinos y sobrinas:

Por su llegada a nuestro hogar, ya que a cada uno de ellos han traído la alegría de la inocencia, pues son ellos los quienes han mantenido los lazos de las relaciones familiares, también por sensibilizarme con su inocencia y ternura de niños.

MUY ESPECIALMENTE A MI HIJO:

CÉSAR DANIEL CRISTÓBAL MORA

A quien amo con toda mi alma, porque pensar en ti me motiva a superarme día a día, me da fuerzas para seguir adelante. Porque llegaste en el mejor momento de mi vida, gracias por existir, te amo

Y A TI LUCELIA por todo el amor y apoyo incondicional que me has brindado todo este tiempo, por darme ánimos para concluir este trabajo, por ser parte de mi vida, porque a pesar de todo siempre has estado a mi lado.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	PAG.
DEDICATORIA	I
INTRODUCCIÓN	II
OBJETIVO	V
HIPÓTESIS	VII

CAPITULO I REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Generalidades del cultivo	1
1.1.1 Origen e historia	1
1.1.2 Importancia	5
1.1.3 Clasificación Botánica	6
1.1.4 Clasificación Taxonómica	7
1.1.5 Tipos de Orégano	8
1.2 Requerimientos climáticos y edáficos	10
1.3 Recolección	11
1.4 Labores culturales	12
1.5 Generalidades de los aceites esenciales	12
1.6 Composición química de <i>lippia graveolens</i>	13
1.7 Concepto de estrés	14
1.8 Factores de estrés	14
1.9 El estrés inducido en plantas	15
1.10 Generalidades de los elementos	16

CAPÍTULO II MATERIALES Y METODOS

2.1 Localización geográfica del sitio experimental	20
2.2 Descripción de los materiales	20
2.3 Establecimiento del experimento	21
2.4 Descripción de los tratamientos	22
2.5 Variables a evaluar	23
2.6 Análisis estadístico	24

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

	25
3.1 Análisis de resultados	
3.1.1 Evaluación de longitud de la raíz	25
3.1.2 Evaluación de longitud del tallo	26
3.1.3 Evaluación del área foliar	28
3.1.4 Evaluación del peso fresco	29
3.1.5 Evaluación del peso seco	31

CAPÍTULO IV

	33
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	35
LITERATURA CITADA	36
APÉNDICE	39

ÍNDICE DE CUADROS

	PAG.
Producción anual de orégano en México	6
Distribución del experimento	21
Medias para la variable de longitud de raíz (cm)	25
Medias para la variable de longitud de tallo (cm)	27
Medias para la variable de área foliar (cm ²)	28
Medias para la variable de peso fresco (g)	30
Medias para la variable de peso seco (g)	31

ÍNDICE DE FIGURAS

	PAG.
Longitud de la raíz (cm)	26
Longitud de tallo (cm)	27
Área foliar (cm ²)	29
Peso fresco (g)	30
Peso seco (g)	32

INTRODUCCIÓN

El uso de las plantas como alimento a impuesto una permanente búsqueda de especies útiles para la sobrevivencia de la humanidad. En México (*Lippia graveolens*) es conocida como el “Orégano Mexicano”, la hoja del orégano se usa no solo como condimento de alimentos sino también en la elaboración de cosméticos, fármacos y licores; motivos que lo han convertido en un producto de exportación. Adicionalmente, la Organización Mundial de la Salud estima que cerca del 80% de la población en el mundo usa extractos vegetales o sus compuestos activos.

México es uno de los países con mayor producción y exportación de orégano en el mundo, superado sólo por Turquía. Debido a la composición química de sus aceites esenciales el orégano mexicano es considerado como el de más alta calidad, lo que le ha permitido un mayor despegue a su comercialización en los últimos años.

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

Los estados de Chihuahua, Durango, Coahuila y Tamaulipas son los que comercializan el 50% o más del total del país. Donde Chihuahua participa con el 21%.

Se recolectan, alrededor de 4000 toneladas y este volumen en su mayoría

va a los Estados Unidos, 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.

Por lo antes expuesto es necesario desarrollar alternativas para lograr mayor producción de biomasa mediante la manipulación de factores de medio ambiente que induzcan a la planta a desencadenar procesos metabólicos y bioquímicos, de tal manera que se refleje en una mayor cantidad de biosíntesis de metabolitos secundarios.

Para ello el presente proyecto propone determinar, identificar y caracterizar los factores que intervienen en la biosíntesis de aceites esenciales por efecto de inducir condiciones de estrés en las especies de orégano de mayor importancia económica.

PALABRAS CLAVES: Orégano mexicano, Producción de biomasa, Aplicación de Hierro y Cobre.

OBJETIVO

Evaluar la producción de biomasa y variables de desarrollo vegetativo por efecto de la aplicación de Cobre (Cu) y Fierro (Fe).

Evaluar el efecto de estrés por la aplicación exógeno de Cobre (Cu) y Fierro (Fe).

HIPOTESIS

La producción de Biomasa se verá afectada por la aplicación de soluciones nutritivas y metales.

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE ORÉGANO

1.1.1. ORIGEN E HISTORIA

Según Martínez (2005), El orégano es originario de Europa y de Asia occidental pero se cultiva en todo el mundo, crece en pastizales secos y al lado de los bosques, sobre todo se adapta a condiciones muy variadas de clima, preferentemente del tipo seco y semiseco.

El nombre orégano proviene de la palabra griega “origanum” y se deriva de dos raíces “oros” montaña y “ganos” alegría, en alusión a la apariencia festiva que le da a las laderas de las montañas donde crece. (Oliver, 1997)

El orégano (*Lippia graveolens* H.B.K) es una planta considerada como aromática y por alguna reconocida como de uso medicinal, rica en aceites esencial con amplio potencial de aprovechamiento en el campo de la alimentación y de la farmacología, el aprovechamiento de esta es una oportunidad para un mayor interés en el desarrollo de programas de investigación y desarrollo.

El orégano es perteneciente a la categoría de productos no maderables, es una planta que se localiza en las zonas semiáridas de México. Esta planta

recientemente ha adquirido importancia económica debido a que 90% de la producción de su materia seca útil es exportada a Estados Unidos de Norteamérica y en menor grado a Italia y a Japón.

México es uno de los países con mayor producción y exportación de orégano en el mundo, superado sólo por Turquía. Debido a la composición química de sus aceites esenciales el orégano mexicano es considerado como el de más alta calidad, lo que le ha permitido un mayor despegue a su comercialización en los últimos años.

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).

La explotación del orégano se basa principalmente en la recolección del follaje de poblaciones silvestres, esto a largo plazo puede resultar en una disminución de dichas poblaciones debido a que la época de recolección coincide con la etapa de floración y las semillas se encuentran en la inflorescencia, limitando de esta forma su dispersión natural. Con todo esto se están desperdiciando sus propiedades organolépticas, el aceite esencial de orégano que es un potente fungistático, además un excelente agente antibacterial que ataca la mayoría de bacterias patogénicas como estreptococos, estafilococos, controla levaduras, parásitos y virus.

Dentro de los esfuerzos actuales de la investigación, se dirigen principalmente al desarrollo agrícola especialmente en especies cultivadas como son los básicos y hortalizas, mas sin embargo no ha habido total enfoque sobre las especies silvestres que no han sido domesticadas como es el caso del Orégano Mexicano (*Lippia graveolens*) utilizado por su biomasa como materia prima sin transformación y por lo que no se le ha dado un valor agregado en el mercado directo del productor y cuyo producto es ofrecido a intermediarios que

compran a bajos precios el producto recibiendo de esta forma el productor menor parte del beneficio económico.

El orégano en particular es susceptible de ser domesticado para su producción en un sistema de monocultivo, sin embargo debe desarrollarse un paquete tecnológico para que se optimice la biomasa, el tiempo de producción, así como la acumulación de compuestos bioactivos de la planta. Hasta el momento, existe poca información sobre la manifestación de los compuestos bioactivos que contiene, a raíz de diferentes patrones de luz, temperatura, sustratos, y sobre todo la fertilización.

En México la mayor producción de orégano para fines comerciales es la del género *Lippia*, cuyas especies más abundantes son *Lippia berlandieri* Schauer y *Lippia graveolens* H.B.K. Esta producción se concentra en los estados de Durango, Guanajuato, Jalisco, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas.

1.1.2. IMPORTANCIA

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.

La **Unión Europea** es el segundo mercado de importancia en cuanto a las importaciones internacionales de este producto con una importación promedio en el último quinquenio de casi 4.400 toneladas anuales por un valor superior a los 8 millones euros. Las importaciones se encuentran en expansión siendo Alemania el principal comprador de la Unión con un 25%, seguido por Italia (19,6%), Grecia (19,3%), Francia (13,4%) y España (8,4%).

México ocupa el segundo lugar en el mercado internacional. Los principales estados productores de orégano son en orden de importancia: Chihuahua, Durango, Tamaulipas y Coahuila, le siguen Jalisco, Zacatecas, Querétaro, Hidalgo y Baja California Sur. (Revista de Ciencia y Desarrollo).

CUADRO 1. PRODUCCIÓN ANUAL DE ORÉGANO EN MÉXICO

AÑOS	VOLUMEN TUNELADAS	DE	VOLUMEN TONELADAS	EN
1999	34.72		476.3	
2000	62.28		627.58	
2001	147.6		1637.53	
2002	206.46		2050.07	
2003	327.36		3374.28	
2004	299.3		3192.88	
2005	368.05		3967.7	

México produce alrededor de 3960 toneladas anuales de orégano.

1.1.3. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

El orégano comercial son arbustos que alcanzan hasta 2.5 m de alto y desarrollan en promedio 1.20 m de follaje.

TALLOS. Ramificados con gran cantidad de hojas, que constituyen la parte aprovechable.

HOJAS. De 1 a 3 cm de largo y 0.5 a 1.5 cm. de ancho son opuestas, alternas y de forma ovalada con bordes dentados y tienen una textura rugosa y con ligeras vellosidades.

FLORES. Son pequeñas, de color blanco y forman inflorescencias en racimos; los frutos son pequeñas cápsulas que contienen las semillas de color café, no mayores de 0.25 mm. (Huerta, Carlos.(2005)

1.1.4. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DEL ÓREGANO MEXICANO (*lippia graveolens*).

Con el nombre genérico de orégano se conocen a diversas especies de plantas pertenecientes a la 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 (*Lippia berlandieri* , *Lippia graveolens*).TURCO (*Origanum onites*) GRIEGO (*Origanum vulgare spp Hiritum (Link) letsaartt*). ESPAÑOL (*Coridohymus capitatus* (L) Hoffmanns y Lnc.) (Lawrence, 1984)

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 (UEA) 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*

1.1.5. TIPOS DE ORÉGANO

Según (Campos y Sabsay, 2004) los tipos de orégano que existe en el mundo.

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 más 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.

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.

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).

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.

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.

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*.

1.2. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS

El intervalo altitudinal que ocupa *L. graveolens* va desde el nivel del mar hasta los 2300 metros sobre el nivel del mar. 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 25°C.

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

Cosecha: Del orégano 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 estén 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 primer año de vegetación solamente es posible una corta; a partir del segundo año pueden hacerse dos recolecciones anuales, en julio y en octubre.

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 han de guardarse en recipientes cerrados herméticamente, en lugares frescos y secos. El secado no es tan delicado como el de la mayorana pero debe efectuarse con la mayor rapidez posible y a una temperatura de 30°C y a la sombra.

1.4. LABORES CULTURALES

Control fitosanitario:

A continuación se muestran los problemas y enfermedades que se presentaron durante el periodo del experimento.

- En el desarrollo de la planta se presentó tizón tardío, es una enfermedad causada por el hongo (*phytophthora infestans*) y para el control se aplicó un producto químico de Nombre Comercial Tecto 2000, forma de aplicación fue foliar.
- Otro problema que se presentó durante el desarrollo fue el raquitismo de las plantas ocasionado por la falta de luz. Y cabe mencionar que las plantas con mejor desarrollo es en las estaciones de primavera-verano.

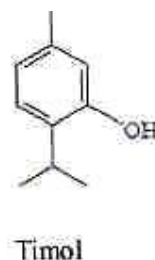
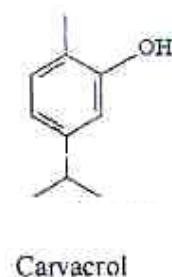
1.5. GENERALIDADES DE LOS ACEITES ESENCIALES

Son mezclas líquidas de compuestos orgánicos principalmente monoterpenos y sesquiterpenos, altamente volátiles y aromáticos definidos como lípidos que son inmiscibles en agua, pero que se diferencian, por no dejar mancha sobre papel. Son los principios odoríferos de las plantas que han definido su evolución ecológica en concomitancia con ciertos animales. (López, 1991)

Los aceites esenciales son metabolitos secundarios de las plantas por lo que un metabolismo más activo puede asociarse con una mayor producción de aceites (Willkins 1998). Los aceites esenciales son caracterizados por su alto contenido de monoterpenos (70-87.2%) se han encontrado importantes diferencias entre el contenido de carvacrol (44.8%) y 7.4% de timol. (Salgueiro, 2003) han hecho pruebas de efectividad en bacterias Gram-positivas y Gram- negativas, así como contra hongos y los resultados han sido significativos con la aplicación de carvacrol mejor que el timol. Así mismo se han encontrado contenidos de timol superiores al 30% en muestras de orégano (*L. graveolens* Kunth) recolectadas en el estado de Jalisco (Uribe, 1992).

1.6. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE *LIPPIA GRAVEOLENS*

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



1.7. CONCEPTO DE ESTRÉS

El stress es un concepto que proviene de la física, es la fuerza que actúa sobre un cuerpo. El cuerpo responde con una reacción proporcional a la fuerza con la que se ha actuado sobre él. En biología el stress sería un factor externo que actúa sobre un organismo. El stress biológico no se mide como una fuerza o una tensión sino como una intensidad o una concentración.

1.8. 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.

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 su cultivo es importante para su mejor aprovechamiento y explotación (Kokkini et al, 1997), (Martínez, 1993).

1.9. 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 CO₂ 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 esteres podemos aprender sobre la plasticidad y de los limites de las vías metabólicas, así como las formas de manejo que pueda inducir la optima síntesis de metabolitos secundarios.

1.10. 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 aminos, desarrollo de flores y frutos, evitan la toxicidad por exceso de sodio y otras sales. Estos son; Nitrógeno, Potasio, Fósforo, Calcio, Magnesio y Azufre.

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 Manganeso, Boro, Zinc y Hierro, Cobre.

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 una 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) es 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 en la absorción de estas dos formas de P por la planta. Las concentraciones más altas de P en plantas jóvenes se encuentran en el tejido de los puntos de crecimiento. Debido a que el P 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 P se mueve a las semillas o al fruto.

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 nodulares, que

asimilan el nitrógeno atmosférico, que viven en simbiosis con las leguminosas. Parte del azufre se encuentran en las plantas en forma oxidada de compuestos inorgánicos. (Tapia,2000)

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 en 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 o rojizo, mientras que las venas de las hojas se mantienen verdes (AGROPEC star, 2002)

El Hierro (Fe) en la planta actúa como catalizador (con el manganeso) en la formación de la clorofila, como portador de oxígeno 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 trasloca dentro de la planta los síntomas aparecen en las hojas jóvenes (produce hojas de color verde pálido (clorosis intervenal) con una marcada distinción entre las venas verdes y las entrevenas amarillas. El crecimiento de las plantas se retarda si la deficiencia es severa.

La planta (Ag) lo absorbe de forma activa, como Fe^{2+} , después de ser reducido el Fe^{3+} , por una reductasa férrica en el exterior de la raíz.

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. A 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 partes mas 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 II

MATERIALES Y METODOS

2.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SITIO EXPERIMENTAL

La caracterización del germoplasma así como las pruebas de comportamiento se llevarán a cabo en invernadero del Campus de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el municipio de Saltillo, Coahuila, comprendido en las coordenadas geográficas 25° 27' latitud norte, 101° 02' longitud oeste y a una altitud de 1610 msnm.

2.2. DESCRIPCIÓN DE MATERIALES

Material vegetativo

Como material se utilizaron plántulas de Orégano Mexicano (*Lippia graveolens*)

Material de campo

Se utilizaron 120 macetas plásticas de color negro con una capacidad de 1.8 litros y 16.5 cm de diámetro, Peatmoss (Promix), Perlita, cámara fotográfica, Bolsas de papel, Regla (30 cm), Tijera apodadora. Y se utilizaron 3 repeticiones por tratamiento.

Material de laboratorio:

Se utilizó una estufa de aire caliente MAPSA modelo HDP334 para secar las muestras frescas, una balanza analítica digital OHAUS modelo TS120 expresada en gramos.

2.3. ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

El área total ocupada para este experimento fue de 10 m², la ubicación de los tratamientos se describe a continuación en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Cuadro de distribución del experimento.

Tratamientos	Concentración de Soluciones	Peso molecular	No. De repeticiones	Sustrato
T1	Control 1 sin (aplicación)		15	A
T2	Control 2 solución nutritiva		15	A
T3	1.30 mM CuSO ₄ 5H ₂ O	249.68	15	A
T4	2.60 mM CuSO ₄ 5H ₂ O	249.68	15	A
T5	0.90 mM FeSO ₄ 7H ₂ O	278.2	15	A
T6	1.80 mM FeSO ₄ 7H ₂ O	278.2	15	A

Sustratos: A= peat moss 50% + perlita 50%.

Producción de plántula

Las semillas se sembrarán en charolas de unicel de 200 cavidades y se utilizarán como sustrato una combinación de peat moss y perlita en una proporción de 2:1, se llevarán a condiciones de invernadero, donde la temperatura oscile entre 27°C a 30°C, con una humedad relativa del 80%,

las observaciones se harán diariamente hasta los 25 días cumplidos así como, el riego cada tercer día con agua corriente.

Días a trasplante.

Se determinará como días a trasplante, cuando la planta tenga bien formado el “cepellón”, es decir que al momento de sacarla de la charola no se pulverice el sustrato. Para esta fase se proponen los siguientes tratamientos

Tratamientos:

- 1.- Control 1 sin (aplicación)
- 2.- Control 2 solución nutritiva
- 3.- 1.30 mM CuSO_4
- 4.- 2.60 mM CuSO_4
- 5.- 0.90 mM FeSO_4
- 6.- 1.80 mM FeSO_4

2.4. DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS

Los tratamientos se aplicarán, utilizando tres repeticiones para cada tratamiento, donde cada maceta representa una repetición se aplicara sulfato ferroso (FeSO_4) diferente concentración y sulfato cúprico (CuSO_4), también en diferente concentración, y una solución nutritiva, y por supuesto el testigo que no se le aplica ninguna concentración.

2.5. VARIABLES EVALUADAS

A) Longitud de la Raíz de la planta en cm.

B) Longitud de tallo de la planta en cm.

C) Área foliar de la planta en cm².

D) Peso fresco de la planta en gr.

E) Peso seco de la planta en gr.

Longitud de la raíz

Se tomaron tres repeticiones de cada tratamiento y se midió la longitud de la raíz principal y se obtuvo, lavando la raíz agitando vigorosamente el cepellón en agua hasta desprender todo el sustrato y posteriormente se corto en el cuello de la planta para medir la longitud de la raíz, así se hizo con cada uno de las plantas, utilizando una hoja milimétrica donde se colocaron las raíces.

Longitud de tallo

Se tomó 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 de la planta

Para esta 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 que se midió del largo y ancho de cada hoja a una escala en cm^2 .

Peso fresco de la planta

Se tomaron tres repeticiones de cada tratamiento, se obtuvo peso fresco, lavando la raíz agitando vigorosamente el cepellón en agua hasta desprender todo el sustrato y posteriormente se pesó en una balanza analítica, se separó la raíz del follaje cortando con un escápelos en el cuello de la planta y se pesaron por separado.

Peso seco de la planta

Finalmente, la raíz y el follaje cortado se colocarán en bolsas de papel para secarlos en la estufa a 65°C por 72 hs y pesar nuevamente.

2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para la evaluación de los parámetros, se realizó un análisis de varianza bajo un diseño bloques al azar con arreglo factorial. Posteriormente se realizó una prueba de comparación de medias para aquellas variables que resultaron significativas, utilizando el (Paquete de diseños experimentales de la universidad de Nuevo León).

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. 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.

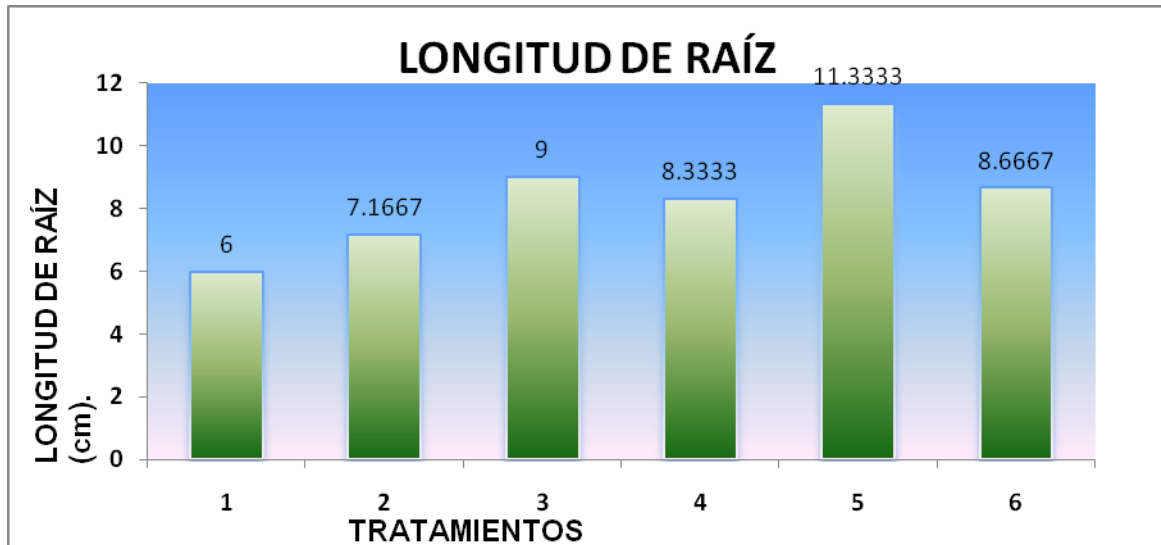
3.1.1. LONGITUD DE LA RAÍZ.

En esta variable en tratamiento cinco 0.90 mM FeSO₄ muestran una mayor crecimiento de raíz comparando con el testigo se obtuvo una diferencia del 47.06% todavía superior a los tratamientos de CuSO₄ como se muestra en el cuadro y figura número uno.

CUADRO N° 1: comparación de medias

N°	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPO
5	0.90 mM FeSO ₄	11.3333	A
3	1.30 mM CuSO ₄	9.0000	AB
6	1.80 mM FeSO ₄	8.6667	ABC
4	2.60 mM CuSO ₄	8.3333	BC
2	Control 2 solución nutritiva	7.1667	BC
1	Control 1 (sin aplicación)	6.0000	C

FIGURA N° 1: Comparación de longitud de la raíz.



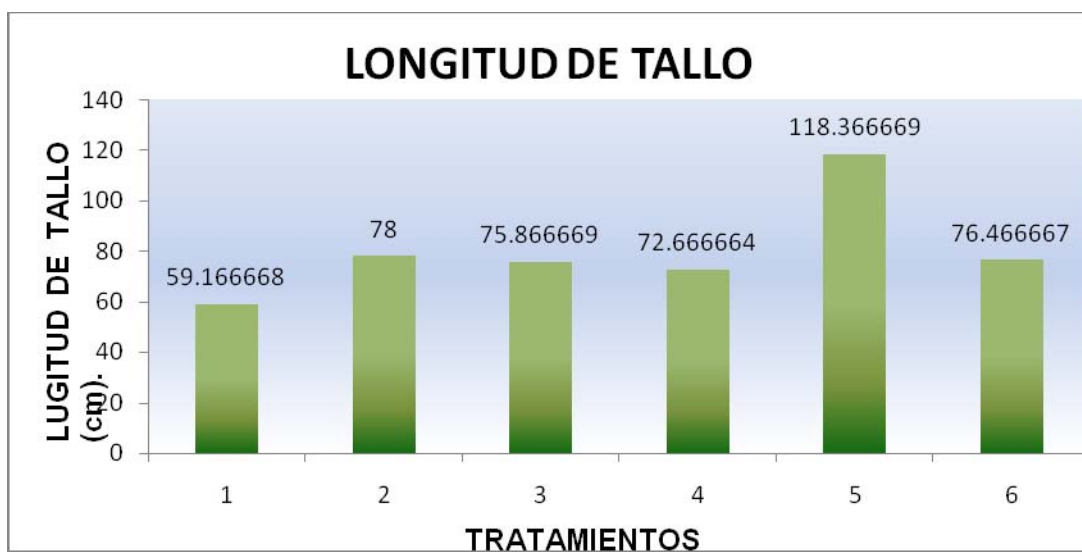
3.1.2. LONGITUD DE TALLO.

En base al análisis de varianza para la variable de respuesta de longitud de tallo de la planta, se encontró que no existen diferencias significativas entre tratamientos. Y el mejor tratamiento en base el longitud de tallo fue el de la solución CuSO_4 0.90 mM con una diferencia al testigo de 50.02% como se muestra en el cuadro y figura No. 2.

CUADRO N^o 2: Comparación de medias

No.	TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO
1	Control 1 sin (aplicación)	59.166668	
2	Control 2 solución nutritiva	78	
3	1.30 mM CuSO ₄	75.866669	
4	2.60 mM CuSO ₄	72.666664	
5	0.90 mM FeSO ₄	118.366669	
6	1.80 mM FeSO ₄	76.466667	

FIGURA N^o 2: Comparación de longitud de tallos.



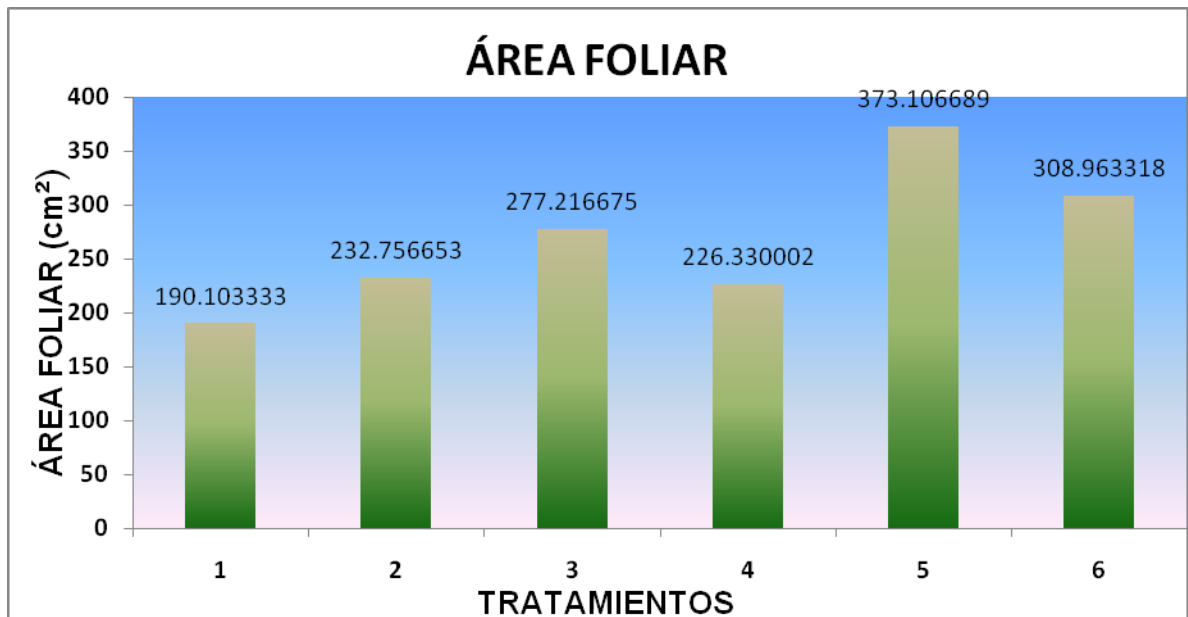
3.1.3. ÁREA FOLIAR DE LA PLANTA.

En cuanto a la variable de respuesta área foliar de la planta, se encontró que no existen diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo en los diferencias numéricas muestra que el tratamiento cinco CuSO_4 0.90 mM es la mejor teniendo un 49.05 % de diferencia comparando con el testigo, como se muestra en el cuadro y figura No. 3.

CUADRO N^o 3: Cuadro de comparación de área foliar.

No.	TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO
1	Control 1 sin (aplicación)	190.103333	
2	Control 2 solución nutritiva	232.756653	
3	1.30 mM CuSO_4	277.216675	
4	2.60 mM CuSO_4	226.330002	
5	0.90 mM FeSO_4	373.106689	
6	1.80 mM FeSO_4	308.963318	

FIGURA N° 3: Comparación de área foliar.



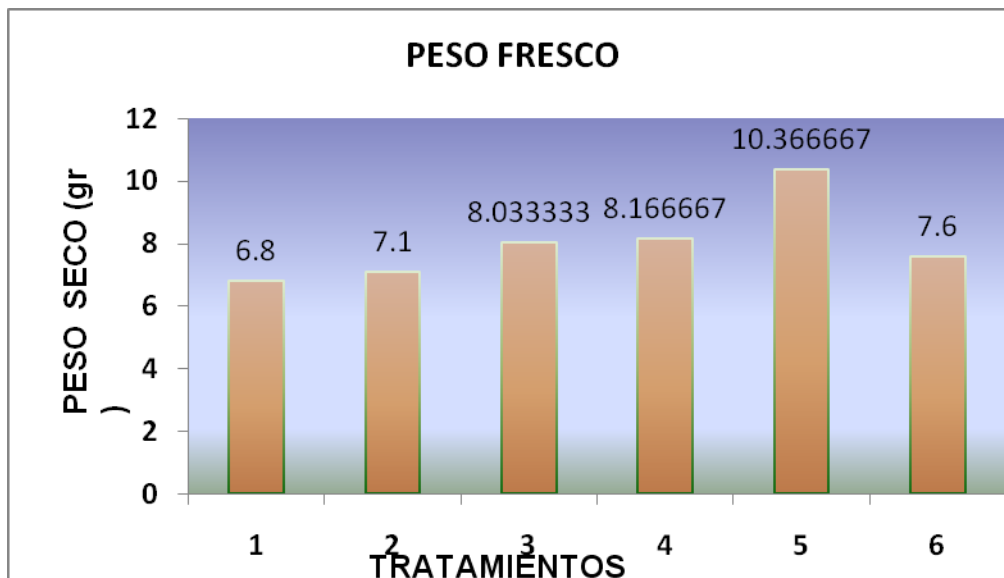
3.1.4. PESO FRESCO.

En base al análisis de varianza para la variable de respuesta de peso fresco de la planta, se encontró que no existen diferencias significativas entre tratamientos y cabe mencionar el mejor tratamiento fue de la solución 0.90 mM FeSO₄ con una diferencia de 33.55% comparando con el testigo como se muestra en el cuadro y figura número cuatro.

CUADRO N° 4: comparación de medias de peso fresco.

No.	TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO
1	Control 1 sin (aplicación)	6.8	
2	Control 2 solución nutritiva	7.1	
3	1.30 mM CuSO ₄	8.033333	
4	2.60 mM CuSO ₄	8.166667	
5	0.90 mM FeSO ₄	10.366667	
6	1.80 mM FeSO ₄	7.6	

FIGURA N° 4: Comparación de peso fresco.



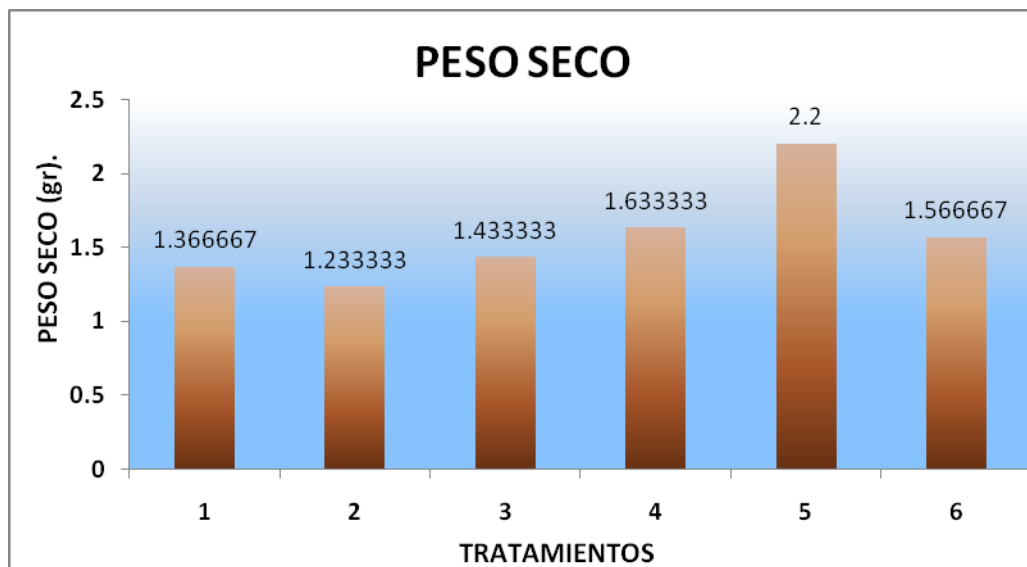
3.1.5. PESO SECO.

En cuanto a la variable de respuesta peso seco de la planta, no se encontró diferencias significativas el cual se muestra en el cuadro y figura número cinco, teniendo una diferencia de 40.91% al testigo, que con mayor numeración fue el de la solución 0.90 mM FeSO₄ del tratamiento cinc

CUADRO N^o 5: comparación de medias de peso seco.

No.	TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO
1	Control 1 (sin aplicación)	1.366667	
2	Control 2 solución nutritiva	1.233333	
3	1.30 mM CuSO ₄	1.433333	
4	2.60 mM CuSO ₄	1.633333	
5	0.90 mM FeSO ₄	2.2	
6	1.80 mM FeSO ₄	1.566667	

FIGURA N° 5: Comparación de peso seco.



CAPITULO III

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye que:

- 1.- La variable longitud de la raíz, se puede mencionar que estadísticamente el mejor el tratamiento 5, comparando con el testigo, siguiendo el tratamiento 3.
- 2.- En cuanto a la variable longitud de tallo no se obtuvieron diferencias significativas, sin embargo numéricamente los tratamientos estudiados superaron al testigo. .
- 3.- En cuanto al variable de área foliar, el tratamiento 5(sulfato ferroso) fue el mejor, seguido por el tratamiento 6 aun que no se obtuvo diferencias significativas.
- 4.- El variable de peso fresco, el tratamiento 5 y 6, respondieron mejor aun que no se obtuvo diferencias significativas.
- 5.- El variable del peso seco, el que respondió con mayor peso fue el tratamiento 5 y 6, superando un 47.8% y 19.7%.

6.- las cantidades de dosis utilizadas aparentemente no afectaron o causaron estrés en las plantas en lo que respecta al desarrollo vegetativo dado contrastemente a lo esperado se tuvo mejor comportamiento al aplicar los metales.

7.- En resumen el desarrollo vegetativo y el rendimiento en la planta se vieron modificados con la aplicación de soluciones nutritivas y metales.

RECOMENDACIONES

Este trabajo contiene datos acerca de la biomasa de la planta, de la planta de orégano *Lippia Graveolens*, así como el proponer un tratamiento que reduzca tiempo y costo para aquellas personas que sea de su interés cultivar estas plantas con propiedades físicas y químicas, además se mencionan características generales de estas plantas y de sus propiedades alimentación, industriales y medicinal que son útiles. Es muy importante continuar con trabajos sobre plantas aromáticas que proporcionan datos que en algún momento puedan servir.

También se debe de aumentar el número de repeticiones y dejarlos en campos experimentales donde tenga mayor luminosidad.

Otra recomendación hacer la prueba en primavera y verano por que la planta requiere de mucha luz

LITERATURA CITADA

- 1.- Martínez c. Vicet. 2005. *Mundo de las plantas*. Disponible en:
<http://www.botanical-online.com/medicinalsoreganocastella.htm>. (02 de Marzo del 2009)
- 2.- Comisión Nacional Forestal (2007). **“Orégano mexicano, oro verde del desierto”**. *México Forestal*, revista electrónica de la Comisión Nacional forestal. Disponible en:
http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros_arboles.php?id=29
- 3.- Galvan L.R., M. Berzoza., R. Silva V. 2005 Adaptación y producción de orégano (*Lippia graveolens* HBK) Memorias 2ª REUNION NAIONAL SOBRE OREGANO . CIRENA , Salta Chihuahua Febrero 2005
- 4.- Silva. V. R. 2005. “ El Oregano Una Alternativa Agroindustrial Para las Zonas Aridas y Semiaridas de México.” Conferencia Magistral: 2ª REUNION NAIONAL SOBRE OREGANO . CIRENA , Salta Chihuahua Febrero 2005
- 5.- Lawrence BM. 1984. The botanical and chemical aspects of orégano. *Perfum.Flavorist*. 9(5): 41- 44, 49- 51
- 6.- Silva, V.R. 2004. El orégano. Los nuevos caminos de la agricultura. Folleto técnico CIRENa, Salta Chihuahua México.
- 7.- Huerta, Carlos. 2005. ORÉGANO MEXICANO: ORO VEGETAL. Disponible en:
<http://www.maph49.goleon.com/biodiv2/oregano.html> (02 de Marzo del 2009)
- 8.- Campos, Miguel y Sabsay, Claudio E. 2004. Dirección de Mercados Agroalimentarios, SAGPyA. ORÉGANO. Disponible en:
<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/00/agricultura/otros/aromaticas/Oregano/index>.

9.- Lopez Ríos, 1991, Tópicos especiales Bioquímica de plantas UACH, México

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

11.- Kokkini S, Karousou R. Dardioti A. Krigas N. Lanaras T. 1997 Autumn essential oils of Greek orégano. Phytochem 44 (5): 883- 886

12.- 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.

13.- Mengel, K. And E.A. Kirkby. 1979. Principles of Plant Nutrition. Second ed. International potash institute, Berne Switzerland. Citado por García D:R.1987. efecto de la salinidad y condiciones limitantes de nitrógeno, sobre el crecimiento vegetativo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis de Licenciatura UAAAN, Saltillo, Coahuila México.

14.- AGROPEC, 2002,potasio

<http://www.agropecstar.com/portal/doctos/agronomia5.htm>

15.- Tapia JT, 2000, El ciclo del azufre

<http://www.monografias.com/trabajos4/azufre/azufre.shtml>

16.- Wilkins MB. The physiology of plant and development, McGraw-Hill. 1998-University of California-Small Farm Center. Culture Information for Oregano.

17.- Pérez,G.F.,Martínez-J:B. Laborde.1994. Introducción a la fisiología vegetal Editorial Mundi –Prensa. Madrid. España

18.- SAGPYA, 2004, <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/agricultura/otros/aromaticas/Oregano/index.php>

APÉNDICE

Cuadro A.1 Análisis de varianza para la variable de longitud de la raíz.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	48.958374	9.791675	4.1716	0.020
ERROR	12	28.166626	2.347219		
TOTAL	17	77.125000			
C.V. = 18.20 %					

Cuadro A.2 Análisis de varianza para la variable de longitud de tallo.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	5979.984375	1195.996826	1.9667	0.156
ERROR	12	7297.554688	608.129578		
TOTAL	17	13277.539063			
C.V. = 30.79 %					

Cuadro A.3 Análisis de varianza para la variable de área foliar.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	65569.875000	13113.974609	1.9154	0.165
ERROR	12	82157.500000	6846.458496		
TOTAL	17	147727.375000			
C.V. = 30.87 %					

Cuadro A.4 Análisis de varianza para la variable de peso fresco.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	24.117798	4.823560	0.3703	0.859
ERROR	12	156.300049	13.025004		
TOTAL	17	180.417847			
C.V. = 45.05 %					

Cuadro A.5 Análisis de variable para la variable de peso seco.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	1.722763	0.344553	0.3212	0.890
ERROR	12	12.873337	1.072778		
TOTAL	17	14.596100			
C.V. = 65.88 %					