

**UNIVERSIDAD AUTÒNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE CIENCIAS SOCIOECONÒMICAS



**Evaluación del Desarrollo Vegetativo, Variables Fisiológicas y densidad
estomática por efecto de inducción de estrés con Hierro (Fe) en
Orégano Mexicano (Lippia graveolens).**

**Por:
ELSA LEÒN DE LUNA**

TESIS

**Presentado como Requisito Parcial
para Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÒNOMO ADMINISTRADOR.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

NOVIEMBRE 2009.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

División de Ciencias Socioeconómicas

Evaluación del Desarrollo Vegetativo, Variables Fisiológicas y densidad
estomática por efecto de inducción de estrés con Hierro (Fe) en
Orégano Mexicano (*Lippia graveolens*).

Presenta

ELSA LEÓN DE LUNA

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 González
Presidente

M.C Francisco Javier Valdés Oyervides
Vocal

Ing. Heriberto Ríos Tapia
Vocal

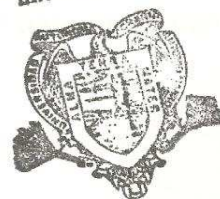
Dr. Reynaldo Alonso Velasco
Suplente

M.A. Tomás E. Alvarado Martínez
Coordinador de la División de ciencias socioeconómicas

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre 2009

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



DIV. CS. SOCIOECONOMICAS
COORDINACION

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** nuestro señor agradezco infinitamente por la vida que me ha dado, por darme la fuerza y paciencia para alcanzar mis metas propuestas.

A mis **padres**: Pilares fundamentales en mi vida, por el gran esfuerzo y sacrificio, por su gran amor porque gracias a ustedes pude lograr mis metas y objetivos.

Al **M.C. Francisco Javier Valdez Oyervides**, por el gran apoyo, paciencia, comprensión, por su valiosa dedicación en el enriquecimiento de esta investigación presente.

Al **Ing. Rafael de la Rosa González**, Por el apoyo y comprensión brindado para este trabajo.

Al **Dr. Reynaldo Alonso Velasco**, Por el apoyo y comprensión brindado para la culminación de esta investigación presente.

Al **Ing. Heriberto Ríos Tapia**, Por la comprensión y el apoyo brindado para este trabajo.

A **TLQ María Guadalupe Pérez Ovalle**, por la colaboración y dedicación brindado para la culminación de este trabajo.

A mi **“alma mater”** por brindarme esta gran oportunidad de poder lograr mis sueños y metas propuestas, por hacer de mi una persona con profesión

DEDICATORIA

A mis padres:

Pedro León Santiago y Agustina de Luna López

A quienes agradezco por el gran amor y cariño que me han brindado siempre e incondicionalmente y por sus grandes consejos, a mi papa por ser una persona fuerte que sabe cómo enfrentar sus problemas a pesar de las adversidades de la vida, por el cual me siento orgullosa de ser su hija. A ti mamita por darme la vida, por enseñarme a luchar desde mis primeros pasos de mi existencia en este mundo, por tu humildad y nobleza que llevas dentro y que sabes como expresarlo tanto conmigo como con la gente que te rodea. Gracias, siempre estaré agradecida infinitamente con ustedes.

A MIS HERMANOS:

Moisés, Rosalía, Juan, Pedro Manuel y Pedro; Por su gran amor y cariño que siempre me han demostrado y compartir conmigo las alegrías y tristezas de nuestras vidas.

Marisol, por el gran amor, cariño, comprensión y paciencia, por sus consejos y el apoyo que me ha brindado siempre, por hacerme ver la realidad de la vida y que con esfuerzo y dedicación puede uno lograr sus sueños.

A MI HIJA:

Luz Arely, Con todo mi amor y cariño por ser la luz de mi vida y motivación para tener la fuerza para seguir adelante, gracias mi beba hermosa por existir, te quiero y te amo con toda mi alma.

A MI ESPOSO:

Eduardo Guerrero Gómez, Por el esfuerzo y sacrificio en nuestra vida conyugal, por ser el compañero que Dios me dio, y por el amor y cariño que me ha brindado siempre.

A MIS SUEGROS:

Eduardo Guerrero Quiroz y María Asunción Gómez Duran, Por la confianza depositada en mi y por el cariño y afecto que me tienen.

A la Sra. Guadalupe Alvarado Cordero: Por sus consejos y el apoyo incondicional que me ha brindado durante mi estancia sin importar cuál sea la situación.

A Sr. Salvador Medina Ruvalcaba, Por el apoyo moral y consejos brindado durante todo este tiempo para la culminación de mis estudios en la Uaaan.

A mis **amigas**, Verónica, Natividad, Esthela y Carmen, por el gran apoyo y amistad que me han brindado siempre.

A mis **compañeros** de generación, por el gran apoyo que me brindaron.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	II
INTRODUCCIÓN	IV
OBJETIVO	VI
HIPOTESIS	VI
CAPITULO I	1
REVISION DE LITERARURA.....	1
1.1 Generalidades del cultivo Oregano Mexicano	1
1.1.1 Origen e historia.....	1
1.1.2 Importancia socioeconomica.....	2
1.1.3 Clasificacion taxonomica.....	3
1.1.4 Descripcion botanica.....	3
1.1.5 Tipos de oregano	4
1.2 Requerimientos climáticos y edáficos	5
1.3 Recoleccion.....	6
1.4 Generalidades de los aceites esenciales	7
1.5 Composición química de Lippia graveolens.	8
1.6 Concepto de estrés	8
1.7 Factores de estrés.....	8
1.8 El estrés inducido en plantas.....	9
1.9 Generalidades de los elementos	9
CAPITULO II.....	13
MATERIALES Y METODOS	13
2.1 Localizacion geografica del sitio experimental	13
2.2 Descripción de materiales	13
2.3 Establecimiento del experimento.....	14

2.4 Descripcion de tratamientos	14
2.5 Variables a evaluar.....	16
2.6 Analisis estadistico	18
CAPITULO III	19
3.1 Analisis de resultados.....	19
3.1.1 Peso fresco	19
3.1.2 Peso seco	20
3.1.3 Longitud de tallo.....	21
3.1.4 Area foliar.....	22
3.1.5 Numero de hojas.....	23
3.1.6 Fotosintesis.....	24
3.1.7 Clorofila total	25
3.1.8 Densidad estomatica	26
CAPITULO IV	28
CONCLUSIONES.....	28
RECOMENDACIONES	29
LITERATURA CITADA.....	30
ANEXOS	33

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.1: Composición química de la solución nutritiva (Ferti-plust)	15
CUADRO No.1: Comparación de medias de peso fresco (g.).....	19
CUADRO No.2: Comparación de medias de peso seco en (g)	20
CUADRO No.3: Comparación de medias de longitud de tallo en (cm).	21
CUADRO No 4: Comparación de medias de área foliar en cm^2	22
CUADRO No.5: Comparación de medias de numero de hojas	23
CUADRO No.6: Comparación de medias de la fotosíntesis.....	24
CUADRO No.7: Comparación de medias de la clorofila en (mg/g)	25
CUADRO No.8: Comparación de medias de la densidad estomática	26

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.1: Comparación de medias de peso fresco (g).....	20
FIGURA No.2: Comparación de medias de peso seco (g)	21
FIGURA No.3: Comparación de medias de longitud de tallo (cm)	22
FIGURA No 4: Comparación de medias de área foliar en (cm^2).	23
FIGURA No.5: Comparación de medias de numero de hojas	24
FIGURA No.6: Comparación de medias de la fotosíntesis.....	25
FIGURA No.7: Comparación de medias de la clorofila en (mg/g)	26
FIGURA No.8: Comparación de medias de la densidad estomática	27

INDICE DE FOTOS

FOTO NO1: Densidad estomática objetivo 40x, T1 (testigo).....	36
FOTO NO 2: Densidad estomática objetivo 40x, solución nutritiva	36
FOTO NO 3: Densidad estomática objetivo 40x, T3 FeSO_4 (0.5g/L).....	36
FOTO NO 4: Densidad estomática objetivo 40x, T4 FeSO (1.0g/L).....	36

INTRODUCCIÓN

Por su volumen de producción México, Grecia y Turquía, son los mayores exportadores orégano de a nivel mundial, cuya distribución es en casi todos los Estados de la República. 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.

Los estados de Chihuahua, Durango, Coahuila y Tamaulipas son los principales productores ya que comercializan el 50% o más del total del país. Donde Chihuahua participa con el 21%. A nivel nacional Se recolectan alrededor de 4000 toneladas y este volumen en su mayoría tiene como destino los Estados Unidos, en 1996, 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.

El nombre "orégano" comprende más de dos docenas de diferentes especies de plantas, con flores y hojas que presentan un olor característico a "especioso". Lawrence informa que son cuatro los grupos de orégano comúnmente usados con propósitos culinarios: el griego (*Origanum vulgare* spp. *Hirtum* (Link) letsmaat), el español (*Coridohymus capitatus* (L.)) (*Hoffmanns y Link*), el turco (*Origanum onites* L.) y el mexicano (*Lippia graveolens* Kunth)

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.)

Las especies de *Lippia* tiene usos tradicionales y farmacológicos tales como culinarios, analgésicos, antiinflamatorios, antipiréticos, sedantes, antidiarréico, tratamiento de infecciones cutáneas, antifúngico, tratamiento de desórdenes hepáticos, diurético, antihipertensivo, remedio de desórdenes menstruales, antimicrobiano, repelente, antimalaria, antiespasmódico, tratamiento de enfermedades respiratorias, de sífilis y gonorrea, contra la diabetes, abortivo y anestésico local. Su aceite esencial es usado como medio de enjuague para las curaciones de los dientes, Como uso externo, la loción es beneficiosa para las várices y para la gota, el reumatismo y las articulaciones rígidas, también entra dentro de la composición de diversos perfumes, en la fabricación de jabones y cosméticos. 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.

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.

En base a lo expuesto anteriormente el orégano reviste suma importancia como actividad socioeconómica sobre todo en las zonas marginadas del semidesierto mexicano por ello es necesario generar alternativas de manejo para el beneficio de los campesinos sin perder de vista el criterio de manejo sustentable

Por lo cual esta investigación identificara el comportamiento de acuerdo a diferentes concentraciones de la aplicación exógena de hierro (Fe) suministrados y los factores que intervienen en la producción de biomasa y metabolitos secundarios de orégano (*Lippia graveolens*).

Palabras claves:

Oregano mexicano (*Lippia graveolens*), Rendimiento, inducción de estrés por efecto hierro (Fe).

OBJETIVO

Evaluar el efecto de desarrollo vegetativo y respuesta fisiológica por efecto de aplicación exógeno de Hierro (Fe) en Orégano Mexicano (*Lippia graveolens*).

HIPOTESIS

La aplicación exógena de estrés por el mineral hierro (Fe) modifica el crecimiento vegetativo y las respuestas vegetativas del orégano mexicano (*Lippia graveolens*).

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO ORÉGANO MEXICANO

1.1.1 ORIGEN E HISTORIA

El nombre “orégano” proviene de la palabra griega *origanum* y se deriva de dos palabras, *oros* (montaña) y *ganos* (ornamento) y se traduce como la belleza de las montañas. 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).

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 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.

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).

1.1.2 IMPORTANCIA SOCIOECONOMICA

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 66 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 ultimo 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).

1.1.3 CLASIFICACION TAXONOMICA

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*

1.1.4 DESCRIPCION BOTANICA

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).)

1.1.5 TIPOS DE OREGANO

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.

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*.

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) letsaarrt*). ESPAÑOL (*Coridohymus capitatus (L) Hoffmanns y Lnc.*) (Lawrence, 1984).

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 RECOLECCION

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 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 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 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)

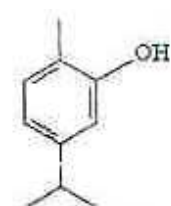
Los aceites esenciales son metabolitos secundarios de las plantas por lo que un metabolismo más activo puede asociarse con una mayor producción de aceites (Willkins 1998).

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.

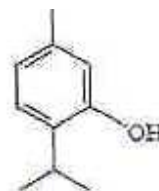
Así mismo se han encontrado contenidos de timol superiores al 30% en muestras de orégano (*L. graveolens* Kunth) recolectadas en el estado de Jalisco (Uribe, 1992).

1.5 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.



Carvacrol



Timol

1.6 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.

1.7 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).

1.8 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 límites de las vías metabólicas, así como las formas de manejo que pueda inducir la óptima síntesis de metabolitos secundarios.

1.9 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 Hierro, Manganeseo, Boro, Zinc y Cobre.

El Nitrógeno 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 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 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 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 en la planta actúa como catalizador (con el manganeso) en la formación de 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 pálido (clorosis intervenal) con una

marcada definición entre las venas verdes y las entrevenas amarillas. El crecimiento de las plantas se retarda si la deficiencia es severa.

Las plantas pueden absorber el hierro en sus formas de oxidación Fe^{2+} (hierro ferroso) y Fe^{3+} (hierro férrico), pero aunque la mayoría del hierro en la corteza terrestre está en la forma férrica, la forma ferroso es fisiológicamente más importante para las plantas.

Esta forma es relativamente soluble, pero es fácilmente oxidado a Fe^{3+} , que luego precipita. Fe^{3+} es insoluble en el pH neutral y en el pH alto y no es disponible para las plantas en suelos alcalinos y en suelos calcáreos. Además, en estos tipos de suelo, el hierro se combina fácilmente con fosfatos, carbonatos, calcio, magnesio y los iones de hidróxido.

Sulfato ferroso (FeSO_4) contiene aproximadamente un 20% de hierro. Este fertilizante es económico y es utilizado principalmente por pulverización foliar.

Aplicación al suelo, a menudo no es efectivo, especialmente en el pH encima de 7.0, porque el hierro se transforma rápidamente a Fe^{3+} y se precipita como uno de los óxidos de hierro.

Los casos de toxicidad por Fe no suelen producirse, debido a la rapidez de conversión del hierro soluble en compuestos insolubles no disponibles para la planta. Los casos en que se encuentra toxicidad de Fe son los arrozales sumergidos, donde el nivel de hierro ferroso es con frecuencia muy importante. Suelos con contenido de Fe total superior incluso al 5% no provocan efectos tóxicos en los cultivos que se desarrollan en ellos.

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA 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 plantas adultas del Orégano Mexicano (*Lippia graveolens*).

Material de campo

Se utilizaron 32 macetas plásticas de color negro con una capacidad de 1.9 litros, Peatmos (Promix), Perlita, Cámara fotográfica, bolsas de papel, cinta métrica, regla (30 cm), Tijera apodadora. Y se utilizaron tres 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, equipo portátil LI-COR Modelo LI-3000 A para la lectura de área foliar, para la fotosíntesis se realizó con equipo de LI6400 LICOR, INC. el espectrofotómetro SEQUOIA-TURNER para la obtención de clorofila total a lectura de 642.5nm y 660nm y por último para la obtención de la densidad estomática (conteo de estomas) se utilizó el microscopio a un aumento de 40 x.

2.3 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.

Producción de plántula.

Las semillas se sembrarán en charolas de unicel de 200 cavidades y se utilizarán como sustrato una combinación de peat moos 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 alcanzaron una altura de 20 a 25cm, 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 (testigo)
- 2.- Control 2: 4ml/L solución nutritiva
- 3.- 0.5 gr/L FeSO₄
- 4.- 1.0 gr/L FeSO₄

2.4 DESCRIPCION DE TRATAMIENTOS

Se aplicaran diferentes concentraciones para cada tratamiento, donde el T3 0.5gr/L FeSO₄, el T4 1.0gr/L FeSO₄, también se aplicara el T2 4ml/L solución nutritiva (Ferti plust) y para el T1 (testigo) no se le aplica ninguna concentración

Las aplicaciones para cada tratamiento se empezó el 29 de junio de 2009 y termino el 1 de septiembre de 2009 esta fue una por semana (1L por maseta), en total fueron 10 aplicaciones.

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

CUADRO No.1: Composición química de la solución nutritiva (Ferti-plust).

INGREDIENTE ACTIVO	PORCENTAJE EN PESO
Nitrógeno (N)	7.28%
Potasio (K ₂ O)	14.07%
Hierro (Fe)	0.006%
Zinc (Zn)	0.002%
Azufre (S)	1.31%
Molibdeno (Mo)	Trazas
Fosforo (P ₂ O ₅)	8.21%
Magnesio (Mg)	0.086%
Cobre (Cu)	0.001%
Manganeso (Mn)	0.075%
Boro (B)	0.02%
Calcio (Ca)	0.029%

2.5 VARIABLES A EVALUAR

- A) Peso fresco en gr.
- B) Peso seco en gr.
- C) Longitud de tallo en cm
- D) Área foliar en cm²
- E) Numero de hojas
- F) Fotosíntesis
- G) Clorofila total mg/g
- H) Densidad estomática

PESO FRESCO

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 peso en una balanza analítica, 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 colocarán en bolsas de papel para secarlos en la estufa a 65° C por 72 hs y pesar nuevamente.

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

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 que se midió del largo y ancho de cada hoja a una escala en cm².

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 realizo el 15 de septiembre de 2009 a las 12:54:23" hrs, día soleado sin nubosidad donde se medirá la asimilación de CO₂ de la hoja más joven de una rama de cada tratamiento, capturando una hoja por cada repetición de los tratamientos en campo experimental (invernadero).

CLOROFILA TOTAL

En esta se tomaron tres repeticiones de cada tratamiento, para luego tomar 2.5gr de muestra y ponerla en acetona en el refrigerador durante 24hr. Después se macera en una solución de acetona-agua al 80% v/v filtrando luego a través de un embudo buchner con papel filtro Whatman, la misma solución del filtrado se lee la absorbancia con un espectofometro a una lectura (642.5nm y 660nm).

DENSIDAD ESTOMATICA

Para la densidad estomática se tomaron tres repeticiones al azar por tratamiento teniendo en total 36 muestras. En cada planta se tomaron impresiones foliares en el haz de la hoja totalmente expandida con orientación hacia el oriente utilizando cemento PVC común transparente. El cemento en forma liquida se aplicó sobre la superficie foliar y se dejó secar. La muestra se extrajo con un trozo de cinta adhesiva transparente, la cual se adhiere posteriormente sobre un portaobjetos de vidrio y se realizó la observación al microscopio en el Laboratorio de Citogenética ubicado en el Departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN.

En cada impresión foliar se realizaron conteos de estomas en 3 campos en el microscopio con un aumento de 40 X.

Para calcular la densidad estomática, después de hacer el conteo de estomas en 3 campos, se utiliza una fórmula que consiste en dividir el promedio del número de estomas observados entre el área plano del objetivo del microscopio (0.049 mm) obteniéndose de esta forma la densidad estomática para cada tratamiento.

2.6 ANALISIS ESTADISTICO

Para la evaluación de los parámetros, se realizó 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 usará el modelo siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable observada

μ = media general

T_i = efecto de tratamiento

E_{ij} = error experimental

$i = 1, 2, \dots n$ tratamientos

$j = 1, 2, \dots n$ repeticiones

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

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 ANALISIS 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.

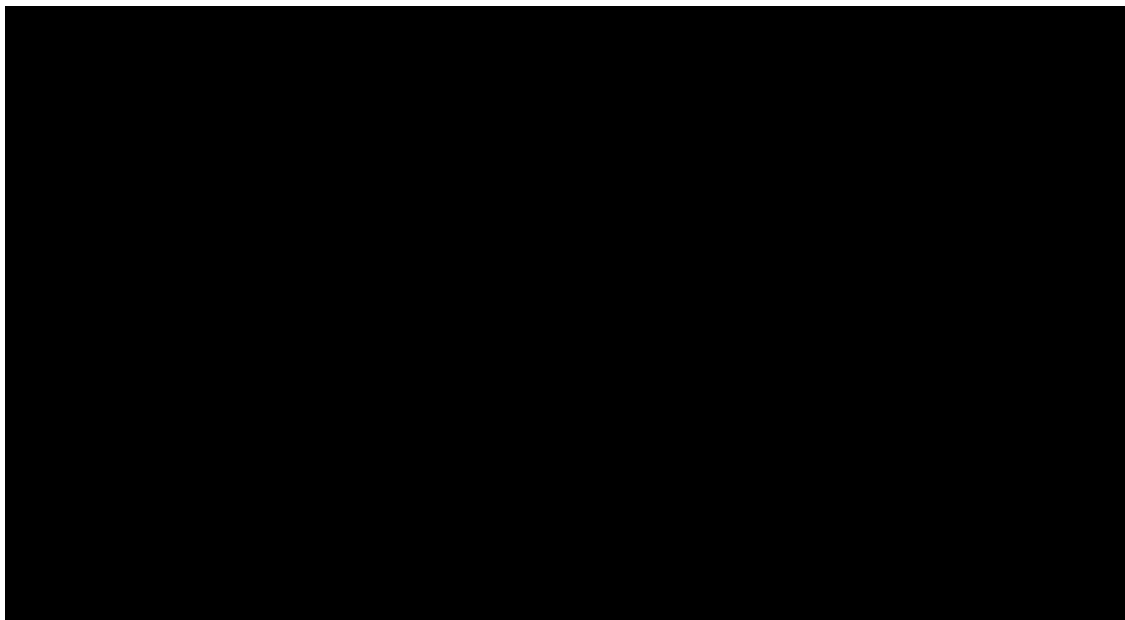
3.1.1 PESO FRESCO

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 T1 (testigo) es superado por el T2 de la solución nutritiva con 157.875, y en donde el T3 y T4 muestra diferencia significativa superando el T3 al T4 con 139.562.

CUADRO No.1: Comparación de medias de peso fresco (g.) del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*)

NO.	TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO EN (g)	GRUPO
1	Control 1 (sin aplicación)	156.562	A
2	Control 2 solución nutritiva	157.875	A
3	FeSO ₄	139.562	A
4	FeSO ₄	127.887	A

FIGURA No.1: Comparación de medias de peso fresco (g) del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*)



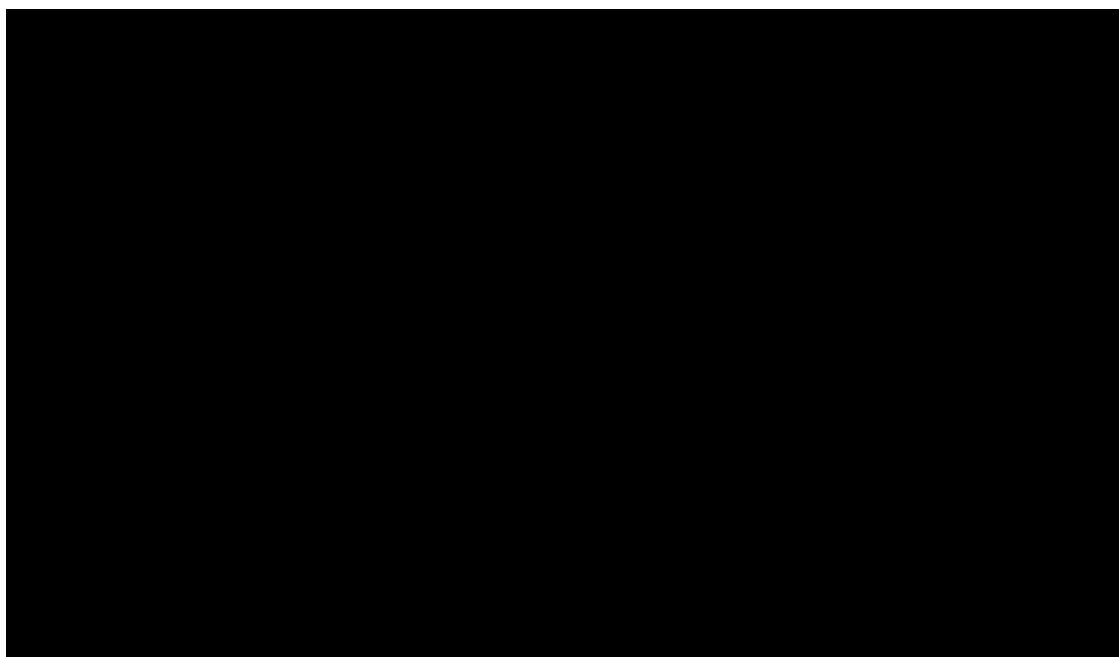
3.1.2 PESO SECO

El análisis de varianza para la variable del peso seco los resultados del ANVA indican efecto no significativo entre los tratamientos, al realizar la comparación de medias nos muestra que el T4 FeSO₄ es superado por el T3 con 68.474998.

CUADRO No.2: Comparación de medias de peso seco en (g) del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*)

No.	TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO EN (g)	GRUPO
1	Control 1 (sin aplicación)	72.893753	A
2	Control 2 solución nutritiva	74.375000	A
3	FeSO ₄	68.474998	A
4	FeSO ₄	63.812500	A

FIGURA No.2: Comparación de medias de peso seco (g) del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*)



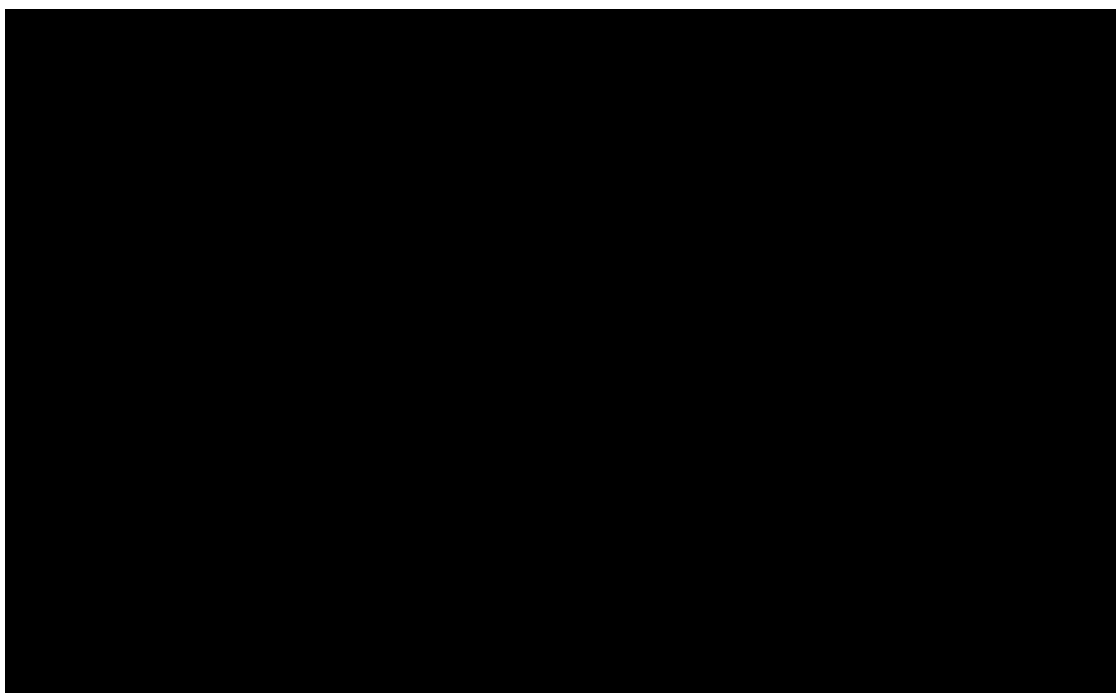
3.1.3 LONGITUD DE TALLO

La variable de longitud de tallo los resultados que arrojo el ANVA no indican diferencias significativas, al hacer comparaciones entre medias de las soluciones nos indican que el T3 (FeSO₄) fue superado por el T4(FeSO₄) con 1328.299927 y de tal forma el T1 (testigo) es superado al igual que el T2 de la solución nutritiva.

CUADRO No.3: Comparación de medias de longitud de tallo en (cm) del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).

NO.	TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO EN (cm)	GRUPO
1	Control 1 (sin aplicación)	1306.666626	A
2	Control 2 solución nutritiva	1208.666626	A
3	FeSO ₄	1316.666626	A
4	FeSO ₄	1328.299927	A

FIGURA No.3: Comparación de medias de longitud de tallo (cm) del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).



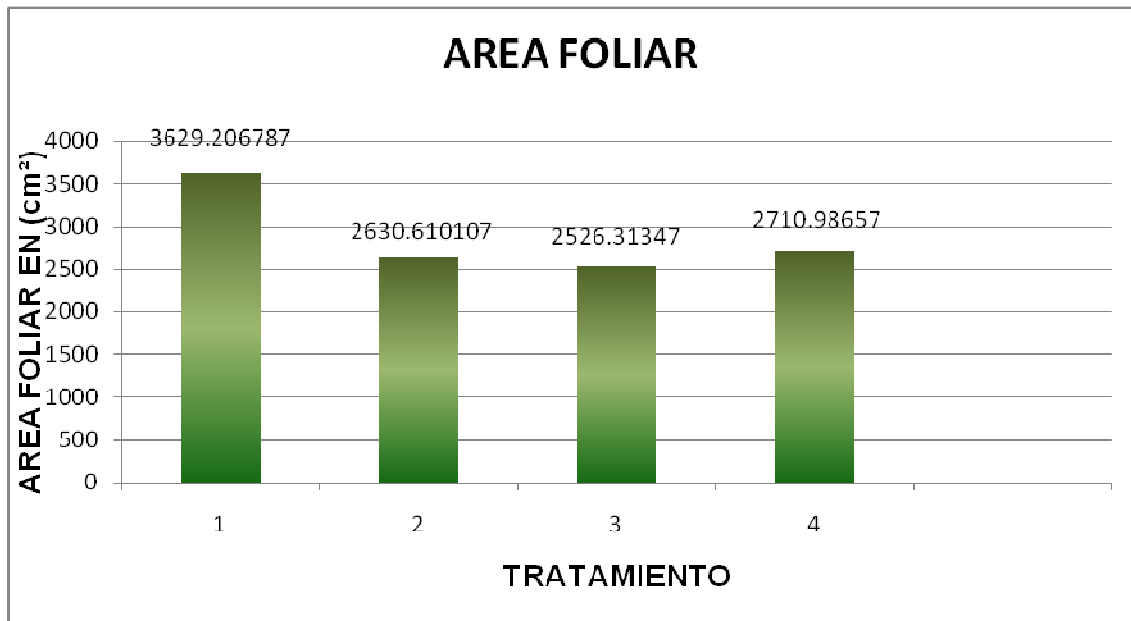
3.1.4 AREA FOLIAR

De acuerdo al analisis de varianza para la variable de area foliar de los resultados del ANVA no se encontró diferencias significativas, pero al hacer la comparación de medias nos muestra que el T1 (testigo) supero a los tratamientos de FeSO₄ con 3629.206787, y el T3 y T4, el T3 es superado por T4 FeSO₄ con 2710.986572.

CUADRO No 4: Comparación de medias de área foliar en cm² del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*)

NO.	TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO EN (cm ²)	GRUPO
1	Control 1 (sin aplicación)	3629.206787	A
2	Control 2 solución nutritiva	2630.610107	A
3	FeSO ₄	2526.313477	A
4	FeSO ₄	2710.986572	A

FIGURA No 4: Comparación de medias de área foliar en (cm²) del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*)



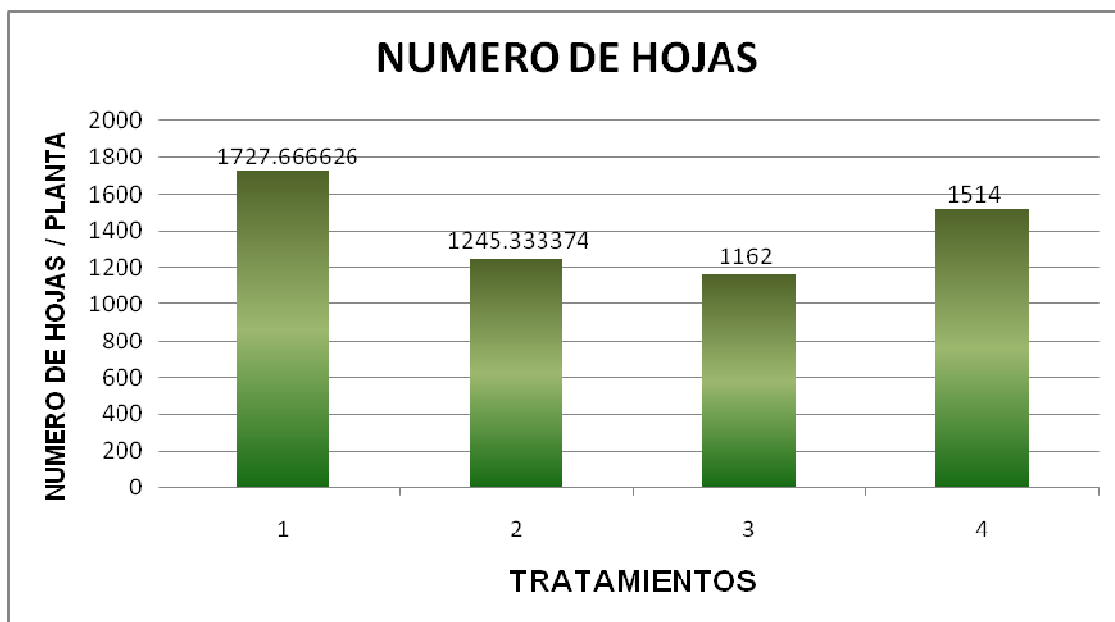
3.1.5 NUMERO DE HOJAS

De acuerdo a los resultados del ANVA no encontró diferencias significativas entre los tratamientos, haciendo la comparación de medias nos muestra que el T1(testigo) supera a los tratamientos, sin embargo el T4 FeSO₄ supera al T3 y al T2 de la solución nutritiva con 1514.000000.

CUADRO No.5: Comparación de medias de numero de hojas del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).

NO.	TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO No. HOJAS	GRUPO
1	Control 1 (sin aplicación)	1727.666626	A
2	Control 2 solución nutritiva	1245.333374	A
3	FeSO ₄	1162.000000	A
4	FeSO ₄	1514.000000	A

FIGURA No.5: Comparación de medias de numero de hojas del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).



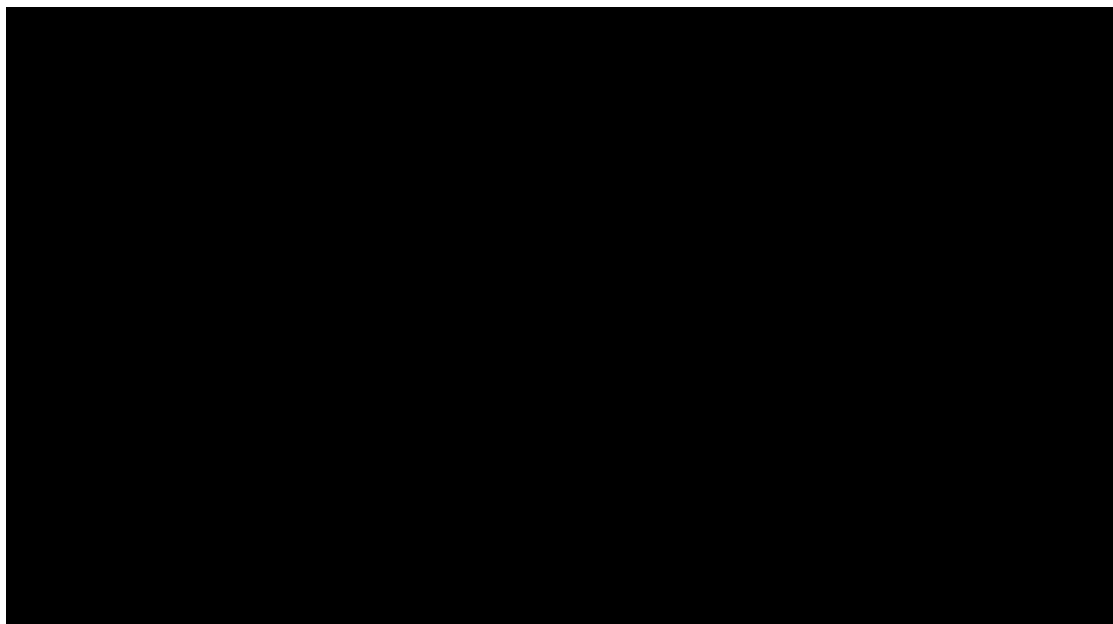
3.1.6 FOTOSINTESIS

Para esta variable el ANVA indican no significativo entre los tratamientos, sin embargo al hacer la comparación de medias vemos que el T3 y T4 del FeSO₄ supera al T1 y T2, donde T3 supera a todos con 35.000000 al igual supera también al T1(testigo).

CUADRO No.6: Comparación de medias de la fotosíntesis, la cantidad de CO₂ asimilada por el área foliar unitaria (mol m⁻² s⁻¹). del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).

NO.	TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO	GRUPO
1	Control 1 (sin aplicación)	15.533334	A
2	Control 2 solución nutritiva	23.066668	A
3	FeSO ₄	35.000000	A
4	FeSO ₄	24.066666	A

FIGURA No.6: Comparación de medias de la fotosíntesis del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).



3.1.7 CLOROFILA TOTAL

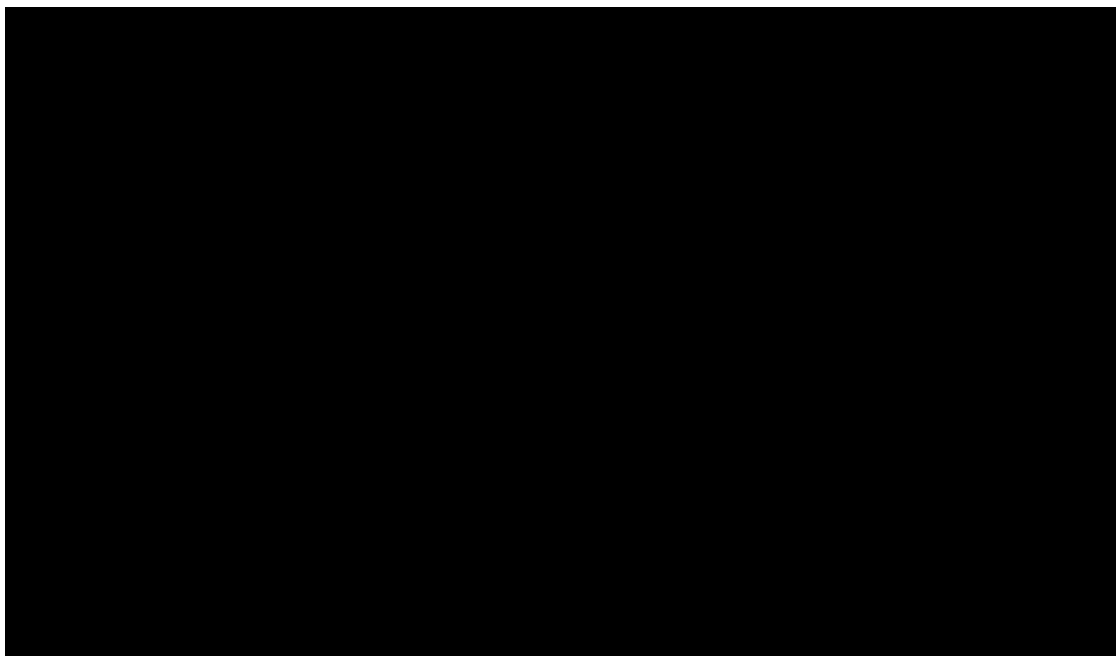
Los resultados del ANVA para esta variable nos muestra un nivel de significancia de 0.5 y 0.1 entre los tratamientos, este se refleja en el T2 que supera a todos los tratamientos con 1.3742, y el T4 es superado por T3 con 0.9003, nos indica buen resultado en T2 de la solución nutritiva, al igual que el T3 de FeSO₄.

CUADRO No.7: Comparación de medias de la clorofila en (mg/g) del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*). Nivel de significancia = 0.1

NO.	TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO EN (mg/g)	GRUPO
1	Control 1 (sin aplicación)	0.6720	B
2	Control 2 solución nutritiva	1.3742	A
3	FeSO ₄	0.9003	AB
4	FeSO ₄	0.8677	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. = 18.86 %

FIGURA No.7: Comparación de medias de la clorofila en (mg/g) del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*)



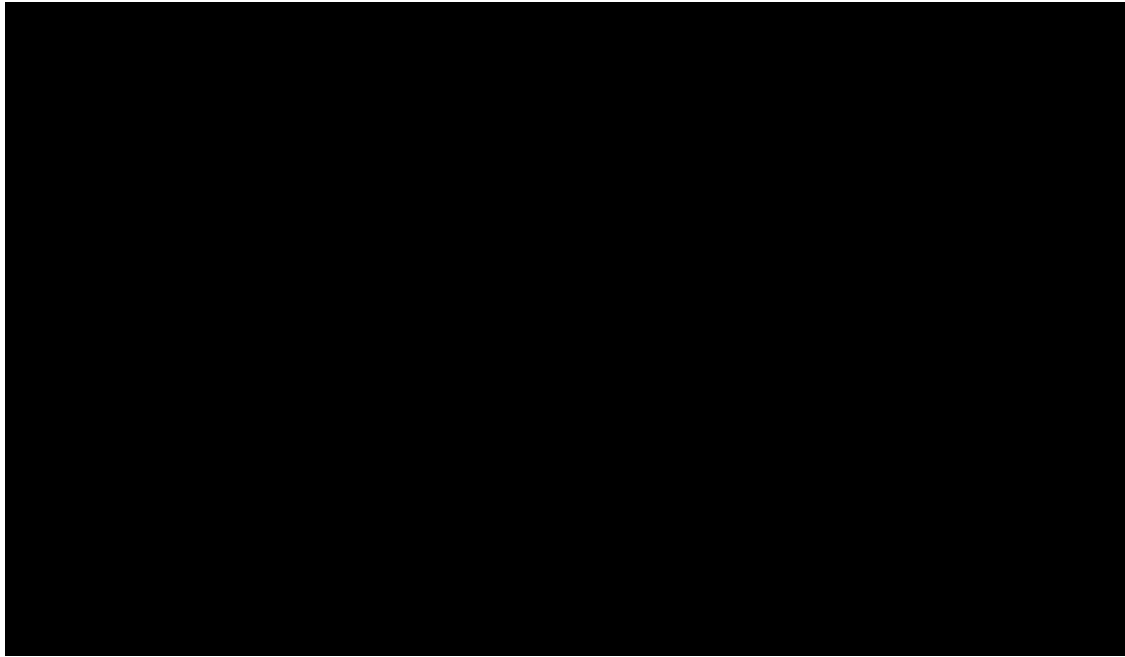
3.1.8 DENSIDAD ESTOMATICA

Para la variable de la densidad estomática, el ANVA nos que no hay diferencia significativa entre tratamientos sin embargo el T4 FeSO₄ supera al T3 FeSO₄ con 82.074806 y también vemos reflejado en el T1 (testigo) y T2 solución nutritiva donde fueron superados por este mismo tratamiento.

CUADRO No.8: Comparación de medias de la densidad estomática del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*)

NO.	TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO	GRUPO
1	Control 1 (sin aplicación)	80.265266	A
2	Control 2 solución nutritiva	74.564568	A
3	FeSO ₄	60.537369	A
4	FeSO ₄	82.074806	A

FIGURA No.8: Comparación de medias de la densidad estomática del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).



CAPITULO IV

CONCLUSIONES

- El tratamiento a base de solución nutritiva tuvo mayor peso fresco y seco total, En la variable de area foliar y numero de hojas, se reflejo mejor en T1 sin aplicación. Sin embargo al hacer la comparación de T3 y T4, el T3 es superado por T4.
- En el T2 de la solución nutritiva la clorofila obtuvo el doble que el testigo con un nivel de significancia de 0.5 y 0.1
- El uso de diferentes concentraciones de sulfato ferroso (FeSO_4) respondió muy bien, donde aumento considerablemente a la fotosíntesis con menor concentración de sulfato ferroso FeSO_4 y para la densidad estomatica con la de mayor concentración de sulfato ferroso FeSO_4 .
- El uso de sulfato ferroso FeSO_4 modifica favorablemente la producción de biomasa del oregano mexicano (*Lippia graveolens*), siendo el T4 1.0 gr/L FeSO_4 de mayor concentración fue la mejor.

RECOMENDACIONES

El trabajo presentado en esta investigación nos proporciona información de gran utilidad ya que lo que se busca es tomar buenas decisiones para la producción del cultivo usando diferentes tipos de tratamientos, para poder obtener el costo beneficio (c/b) para el cultivar de la planta.

El tratamiento que dio mejores resultados fue el tratamiento cuatro el de mayor concentración de sulfato ferroso, por el cual se recomienda continuar con diferentes concentraciones para mejores resultados en un futuro.

LITERATURA CITADA

Berlanga, R.C.A,Villavicencio G. Martínez B, Cano P. 2004,Vegetación asociada al orégano *lippia graveolens* (HBK) y sus características dasonómicas en algunas comunidades de Coahuila.

Cavazos, 1991, El orégano como un alternativa de producción agrícola sustentable para las zonas áridas y semiáridas, CIRENA, Folleto de productores No. 11, Saltaices Chihuahua, México, Nov.1999

Garnica,2004 Respuesta al estrés de Plántulas de trigo(*Triticum aestivum* L) y Lechuga (*Lactuca sativa* L.) originadas de semillas irradiadas con laser de baja intensidad. Tesis de Licenciatura UAAAN- Saltillo México

Lopez Ríos, 1991, Topicos especiales Bioquímica de plantas UACH, Mexico

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

Mengel, K. And E.A. Kirkby. 1979. Principles of Plant Nutrition. Second ed. Inteernational 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.

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

Pierce A, 1999. Practical guide to natural medicines. The American Pharmaceutical Association. A Stonesong Press Book. William Morrow and Company, Inc. New York. p 728.

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, Salas de Chihuahua, México.

Silva, V.R. 2004. El orégano. Los nuevos caminos de la agricultura. Folleto técnico CIRENA, Salas de 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.

Vernin G, Lageot C, Gaydou E, Parkanyi C. Analysis of the essential oil of *Lippia graveolens* HBK from El Salvador. Flavour Fragrance J. 2001; 16 (3): 219-226.

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

Benavides, 1999, Estimación del índice estomático y la frecuencia estomática en 4 variedades de ajo (*allium sativum*)

<http://www.herbario.com.br/dataherb%20rev%20disc%20univ%204/indiceestomato.htm>

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

AGROPEC, 2002,potasio

<http://www.agropecstar.com/portal/doctos/agronomia5.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/investigacion/difusion/memorias-V/Mart%EDnezRocha.pdf>

SAGPYA, 2004,
<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/00/agricultura/otros/aromaticas/Oregano/index.php>

INBIO1997, Instituto Nacional de Biodiversidad
<http://www.inbio.ac.cr/bims/k03/p13/c045/o0138/f01348/q009160/s029338.htm>

Huerta, Carlos. 2005. OREGANO MEXICANO: ORO VEGETAL.
<Http://www.maph49.goleon.com/biodiv2/oregano.html>

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

La calidad de los quelatos de **hierro** en el mercado nacional.
www.infoagro.com/abonos/quelatos.asp

NUTRICION DE HIERO EN PLANTAS

www.smart-fertilizer.com/index2.

ANEXOS

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

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	4968.0	1656.0	2.0693	0.126
ERROR	28	22407.5625	800.270081		
TOTAL	31	27375.562500			

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

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	544.609375	181.536453	0.5441	0.660
ERROR	28	9341.515625	333.625549		
TOTAL	31	9886.125000			

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

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	2721.00	9070.00	0.578	0.980
ERROR	8	1255486.00	156935.75		
TOTAL	31	1282696.00			

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

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	2331120.0	777040.0	1.2049	0.369
ERROR	8	5159280.0	644910.0		
TOTAL	11	7490400.0			

CUADRO A. 5: Análisis de varianza de numero de hojas del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	600980.00	200326.671875	1.1155	0.399
ERROR	8	1436644.00	179580.50		
TOTAL	11	2037624.00			

CUADRO A. 6: Análisis de varianza de la fotosíntesis del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	578.596680	192.865555	2.8713	0.103
ERROR	8	5337.359863	67.169983		
TOTAL	11	1115.956543			

CUADRO A.7: Análisis de varianza de la clorofila del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	0.799256	0.266419	8.2370	0.008
ERROR	8	0.258755	0.032344		
TOTAL	11	1.058011			

CUADRO A.8: Análisis de varianza de la densidad estomática del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	856.492188	285.497406	0.4398	0.733
ERROR	8	5192.789063	649.098633		
TOTAL	11	6049.281250			

FOTO No.1: Densidad estomática
objetivo 40x, T1 (testigo)



FOTO No. 3 Densidad estomática
objetivo 40x T3 FeSO₄ (0.5g/L).

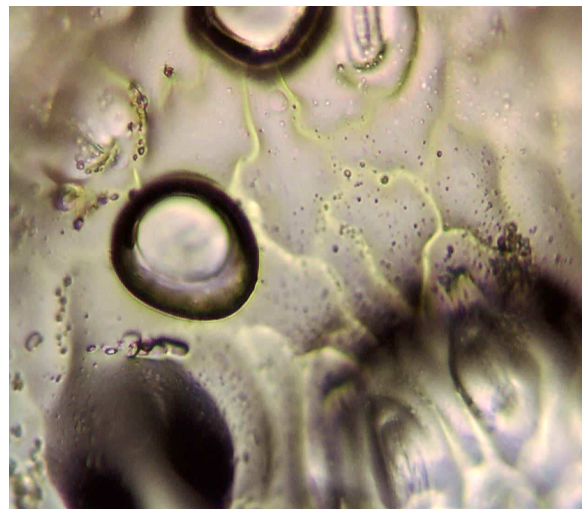


FOTO No.2: Densidad estomática
objetivo 40x, T2 solución nutritiva

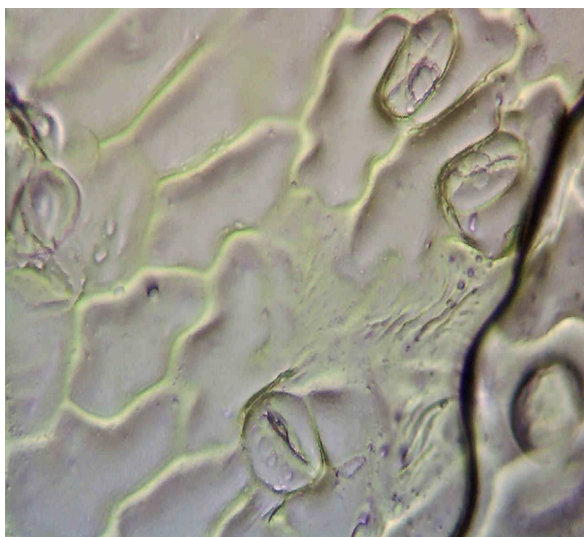


FOTO No.4: Densidad estomática
objetivo 40x, T4 FeSO₄ (1.0g/L).

