

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
departamento de horticultura**



**“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA
COMPOSICIÓN DE OREGANO MEXICANO (*LIPPIA GRAVEOLENS*) EN
INVERNADERO”**

POR:

ROSALÍA VÁSQUEZ VÁSQUEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. NOVIEMBRE DEL 2005

INDICE DE CUADROS

	Página.
Cuadro 1. Concentración de la solución Douglas modificada	12
Cuadro 2. Distribución del experimento.....	13
Cuadro 3. Calendario de control de plagas.....	15
Cuadro 4. Calendario de control de enfermedades.....	16
Cuadro 5. Efecto de diferentes dosis de nitratos en la biomasa del Orégano mexicano (<i>Lippia graveolens</i>).....	21
Cuadro 6. Acumulación de carbohidratos totales y materia orgánica en Orégano mexicano (<i>Lippia graveolens</i>), y el efecto de la aplicación de diferentes dosis de nitratos.....	22
Cuadro 7. Comparación de medias sobre el efecto de diferentes dosis de nitratos y sustratos en la densidad estomática del orégano mexicano (<i>Lippia graveolens</i>).....	23
Cuadro 8. Acumulación de minerales en las hojas del Oregano Mexicano (<i>Lippia graveolens</i>) al aplicar diferentes dosis de nitratos.....	25

INDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura 1. Contenido de carvacrol y timol en el aceite esencial del Orégano mexicano (<i>Lippia graveolens</i>).....	28
Figura 2. Contenido de carvacrol en el aceite esencial del Orégano mexicano (<i>Lippia graveolens</i>)	29
Figura 3. Contenido de timol en el aceite esencial del Orégano mexicano (<i>Lippia graveolens</i>).....	30

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	III
INDICE DE FIGURAS.....	IV
RESUMEN.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN	
Objetivo.....	3
Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	
Origen.....	4
Clasificación taxonómica.....	5
Descripción Botánica.....	5
Características ecológicas.....	5
Generalidades de los elementos.....	6
Los macronutrientes.....	6
Los micronutrientes.....	6
Generalidades de los carbohidratos.....	8
Generalidades de los estomas.....	9
Generalidades de los aceites esenciales.....	9
Composición Química de <i>Lippia graveolens</i>	10

III. MATERIALES Y METODOS

Localización geográfica del sitio experimental.....	11
Descripción de materiales.....	11
Material vegetativo.....	11
Material de campo.....	11
Solución Douglas modificada.	12
Material de laboratorio.....	12
Diseño experimental.....	12
Establecimiento del experimento.....	13
Siembra	13
Trasplante.....	14
Riegos.....	14
Labores culturales.....	15
Control fitosanitario.....	15
Variables evaluadas.....	17
Determinación de peso seco y fresco de la planta	17
Determinación de Carbohidratos totales.....	17
Determinación de materia orgánica.....	18
Determinación de minerales.....	19
Caracterización del aceite esencial.....	19
Obtención de impresiones para el estudio estomático.....	19

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
V. CONCLUSIONES	31
VI. RECOMENDACIONES.....	32
VII. LITERATURA CITADA.....	33

RESUMEN

El Orégano mexicano (*Lippia graveolens*) en los últimos años ha tomado una gran importancia por su forma de aprovechamiento ya que no solo se usa como condimento de alimentos sino también en la elaboración de cosméticos, fármacos y licores. El aceite esencial del orégano es un potente fungostático, además un excelente agente antibacterial. Por su volumen de producción México, Grecia y Turquía, son los mejores exportadores a nivel mundial.

El presente trabajo de investigación se realizó en el invernadero de la Dirección de investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; con el objetivo de evaluar el efecto del nivel de nitrato en la solución nutritiva sobre el crecimiento y calidad del Orégano Mexicano (*Lippia graveolens*). Se inició con la siembra de semillas el 15 de Septiembre del 2004 en charolas de poliestireno, aplicando riegos con soluciones Douglas hasta llegar a trasplantar el 12 de Noviembre del 2004 en macetas de 10 litros dando riegos posteriores con soluciones nutritivas, se trabajaron con 3 tratamientos a diferentes concentraciones de nitratos por tratamiento y dos sustratos diferentes: (A) peatmoss 100 % y (B) peatmoss 75% + perlita 15%, donde T1 = 300 ppm, el T2 = 900 ppm, y el T3 = 600 ppm de NO_3 (testigo) . Se utilizó un diseño completamente al azar con la prueba de comparación de medias de Fisher ($P=0.05$) utilizando el programa de Statistica, con 12 repeticiones por tratamiento, cada maceta representó una repetición teniendo de esta forma 72 unidades experimentales.

A los 6 meses de trasplante se evaluó la biomasa fresca y seca de las plantas, carbohidratos totales, materia orgánica, contenido de carvacrol y timol en los aceites esenciales y acumulación de minerales en las hojas (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn y B). Con el uso de 300 ppm de NO_3 se tuvo mayor peso fresco aéreo y peso seco total y aumentó la densidad estomática al igual que el contenido de carvacrol en el aceite esencial con el sustrato A, y con 600 ppm de NO_3 con el sustrato B. con la aplicación de diferentes dosis de nitrato en la solución nutritiva y de diferentes clases de sustrato no se modificó la producción

de carbohidratos, materia orgánica y el contenido de microelementos y macroelementos.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de las plantas como alimento ha supuesto una búsqueda desde los inicios de la humanidad de aquellas especies que resultaban comestibles de aquellas que no lo eran. 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; el aceite esencial de orégano es un potente fungostático, y un excelente agente antibacterial que ataca la mayoría de bacterias patogénicas como estreptococos, estafilococos, controla levaduras, parásitos y virus. 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.

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

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

La explotación del orégano se basa principalmente en la recolección del follaje de poblaciones silvestres que 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.

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.

Sin embargo este cultivo es susceptible de ser domesticado para su producción en un sistema de monocultivo, por lo que es necesario desarrollar un paquete tecnológico para optimizar la biomasa, el tiempo de producción, y la acumulación de compuestos bioactivos de la planta. En realidad se carece de información sobre la manifestación de los compuestos bioactivos que contiene, a raíz de diferentes patrones de luz, temperatura, sustratos, y sobre todo la fertilización.

Dentro de la nutrición el nitrógeno es uno de los macroelementos de mayor importancia por lo que las plantas lo asimilan en forma de nitratos, el cuál se requiere para el crecimiento y desarrollo de las plantas, de tal forma que si un cultivo tiene los macro y micronutrientes necesarios para una buena nutrición se obtiene un mayor crecimiento y mejores respuestas en calidad y volumen.

Objetivo

Evaluar el efecto del nivel de nitrato en la solución nutritiva sobre el crecimiento y calidad del Orégano Mexicano (*Lippia graveolens*).

Hipótesis

La aplicación de diferentes dosis de nitratos tendrá efecto sobre el crecimiento y la composición de los aceites esenciales del orégano mexicano (*Lippia graveolens*)

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del cultivo (orégano mexicano *Lippia graveolens*)

Origen

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).

El orégano comprende varias especies de plantas que son utilizadas con fines culinarios, siendo las más comunes el *Origanum vulgare*, nativo de Europa, y el *Lippia graveolens*, originario de México, (Pierce, 1999) Siendo todas ellas silvestres, se distribuyen en casi todos los estados de la Republica, pero fundamentalmente en las regiones áridas y semiáridas, ocupando una superficie aproximada de 35.5 millones de Has (Maldonado, 1998). Silva (2004) aporta referencias de que la distribución silvestre del orégano mexicano es en Guerrero, San Luis Potosí, Puebla, Hidalgo, Zacatecas, Chihuahua, Oaxaca, Coahuila, Durango, Nuevo León, Sonora, México Tamaulipas, Puebla y Yucatán.

Dentro de la clasificación del orégano se han identificado 11 especies de oréganos pertenecientes a 4 familias y 9 géneros. Tan solo en México existen 6 especies de la familia Labiatae, 3 especies de la familia Compositae, 1 especie de la familia Leguminoseae (Quintero, 1991).

Clasificación taxonómica

El orégano mexicano (*Lippia graveolens*) es un especie que pertenece al reino plantae, Filo: magnoliophyta, clase: magnoliopsida, Orden: Lamiales, Familia: Verbenaceae, Género: *Lippia*, Especie: *graveolens* (INBio, 1997).

Descripción Botánica

Es una planta perenne de dimensiones variadas, el tallo es ramificado de consistencia leñosa, las ramas usualmente son redondeadas en el ápice, alcanza una altura de 30 a 90 cm, que puede variar hasta 2.5 m teniendo como diámetro de cobertura de 52 cm. Sus hojas son enteras o poco dentadas, opuestas, densamente pubescentes con una longitud variable de 1.5 a 3.5 cm. Posee flores hermafroditas pequeñas de 3 a 6 cm, sésiles, tubulares de color blanco o amarillo agrupadas en racimos. El fruto es una cápsula pubescente que tiene 0.47 mm guarda 4 semillas de color café con un ancho de 0.8 mm y con un largo de 1.7 mm, de forma oval, en un gramo hay de 20000 a 30000 semillas.

El sistema radicular es modificado, con raíces laterales entre los 30 y los 80 cm (Maldonado, 1998)

Características ecológicas

Hernández, (1991) Comenta que las comunidades donde crece el orégano son principalmente de matorrales rosetófilo y submontaño, en algunos casos prosperan en partes planas, en cimas de lomas o de cerros, y a orillas de arroyos, en la cual el orégano se mezcla con algunos elementos de matorral micrófilo

como es el caso de la gobernadora (*Larrea tridentata*), e individuos aislados espinosos como el mezquite (*Prosopis glandulosa*). Así mismo García (1973), encontró que en las altitudes de 1,400 a 1,600 msnm, es donde se encuentra la mayor parte del orégano, en suelos de superficie pedregosa, delgados, fértiles, ligeramente alcalinos con pH de 7.3 a 7.6; con climas seco, semiárido y precipitaciones no mayores a los 300 mm de promedio anual en verano; con heladas que ocurren con más frecuencia de entre mediados de octubre a marzo.

Cavazos (1991) comenta que en lugares dónde crece el orégano, el suelo tiene de 5 a 35 cm de profundidad con una textura franco arenosa (50-60%), 20-30% limo, 10-25% de arcilla), el pH varía de 5.8 a 6.5, la conductividad eléctrica de 0.3 a 0.4 mmhos/cm. Mas sin embargo Arias (1991), encontró que la pendiente donde se encuentra el orégano varía del 3 a 15 % en la parte cerril, con un pH de 7.5 a 8.5.

En Coahuila, el Orégano Mexicano *Lippia graveolens* se encuentra ocupando parte del matorral rosetófilo y del matorral micrófilo, donde la colecta en poblaciones naturales se da cuando inician las primeras lluvias de verano y finaliza con la llegada de las primeras heladas, Berlanga *et al*, (2001).

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, Manganeso, 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, 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 , 2002)

Generalidades de los carbohidratos

Los carbohidratos son compuestos orgánicos que contienen aproximadamente dos átomos de Hidrógeno y uno de oxígeno por cada átomo de carbono, las plantas contienen grandes cantidades de diversos carbohidratos,

especialmente celulosa y almidón, pero también de muchos azúcares solubles y otras sustancias (Salisbury, 1988).

Se han encontrado que la concentración de sacarosa en hojas y tallos de las plantas, presentan una correlación inversa con el contenido de almidones en los tejidos. Normalmente los niveles altos de sacarosa indican mayor tasa de transporte de fotosintatos y se relacionan positivamente con la productividad (Servaites *et al.*, 1989).

Generalidades de los estomas

Las hojas presentan en la superficie epidérmica un gran número de poros microscópicos llamados estomas. La apertura de dichos poros se controla a través de los cambios en el tamaño y forma de dos células especializadas, llamadas células guarda, que flanquean la apertura estomática. Los estomas se encuentran en todas las partes aéreas de la planta, pero son más abundantes en las hojas.

Los estomas son rodeados por células subsidiarias, que no difieren en forma del resto de las células epidérmicas tabloides, siendo importantes en la regulación de la apertura del poro estomático (Esau, 1977) Dado que la epidermis y la cutícula de los órganos aéreos forman una capa continua, los estomas son las discontinuidades por donde la planta realiza la mayor parte del intercambio de O₂, CO₂, vapor de agua y otros gases (Gates, 1980)

Por su parte Willmer (1983) indica que los factores de desarrollo genético y ambientales se ven involucrados en la morfogénesis de los estomas. La disponibilidad de agua, la intensidad de la luz, la temperatura y la concentración de CO₂ se observan con frecuencia afectando la densidad estomática. En un experimento realizado en la UAAAN, en 4 variedades de ajo, con impresiones foliares en el haz y envés, utilizando la técnica de poliestireno-xilol se determinó una densidad estomática en el haz de 113.77. (Benavides, 1999)

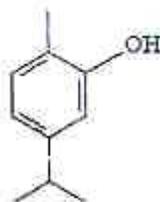
Generalidades de los aceites esenciales

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)

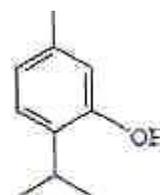
Los aceites esenciales son metabolitos secundarios de las plantas por lo que un metabolismo más activo puede asociarse con una mayor producción de aceites (Willkins 1998). Los aceites esenciales son caracterizados por su alto contenido de monoterpenos (70-87.2%) se han encontrado importantes diferencias 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).

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

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización geográfica del sitio experimental

El presente trabajo se realizó en el invernadero # 1, tipo capilla de clima templado, de la Dirección de investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se encuentra localizado entre los paralelos 25° 22' de latitud norte y los meridianos 101° 103' de longitud oeste y a una altura de 1743 msnm.

Descripción de materiales

Material vegetativo

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

Material de campo

Se utilizaron 72 macetas plásticas de color negro con una capacidad de 10 litros y 23 cm de diámetro, balanza granataria, Peatmoss (Promix), Perlita, regla, cámara fotográfica y 3 toneles de 200 L. 3 soluciones nutritivas con diferentes concentraciones de nitratos 300, 900 ppm y 600 ppm (como testigo) para cada sustrato.

Se llenaron 36 macetas con 100% de peatmoss y 36 macetas con una mezcla de peatmoss y perlita con una relación de 3:1.

CUADRO 1.- Composición de la concentración de solución Douglas modificada

Nomenclatura	Concentración de nitratos		
	300 ppm	600 ppm	900 ppm
Ca(NO ₃) ₂ 4H ₂ O	62	130	200
MgSO ₄ 7H ₂ O	5	5	5
KNO ₃	46	84.4	123
CaSO ₄ 2H ₂ O	20	20	20
CuSO ₄ 5H ₂ O	0.01	0.01	0.01
H ₃ BO ₃	0.05	0.05	0.05
Fe ₂ (SO ₄) ₃ H ₂ O	0.2	0.2	0.2
MnSO ₄ H ₂ O	0.05	0.05	0.05
H ₂ MO ₄ H ₂ O	0.0001	0.0001	0.0001
ZnSO ₄ 7H ₂ O	0.05	0.05	0.05
NaH ₂ PO ₄ H ₂ O	5	5	5

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.

Diseño experimental

Para esta investigación se utilizó un diseño completamente al azar, se trabajaron con 3 tratamientos con soluciones nutritivas Douglas modificadas enriquecidas a diferentes concentraciones de nitratos por tratamiento y dos sustratos diferentes: (A) peatmoss 100 % y (B) peatmoss 75% + perlita 15%, donde T1 = 300 ppm, el T2 = 900 ppm, y el T3 = 600 ppm de NO₃ estigo) y 12 repeticiones por tratamiento en donde cada maceta representa una repetición, teniendo de esta forma 72 unidades experimentales, los datos fueron analizados con análisis de varianza y prueba de medias de Fisher (P=0.05) utilizando el programa de Statistica.

Establecimiento del experimento

El área total ocupada para este experimento fue de 21 m², la ubicación de los tratamientos se describen a continuación en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Cuadro de distribución del experimento.

Tratamientos	Concentración de nitratos	No. repeticiones	sustrato
T1	300 ppm	12	A
		12	B
T3 (testigo)	600 ppm	12	A
		12	B
T2	900 ppm	12	A
		12	B

Sustratos: A= peatmoss 100%, B=peatmoss 75% + perlita 25%

Siembra:

Ésta investigación inició con la siembra de la semilla en 2 charolas de poliestireno de 200 cavidades, para asegurar el mayor número de plantas germinadas. La siembra se efectuó el 15 de septiembre del 2004 en forma manual, dejando caer una semilla por cavidad, a una profundidad de menos de 0.5 cm, ya que la semilla posee la característica de ser muy pequeña. Las semillas

antes de sembrarlas fueron tratadas con manitol al 8% durante 30 minutos. Se utilizó como sustrato de germinación una mezcla de peatmoss, perlita y vermiculita para la buena aireación del sustrato.

Después de la germinación en un sistema de camas flotantes se fueron haciendo observaciones continuas de germinación de la semilla. Conforme fueron emergiendo las plantas, tomando en cuenta los riegos necesarios en dos diferentes modalidades, 2 semanas con agua corriente y la tercera semana con una solución Douglas, hasta que la raíz alcanzara un tamaño adecuado para ser trasplantada.

Trasplante

Una vez alcanzada la altura adecuada, el trasplante se realizó el 12 de Noviembre del 2004, en macetas de 10 L.

Lo que respecta al primer tratamiento las 36 macetas fueron llenadas con sustrato A peatmoss (100%) al igual que en el segundo tratamiento las 36 macetas fueron llenadas con una mezcla de peatmos (75%) y perlita (25%) sustrato B. El sustrato fue previamente humedecido con agua corriente.

Las macetas se colocaron a una distancia de 0.7 m entre hileras y de 0.3 m entre plantas

Riegos

Para dar los riegos necesarios, se prepararon las diferentes soluciones nutritivas de Douglas modificadas en toneles de 200 L con 100 L de agua en el tonel, se agregaron los macroelementos previamente pesados para cada dosis, y posteriormente, de una solución madre se tomó la cantidad correcta de micro elementos aforando con agua los 200 L en el tonel.

Para el primer riego de trasplante, inicialmente se midió el pH y la conductividad eléctrica, manteniendo un pH de 5.5 a 6.5 y una CE de 2.2 a 4.5 mmhos/cm. El 12 de Noviembre del 2004 se realizó el primer riego con solución

nutritiva Douglas modificada aplicando 1 litro por planta. Los riegos fueron poco frecuentes en los meses de Noviembre, Diciembre y Enero, regándose las macetas hasta una vez por semana por las temperaturas que no fueron altas teniendo de esta forma alta humedad relativa dentro del invernadero.

Conforme fue creciendo la planta los riegos fueron abundantes en los meses de Abril y Mayo, teniendo aplicaciones cada tercer día, principalmente en estos meses aumentaron las temperaturas diurnas.

LABORES CULTURALES

Control fitosanitario:

A continuación se muestran las diferentes plagas y enfermedades que se presentaron durante el periodo del experimento.

Cuadro 3. Calendario de aplicación de productos químicos para el control de plagas.

Fecha de aplicación	Dosis	Producto químico	control	Forma de aplicación	Observaciones
22 -Nov-04	3 ml/L	Gusathión	Gusano trozador (<i>Agrotis spp</i>)	Aplicación al suelo	Antes del trasplante
20-Ene-04	2ml/L	Kobidin (Imidacloprid)	Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Aplicación via foliar	Después del trasplante

Cuadro 4. Calendario de aplicación de productos químicos para el control de enfermedades

Fecha de aplicación	Dosis	Producto químico	Control	Forma de Aplicación	Observaciones
21-Oct-04	1.5 g/L	Captán	Prevención de enfermedades	Aplicación foliar y Suelo	Las aplicaciones posteriores se hicieron cada 15 días como prevención, dejando de aplicar en el trasplante
7-Marzo-04	1 mL/L	Bio mix ca (Calcio foliar)	Marchitamiento apical	Aplicación foliar	Las aplicaciones posteriores se hicieron cada 15 días
7-Marzo-04	05 g/L	Oxi sandoz (Oxido cuproso)	Marchitamiento apical	Aplicación foliar y Suelo	como prevención durante un mes.

Variables evaluadas

Biomasa:

Peso seco y fresco de la planta: Se tomaron dos plantas al azar por tratamiento, tomando el peso fresco de la parte aérea y raíz, posteriormente se pasó a secar en la estufa a una temperatura de 60 ° C, una vez obteniendo el peso seco se procedió a pesar las muestras en una balanza analítica.

Carbohidratos totales: Para la determinación de esta variable, el 26 de Abril del 2005 se tomaron dos plantas al azar por tratamiento en la cual se hicieron cortes pequeños de hojas, se pesó en una balanza analítica 1 gramo de muestra fresca finamente picada. Posteriormente se depositaron en un dedal que va dentro del sifón de un extractor Soxhlet y a su vez a un matraz bola de fondo plano de 250 mL de capacidad previamente puesto a peso constante. Cada matraz se identificó con un número y se le añadieron 200 mL de alcohol etílico al 80 % v/v.

Se conectó el extractor Soxhlet al refrigerante, se encendieron las mantas de calentamiento para llevar a cabo el reflujo del material durante 10 horas, transcurridas estas horas se evaporó el alcohol de los carbohidratos totales que son extraídos y concentrados en el matraz, hasta obtener el residuo de carbohidratos. Posteriormente se colocaron los matraces en la estufa a 80° C durante 24 horas, después se dejaron enfriar durante 30 minutos en el desecador y luego se pesaron en una balanza analítica, el proceso de pesada se llevó a cabo varias veces hasta obtener el peso constante. La concentración de carbohidratos se determinó por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Carbohidratos totales} = \left[\frac{(PCMC - PCMS)}{GMH} \right] \times 100$$

Donde:

PCMC =Peso constante del matraz, más carbohidratos.

PCMS = Peso constante del matraz solo

GMH = Gramos de muestra húmeda

Materia Orgánica: Se pesaron en la balanza analítica 0.5 gramos de muestra fresca a base de hojas finamente picada y se colocaron en un crisol de porcelana, previamente puesto a peso constante, se marcó cada crisol para identificar las muestras.

Cada crisol se colocó dentro de la mufla a una temperatura de 470° C, una vez teniendo la temperatura constante por 1 hora y se sacaron los crisoles para dejarlos enfriar durante una hora en el desecador. Se pesaron los crisoles con cenizas, después con una diferencia del peso del crisol, se calculó el % de materia orgánica mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Materia orgánica} = \left[\frac{(B - A)}{P} \right] \times 100$$

Donde:

A= peso del crisol en gramos.

B= peso del crisol más las cenizas obtenidas en gramos

P= peso de la muestra en gramos.

Determinación de minerales: La determinación de minerales se logró mediante un análisis en laboratorios del PATRONATO PARA LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA DEL ESTADO DE COAHUILA.

Se tomaron 2 plantas al azar por tratamiento y sustrato considerando hojas secas que fueron puestas a secar en la estufa a una temperatura de 60 °C en el laboratorio de fisiología vegetal del departamento de Horticultura, se enviaron las muestras previamente identificadas al laboratorio que se encuentra ubicado en Arteaga Coahuila para la determinación del contenido de minerales del Orégano Mexicano (*Lippia graveolens*).

Obtención del aceite esencial: Utilizando la técnica de separación por arrastre de vapor por ser una de las técnicas más sencillas, se extrajo el volumen acuoso con 14 gramos de hojas frescas de cada una de las muestras de plantas tomadas al azar por tres horas, posteriormente se separó el aceite del volumen acuoso

obtenido, tomando como referencia 150 mL de volumen y se realizó la separación con éter de petróleo al 80 % v/v.

Caracterización del aceite esencial: La determinación de carvacrol y timol, concentrados principalmente en el aceite esencial obtenido de los diferentes tratamientos, se analizó a través de un cromatógrafo de gases Hewlett-Packard modelo 890 II acoplado a un espectrómetro de masa, equipado con un inyector de 250° C, y una columna capilar HP-5 de 30 m de largo y 0.25mm de diámetro, empleándose Helio como gas acarreador con un ritmo de flujo de 1 mL min⁻¹, se empleó un programa de temperatura en el equipo iniciándose el proceso a 60° C durante 5 minutos, gradualmente incrementándose a razón de 4° C min⁻¹. hasta 160° C y terminar a 240° C a razón de 15° C min⁻¹. El inyector se mantuvo a 280° C. Las muestras se prepararon diluyendo el aceite en 1:100 (V/V) con éter dietílico, inyectándose un volumen final de 1.0 ML de la muestra diluida.

Obtención de impresiones para el estudio estomático: La toma de muestras se realizó el 12 de Mayo del 2004, en donde se eligieron 2 plantas al azar por tratamiento con 2 repeticiones de cada uno, en dos sustratos diferentes teniendo en total 24 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 líquida 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.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Biomasa

Para la variable biomasa, los resultados del ANVA indican efecto no significativo para el factor nitratos mas sin embargo al realizar la comparación de medias por la prueba de Fisher ($P=0.05$), el peso fresco aéreo (PFA) es modificado con diferencia significativa entre el T1 y T2, superando el T1 con 7.69 al T2 y de esta forma el T3 (testigo) también es superado.

Para el peso seco de la raíz (PSR) el T1 se muestra como el mejor de los tratamientos superando al T2 con 0.98 de igual forma para el peso seco total (PST), el T1 sigue superando al T2 con 3.34, en ambos casos el T3 (testigo) fue superado por el T2, para las demás variables no se mostró diferencia significativa (Cuadro 5). Esto coincide con lo mencionado por (González, 2002) quien determinó en tomate bola y saladette que la mayor acumulación de biomasa fresca y seca se encuentra en un rango de 350 y 550 ppm de NO_3 .

Para el factor sustratos no se encontró diferencia significativa ya que todos los tratamientos se comportaron estadísticamente iguales al testigo (cuadro 5) aunque numéricamente se observa que el peatmoss supera al peatmoss + perlita.

Cuadro 5. Comparación de medias sobre el efecto de diferentes dosis de nitratos en la biomasa del Orégano mexicano (*Lippia graveolens*)

FACTOR	VARIABLE					
	PESO FRESCO AEREO (PFA)	PESO SECO AEREO (PSA)	PESO FRESCO RAIZ (PFR)	PESO SECO RAIZ (PSR)	PESO FRESCO TOTAL (PFT)	PESO SECO TOTAL (PST)
NO ₃						
T1	20.76 a*	6.60 a	9.35 a	2.66 a	30.11 a	9.27 a
T3	16.96 ab	5.62 a	7.99 a	2.08 ab	24.95 a	7.70 ab
T2	13.07 b	4.25 a	6.18 a	1.68 b	19.25 a	5.93 b
SUSTRATO						
A	17.44 a	5.55 a	8.32 a	2.21 a	25.75 a	7.77 a
B	16.42 a	5.43 a	7.37 a	2.06 a	23.79 a	7.50 a

* Medias representadas con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Fisher (P=0.05), A=peatmoss 100%, B= peatmoss 75 % + perlita 25%.

Carbohidratos totales

Para la variable carbohidratos totales el ANVA indican efecto no significativo para el factor nitratos y al realizar la comparación de medias con la prueba de Fisher (P=0.05) se observó que estadísticamente los datos son iguales pero numéricamente diferentes, el T2 (cuadro 6) se mostró con el mayor número con una diferencia de 1.08 en comparación con el T3 (Testigo) González, 2002 encontró que en la fruta de tomate la mayor disponibilidad de nitrato en la solución nutritiva no disminuyó la concentración de carbohidratos. Así como los valores altos de nitrato en la solución nutritiva incrementan el contenido de aminoácidos y disminuyen el de sacarosa en *Beta vulgaris* (Winzer et al 1996)

Para el factor sustratos, el comportamiento no fue significativo, numéricamente la comparación de medias son diferentes reflejándose en el sustrato B una diferencia de 3.11 con respecto al sustrato A

Materia orgánica

De acuerdo al ANVA para el factor nitratos y sustratos no hubo diferencia significativa y al realizar la comparación de medias con la prueba de Fisher (P= 0.05), se muestra en el (cuadro 6) que numéricamente son diferentes en donde el T2 supera al T3 y T1. por lo que se observa que el contenido de materia orgánica en el Orégano mexicano no está dado por el contenido de nitratos que pueda haber en la solución.

Cuadro 6. Acumulación de carbohidratos totales y materia orgánica en Orégano mexicano (*Lippia graveolens*), después de la aplicación de diferentes dosis de -- nitratos

FACTOR	VARIABLE	
	CARBOHIDRATOS TOTALES	MATERIA ORGÁNICA (M.O)
NO3		
T1	11.97 a*	89.91 a
T3	13.05 a	89.75 a
T2	14.13 a	90.34 a
SUSTRATO		
A	11.49 a	90.26 a
B	14.60 a	89.74 a

*Medias representadas con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Fisher (P=0.05), A=peatmoss 100%, B= peatmoss 75% + perlita 25%

Densidad estomática

Para la variable densidad estomática, el ANVA indica efecto no significativo para el factor nitratos y sustratos, y al realizar la comparación de medias se observa que hay una diferencia del T1 en relación al testigo.

Garnica en el 2004 no encontró diferencia significativa en plántulas de trigo originadas de semillas irradiadas con láser de baja intensidad, mas sin embargo en semillas tratadas con cloruro de sodio se observó diferencias marcadas en el haz.

Cuadro 7. Comparación de medias sobre el efecto de diferentes dosis de nitratos y sustratos en la densidad estomática del orégano mexicano (*Lippia graveolens*)

FACTOR	VARIABLE
	DENSIDAD ESTOMÁTICA
NO3	
T1	162.93 a*
T3	147.66 a
T2	140.87 a
SUSTRATO	
A	153.88 a
B	147.09 a

*Medias representadas con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Fisher (P=0.05), A=peatmoss 100%, B= peatmoss 75% + perlita 25%

Minerales

De acuerdo al análisis de varianza se encontró que no existe diferencia significativa para los tratamientos, tampoco para los sustratos empleados A (peatmoss 100%) y B (peatmoss 75% + perlita 25%), y al hacer la comparación de medias con la prueba de Fisher (P=0.05) los resultados que se muestran en el (cuadro 8) indican que no hay un efecto marcado en la concentración de minerales, ya que los elementos se comportaron de la misma manera, aunque podemos definir de que el Calcio (Ca) y Potasio (K) tienden a incrementar su contenido de minerales a una elevada concentración de nitratos, en sustratos el comportamiento fue de forma similar. Esto no concuerda con Silvino, 2004 quien encontró diferencias significativas en el contenido de Calcio en partes foliares de *Agave tequilana*.

Para Nitrógeno (**N**), Fosforo (**P**) y Azufre(**S**) su comportamiento ante el incremento de nivel de nitrato, fue negativo, el N principalmente se muestra en mayor cantidad con el T1 en comparación con el T3 y T2.

Esto no coincide con González, (2002) quien encontró en 2 variedades de tomate; diferencias significativas en tejidos foliares ya que la concentración

de N total en los tejidos aumentó en conformidad con la disponibilidad del nitrato en la solución nutritiva.

El magnesio es el elemento que tuvo una respuesta cuadrática con respecto a su contenido, en ambos tratamientos se comportó de la misma forma no habiendo ningún cambio, esto concuerda con Silvino, 2004 quien no encontró diferencias significativas aplicando diferentes soluciones a excepción del calcio.

El Hierro (Fe), Cobre (Cu), Manganeseo (Mn), Zinc (Zn), Boro (B), su comportamiento fue de la misma forma ya que el contenido de nitratos en la solución no se ve reflejado en la composición de minerales.

Con la prueba de medias de Fisher ($P=0.1$) el Boro tuvo significancia altamente significativa, entre tratamientos, en donde con el incremento de nitratos aumenta el contenido de boro en la hojas, siendo el mejor de los tratamientos el T2 con 900 ppm de nitratos seguido del T1 y T3.

González, 2002 encontró que no hubo diferencias significativas entre tratamientos al aplicar diferentes dosis de nitratos en diferentes tejidos de tomate, a diferencia del Zn, que se concentró más en la fruta a una solución de 350 ppm de nitratos en cambio el hierro se concentró más entre 350 y 550 ppm de nitratos.

Cuadro 8. Acumulación de minerales en las hojas del Orégano Mexicano (*Lippia graveolens*) al aplicar diferentes dosis de nitratos.

FACTOR		VARIABLE									
NO₃	Mg %	Ca %	K %	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm	B ppm	N %	P %	S %
T1	0.35 a*	2.62 a	2.46 a	375.50 a	288.75 a	511.50 a	57.50 a	104.56 a	3.78 a	0.38 a	0.37 a
T3	0.35 a	2.76 a	2.46 a	375.75 a	288.00 a	558.75 a	59.50 a	90.98 a	3.63 a	0.36 a	0.34 a
T2	0.35 a	2.81 a	2.61 a	352.00 a	291.50 a	608.50 a	57.25 a	116.16 a	3.77 a	0.38 a	0.35 a
SUSTRATO											
A	0.35 a	2.75 a	2.35 a	372.33 a	281.83 a	534.00 a	57.67 a	79.07 a	3.75 a	0.37 a	0.36 a
B	0.34 a	2.72 a	2.67 a	363.17 a	297.00 a	585.17 a	58.50 a	128.73 a	3.71 a	0.37 a	0.35 a
FACTOR		SIGNIFICANCIA									
NITRATO	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
SUSTRATO	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
INTERACCION	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S

*Medias representadas con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Fisher (P=0.05), A=peatmoss 100%, B= peatmoss 75% + perlita 25%.

Carvacrol y timol

Al hacer comparaciones en el contenido de carvacrol (Figura 2), se muestra de manera fluctuante su concentración en el aceite, en el sustrato A (peatmoss 100 %) hubo una concentración decreciente conforme fue incrementando el contenido de nitratos, encontrándose en mayor cantidad el % de carvacrol en plantas crecidas con 300 ppm de nitratos (T1), en donde se observa un efecto contrario es en las plantas crecidas con la misma concentración de nitratos pero con el sustrato B (peatmoss 75% + perlita 25%) que presentó una disminución en el % de carvacrol, haciendo comparaciones entre tratamientos, dentro del sustrato B en el T1 disminuyó el nivel de carvacrol 60.99%, siendo mejor el T3 con 83.66 seguido del T2 con 80.27 %, sin embargo con el sustrato A el T2 mostró un decremento del porcentaje de carvacrol comportándose mejor con el sustrato B, con el T3 el efecto no fue muy disparado entre sustratos, su comportamiento fue similar en el porcentaje de carvacrol.

El incremento de la concentración de nitratos tuvo un efecto diferente del carvacrol al timol, en el sustrato A el porcentaje de timol (Figura 3) fue creciendo conforme incrementaba la concentración de nitratos se observa que entre mas nitratos hay mas producción de timol, con el sustrato B el T2 fue el que mayor contenido de timol presentó con 12.43% seguido del T1 con 10.52 y T3 (Testigo) con 9.65 %.

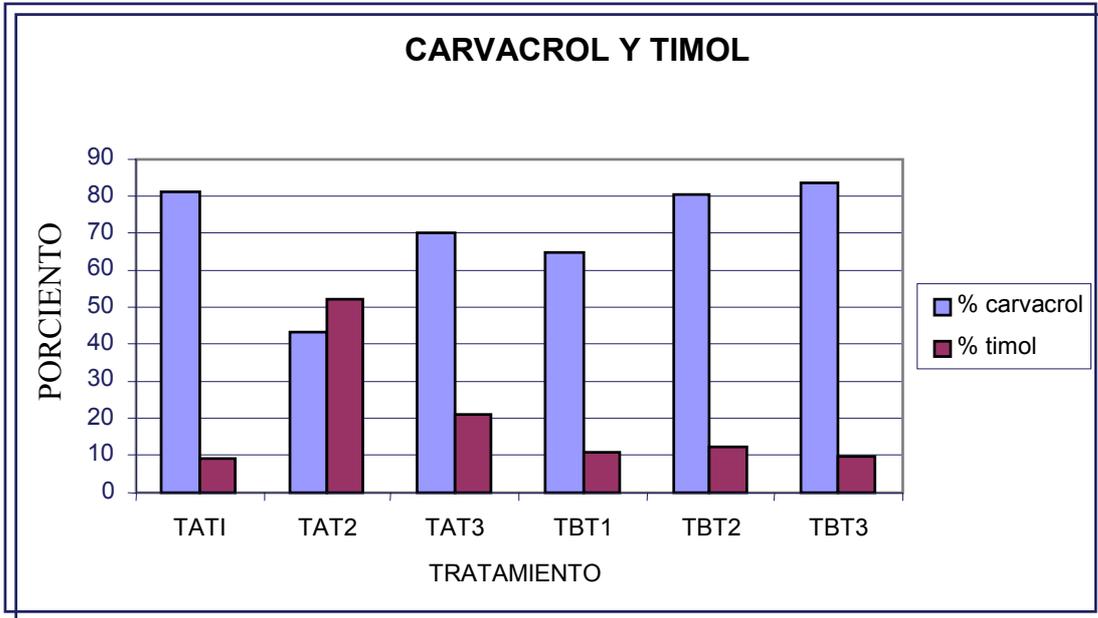
Haciendo comparaciones entre sustratos, donde se obtuvo mas contenido de timol fue con el T2 sustrato A. Esto coincide con lo comparado por (Ocampo et al, 2003) quien encontró que el contenido de fenoles totales y porcentaje de composición de carvacrol y timol en *Lippia graveolens*, varía a pesar de que el estudio es de la misma especie la cual es modificada por la localidad. La variabilidad en nuestros resultados concuerda con lo reportado por Kokkini et al, 1994, quienes mencionan que la composición química de los aceites esenciales en *Origanum vulgare* varían y dependen de la localidad, condiciones climáticas y

la estación en que las plantas fueron cosechadas, en colecciones realizadas en Agosto encontraron concentraciones del 87 % de carvacrol y 56 % de timol. Adicionalmente (Russo et al, 1998), encontró que en algunos otros casos el porcentaje de carvacrol y timol en el aceite total del *Origanum vulgare* son casi iguales.

Vernin et al .2001, obtuvieron el aceite esencial de *Lippia graveolens* HBK por hidrodestilación encontrando como componentes principales el carvacrol (71%) y timol (5%), lo que coincide con nuestros resultados en donde en general el compuesto de mayor concentración es el carvacrol.

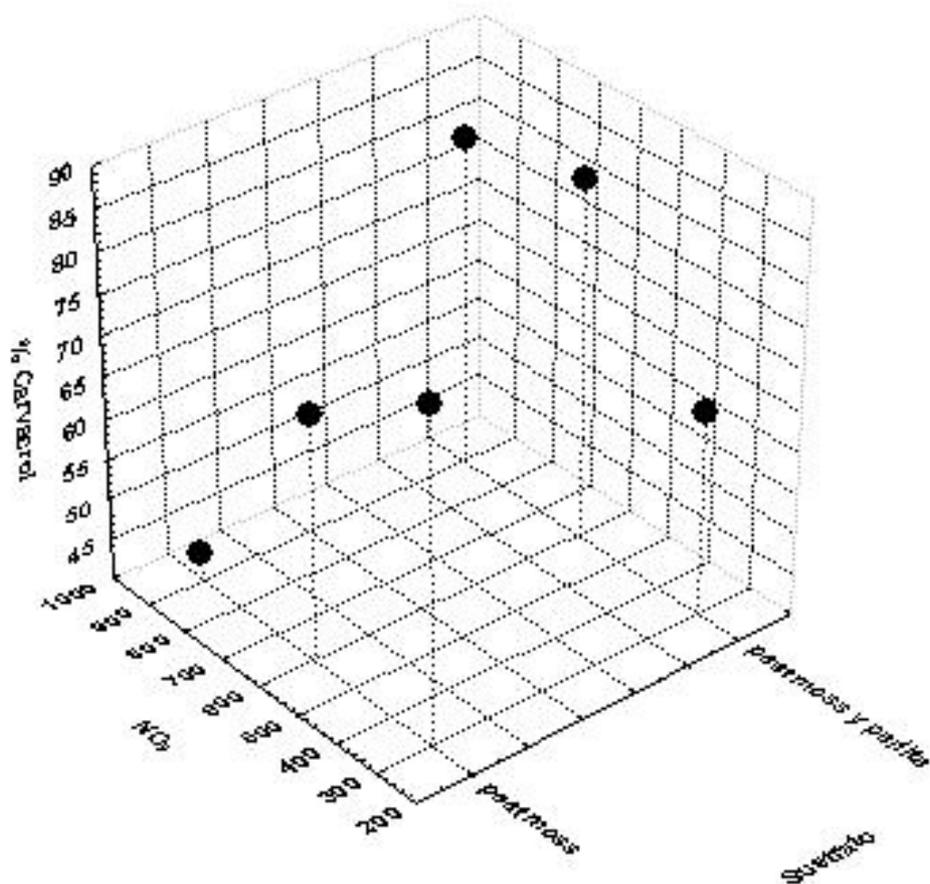
Russo, en 1998, menciona que el aceite del orégano que crece en forma silvestre se encuentra una presencia dominante de carvacrol y timol en donde el incremento en los porcentajes de timol provoca un decremento en el contenido de carvacrol, lo cual coincide con nuestra investigación ya que al aumentar el contenido de timol disminuye el carvacrol y viceversa.

Figura 1. Contenido de carvacrol y timol en el aceite esencial del orégano Mexicano (*Lippia graveolens*) bajo diferentes concentraciones de nitratos en la solución nutritiva.



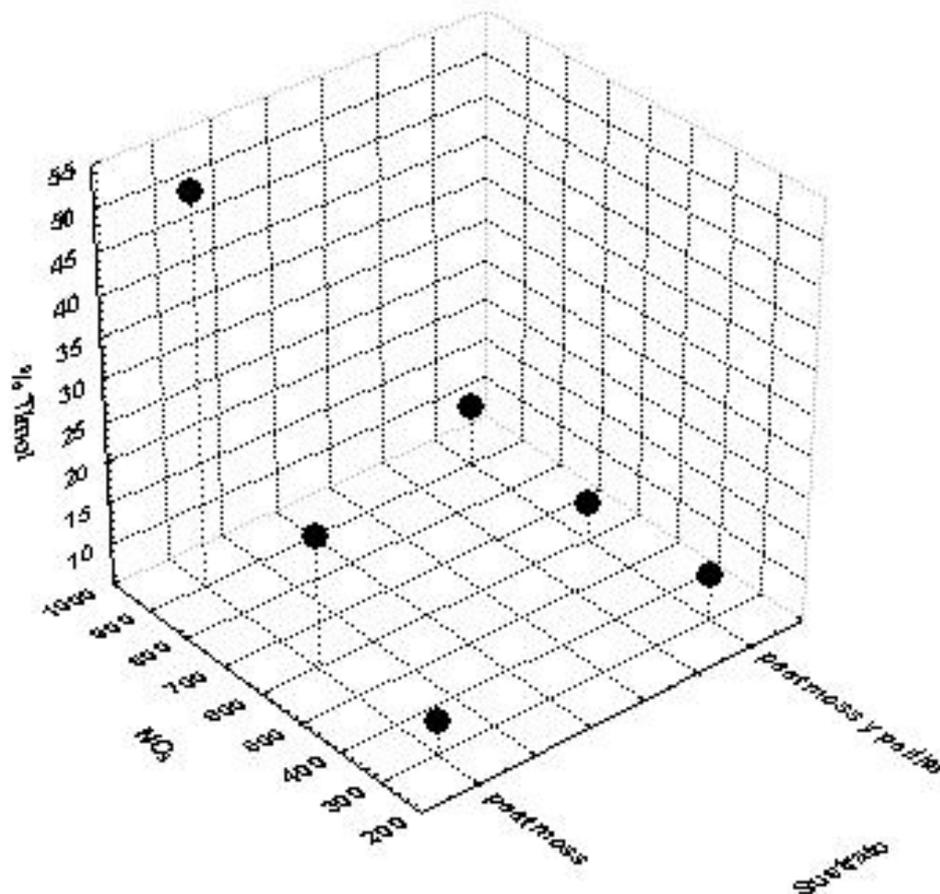
NOTA: Tratamientos: T1=300 ppm de NO₃, T2=900 ppm de NO₃, T3= 600 ppm de NO₃
Sustratos: A= peatmoss 100 % , B=peatmoss 75% + perlita 25%.

Figura 2. Contenido de carvacrol en el aceite esencial del orégano Mexicano (*Lippia graveolens*) bajo diferentes concentraciones de nitratos en la solución nutritiva.



NOTA: Tratamientos: T1=300 ppm de NO₃, T2=900 ppm de NO₃, T3= 600 ppm de NO₃
Sustratos: A= peatmoss 100 % , B=peatmoss 75% + perlita 25%.

Figura 3. Contenido de timol en el aceite esencial del Orégano Mexicano (*Lippia graveolens*) bajo diferentes concentraciones de nitratos en la solución nutritiva.



NOTA: Tratamientos: T1=300 ppm de NO₃, T2=900 ppm de NO₃, T3= 600 ppm de NO₃
 Sustratos: A= peatmoss 100 %, B=peatmoss 75% + perlita 25%

V. CONCLUSIONES

- Con el uso de 300 ppm de NO₃ se tuvo mayor peso fresco aéreo y peso seco total y aumentó considerablemente la densidad

estomática. Al igual que el contenido de carvacrol en el aceite esencial con el sustrato A, y con 600 ppm de NO₃ con el sustrato B.

- El uso de diferentes dosis de nitrato en la solución nutritiva y de diferentes clases de sustrato no modificó la producción de carbohidratos y materia orgánica.
- En relación al contenido de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) y micronutrientes (Fe, Cu, Mn, Zn, y B) en las hojas, el contenido de los elementos no es modificado por el nivel de nitrato en la solución nutritiva.

RECOMENDACIONES

Las plantas que se utilizaron se sembraron fuera de la época adecuada para el desarrollo del cultivo. Las plantas se vieron afectadas por las bajas temperaturas nocturnas, a partir del trasplante su crecimiento fue muy lento en

comparación con lo normalmente observado en el ciclo de primavera–verano realizando trasplantes en mayo.

Se recomienda hacer pruebas de manejo de siembra y cosecha en diferentes ciclos para hacer comparaciones de productividad y calidad.

LITERATURA CITADA

AGROPEC, 2002,potasio

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

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

Benavides, 1999, Estimación del índice estomático y la frecuencia estomática en 4 variedades de ajo (*Allium sativum*)
http://www.herbario.com.br/dataherb%20_rev_disc_univ_2_4/indiceestomalho.htm

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 una alternativa de producción agrícola sustentable para las zonas áridas y semiáridas, CIRENA, Folleto de productores No. 11, Salinas Chihuahua, México, Nov. 1999

Esau, K. 1977. Anatomy of seed plants. John Wiley & Sons, Inc. New York.

Farquhar, G.D., P.M. Firth, R. Wetselaar, and B. Weir. 1980. On the gaseous exchange of ammonia leaves and the environment: Determination of the ammonia compensation point. *Plant Physiology* 66: 710-714. Citado por Salisbury, F.B. 1992. Fisiología vegetal, grupo Editorial iberoamérica.

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

Gates, D.M. 1980. Biophysical ecology. Springer-Verlag New York, Inc. New York.

Haiquim Haifa Química de México, S.A de C.V. 1998. La fertilización en los cultivos hortícolas con acolchado plástico.

INBIO 1997, Instituto Nacional de Biodiversidad
<http://www.inbio.ac.cr/bims/k03/p13/c045/o0138/f01348/g009160/s029338.htm>

Kokkini, S., Karousou, R. & Vokou, D. 1994. Pattern and geographic variation of *Origanum vulgare* trichomes and essential oil content in Greece. *Biochemical Systematics and ecology*, 2 pp 517-528

Lopez Ríos, 1991, Tópicos especiales Bioquímica de plantas UACH, México

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. 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.

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.

Russo M, Galletti GC, Bocchini P, Carnacini A. Essential oil chemical composition of wild populations of Italian oregano spice (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) letsweet): 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/0-0/agricultura/otros/aromaticas/Oregano/index.php>

Salisbury, F.B 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica pp.143-175

Salisbury J.1988, Botânica 2ª edición Utah State University

Salgueiro LR, Cavaleiro C, Goncalves MJ, Proenca de Cubha A, 2003. Antimicrobial activity and chemical composition of the essential oil of *Lippia graveolens* Guatemala.

Servaites,C, R. Geiges, A. Tucci and R.Fondy, 1989. Leaf carbon metabolism and metabolite level during a period of sinusoidal light. Plant Physiology-84 pp 403-408

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, Salaiques Chihuahua, México.

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

Silvino, 2004. Producción y acumulación de minerales en *Agave tequilana* Weber al aplicar inductores de resistencia y distintos balances de Na/K. Tesis de Licenciatura UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila México Noviembre 2004.

Tapia JT, 2000, El ciclo del azufre

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

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.

Willmer, 1983. *Stomat.* Editorial Mc-Grill.USA