



UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas

IDENTIFICACION Y SELECCION DE GENOTIPOS DE
OREGANO (*Lippia berlandieri* Schauer)
SOBRESALIENTES EN LA PRODUCCION DE
TIMOL Y-O CARVACROL

T E S I S

Que como requisito parcial para obtener el Grado de:
MAESTRO EN CIENCIAS EN RECURSOS NATURALES
Y MEDIO AMBIENTE EN ZONAS ARIDAS

P R E S E N T A:

RODOLFO JACINTO SOTO

Bermejillo Dgo., 11 de Enero de 2007





Enseñar la explotación
de la tierra, no la del hombre.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

UNIDAD REGIONAL UNIVERSITARIA DE ZONAS ÁRIDAS



IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE ORÉGANO
(*Lippia berlandieri* Schauer) SOBRESALIENTES EN LA PRODUCCIÓN
DE TIMOL Y/O CARVACROL

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE EN
ZONAS ÁRIDAS

PRESENTA:

RODOLFO JACINTO SOTO



11 DE ENERO DE 2007

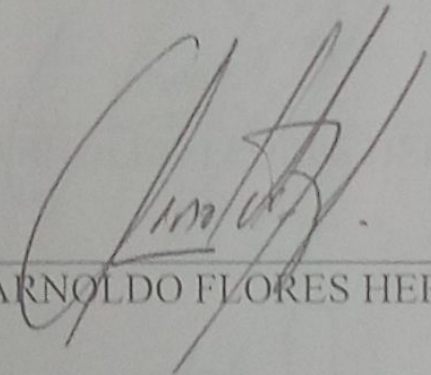
BERMEJILLO, DGO.

IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE ORÉGANO
(*Lippia berlandieri* Schauer) SOBRESALIENTES EN LA PRODUCCIÓN
DE TIMOL Y/O CARVACROL

Tesis realizada por Rodolfo Jacinto Soto bajo la dirección del Comité Asesor indicado,
aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE
EN ZONAS ÁRIDAS.

DIRECTOR:



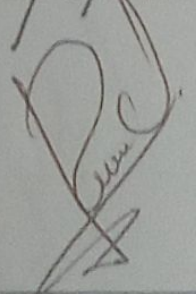
DR. ARNOLDO FLORES HERNÁNDEZ

ASESOR:



DR. RAFAEL CASTRO FRANCO

ASESOR:

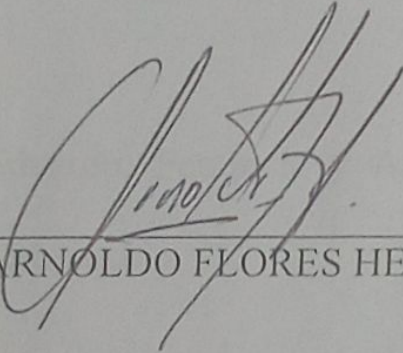


M.C. RAMÓN SILVA VÁZQUEZ

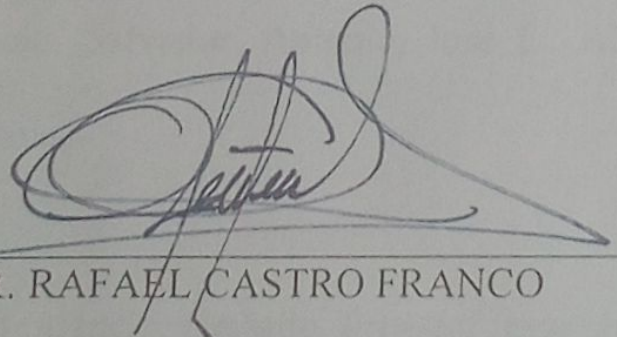
IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE ORÉGANO
(*Lippia berlandieri* Schauer) SOBRESALIENTES EN LA PRODUCCIÓN
DE TIMOL Y/O CARVACROL

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Rodolfo Jacinto Soto autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas estuvo constituido por:

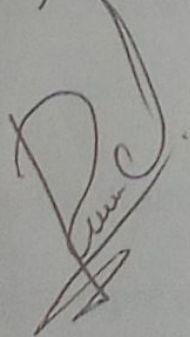
PRESIDENTE:


DR. ARNOLDO FLORES HERNÁNDEZ

ASESOR:


DR. RAFAEL CASTRO FRANCO

ASESOR:


M.C. RAMÓN SILVA VÁZQUEZ

DEDICATORIA

A ustedes que me acompañaron en los momentos difíciles que da la vida, a ustedes que día a día observaron mis logros mis logros y caídas, motivándome siempre a seguir adelante, a ustedes que me brindaron un hogar, su amor, comprensión y dedicación. Lo mejor que me brindaron fue su ejemplo de vida: luchadores incansables, gracias por hacer de mí un hombre de bien. Este trabajo es un homenaje que les brindo con mucho amor, "les doy mi corazón" queridos abuelos que en paz descansen: Sra. Catalina Morales Palacio y Sr. Francisco Soto Uribe. : .

A mis hermanos: Eduardo, Fernando y Armando, por que en la diversidad de su pensamiento me he enriquecido.

A mis tíos: Ignacio, Salvador, Antonio, José E., Alejandra, Delia. Por que de ellos aprendí muchas cosas.

A mis amigos de la infancia: Gerardo, Ernesto, Jesús, Juan Gabriel.

A Higínio Morales Silva, Cayetano Navarrete Molina y Eva A. Guerra Ávila. Por que siempre confiaron en mí y siempre estuvieron ahí.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIDAD REGIONAL UNIVERSITARIA DE ZONAS ÁRIDAS. Por brindarme la oportunidad de especializarme mediante su apoyo académico, económico, administrativo y de servicio.

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO. Por brindarme una vez más todo lo que ella contiene.

AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT). Por el apoyo económico mediante una beca para la realización de mis estudios de maestría. Con el número de registro 192916.

AL CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LOS RECURSOS NATURALES. Por brindarme sus instalaciones y el equipo necesario para la realización de la presente, así como el gran apoyo brindado por todo el personal de dirección, investigación y servicio.

A MI ASESOR M.C. RAMÓN SILVA VÁZQUEZ. Por su apoyo incondicional así como su paciencia y sapiencia durante la investigación así como en la elaboración y revisión de este trabajo, además de su confianza y amistad.

AL PhD. JESUS ARREOLA ÁVILA. Por su amistad y apoyo incondicional brindado desde licenciatura hasta hoy.

A LAS ADMINISTRACIONES REPRESENTADAS POR, M.Sc. Buenaventura Reyes Chacón, M. Sc. J. Santos Rodríguez López y M.C. Ramón Santiago Mendoza Moreno.

AL M.C. RAMÓN HERNÁNDEZ SALGADO. Por el apoyarme en la parte estadística de la presente.

AL DR. ARNOLDO FLORES HERNÁNDEZ. Por la asesoría y revisión de la presente.

AL DR. RAFAEL CASTRO FRANCO. Por la asesoría y revisión de la presente.

A TODOS LOS MAESTROS DE LA UNIDAD. Por brindarme sus conocimientos y su amistad.

AL "SEN-SEI" ING. IVO GARCÍA GUTIERREZ. Por su compañerismo, amistad, buen humor así como el apoyo que me brindo durante el postgrado.

DATOS BIOGRÁFICOS

Nombre: Rodolfo Jacinto Soto.

Lugar de origen: México, D.F.

Nivel académico:

- Ingeniero Agrónomo en Sistemas Agrícolas de Zonas Áridas en la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo en Bermejillo, Dgo. 1995-2001.
- Maestro e Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas en la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo en Bermejillo, Dgo. 2004-2005.

Experiencia laboral:

- VITAGRO, S.A. de C.V. Asesor técnico en plagas y enfermedades en hortalizas en los estados de Chihuahua, Coahuila y Durango. Contrato temporal de noviembre de 2001 a febrero de 2002.
- SPADES, A.C. (Servicio Profesionales de Asesoría y Desarrollo Social), asesor técnico encargado de actualización de plano topográfico en Caleras de la Laguna S.A. de C.V. En Torreón, Coah. Contrato temporal de marzo a julio de 2002.
- AGROKIM, S.A. de C.V. Asesor técnico en producción de plántula de jitomate en Venustiano Carranza, Mich. Contrato temporal de agosto a diciembre de 2002.
- Asesor técnico fitosanitario independiente en *Agave tequilana* Weber var. Azul. En los municipios de Michoacán con denominación de origen. De julio a diciembre de 2002.
- COBACH. (Colegio de Bachilleres) del estado de Durango plantel Nazas. Profesor de física y matemáticas. Interinato de enero a junio de 2003.
- Asesor en ventas en Laguna Agrícola Mecánica S.A. de C.V. (LAMSA-Nazas).

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
SUMMARY	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. OBJETIVO E HIPÓTESIS	12
Objetivo.....	12
Hipótesis.....	12
III. REVISIÓN DE LITERATURA	13
3.1. Etimología y denominación.	13
3.2. Origen y distribución.....	13
3.3. Clasificación del orégano.....	14
3.4. Taxonomía.....	15
3.5. Descripción botánica.....	15
3.6. Características Ecológicas.....	16
3.6.1. Clima.....	16
3.6.2. Suelos	16
3.6.3. Hábitat.....	17
3.7. Aspectos Relacionados con el Establecimiento del Orégano	18
3.8. Aprovechamiento.....	19
3.9. Usos	20

3.10. Composición química del orégano	22
3.11. Usos alternativos del orégano	22
3.11.1. Antimicrobiano	22
3.11.2. Antioxidante	23
3.11.3. En agricultura	23
3.12. Aceites esenciales del orégano.....	24
3.12.1. Aceites esenciales de <i>Lippia graveolens</i> = <i>L. berlandieri</i>	25
3.12.2. Variaciones en rendimiento y composición de aceite	25
3.12.3. Variaciones de aceite del género <i>Lippia</i>	26
3.12.4. Variaciones reportadas para el género <i>Origanum</i>	28
3.13. Obtención de los aceites esenciales del orégano.....	31
3.14. Cromatografía de gases	32
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
4.1. Ubicación del sitio experimental.....	34
4.2. Materiales	35
4.2.1. Material vegetal.....	35
4.2.2. Material utilizado en invernadero.	35
4.2.3. Material de laboratorio, equipo y reactivos.....	36
4.3. METODOLOGÍA.	38
4.3.1. Fase de invernadero.....	39
4.3.1.1. Siembra de charolas	39
4.3.1.2. Transplante.....	40
4.3.1.3. Riegos.....	40
4.3.1.4. Poda.....	41

4.3.1.5. Cosecha	41
4.3.1.6. Secado de plantas	42
4.3.2. Fase de laboratorio	42
4.3.2.1. Pesado de plantas en seco.	42
4.3.2.2. Extracción de aceite esencial	43
4.3.2.4. Análisis de la muestras de aceite.....	45
4.4. Variables evaluadas.....	45
4.4.1. Altura de las plantas.....	45
4.4.2. Materia Seca Útil (MSU).	46
4.4.3. Producción de aceite esencial.....	46
4.4.4. Calidad de los aceites esenciales.....	47
4.5. Análisis estadístico.....	47
V. RESULTADOS.....	48
5.1. Altura de genotipos.....	48
5.1.1. En etapa de plántula	48
5.1.2. En etapa de madurez fisiológica	48
5.2. Materia Seca Útil (MSU)	49
5.2.1. En etapa de plántula.	49
5.2.2. En madurez fisiológica.....	50
5.2.3. Relación entre altura y producción de materia seca útil.	51
5.2.3.1. En etapa de plántula.	51
5.2.3.2. En etapa de madurez fisiológica	52
5.3. Producción de aceite esencial (PAE) de los genotipos.....	53
5.3.1. Relación entre altura, materia seca útil y producción de aceite.	55

5.4. Calidad de los aceites esenciales.....	56
5.4.1. En etapa de plántula	56
5.4.2. En etapa de madurez fisiológica	61
5.4.2.1. Comportamiento de la concentración de los genotipos de orégano.....	65
VI. CONCLUSIONES	69
VII. LITERATURA CITADA.....	64
VIII. ANEXO.....	70

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación botánica del orégano. Según Castro (2004)	15
Cuadro 2. Permisos de aprovechamiento para el orégano en el estado de Durango.....	20
Cuadro 3. Composición química del orégano.....	22
Cuadro 4. Rendimiento y calidad de aceites esenciales de orégano. Varios autores.....	25
Cuadro 5. Componentes del orégano que determinan su calidad comercial.....	26
Cuadro 6. Materiales usados en laboratorio.....	36
Cuadro 7. Altura de los genotipos en diferentes etapas.	49
Cuadro 8. Producción de Materia Seca Útil en diferentes etapas.	50
Cuadro 9. Altura y producción de MSU en etapa de plántula	51
Cuadro 10. Altura y producción de MSU en etapa de madurez fisiológica.....	53
Cuadro 11. Producción de aceite de genotipos de orégano en etapa de madurez fisiológica.....	54
Cuadro 12. Concentración de timol y/o carvacrol de genotipos de orégano en etapa de plántula.....	59
Cuadro 13. Valores de timol y/o carvacrol de los genotipos con composición similar. .	60
Cuadro 14. Concentraciones de timol y/o carvacrol de genotipos de orégano en etapa de madurez.	62
Cuadro 15. Valores de timol y carvacrol de los genotipos en etapa de madurez.....	64
Cuadro 16. Comportamiento de la concentración de los genotipos de orégano.	66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución del orégano en la Republica Mexicana, Según Quintero y Gutiérrez (1991).	14
Figura 2. Aparato para la destilación en corriente de vapor. (Brewster <i>et al.</i> , 1970).	32
Figura 3. Ubicación geográfica del sitio donde se estableció el experimento.	34
Figura 4. Diagrama de flujo de las diferentes fases en la investigación.	38
Figura 5. Ubicación del CIRENa, Salaices, Chihuahua, México.	43
Figura 6. Extracción de aceite por hidrodestilación.	44
Figura 7. Producción de aceite esencial de genotipos de orégano.	54
Figura 8. Concentración (%) de timol y/o carvacrol de los genotipos en etapa de plántula.	57
Figura 9. Jerarquización de genotipos por calidad de aceite en etapa de plántula.	60
Figura 10. Concentración (%) de timol y/o carvacrol de genotipos de orégano en etapa de madurez.	61
Figura 11. Jerarquización de genotipos por calidad de aceite en etapa de madurez.	64

RESUMEN

IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE ORÉGANO (*Lippia berlandieri* Schauer) SOBRESALIENTES EN LA PRODUCCIÓN DE TIMOL Y/O CARVACROL

Los aceites esenciales provenientes de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) tanto silvestre como cultivado, presentan alta variabilidad en la concentración de los componentes principales (timol y/o carvacrol), lo cual repercute en su calidad. Debido a ello, esta investigación se desarrolló con el fin de identificar y seleccionar genotipos de orégano sobresalientes tanto en producción como en calidad de los aceites. Por tal motivo, se cultivaron 35 plantas individuales de orégano en condiciones homogéneas de temperatura, humedad y suelo para cuantificar tanto la producción de aceite como la concentración de los componentes principales de cada uno de ellos. La producción de aceite se evaluó en base a peso (mg), siendo el mejor genotipo X6 con 63.4 mg de aceite/g de materia seca. Mientras que la calidad de los aceites se realizó con el cromatógrafo de gases, la mejor calidad de aceite en etapa de plántula la obtuvieron los genotipos Z1 (96.96 % de timol) y B1 (82.84 % de carvacrol), en etapa de madurez fueron los genotipos F4 (99.79 % de timol) y F1 (83.92 % de carvacrol). La evaluación estadística consistió en un análisis de grupos, mediante el procedimiento de jerarquización utilizando el método del promedio.

Palabras clave: *Lippia berlandieri*, aceite esencial, timol, hidrodestilación, variabilidad, cromatógrafo de gases.

SUMMARY

IDENTIFICATION AND SELECTION OF GENOTYPES OF OREGANO (*Lippia berlandieri* Schauer) OUTSTANDING IN THE PRODUCTION OF THYMOL AND/OR CARVACROL

The essential oils coming from oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) as much wild as cultivated present high variability in the concentration of the main components (thymol & carvacrol), that which rebounds in their quality. Due to it, this investigation was developed with the purpose of to identify and to select outstanding oregano genotypes as much in production as in quality of the oils. For such a reason, 35 plants oregano singular were cultivated in homogeneous conditions of temperature, humidity and soil to quantify the production of oil so much as the concentration of the main components of each one of them. The production of oil was evaluated based on weight (mg), being the best genotype X6 with 63.4 mg/g of dry matter. While the quality of the oils was carried out with the gas chromatography, the best quality of oil in seedling stage obtained it the genotypes Z1 (96.96 thymol %) and B1 (82.84 carvacrol %), and in stage of maturity they were the genotypes F4 (99.79 thymol %) and F1 (83.92 carvacrol %). The statistical evaluation consisted on an analysis of groups, by means of the jerk procedure using the method of the average.

INDEX WORDS: *Lippia berlandieri*, essential oil, thymol, hidrodistilled, variability, gas chromatography.

I. INTRODUCCIÓN

México ha participado durante una década con 35 ó 40 % de la producción mundial en el mercado internacional, lo que lo ubica como el principal productor de esta especia. El segundo lugar lo ocupa Turquía con el 30% y el tercer lugar Grecia, con el 22.5% aproximadamente. El comercio del orégano mexicano se realiza principalmente con Estados Unidos, al cual se exporta alrededor del 85% de la producción nacional; el 10% va al mercado doméstico y el 5% a países europeos y asiáticos. La aceptación del orégano mexicano se explica por su calidad, expresada en su gran poder saborizante. Otros países productores son : Israel, Francia, Marruecos, Albania, República Dominicana, Canadá, Egipto, España, Chile, Perú, Argentina, entre otros (CONABIO, 2005, SAGPyA, 2005). En virtud de la importante participación de México en la producción mundial (30 y 40 % aproximadamente) y en la creciente demanda del producto en el mercado internacional, en nuestro país se esta realizando una explotación intensiva de esta planta, pues como lo señala la CONABIO (2005), de la producción que se extrae anualmente, la mitad son reguladas por dependencias oficiales, mientras que la otra mitad se extrae de forma clandestina. En lo referente a la regulación oficial, la SEMARNAT en el estado de Durango, señalo que aprobó un volumen para el año 2000 de 201.30 toneladas, mientras que para el año 2003 fue de 2,024.78 toneladas (PRODEFOR, 2004). Por lo que se observó un incremento considerable de los permisos de aprovechamiento. Aunado a esto, debemos agregar que la fecha de corte coincide con la etapa de floración, lo que provoca una baja dispersión de la especie. Por lo que el uso irracional del recurso así como la fecha de corte están provocando una gradual desaparición de poblaciones de orégano.

Con base en lo anterior, el Centro de Investigación para los Recursos Naturales (CIReNa), desarrolló la metodología para establecer el orégano como cultivo y la extracción del aceite esencial como alternativa de producción agrícola sustentable, desde entonces algunos de los productores de Chihuahua, Durango y Coahuila lo han aceptado e introducido paulatinamente a sus parcelas (Silva, 1998). Posteriormente, el auge del orégano, ha sido favorecido por dependencias de gobierno, las cuales promovieron el establecimiento del orégano como cultivo. Algunos productores establecieron plantaciones de orégano, sin el conocimiento de la situación general del mercado, de las normas aplicables así como la falta de equipo, lo que originó que algunos de ellos fracasaran.

Por otro lado, en la actualidad ha surgido una creciente necesidad por el uso de aditivos de origen natural, debido a los efectos adversos provocados por productos sintéticos. Algunos trabajos de investigación han descrito al aceite esencial del orégano, como antimicrobiano, antioxidante y antiparasítico. La USDA (1989), menciona que el aceite esencial de orégano es procesado y exportado por España y Francia a los EE.UU. Por su parte, el Ministerio de Agricultura de Francia en 1992, estimó que en 1989 las exportaciones mundiales de aceites esenciales llegaron a 108, 664 toneladas, con un valor total de 761 millones de dólares (FAO-CEPAL, 1997). Por la creciente demanda del aceite de orégano, algunos productores y/o recolectores de esta especie, optaron por extraer el aceite esencial del orégano, con la finalidad de tener una mayor ganancia, motivados por los altos precios de venta que tiene este producto a nivel internacional. Por ejemplo, en el mercado norteamericano se cotizó de 100 a 130 dólares por litro, mientras que en el mercado asiático, se cotizó hasta 180

dólares por litro (Silva, 2005). Estos productores al ofrecer el aceite esencial a determinadas empresas, este fue adquirido a bajo precio o simplemente fue rechazado, debido a la baja calidad del mismo. Debido a las necesidades específicas de las empresas que lo requiere, en virtud de que el aceite esencial de orégano, tienen en particular dos componentes principales carvacrol y/o timol. A la fecha los productores de aceite de orégano y/o recolectores, no han podido homogeneizar la calidad de su producto, por lo que no es competitivo. Ello en parte por la variabilidad en la composición fitoquímica de los aceites esenciales, al respecto existen trabajos en *Origanum vulgare* spp., que indican que la variabilidad es originada por diversos factores como: el origen del material, medio ambiente, estación de corte, cantidad de agua suministrada e incluso cantidad de luz, aunque existe una gran controversia. En tanto que se cuenta con algunas investigaciones en orégano (*Lippia berlandieri* Schauer), realizadas por Silva y Dunford (2005), los cuales al investigar los componentes bioactivos del aceite de orégano mexicano así como el efecto de la humedad y la madurez de la planta, ellos no encontraron interacciones significativas, pero encontraron una alta variabilidad de timol y/o carvacrol en diferentes variedades de orégano. Mientras que Dunford y Silva (2005), al evaluar el efecto del estrés hídrico en el crecimiento, concentración de timol y carvacrol en orégano mexicano bajo condiciones controladas, ellos observaron que no hubo efecto significativo del agua en el contenido de timol y/o carvacrol, pero encontraron una variabilidad alta en la concentración de timol y/o carvacrol en plantas de orégano tratadas de igual manera. La investigación tuvo como objetivo identificar y seleccionar plantas de orégano sobresalientes en la producción de timol y/o carvacrol.

II. OBJETIVO E HIPÓTESIS

Objetivo

La investigación tuvo como objetivo, evaluar la cantidad y calidad de los aceites esenciales, presentes en una población de orégano con ello identificar y seleccionar genotipos superiores en la producción de carvacrol y/o timol.

Hipótesis

En plantas provenientes de una población de orégano existe variabilidad en la composición fitoquímica, por lo que hay diferencia en producción y calidad de los aceites esenciales que permiten la selección.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Etimología y denominación.

El nombre orégano proviene de la palabra griega "*Origanum*" y se deriva de dos palabras, "oros" montaña y "ganos" alegría, en alusión a la apariencia festiva que le da esta planta a las laderas de las montañas donde crece (Olivier, 1997). Según Cavazos (1991), el nombre de orégano se refiere más propiamente a un sabor que a una planta en particular ya que tiene como principio activo un aceite del tipo esencial que brinda un olor intenso muy característico, de color amarillento, cuyos componentes principales son el carvacrol y el timol.

3.2. Origen y distribución

Es una planta originaria de México, conocida con varios nombres como orégano del cerro, orégano cimarrón, orégano silvestre, orégano mexicano y mejorana (Flores, 1991). Se distribuye desde Texas a Nuevo México en los Estados Unidos, así como en México y Centro América (Correl y Johnston, 1970; Martín y Hutchins, 1981). A su vez Quintero y Gutiérrez (1991), mencionan que su distribución se encuentra en los estados de Tamaulipas, Zacatecas, Oaxaca, Coahuila, Durango, Puebla, Hidalgo, San Luís Potosí, Chihuahua, Nuevo León, Sonora, México, Yucatán y Guerrero (Figura 1). Mientras que la CONABIO (2005), menciona que las plantas de las diferentes familias de orégano mexicano se encuentran en estado silvestre, en regiones áridas y semiáridas de al menos 24 estados de la república.

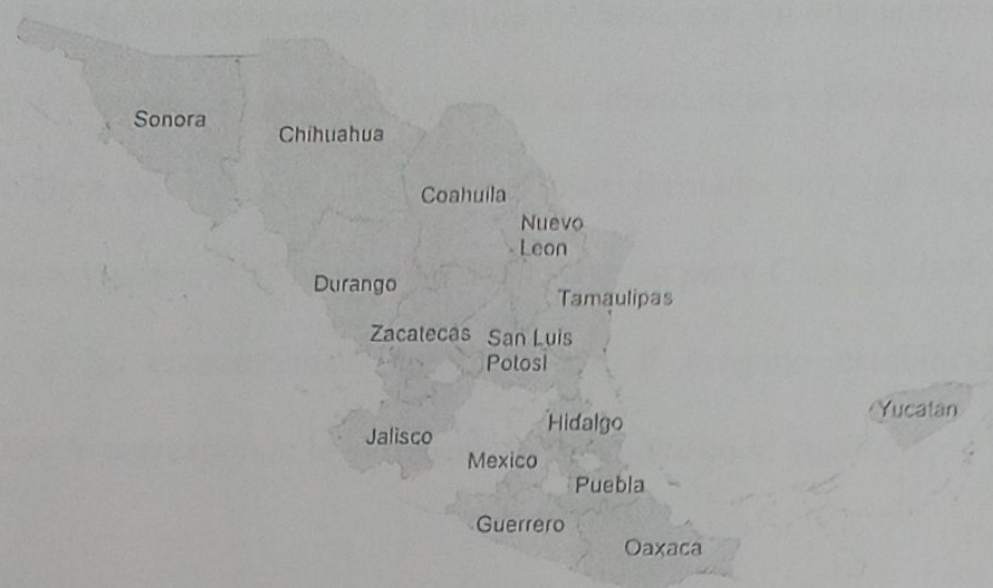


Figura 1. Distribución del orégano en la República Mexicana, Según Quintero y Gutiérrez (1991).

3.3. Clasificación del orégano

Se han identificado 11 especies de oréganos pertenecientes a cuatro familias y nueve géneros, reconociéndose principalmente por sus características morfológicas tales como: tipos de flor, la forma y la textura de las hojas, si son sésiles o pediceladas, la pubescencia y el tipo de fruto. Con base a lo anterior, se tiene que existen en México : seis especies de la familia *Lamiaceae*, tres especies de la familia *Verbenaceae*, una especie de la familia *Asteraceae*=*Compositae*, una especie de la familia *Leguminosae* (Quintero y Gutiérrez, 1991).

3.4. Taxonomía

El orégano pertenece a la familia *Verbenaceae*, en ella se encuentran los géneros *Lippia* y *Lantana*. El género *Lippia* por su abundancia y distribución es el que más se comercializa en México. Este género está formado por las especies *berlandieri*, *graveolens* y *palmeri* (Maldonado, 1991). Por su parte Castro (2004), concluye que de acuerdo a las características morfológicas, al orégano establecido en el sur de Chihuahua le corresponde la clasificación mostrada en el cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación botánica del orégano. Según Castro (2004)

REINO:	Vegetal
CATEGORIA:	Metaphyta
DIVISION:	Tracheophyta
SUBDIVISION:	Pteropsida
SUPERCLASE:	Spermathopyta
CLASE:	Angiospermas
SUBCLASE:	Dicotiledoneae
SERIE:	Gamopetalas
ORDEN:	Lamiales
FAMILIA:	Verbenaceae
GENERO:	<i>Lippia</i>
ESPECIE:	<i>berlandieri</i>

3.5. Descripción botánica

El orégano es un arbusto aromático de 0.5 a 2.0 m de altura con tallos leñosos muy ramificados de color café grisáceo, con un sistema radical muy ramificado y la mayor parte de éste entre los 30 y 60 cm de profundidad. Sus hojas son subcoriáceas, oblongas ovales o elípticas de 1.5 cm de largo por 0.5 a 1.5 de ancho, obtusas o redondeadas en el ápice, redondeadas o subcordadas en la base, dentadas, rugosas reticuladas, en la cara superior, hirsuta en la inferior, con pecíolos delgados de 2 a 20

mm de largo, pubescentes, pedúnculos axilares de 4 a 6 en los nudos extendidos pubescentes, espinas de 4 a 12 mm de largo, cálices de 2 mm de largo tetradentadas, pubescentes, corolas amarillentas o blanquecinas con manchas amarillas fragantes, con el tubo de 3 a 6 mm de largo, (Maldonado, 1991; PAIR-UNAM, 1997; Aguirre, 1999).

3.6. Características Ecológicas

3.6.1. Clima

Según Maldonado (1985), el orégano es una planta que se desarrolla en climas de tipo seco con lluvias en verano, con una temperatura media anual entre 17 y 22 °C. Los tipos de clima en que se desarrolla de acuerdo a Köppen modificado por García (1981), es: (S)C(wo) y Bshw que corresponde respectivamente a semicálidos húmedos, templados subhúmedos y secos con lluvias en verano. Por lo general las lluvias se presentan en los meses de junio a septiembre y con periodos de 5 a 8 meses de temporada seca al año (Ortega *et al.*, 1987).

3.6.2. Suelos

Generalmente se encuentra en suelos someros con profundidades que van de 7 a 15 centímetros, pobres en materia orgánica, de tipo basáltico, calizo – arcilloso o rocoso, de textura franco arenosa y franco arcillosa, con pH ligeramente ácido (Ríos, 1983; Ortega *et al.*, 1987). Por otro lado Cavazos (1991) citado por Silva (2003), comenta que los sitios en que se encuentra el orégano, el suelo presenta una

profundidad de 5 a 35 cm, una textura franco arenosa (50-60 % arena, 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. Los valores de fósforo variaron de 7 a 12 ppm y los valores de potasio variaron en un rango de 0.7 a 12 meq/100 g de suelo.

3.6.3. Hábitat

La planta crece en terrenos de origen calizo, en lomeríos, abanicos aluviales, riscos de difícil acceso, llanuras con alto contenido de arcilla y terrenos arenosos, encontrándosele también en terrenos de origen ígneo, tanto en suelos someros como en los profundos, creciendo más en estos últimos. El orégano se encuentra en el matorral crasirosulifolio espinoso donde se encuentran las especies como gobernadora (*Larrea tridentata*), lechuguilla (*Agave lechuguilla*) guapilla (*Agave falcata*), sotol (*Dasylirion cedrosanum*), maguey (*Agave* spp), nopal rastrero (*Opuntia rastrera*), palma (*Yucca* spp), ocotillo (*Fouqueria splendens*). En el matorral inerme parvifolio, en terrenos de origen coluvial, con suelos profundos, desarrollándose mejor en este tipo donde se encuentran las especies gobernadora (*Larrea tridentata*), ocotillo (*Fouqueria splendens*), gatuño (*Acacia* spp), tasajillo (*Opuntia leptocaulis*), cardenche (*Opuntia imbricata*), nopal rastrero (*Opuntia rastrera*), maguey (*Agave scabra*) (PAIR-UNAM, 1997; Aguirre, 1999).

3.7. Aspectos Relacionados con el Establecimiento del Orégano

Hartmann y Kester (1980), mencionan que en la propagación de las plantas, las mayores dificultades se encuentran en las semillas de árboles y arbustos de plantas silvestres o de reciente introducción al cultivo. Con frecuencia se encuentran asociados un porcentaje y una velocidad de germinación bajos. La reducción de estas características puede ser el resultado de diferencias genéticas entre especies, desarrollo incompleto de la semilla en la planta, lesiones durante la cosecha, manejo y almacenamiento inapropiado, enfermedades y envejecimiento.

Por su parte Simon *et al.*, (1989), escribieron que el orégano generalmente es transplantado al campo y cultivado bajo la luz, en suelos bien drenados por periodos que van de 3 a 6 años. Mencionan además que el estudio hortícola de éste es limitado, cosechando en campo más de 14 ton/ha en fresco o cantidades de 4 ton/ha. de peso seco obtenido de una cosecha sencilla anual de una línea comercial. En campos típicos es mucho más baja la producción que va de 1.5 a 3 ton/ha/año. Al respecto Simon (1990), comenta que el orégano puede ser cosechado varias veces al año, logrando de 2 a 6 cosecha dependiendo la localización y el uso. Para tratar de minimizar el efecto causado por la sobre explotación de la especie Ortega (1991), concluye que el cultivo de orégano se propone como una alternativa de conservación del recurso a futuro, y además se debe tratar de acercar hacia los núcleos de población, eliminando los grandes recorridos para su recolección; no queriendo decir con esto que el recurso no exista, sino que se pretende rehabilitar todas aquellas áreas deterioradas, realizando una planeación adecuada de aprovechamiento y conservación de áreas con orégano.

Silva (1998), estableció el orégano bajo cultivo como una alternativa de producción en el año de 1994, en diferentes localidades de Chihuahua, en especial con productores de la región sur del estado del citado estado, esta especie presentó buena adaptación, manifestada en una producción constante y sostenida, siendo aceptada por los productores por su rentabilidad.

3.8. Aprovechamiento

Ríos (1983), menciona que en México el orégano esta especie se utiliza a partir de poblaciones silvestres, teniendo un desarrollo incierto por lo escaso de las lluvias, aunque su producción agrícola implica la elevación de los costos de producción. Sin embargo, varios autores señalan que el cultivo del orégano es una alternativa en áreas de secano y con riego restringido, donde los rendimientos se pueden incrementar considerablemente, así como una manera eficiente de buscar la protección del recurso natural. (Valdez y Meléndez (1991); Ortega (1991); Silva (1998)).

Según Maldonado (1985), en los Estados de Jalisco, Chihuahua, Durango y Zacatecas, el método tradicional de aprovechamiento consiste en cortar los renuevos de las plantas, sobre todo aquellos que ya habían sido utilizados en años anteriores, lo que produce un daño mínimo a la planta. Al coincidir la floración con la época de corte, también son cortadas las inflorescencias, lo que trae como consecuencia una baja regeneración natural, lo que puede ocasionar una virtual desaparición de las poblaciones de orégano, ya que al no existir reemplazo de los individuos, éstos morirán por envejecimiento. La costumbre de cosecharlo en el periodo en que forma las

semillas es otro elemento de incertidumbre en su desarrollo (Ortega *et al.*, 1987). Otro método de explotación del orégano es el de la defoliación. Este se practica regionalmente en la Comarca Lagunera, aunque con menos frecuencia que el arriba mencionado, y no es recomendable porque provoca la muerte progresiva de la planta (Olhagaray, 1983).

En la mayor parte de las áreas oreganeras, las actuales prácticas de aprovechamiento están propiciando su deterioro y decrecimiento (Flores, 1991), por lo que es necesario establecer el orégano como cultivo, ya que esta demostrado que mediante un manejo adecuado, la especie puede llegar a tener una producción sostenible, la cual se incrementa notablemente comparada con la producción natural (Silva, 1998). Es importante mencionar que la SEMARNAT, para el aprovechamiento de esta especie emite permisos, los cuales presentan el volumen a extraer, para el caso de Durango se presenta en el cuadro 2, aunque ello no equivale a la extracción total ya que no se identifica la extracción ilegal.

Cuadro 2. Permisos de aprovechamiento para el orégano en el estado de Durango.

Especie	Años			Orégano (Ton)
	2000	2001	2002	
Total	201.30	235.76	1,198.33	2,024.78
				3,660.19

Fuente: PRODEFOR, 2004.

3.9. Usos

La importancia fundamental de estas especies radica en sus propiedades organolépticas, derivadas de sus atributos como saborizantes o sazonzadores de alimentos (Almeida, 1991). Por su parte Cabrera (citado por Ortega *et al.*, 1987)

menciona que el orégano es usado como condimento, antiséptico, estimulante y útil para regular el flujo menstrual. A su vez Claire (citado por Ortega, *et al*, 1987) indica que el orégano es útil en estofados, preparación de salchichas y otras carnes en conserva y como aromatizante en ensaladas, pizzas y espaguetis. Finalmente Martínez (citado por Ortega *et al*, 1987) lo describe como estimulante, emenagogo (provoca la menstruación) y como controlador del dolor de estómago y diarrea.

Flores (1991), señala que la mayoría de la gente cree que el único uso del orégano es como condimento en pozole, menudo, birria, pizzas, espagueti, etc. Sin embargo, Cabrera (1980), comenta que otro de los usos poco conocidos a pesar de ser a nivel casero, es como té, o agua de uso para la tos, padecimientos del riñón, cólicos, elaboración de infusiones para el control de la fiebre y enfermedades de las vías respiratorias. En los EEUU, Francia, Italia, y España, el orégano es industrializado, extrayéndole un aceite esencial, el cual se usa en licorería, perfumería, antirreumático, pomadas contra dermatitis, etc. La esencia tiene como componente principal el carvacrol y también el timol, alfa-pineno, p-cimeno, levogiro, terpenos, etc. En México el uso del orégano es principalmente como condimento alimenticio utilizando la materia seca e internacionalmente se emplea tanto directo como en forma de aceite en perfumería, medicina, refresquería, etc. alcanzando precios muy atractivos (Trucker y Marciarello, 1987; Ruíz, 1985 y Hernández, 1991).

3.10. Composición química del orégano

Según Pascual *et al.*, (2001), existen diversos estudios sobre la composición química del orégano, usando extractos acuosos y sus aceites esenciales. El mismo autor señala que, los aceites esenciales de especies de *Lippia* contienen limoneno, β -cariofileno, p -cimeno, canfor, linalol, alfafineno, carvacrol y timol. En tanto que, Justesen y Knuthsen (2001), identificaron flavonoides como la epigenina, luteolina, agliconas, alcoholes alifáticos, compuestos terpénicos y derivados del fenilpropano. En el cuadro 3, nos muestra la composición química de la materia seca útil del orégano y la presencia de volátiles.

Cuadro 3. Composición química del orégano.

Componente	Unidad	Componente	Unidad	Componente	Unidad
Proteína	11.7 %	Insolubles en ácido	1 %	Vitamina C	12 mg/100 g.
Grasa	6.4 %	Calcio	1.7 %	Niacina	6.2 %
Fibra cruda	11 %	Vitamina A	1010 iu/100 g.	Valor calórico	360 cal/100 g.
Carbohidratos	53.9 %	Vitamina B1	0.31	Aceites volátiles	0.15 – 0.40 %
Cenizas totales	9 %	Vitamina B2	0.41	Taninos	0.8 %

Fuente: Silva, 1998.

3.11. Usos alternativos del orégano

3.11.1. Antimicrobiano

Kim *et al.*, (1995), estudiaron la actividad antibacteriana de 11 aceites esenciales, además de carvacrol y timol, que son los principales componentes del aceite esencial del orégano. La actividad antimicrobiana fue probada en medio de cultivo, contra cinco microorganismos contaminantes de alimentos y demostraron que el carvacrol, el citral y el geraniol, presentan una potente actividad bactericida. Por su

parte Álvarez (1999), describió el efecto antimicrobiano del orégano de la región de Chihuahua contra bacterias relacionadas con la seguridad de los alimentos (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella typhimorium*). En tanto que Davidson (1997), menciona que la actividad antimicrobiana del orégano ha sido atribuida a los terpenos carvacrol y timol contenidos en sus aceites esenciales.

3.11.2. Antioxidante

Yanishlieva *et al.*, (1999), estudiaron los efectos antioxidantes de dos de los principales componentes del orégano, timol y carvacrol, concluyendo que el timol tiene una actividad más alta como antioxidante en grasas de origen vegetal que en animal. El timol es un antioxidante más potente que el carvacrol, debido a que ésta último tiene un mayor impedimento estérico en su grupo fenólico. En otro estudio realizado por Milos *et al.*, (2000) aislaron catorce agliconas volátiles provenientes del orégano, dichos compuestos tuvieron una alta capacidad antioxidante en manteca, durante un periodo de almacenamiento de tres meses. En el 2001 Abadía y Roozen, estudiaron el efecto antioxidante de un extracto etanólico de orégano en la oxidación de aderezos para ensaladas, encontrando que bajo condiciones extremas de almacenamiento (40 a 60 °C), inhibían la oxidación.

3.11.3. En agricultura

Por su actividad antiparasítica contra insectos, ácaros, hongos, bacterias, nemátodos y plagas que atacan granos almacenados y contra *Musca domestica*. Los

usos potenciales en agricultura del aceite de orégano son altamente promisorios (Isman, 2000, Prates *et al.*, 1998).

3.12. Aceites esenciales del orégano

Los aceites esenciales o esencias vegetales, resultan de los principios odoríficos que se encuentran en diversas partes de la planta y que comunican, a los órganos que los contienen, olores particulares, generalmente muy gratos, como los perfumes de las flores (Gola *et al.*, 1965 citado por López, 1989). Además son mezclas líquidas de compuestos orgánicos (se han identificado más de 500), altamente volátiles y aromáticos, definidos como lípidos por ser inmiscibles en agua, pero que se diferencian porque no dejan mancha sobre el papel (Font Quer, 1979; citado por López, 1989). Por su parte Wagner (2003), menciona que, en un aceite esencial pueden encontrarse hidrocarburos alicíclicos y aromáticos, así como sus derivados oxigenados (alcoholes, aldehídos, cetonas y ésteres), sustancias azufradas y nitrogenadas. Los compuestos más frecuentes se derivan del ácido mevalónico y se les clasifica en monoterpenoides y sesquiterpenoides. Mientras que López (1989), indica que, los aceites esenciales, se distribuyen en diversas partes de la planta (flores, hojas, frutos y hasta en raíces o toda la planta, variando en cada porción la concentración y composición química, así como de especie a especie, de acuerdo a la época, el lugar geográfico o pequeños cambios genéticos en la planta.

3.12.1. Aceites esenciales de *Lippia graveolens* = *L. berlandieri*.

Varios investigadores en diferentes años, han realizado estudios sobre el rendimiento y calidad del aceite esencial de *L. berlandieri* S., como lo muestra el Cuadro 4.

Cuadro 4. Rendimiento y calidad de aceites esenciales de orégano. Varios autores.

Variable	Rhyu (1979)	Martínez (1987)	Sánchez <i>et al.</i> , (1991)	Norma AFNOR*
Contenido de agua (%)	--	18.12	7.81	10
Cenizas totales (%)	--	--	8.44	10
Rendimiento en aceites (%)	--	2.25	4.31	1.8
Gravedad específica**	--	0.88	0.90	0.911 – 0.954
Índice de refracción***	--	1.48	1.49	1.49 – 0.151
Contenido de timol (%)	24.53	6.02	17.73	30 – 75
Contenido de carvacrol (%)	26.91	2.73	7.24	62 – 71

*Especificaciones químicas para la hoja de orégano *Origanum vulgare* L. Association Francaise de Normalisation, (1982). Citado por Sánchez *et al.* 1991.

**Gravedad específica o peso específico es el peso de un volumen dado de cualquier sustancia, referido al peso de un volumen igual de agua (Hawley, 1975).

***El índice de refracción es la relación de la velocidad de la luz en el vacío a su velocidad en dicha sustancia (Hawley, 1975).

3.12.2. Variaciones en rendimiento y composición de aceite

En las especies del quimiotipo fenólico timol-carvacrol, como el orégano, ven ligada la producción de aceite esencial a factores de calor y sequía (Adzet *et al.*, 1977, citado por Sánchez *et al.*, 1991). Así mismo, Olivier (1997) al comparar el orégano mexicano con el de las regiones mediterráneas encontró que el mexicano tiene un aroma y sabor más fuerte. Las hojas son más largas y oscuras y tienen alrededor de 3 a 4% de aceite esencial, siendo mayor la producción. Mientras que la CONABIO (2005), menciona que la aceptación del orégano mexicano se explica por su calidad,

expresada en su gran poder saborizante. En el cuadro 5, se muestran los principales componentes químicos del orégano mexicano comparados con el orégano griego y turco.

Cuadro 5. Componentes del orégano que determinan su calidad comercial.

Especie	Componentes (%)	Acetate esencial	Timol	Carvacrol	p-cimeno
Orégano Mexicano (<i>Lippia berlandieri</i> Schauer)		2.0	10.4	43.7	6.4
Orégano Griego (<i>Origanum vulgare</i> L.)		1.5	23.9	12.2	15.9
Orégano Turco (<i>Origanum vulgare</i> gracile)		1.5	15.1	9.9	8.1

CONABIO, 2005.

3.12.3. Variaciones de aceite del género *Lippia*

Rhyu (1979), muestra en estudios efectuados que el orégano mexicano contiene valores promedios altos en timol (0.7- 40.2 %), no siendo el mismo caso para el carvacrol, pues estos varían desde el 15.2 % hasta el 41.2 %. Posteriormente, Martínez (1987) al analizar los aceites esenciales de *L. graveolens*, señala que los valores promedio de la composición de timol y carvacrol (Cuadro 4) son bajos y menciona la necesidad de definir si esta composición química se ve afectada en relación con el período de corte. Además reporta que bajo cultivo, el orégano disminuye la calidad y el contenido de aceite. En tanto que Martínez y Zulueta (1987), obtuvieron por cromatografía los valores promedio de la composición del aceite esencial, para el p-cymeno (15.15 %) es "alto", y por el contrario, los valores correspondientes a timol

(6.02 %) y el carvacrol (2.73 %) son bajos. Por su parte, Sánchez *et al.*, (1991), al realizar evaluación físicoquímica del aceite esencial de *L. graveolens* en poblaciones naturales de la zona norte de Jalisco, encontró variaciones significativas en cuanto a rendimiento y calidad del mismo en diferentes localidades y menciona que esto puede deberse a los factores de tipo ambiental que prevalecen en los sitios de muestreo. Abegaz *et al.*, (1993) reporta que los aceites esenciales procedentes de plantas silvestres y cultivadas de *Lippia adoensis* difieren en su composición química y propiedades físicas. Por otro lado, Silva (1998), encontró que las propiedades físicoquímicas del aceite varían entre las plantas silvestres y las cultivadas. Además encontró que existe alta correlación positiva con la producción de timol y la altura de planta, mientras que existe una alta correlación negativa con la producción de carvacrol (a mayor altura de planta más timol y menos carvacrol). Silva y Dunford (2005), al investigar el efecto de la humedad y la madurez de la planta sobre los componentes bioactivos del aceite en orégano mexicano, encontraron que el contenido total de timol, carvacrol, 1,8-cineole, p-cimeno y γ -terpineno en aceite variaron significativamente entre 13-90 %. Mientras que la concentración de timol en el aceite tuvo un rango del 10-30%. Además observaron que en etapa de plántula tuvo tendencia a contener mayor timol en el aceite. Entre tanto la concentración de carvacrol en el aceite fue de 5-20 %. En plantas en madurez presentaron significativamente un alto contenido de carvacrol. Mientras que la humedad no tuvo efecto significativo en el contenido de timol y/o carvacrol. Ellos mencionan que la etapa de las plantas tuvo un efecto significativo sobre la composición del aceite esencial. Por su parte Dunford y Silva (2005), cuando evaluaron el efecto del estrés hídrico y la etapa de crecimiento sobre los biocomponentes del aceite de orégano, encontraron que la mayor producción del aceite

se encuentra en la etapa de plántula más que en la de madurez pero no fue estadísticamente significativa. Mientras que el contenido total de timol y carvacrol del aceite de orégano obtenido fue mayor en etapa de plántula que en el de madurez. Pero la cantidad de agua administrada no tuvo efecto en el contenido de timol y carvacrol obtenido del aceite del orégano mexicano. Además atribuyeron la alta variabilidad tanto la cantidad como el contenido de aceite a la variabilidad genética del germoplasma y a la semilla utilizada. Basados en el trabajo anterior

Scora (1967), menciona que los componentes del aceite esencial han sido usados para determinar las relaciones genéticas entre especies. Mientras que Mazza *et al.*, (1993), comentan que en la composición de los aceites esenciales obtenidos por hidrodestilación de plantas de híbridos diferentes, las cantidades de aceite esencial varían significativamente y también la presencia de algunos componentes. Posteriormente Quintero y Gutiérrez (1991), reportaron que el contenido de los aceites esenciales principalmente el carvacrol y el timol varían según la especie de orégano que se trate y que éstos componentes son indicadores de la calidad del orégano. Por lo que la mezcla de las especies disminuye el valor comercial del aceite.

3.12.4. Variaciones reportadas para el género *Origanum*

Rhyu, (1974) demuestra la diferencia en la composición entre el orégano griego y mexicano mediante una función lineal discriminante. Sin embargo, menciona que pueden existir semejanzas químicas en la formación de compuestos a lo largo del ciclo de vida de las plantas. Así mismo, Maarse (1974), en plantas cultivadas del

género *Origanum* reporta diferencias en el contenido de monoterpenoides al analizar por separado las hojas provenientes de cinco niveles de inserción en la planta. Putievsky y Basker (1977), mencionados por Ortega (1989), encontraron que la fertilización nitrogenada no afectó el contenido de aceites esenciales en el mismo género, pero la estacionalidad si tuvo efecto, incrementándose éste contenido en el mes de junio. Werker *et al.*, (1985), señala que en *Origanum vulgare* L. el rendimiento de aceites esenciales es mayor en las flores que en las hojas, debido a una mayor cantidad de pelos glandulares en las primeras, a esto se debe que el contenido de aceites se incrementa luego de la floración. Sin embargo, no existen diferencias substanciales en la composición de estos en hojas y flores. En este sentido, Putievsky *et al.*, (1985), reportan para *O. vulgare* L. bajo cultivo, que la fecha óptima de cosecha en cuanto a rendimiento de aceite esencial, es cuando las plantas se encuentran al inicio de la floración. La composición del aceite esencial cambia ligeramente durante el ciclo de vida de la planta. Encontró además que entre diferentes líneas seleccionadas de poblaciones silvestres hubo un grado considerable de variación para rendimiento y composición de los aceites esenciales. Al estudiar la composición química de *Origanum onites* Vokou *et al.*, (1988), encontraron que el principal componente fue el carvacrol, en un rango de 51 a 84.5%. El rendimiento de aceite volátil de las poblaciones de *O. onites* varió de 1.84 a 4.37%, atribuyéndose las diferencias a factores ambientales. Este autor menciona que *O. vulgare* se caracteriza por la extrema variación intraespecífica en su morfología, el rendimiento y la composición de su aceite volátil. A su vez Putievsky *et al.*, (1988), menciona que el orégano responde a temperaturas moderadas y días largos, el crecimiento de la planta y los procesos bioquímicos incluyendo la fotosíntesis que operan a sus niveles máximos en éstos

periodos, con la consecuente maximización en el contenido de aceite esencial.

El orégano es una planta que contiene fenoles y los componentes más comunes en sus aceites esenciales son los monoterpenoides, γ -terpineno y p -cymeno, los precursores biogénicos (vía hidroxidación enzimática), de los dos terpenos fenólicos, timol y carvacrol. Bajo cultivo, el contenido de γ -terpineno decrece conforme progresa la floración, y el contenido de timol se incrementa. Mientras tanto, el contenido de p -cymeno y carvacrol se mantiene constante en plantas con y sin flores durante la estación de crecimiento. En plantas que no han florecido, el contenido de timol en el aceite esencial es menor durante el verano que en primavera y otoño, pero el contenido de γ -terpineno es mayor en verano que en primavera y otoño (Poulose y Croteau, 1978, citado por Putievsky, *et al.*, 1988).

Los factores que afectan la calidad del aceite esencial de orégano, resultan aún muy controvertidos, algunos autores señalan que la gran variabilidad en la composición química de los aceites esenciales es debida, sobre todo, al origen del material más que a la influencia del medio ambiente (De Mastro, 1996; Chlodwing and Novak, 1996). Otros autores otorgan un papel más preponderante al medio ambiente, sobre todo en lo referente a densidad de planta sembrada, estación del año del corte y a la cantidad de agua usada en el riego, o incluso a la cantidad de luz artificial o natural usada en el cultivo de la planta en invernadero (Marzi, 1996; Putievsky *et al.*, 1996).

3.13. Obtención de los aceites esenciales del orégano

La obtención de los aceites esenciales es por destilación en corriente de vapor, se utilizan como sinónimos: hidrodestilación, destilación por vapor, etc. Esta es una técnica para la separación de sustancias insolubles en agua y ligeramente volátiles de otros productos no volátiles mezclados con ellas. El arrastre en corriente de vapor hace posible la purificación adecuada de muchas sustancias de punto de ebullición elevado, mediante una destilación a baja temperatura. Esta técnica es particularmente útil cuando la sustancia en cuestión hierve por encima de 100 °C a la presión atmosférica y se descompone en su punto de ebullición o por debajo de éste. Es particularmente útil cuando se ha de separar una cantidad relativamente pequeña de una sustancia que se encuentra mezclada con gran cantidad de sólido a producto alquitranoso y en donde la destilación, filtración y extracción son difíciles. Por tal motivo la destilación en corriente de vapor se utiliza con frecuencia en el aislamiento de productos naturales y de productos de reacción que están impurificados por gran cantidad de productos resinosos. También es muy útil en la separación de los compuestos orgánicos fácilmente volátiles de: 1) mezclas acuosas en las que existen sales inorgánicas. 2) de otros compuestos orgánicos que no son apreciablemente volátiles en corriente de vapor. 3) cuando el producto destilado es un sólido que obturaría el refrigerante si no fuese arrastrado por el agua. Esta técnica consiste en poner a hervir agua, en la cual se ha colocado previamente el material vegetal. El vapor producido arrastra los aceites esenciales presentes en las plantas, a través de un conducto, hasta otro recipiente con una temperatura más fría. El cambio de temperatura ocasiona que el vapor de agua se condense, quedando líquidos otra vez el agua y el aceite, el cual queda sobre la

superficie, lo que hace más fácil su recolección (Figura. 2). (Brewster, 1970).

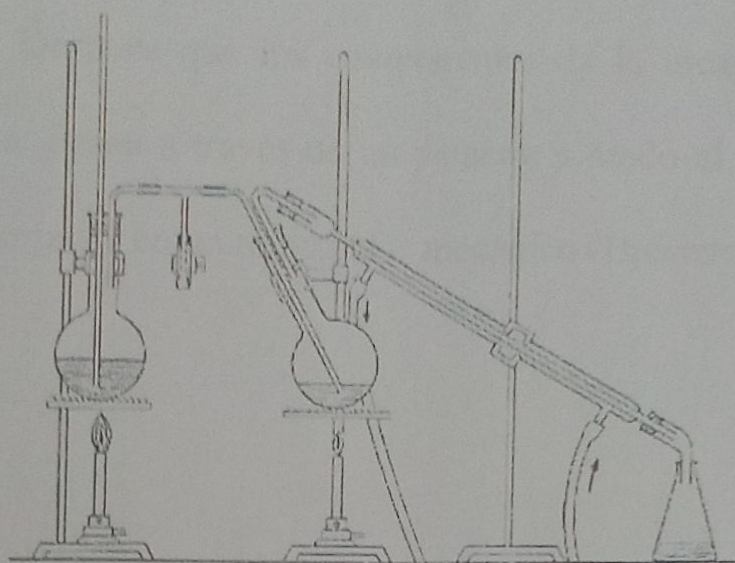


Figura 2. Aparato para la destilación en corriente de vapor. (Brewster *et al.*, 1970).

3.14. Cromatografía de gases

La cromatografía de gases (CG), es también conocida como cromatografía en fase de vapor (CFV) o cromatografía de reparto líquido-gas (CGL), se utiliza en la separación e identificación de mezclas de compuestos volátiles. Resulta ser una técnica de las más útiles para la determinación cuantitativa de los componentes de una mezcla. En la cromatografía de gases, cada uno de los componentes de una mezcla gaseosa se reparte entre la fase líquida y la de vapor, al pasar la mezcla a través de una columna que contiene un líquido adecuado relativamente poco volátil (el absorbente) impregnado a un material sólido, poroso, inerte, finamente dividido (el soporte sólido). Los diferentes componentes de la mezcla atraviesan la columna a distintas velocidades, y cada componente puede detectarse y si se desea, recogerse al salir de la columna. En

la práctica se inyecta una muestra muy pequeña de la mezcla en una cámara caliente donde se vaporiza y arrastra a través de la columna (que esta introducida en una estufa que, con frecuencia, se calienta también) con la ayuda de un gas portador inerte, que de ordinario, es helio. Después que los componentes de la mezcla se han separado al atravesar la columna, pasan a través de un detector situado al final de la misma y se registran en forma de picos en un registrador mecánico (Brewster *et al.*, 1970).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del sitio experimental

El experimento se localizó en el invernadero de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma de Chapingo, localizada en el municipio de Tlahualilo, Dgo., a 3 kilómetros de Bermejillo, Dgo. (Figura 3), correspondiendo a las coordenadas geográficas $103^{\circ}36'11.23''$ de Longitud Oeste y $25^{\circ}53'31.99''$ de Latitud Norte, con una altura de 1117 metros sobre el nivel del mar

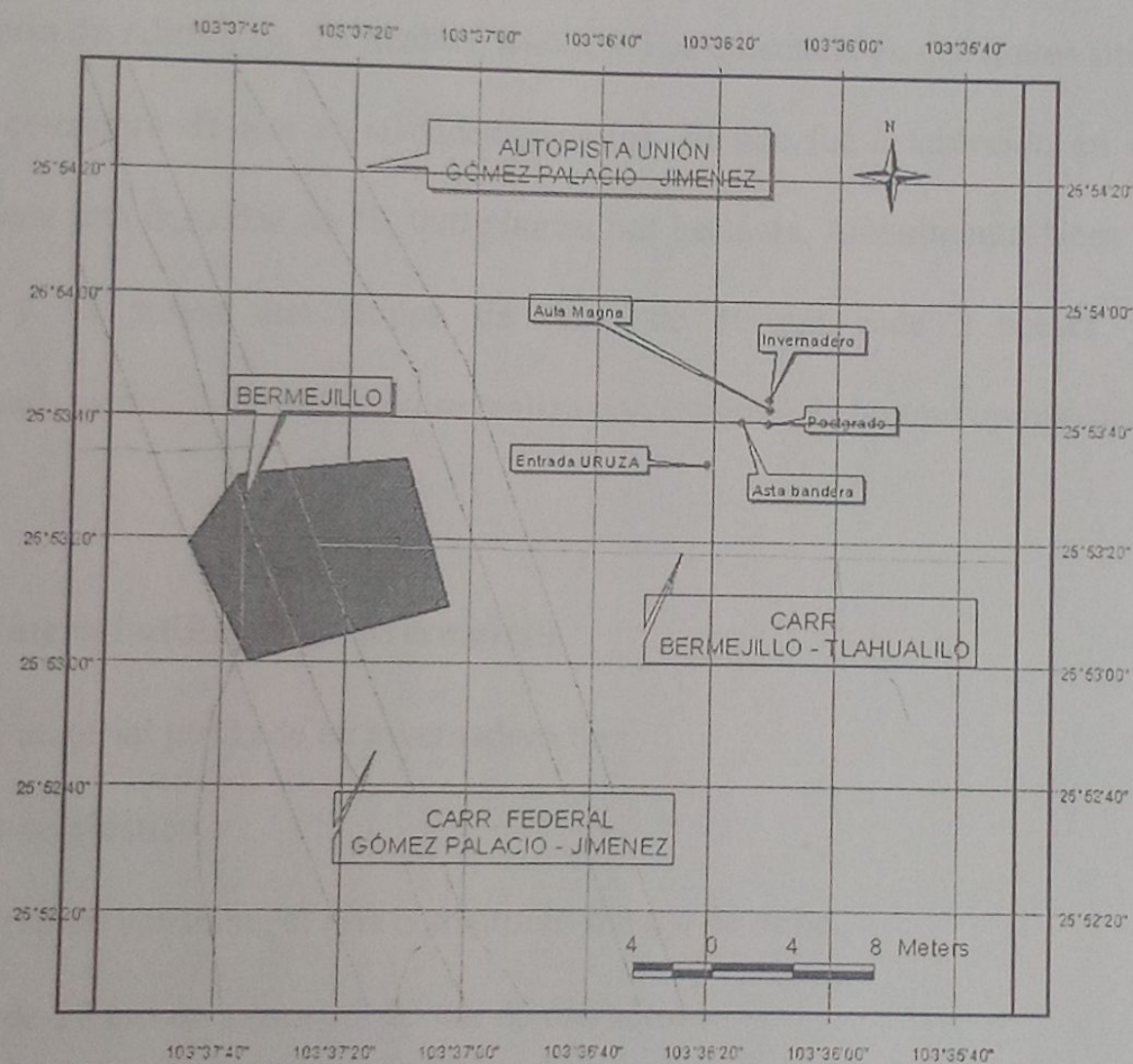


Figura 3. Ubicación geográfica del sitio donde se estableció el experimento.

4.2. Materiales

4.2.1. Material vegetal.

El material vegetal que se empleó fue semilla de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer). La cual provino de un lote de producción de semilla propiedad del Centro de Investigación para los Recursos Naturales (CIReNa). Tuvo las siguientes particularidades:

El material genético con que se inició el lote de producción de semilla provino de la sierra de Almoloya, Chihuahua, México. Fue colectado en diferentes sitios, por lo que se considera de alta variabilidad genética. El lote fue establecido en el año de 1998, tiene una densidad de 10, 000 plantas por hectárea. Actualmente, tiene riego por cintilla y se aplica una lámina de riego de 10 cm cada 2 meses y medio, aproximadamente, la fertilización se realiza con estiércol de bovino composteado.

4.2.2. Material utilizado en invernadero.

El material utilizado en invernadero fue:

Charolas de plástico.

Sustrato marca sunshine, el esta constituido musgo de turba.

Macetas de 22 cm de altura por 23 cm de diámetro.

Probeta graduada.

Etiquetas adhesivas.

Balanza granataria.

Bolsas de plástico de 50 x 40 cm.

Bolsas de plástico de sellado hermético.

Tijeras para poda.

4.2.3. Material de laboratorio, equipo y reactivos.

El material utilizado en el laboratorio se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Materiales usados en laboratorio.

Material de laboratorio	Cantidad
Balanza analítica	1
Refrigerante de serpentín	1
Matraz Erlenmeyer de 500 ml	2
Tapones	4
Uniones de goma	2
Manguera de látex	2
Parrilla eléctrica. Boekel de 1800 watts.	2
Soporte universal	4
Embudo de separación	1
Pinzas	4
Micropipetas	2
Viales de 5 x 15 mm de vidrio	30
Viales de 12 x 80 mm de vidrio	30
Guantes de látex	30
Guantes de asbesto	2

Equipo.

Cromatógrafo de gases, marca Perkin Elmer autosistem serie 200, columna capilar AT-1 de 30 m X 0.25 mm I.D. X 25 FT (Alltech 13638).

Gas Helio, gas Hidrógeno y aire cero.

Reactivos.

Alcohol etílico

Etanol Grado HPLC

Cloroformo

Estándares analíticos de carvacrol y timol.

4.3. METODOLOGÍA.

La metodología que se llevó a cabo, fue considerando el siguiente diagrama de flujo.

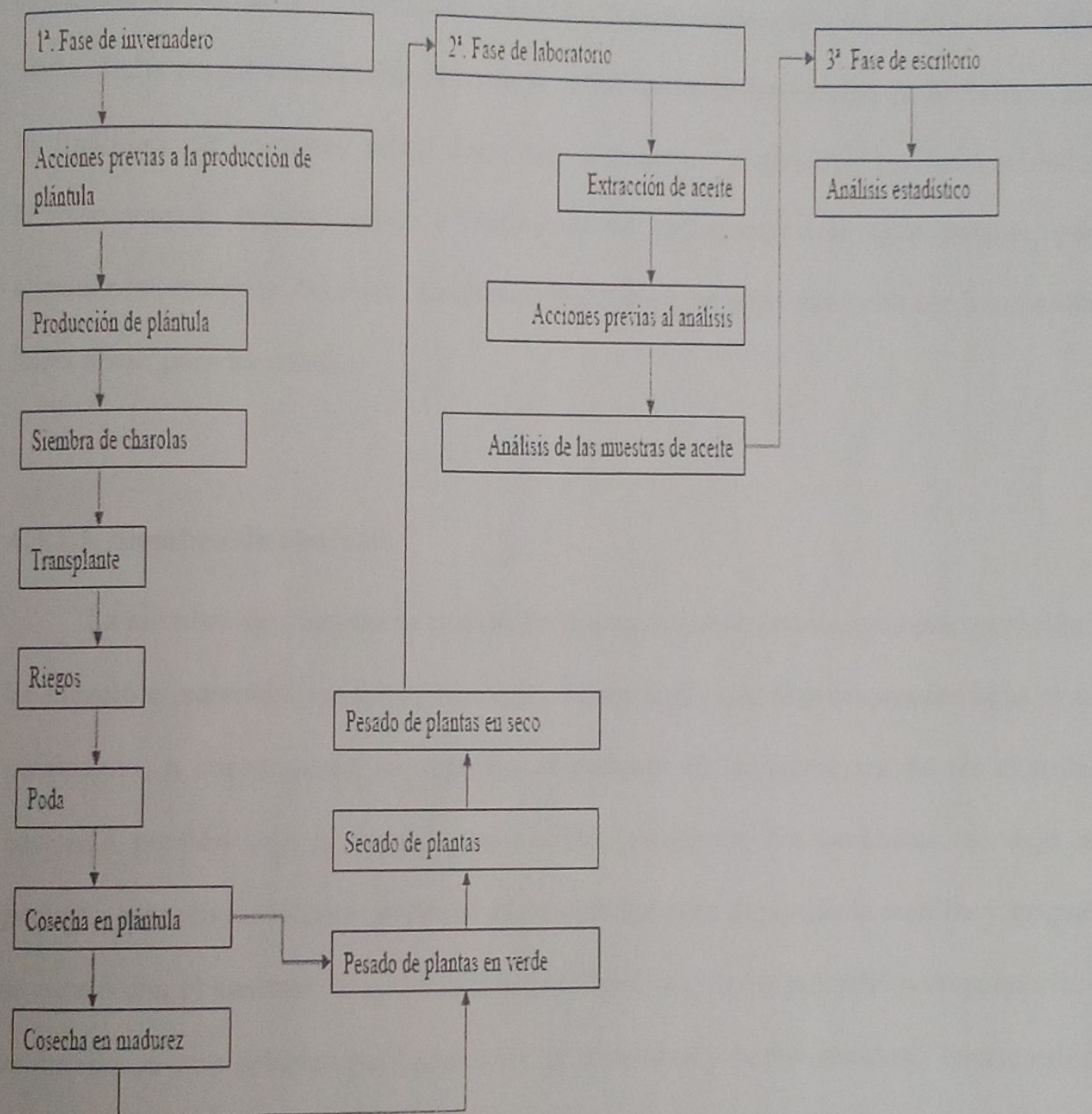


Figura 4. Diagrama de flujo de las diferentes fases en la investigación.

4.3.1. Fase de invernadero.

Las acciones previas realizadas consistieron en el lavado y desinfectado de las charolas, en el lavado se utilizó detergente en polvo (1/2 kg), disuelto en 25 litros de agua, una vez lavadas y secadas, las charolas fueron sumergidas en cloro comercial al 90 %, dicha concentración con frecuencia se utiliza en la producción de hortalizas, con la finalidad de eliminar virus, bacterias y hongos, contenidos en las cavidades. Nuevamente se dejaron secar y finalmente se enjuagaron con agua potable, para eliminar los residuos del cloro. Realizado lo anterior, se procedió a colocar las charolas hacia abajo para su secado.

4.3.1.1. Siembra de charolas

La siembra de charolas se realizó en marzo de 2004, con la siguiente operación: Se mezcló el sustrato (sunshine) con agua, hasta sentir que éste desprendía agua al ser presionado, a continuación se depositó el sustrato en las cavidades de las charolas, haciendo presión con el sustrato para evitar vacíos en las cavidades, se dejó un pequeño espacio en la parte superior de la cavidad para depositar la semilla y después se cubrió con el sustrato. Una vez sembradas las charolas, se procedió a empalmarlas y se enredaron con plástico para conservar la humedad y la temperatura. Transcurridos dos días, se observó diariamente si había presencia de germinación, con la finalidad de evitar la etiolación de las plantas. 6 días después de la siembra, se observó una germinación del 60 %, para lo cual se procedió a quitar el plástico, desempalmarlas y colocar las charolas en los bancales del invernadero. Una vez extendidas las charolas, continuaron germinando las semillas alcanzando su máxima germinación (90 %), el 1

de abril, 15 días después de la siembra. Debido a la pérdida de humedad del sustrato se proporcionaron riegos ligeros para mantener dicha humedad.

4.3.1.2. Transplante.

El transplante se realizó el 8 de junio del mismo año, transcurridos 82 días después de la siembra. Para realizar el transplante se considero una altura promedio de 15 cm, tomando como referencia a Dunford y Silva (2005). Se procedió a transferir las plántulas que estaban en las charolas a macetas individuales. Las cuales fueron previamente identificadas con una letra y número, para facilitar su identificación y el registro de la información. La transferencia se realizó tratando de sacarlas con el cepellón completo, para que no hubiera lesiones en el sistema radicular, minimizando con ello el estrés causado por el transplante. Las 40 plántulas transplantadas, en los que se efectuaron las lecturas de crecimiento y producción de fueron seleccionadas completamente al azar, eliminando las orillas de cada una de las charolas. El número de plantas convenidas debido a los costos para el análisis de aceite fue de 40 plantas.

4.3.1.3. Riegos.

Se adicionaron riegos cada tercer día planta por planta, utilizando una probeta graduada, la cantidad de agua proporcionada fue de 400 mililitros a cada una de las plantas, esta cantidad le permite a la planta estar en condiciones óptimas de crecimiento. Según Dunford y Silva (2005).

4.3.1.4. Poda.

Una vez transplantadas, se dejó que transcurrieran 21 días para que se adaptaran a la maceta, transcurridos estos días se realizó la poda (29 de junio) a 10 centímetros, a partir del margen superior de la maceta, el objetivo de la poda fue el promover que la plántula amacollara. (Silva, 2004).

4.3.1.5. Cosecha

Se realizaron dos cosecha de hoja y tallo, en estado de plántula y en madurez fisiológica. La primera se realizó el 30 de junio de 2004, transcurridos 52 días (un mes y 22 días), a partir del transplante. La cosecha se realizó utilizando tijeras de poda, la planta fue cortada a partir de los 11 cm del borde superior de la maceta con la finalidad de conservar las ramas laterales desarrolladas. (Silva, 2004). La materia verde de cada uno de los genotipos, se pesó con una balanza granataria, para después ser depositada en bolsas de plástico. La segunda cosecha en etapa de madurez se llevó a cabo el día 4 de noviembre de 2004, transcurridos 149 días (4 meses aproximadamente) a partir del transplante. El corte de cada uno de los genotipos fue igualmente a una altura de 11 cm. Después se pesó la materia verde cada uno de los genotipos y se colocó en bolsas de plástico. Es importante mencionar que en algunas plantas se observó una marcada inclinación de ramas de algunos genotipos, motivado quizá, por la disminución del fotoperíodo.

4.3.1.6. Secado de plantas

Esta actividad se realizó, para cada uno de los genotipos cortados en la etapa de plántula y madurez. El secado se llevó a cabo a temperatura ambiente extendiendo la materia verde de cada genotipo en condiciones de sombra, transcurriendo de 3 a 5 días para su secado. El secado se reconoció, cuando se desprende con facilidad las hojas de los tallos, así como al ejercer presión sobre la hoja y esta emitir un ligero crujido.

4.3.2. Fase de laboratorio

Esta fase se llevó a cabo en el CiReNa, ubicado en Salaices, López, Chihuahua, México (27° latitud norte, 105° 02° de longitud oeste y altitud de 1420 msnm). Como lo ilustra la figura 5. La fase de laboratorio consistió en el pesado de las plantas en seco, extracción, pesado y caracterización de los aceites esenciales de los diferentes genotipos de orégano.

4.3.2.1. Pesado de plantas en seco.

El pesado de las plantas en seco, se realizó desprendiendo las hojas e inflorescencias de los tallos. En seguida, se pesaron las hojas e inflorescencias de cada uno de los genotipos con una balanza digital, obteniéndose por consiguiente la Materia Seca Útil (MSU) de cada genotipo. Posteriormente la MSU de cada genotipo fue colocada en bolsas de sellado hermético.

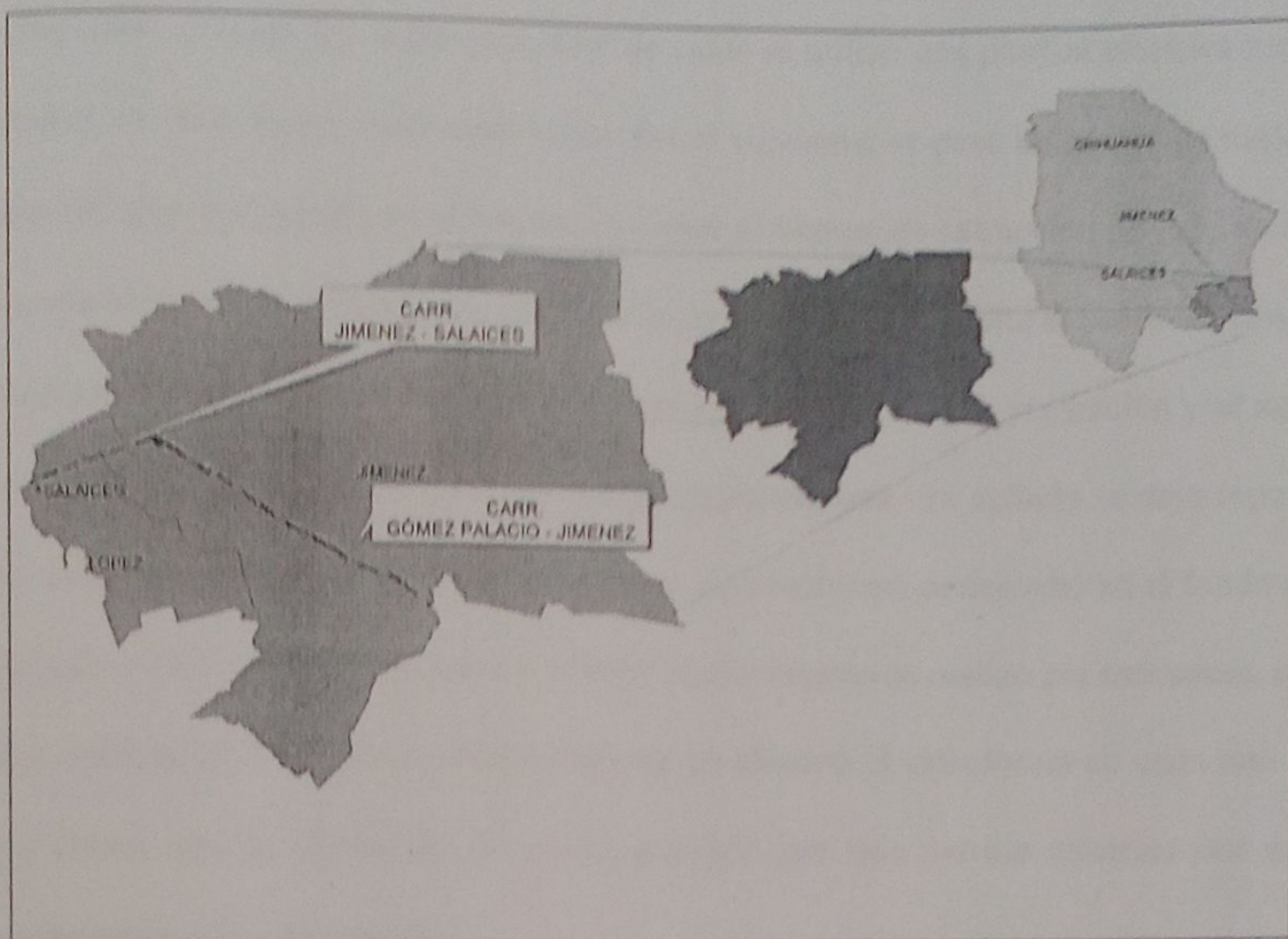


Figura 5. Ubicación del CIRENa, Salaices, Chihuahua, México.

4.3.2.2. Extracción de aceite esencial

La extracción de los aceites esenciales provenientes de los genotipos de orégano se realizó por medio de hidroddestilación, arrastre de vapor o destilación en corriente de vapor, propuesto por Brewster *et al.*, (1970), a la cual se le hicieron algunas modificaciones, que consistieron en un matraz Erlenmeyer de 500 ml, con agua como generador de vapor, conectado con un codo de vidrio a otro matraz de 250 ml fungiendo como reactor, este último se encuentra a baño maría en un contenedor de 1000 ml de agua corriente; el reactor conteniendo la muestra se encuentra conectado a un refrigerante de serpentín, donde se lleva a cabo la condensación y se recuperó el condensado en un embudo de separación, mismo que esta conectado a la salida del

refrigerante (Figura 6); como generador de calor se utilizó una parrilla eléctrica marca Boekel de 1800 watts. El procedimiento fue el siguiente, se peso un gramo de materia seca útil que se deposito en el reactor, en donde el tiempo de extracción de cada una de las muestras fue de 2 horas, que debido a la poca cantidad de aceite se recuperó con un solvente orgánico (cloroformo), el cual se adicionó al embudo de separación y se agito con la finalidad de que atrapara moléculas orgánicas, una vez agitado se dejo reposar por cinco minutos, al termino de este tiempo, el cloroformo se depositó en el fondo del embudo y se colectó en un vial. La adición de cloroformo se realizó por tres veces, con una cantidad de 5 mililitros. Posteriormente se eliminó el cloroformo de cada uno de los viales, con la aplicación de calor, generado por una parrilla eléctrica con una temperatura promedio de 45 °C.

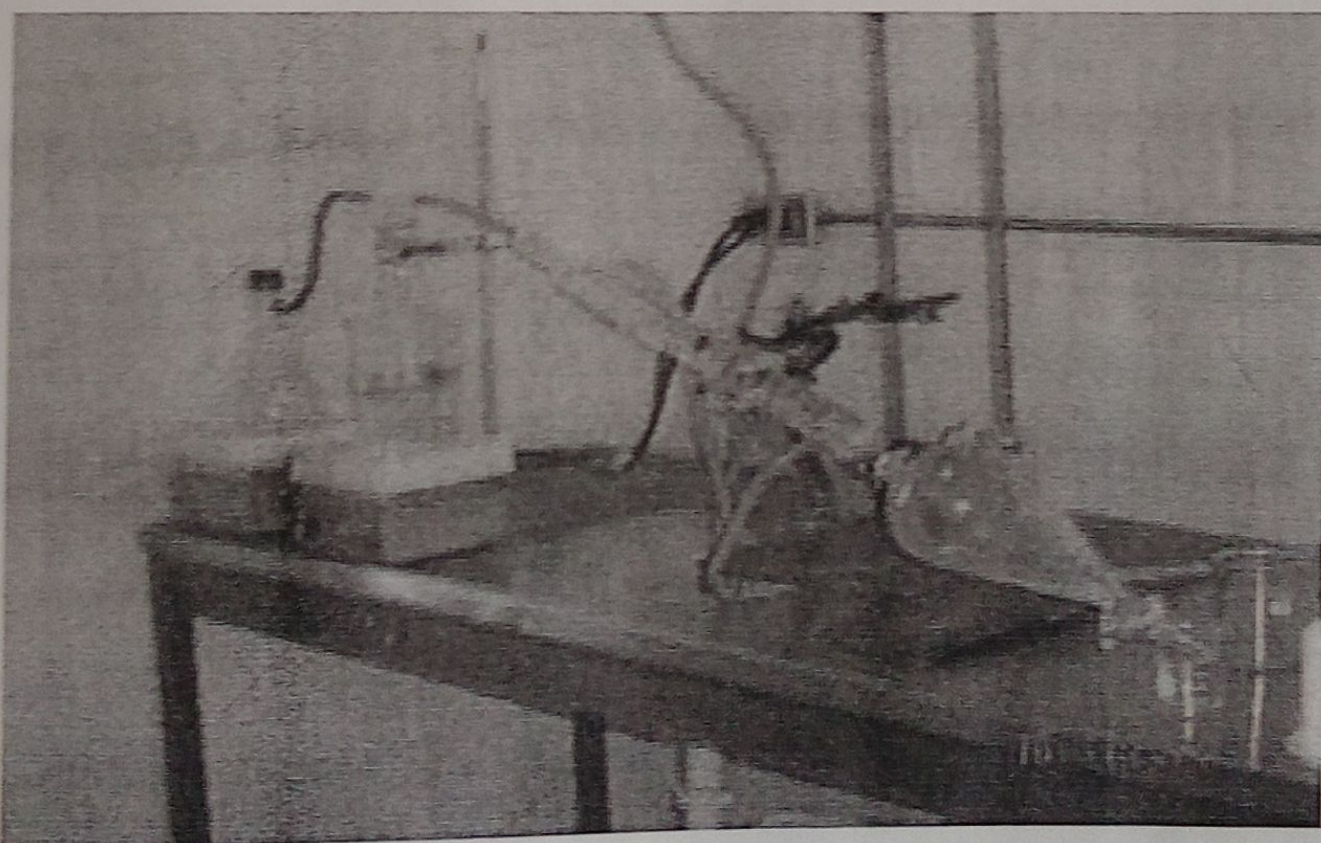


Figura 6. Extracción de aceite por hidrodestilación.

4.3.2.4. Análisis de la muestras de aceite.

Las muestras de los genotipos contenidas en los viales, se rehidrataron con un mililitro de etanol:cloroformo, (proporción 1:1), se tomó una muestra de 1 μ L para inyectarlo al cromatógrafo de gases, utilizando Helio UAP e Hidrógeno como gas acarreador y aire cero para la flama, con condiciones de inyector a 265 °C, línea de transferencia 225 °C y siguiendo un programa de temperaturas; 55 °C por un minuto y llevándolo a 95 °C con una rampa de 3 °C por minuto y terminar a 220 °C con una rampa de 25 °C, manteniéndose por 10 minutos, por un tiempo de 30 minutos, una vez transcurrido el tiempo, la información de los valores de timol y/o carvacrol se imprimió en una impresora que esta conectada al cromatógrafo, a dicha impresión se le conoce como cromatograma.

4.4. Variables evaluadas

4.4.1. Altura de las plantas.

La altura de planta se realizó antes del corte de cada una de los genotipos en la etapa de plántula y madurez fisiológica. Con una cinta métrica se realizó la medición a partir del borde superior de la maceta hasta el ápice de la rama más alta, esto con la finalidad de establecer alguna relación entre la altura de la planta con la producción de materia seca útil además la posible relación con la producción de los componentes principales.

4.4.2. Materia Seca Útil (MSU).

La MSU se evaluó tanto en la etapa de plántula como en madurez fisiológica para cada uno de los genotipos. Se obtuvo a partir del pesado de las plantas en seco, como fue señalado en la página 34 (4.3.2.1).

4.4.3. Producción de aceite esencial.

Para evaluar el peso de aceite de los genotipos, se estableció como condición que todos los genotipos tuvieran por lo menos 1 gramo de MSU, esta condición no se cumplió en la etapa de plántula, por lo que en la etapa no se evaluó dicha variable. La obtención del peso de la muestra de aceite se obtuvo por diferencia, al tener un peso inicial (P_i) del vial sin la muestra de aceite, y un peso final (P_f) una vez contenida la muestra (Ecuación A). El peso final es el producto obtenido al haber aplicado calor sobre el vial y al haberse volatilizado el cloroformo. Los diferentes pesos se obtuvieron utilizando una balanza de precisión.

Ecuación A. Producción de aceite esencial (PAE).

$$PAE = P_f - P_i$$

Donde:

PAE. Producción de Aceite Esencial.

P_f . Peso final del vial.

P_i . Peso inicial del vial.

4.4.4. Calidad de los aceites esenciales.

La calidad de los aceites esenciales fue cuantificada al analizar las diferentes muestras de los aceites en el cromatógrafo de gases y determinar su calidad al cotejar los resultados, mediante un análisis cuantitativo por medio de estándares externos de los principales componentes del aceite, usando una curva de calibración. Los componentes principales evaluados de los aceites esenciales fueron: carvacrol y timol, debido a que son los que presentan mayor interés comercial.

4.5. Análisis estadístico.

Los datos recabados de las variables propuestas como: la altura, materia seca útil, producción y calidad de los aceites en varias etapas fueron evaluados en SAS que nos permitió calcular las medidas de centralización y de dispersión (anexo 1 y 2). Posteriormente se emplearon los cuantiles, para establecer los rangos máximos, medios y bajos de las variables anteriormente mencionadas. Para llevar a cabo de definición de líneas con base a su composición fitoquímica se realizó un análisis de grupos (anexo 3 y 4), mediante el procedimiento de jerarquización utilizándose el método del promedio. Mientras que para relacionar la cantidad y calidad los aceites con las variables ya referidas se realizó una correlación canónica.

V. RESULTADOS

Los genotipos de orégano que fueron establecidos y evaluados en invernadero, presentaron desde la germinación hasta la cosecha, buenas características físicas como: el color y tamaño de las hojas así como el porte de cada una de las plantas. Siendo demostrado con los siguientes resultados.

5.1. Altura de genotipos.

5.1.1. En etapa de plántula

La distribución de las alturas en los diferentes genotipos durante la etapa de plántula se muestra en el Cuadro 7 y Anexo 1. Las alturas en los diferentes genotipos en la etapa de plántula fue variable, presentando la siguiente distribución: a). Con una altura máxima (46-49 cm) se encontraron los genotipos: Y2 hasta X6. b). Mientras que los genotipos: X3 hasta X5 manifestaron alturas medias (32 a 45cm). c). En tanto que los genotipo C2 hasta la C4 se distinguieron por presentar las menores alturas (21 a 28 cm). El promedio de alturas fue de 37 cm.

5.1.2. En etapa de madurez fisiológica

En Cuadro 7 y Anexo 2, observamos la variabilidad de alturas durante la etapa de madurez fisiológica en los genotipos de orégano. Siendo clasificados en tres grupos, al igual que en la etapa de plántula. Se observaron alturas muy sobresalientes (78-92 cm), medias (38-77 cm) y bajas (19-37 cm). El primer grupo esta representado por los genotipos B1 hasta C1, los cuales tuvieron una altura sobresaliente. Mientras que los

genotipos con una altura media fueron Z5 hasta A1. En tanto que los genotipos X4 hasta Z2 presentaron una menor altura. En Cuadro 7, se distinguen algunos genotipos que mostraron buena altura en la etapa de plántula, ésta también se observó en la etapa de madurez fisiológica, los cuales son: B1, Z4, e Y2. El promedio de alturas en esta etapa fue de 60 cm. Obviamente existe una diferencia de 23 cm respecto a la etapa de plántula debido básicamente al mayor desarrollo logrado durante la etapa de madurez fisiológica.

Cuadro 7. Altura de los genotipos en diferentes etapas.

Etapa	Altura (cm)	Genotipos
Plántula	46-49	Y2, D2, C5, B1, A2, Z4, Y4, X6.
	32-45	X3, X1, A4, Z5, Y6, F1, D4, A1, F4, E1, C1, A6, E3, A3, Y3, Z1, X4, F2, X5.
	21- 28	C2, Z2, S1, S2, C3, E4, E2, C4.
Madurez	78 - 92	B1, Z4, Y2, C1.
	44 - 71	Z5, D4, X3, A2, E1, X1, S2, S1, X5, E2, F1, C3, A4, C5, A3, Z1, Y3, F2, E4, E3, D2, X6, A6, Y4, C4, C2, A1.
	19- 33	X4, Y6, F4, Z2.

5.2. Materia Seca Útil (MSU)

5.2.1. En etapa de plántula.

La producción de MSU en la etapa de plántula se presenta en el Cuadro 8 y Anexo 1, en él se observa que las plantas más productoras de MSU fueron de Y2 hasta A2, con valores sobresalientes de: 3.84 a 4.21 g, respectivamente. En tanto que, la producción media se registro desde el genotipo F4 al B1 con valores de: 0.74 a 1.24 g, respectivamente. Los genotipos desde X1a F4, presentaron valores de: 0.46 a 0.82 g,

respectivamente, éstos fueron los genotipos con menor producción de MSU. El promedio de producción de MSU fue de 2.54 g en esta etapa.

5.2.2. En madurez fisiológica.

La MSU de cada uno de los genotipos se muestra en Cuadro 8 y Anexo 2, los rangos de valores más altos, fueron de 18 a 28 g., expresados por los genotipos E2 a C1. Mientras que los genotipos que manifestaron valores medios (10.6 a 17 g) fueron: F4 a E1. Los genotipos Z5 a Z2 se caracterizaron por presentaron los valores mínimos los cuales fueron de 2.1 a 6.3 g. Al igual que en la altura la diferencia en materia seca es considerable respecto a la etapa de plántula, teniendo en promedio 13.49 g en el punto de madurez fisiológica, en esta etapa se observó un incremento de 10.95 g respecto a la etapa de plántula.

Cuadro 8. Producción de Materia Seca Útil en diferentes etapas.

Etapa	MSU (g)	Genotipos
Plántula	3.84 - 4.21	Y2, X6, Z4, A2.
	1.83 - 3.38	F4, Z2, A6, X4, S2, Y6, X5, D4, A3, Z1, E3, A1, Y3, D2, E1, X3, C5, Z5, A4, C3, Y4, F2, B1.
	0.46 - 0.82	X1, E2, C2, E4, S1, C4, C1, F1, F4.
Madurez	18 - 28	E2, A6, X3, C1.
	10.6 - 17.0	F4, E4, D2, A3, F1, F2, S1, A2, C2, Y6, A4, C5, Z1, E3, A1, D4, Z4, B1, X4, X1, Y4, C4, E1.
	2.1 - 6.3	Z5, Y2, S2, C3, X5, Y3, X6, Z2.

5.2.3. Relación entre altura y producción de materia seca útil.

5.2.3.1. En etapa de plántula.

En el Cuadro 9, al relacionar las diferentes alturas con la producción de materia seca útil en la etapa de plántula de los diferentes genotipos, por un lado se observa que algunos genotipos sobresalientes en altura también lo fueron en la producción de MSU, pero solo fue una tendencia, puesto que al recurrir a la regresión se detectó una relación muy baja de alrededor del 45 %, por otro lado se observa que algunos otros genotipos que presentaron una altura superior no expresaron una mayor cantidad de MSU, pero si una producción media de materia seca. Mientras que algunos genotipos que presentaron menor altura, produjeron una producción media y baja de MSU. Los genotipos que manifestaron una altura media, tuvieron una producción media de MSU. En la etapa de plántula no resultó conveniente sacar conjeturas de la relación entre altura y MSU, debido a la temprana evaluación de estas variables. Es importante mencionar, que este estudio no tiene como finalidad describir tal relación, más bien, fue encaminado a describir el comportamiento de los diferentes genotipos.

Cuadro 9. Altura y producción de MSU en etapa de plántula

Etapa	Altura (cm)	Genotipos	MSU (g)	Genotipos
Plántula	46 - 49	Y2, D2, C5, B1, A2, Z4, Y4, X6.	3.84 - 4.21	Y2, X6, Z4, A2.
	32 - 45	X3, X1, A4, Z5, Y6, F1, D4, A1, F4, E1, C1, A6, E3, A3, Y3, Z1, X4, F2, X5.	1.83 - 3.38	F4, Z2, A6, X4, S2, Y6, X5, D4, A3, Z1, E3, A1, Y3, D2, E1, X3, C5, Z5, A4, C3, Y4, F2, B1.
	21 - 31	C2, Z2, S1, S2, C3, E4, E2, C4.	0.46 - 0.82	X1, E2, C2, E4, S1, C4, C1, F1.

5.2.3.2. En etapa de madurez fisiológica

En el Cuadro 10, observamos que tan solo un genotipo (C1), sobresalió tanto en altura como en la producción de MSU. Pero los demás genotipos sobresalientes en altura presentaron una producción media de MSU e incluso una baja producción (Y2), esto quizá fue ocasionado por el crecimiento de tallos más que de hojas por un lado, pero por otro lado es necesario mencionar que algunos genotipos presentaron una defoliación prematura ocasionada por la infestación de mosquita blanca. La mayoría de los genotipos que presentaron una altura media obtuvieron una producción media de MSU, algunos otros presentaron una baja producción de MSU, esto favorecido por la incidencia de mosquita blanca, los genotipos en los cuales se observó una mayor incidencia y baja producción de MSU fueron: Z5, S2, C3, X5, Y3 y X6. La mayoría de los genotipos que presentaron una altura baja obtuvieron una producción media de MSU, esto puede tener relación con la arquitectura de las plantas puesto que se observó mayor número de nudos y entre nudos más cortos así como un mayor número de hojas. El Z2 fue el único genotipo que presentó baja altura y baja producción de MSU. En esta etapa de madurez fisiológica, se verificó que no hay una clara relación entre la altura y la producción de materia seca útil, puesto que además de realizar la regresión, también se realizaron otros modelos de ajuste como el cuadrático, el exponencial, logarítmico entre otros, los cuales tuvieron bajos coeficientes de correlación (alrededor del 45%). Se cree que para determinar la MSU, es necesario evaluar otras variables además de la altura como: cobertura, diámetro mayor, diámetro menor entre otras. Es importante mencionar, que bajo las condiciones homogéneas de suelo y humedad, cada uno de los genotipos expresaron su potencial genético.

Cuadro 10. Altura y producción de MSU en etapa de madurez fisiológica.

Etapa	Altura (cm)	Genotipos	MSU (g)	Genotipos
Madurez	78 - 92	B1, Z4, Y2, C1.	18 - 28	E2, A6, X3, C1.
	44 - 71	Z5, D4, X3, A2, E1, X1, S2, S1, X5, E2, F1, C3, A4, C5, A3, Z1, Y3, F2, E4, E3, D2, X6, A6, Y4, C4, C2, A1.	10.6 - 17	F4, E4, D2, A3, F1, F2, S1, A2, C2, Y6, A4, C5, Z1, E3, A1, D4, Z4, B1, X4, X1, Y4, C4, E1.
	19 - 33	X4, Y6, F4, Z2.	2.1 - 6.3	Z5, Y2, S2, C3, X5, Y3, X6, Z2.

5.3. Producción de aceite esencial (PAE) de los genotipos.

La PAE fue evaluada solamente en la etapa de madurez fisiológica, debido a la restricción señalada en materiales y métodos. La PAE de cada uno de los genotipos se muestra en el Cuadro 11, figura 7 y Anexo 2, esta producción se dividió en valores altos (29.10 - 63.4 mg/g de msu), medios (9.80 - 25.8 mg/g de msu) y bajos (0.4 - 7.0 mg/g de msu). Los genotipos que expresaron una mayor PAE fueron de E1 a X6. Mientras que los genotipos con una PAE media fueron de X4 a F1. En tanto que los genotipos con una PAE baja fueron de Z5 a X5. La media en producción de aceite fue de 18.51 mg/g de msu., es evidente que el genotipo con mayor producción de aceite fue el genotipo X6 con 63.40 mg/g de msu, mientras que el genotipo que menos produjo fue el Z5 con 0.40 mg/g de msu.

Cuadro 11. Producción de aceite de genotipos de orégano en etapa de madurez fisiológica.

Etapa	PAE (mg/g de msu)	Genotipos
Madurez	29.10 - 63.40	E1, C3, S2, E3, Z1, X6
	9.80 - 25.80	X4, E4, A3, Y6, E2, C2, A6, A4, X1, C4, D4, Y4, B1, Y2, F4, Z4, D2, F2, Y3, Z2, X3, A1, F1.
	0.4 - 7.0	Z5, C1, C5, A2, S1, X5.

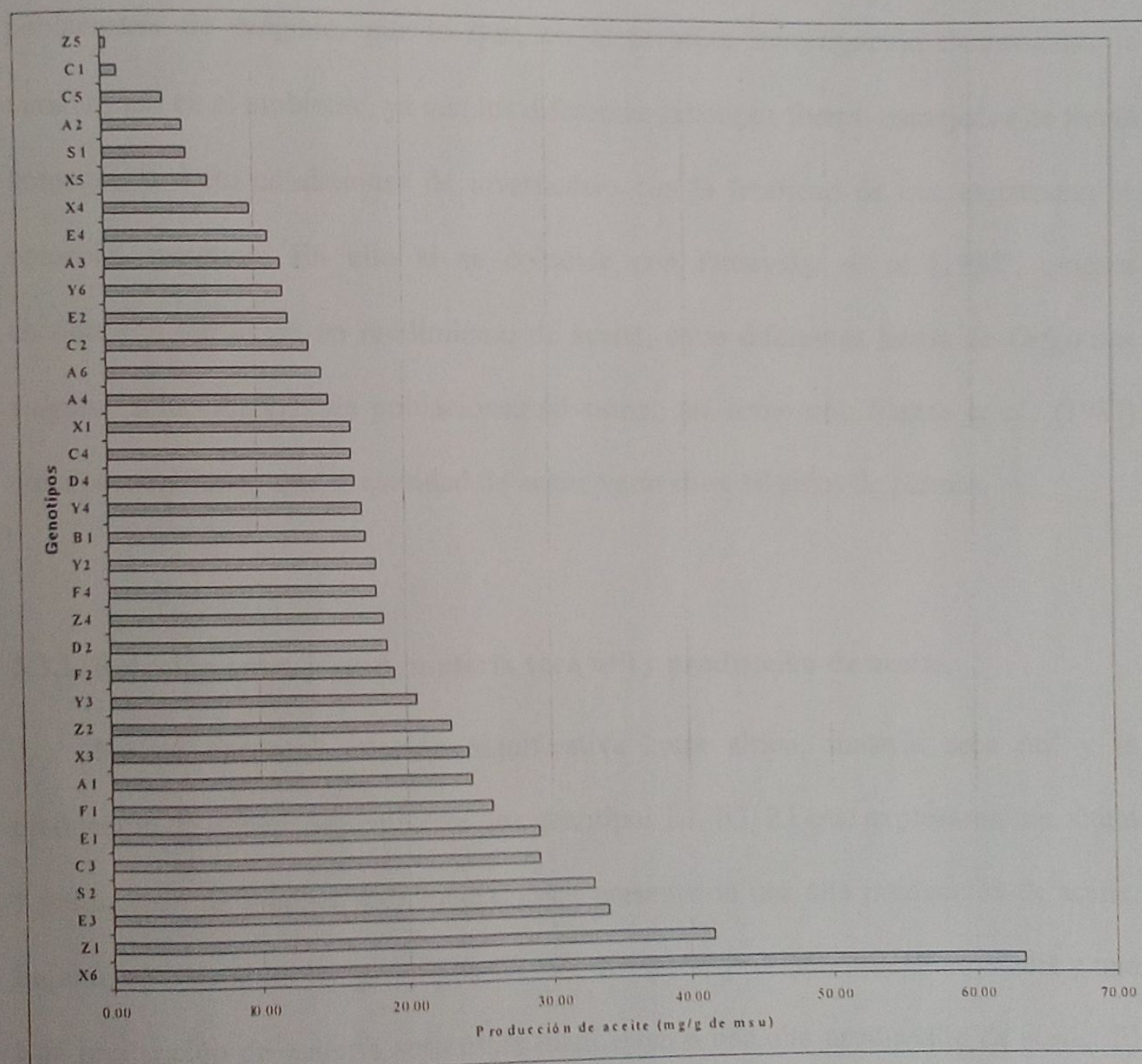


Figura 7. Producción de aceite esencial de genotipos de orégano.

Adzet *et al.*, (1977), citado por Sánchez *et al.*, (1991), menciona que la producción de aceite esencial esta ligada a factores de calor y sequía, por lo que este trabajo no coincide con dicho autor, debido a que, las diferentes plantas no estuvieron sometidas a estrés hídrico. En este estudio tampoco coincide con Sánchez *et al.*, (1991) y Vokou *et al.*, (1988) quienes mencionan que el rendimiento del aceite, puede deberse a los factores de tipo ambiental. Pero no toman en cuenta la variabilidad genética de las poblaciones de orégano, por lo que, en la presente investigación descartamos la variabilidad en el ambiente, ya que los diferentes genotipos fueron manejados de forma homogénea, bajo condiciones de invernadero con la finalidad de que expresaran su potencial genético. En ello si se coincide con Putievsky *et al* (1985), quienes encontraron variación en rendimiento de aceite, entre diferentes líneas de *Origanum vulgare*, seleccionadas de poblaciones silvestres; así como con Mazza *et al.*, (1987) quienes mencionan que la cantidad de aceite varía entre híbridos de plantas.

5.3.1. Relación entre altura, materia seca útil y producción de aceite.

No se encontró relación significativa entre altura, materia seca útil y la producción de aceite. Sin embargo, los genotipos E1, E3, Z1 que expresaron una altura y producción de materia seca media, éstos presentaron una alta producción de aceite. En el mismo sentido, los genotipos C3, S2, X6 que expresaron una altura media y una baja producción de materia seca éstos manifestaron una alta producción de aceite. El genotipo C1 que en etapa de madurez presentó una altura y producción de materia seca superior, éste expresó una baja producción de aceite. Los genotipos A2, S1 y C5 que obtuvieron una altura y producción de materia seca media, los anteriores genotipos

manifestaron una baja producción de aceite. En tanto que los genotipos Z5 y X5 que obtuvieron una altura media y una baja producción de materia seca, éstos expresaron una baja producción de aceite. Los genotipos con una producción media de aceite expresaron diferentes alturas (alta, media y baja) así como una diferente producción de materia seca (alta, baja y media).

5.4. Calidad de los aceites esenciales

5.4.1. En etapa de plántula

En la figura 8 y Anexo 3a, se observa una gran variabilidad en la concentración de timol y carvacrol en los diferentes genotipos de orégano durante la etapa de plántula. Al examinar con atención, en primer lugar se nota que existen concentraciones de timol altos (94.07 – 96.96 %), medios (11.77 – 93.81 %) y bajos (7.29 – 11.56 %).

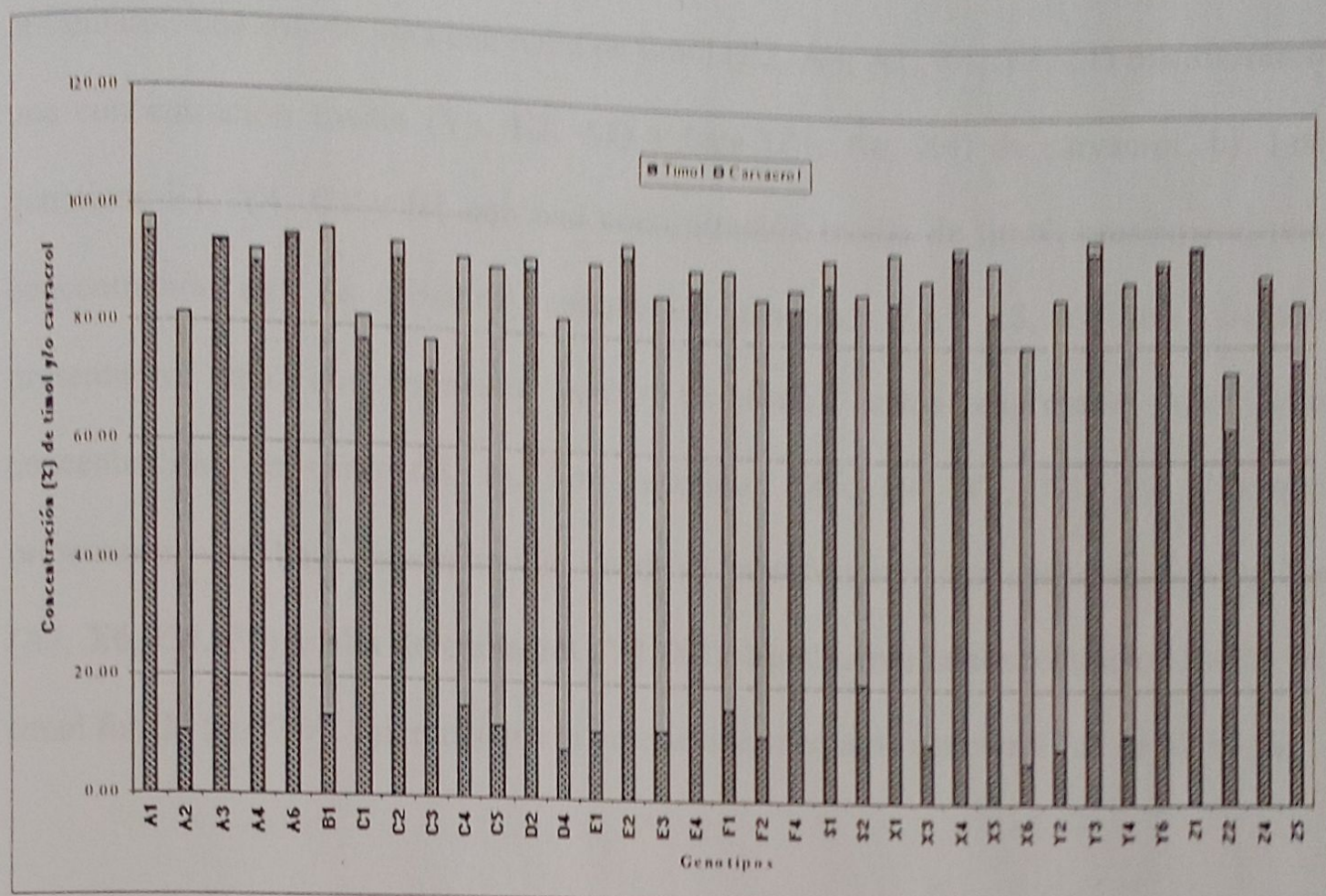


Figura 8. Concentración (%) de timol y/o carvacrol de los genotipos en etapa de plántula.

Los genotipos que presentaron una alta concentración de timol fueron: E2, A6, A1, X4, Y3, Z1. Los genotipos que presentaron una baja concentración de timol fueron: X6, D4, Y2, X3, A2, F2. Los genotipos que presentaron una concentración media de timol se pueden observar en el cuadro 12. En segundo lugar se observa que existen concentraciones de carvacrol altos (78.92 – 82.84 %), medios (1.83 – 76.99 %) y bajos (0.30 – 1.34 %). Los genotipos que presentaron una concentración alta de carvacrol fueron: C5, Y2, Y4, E1, X3, B1. Mientras que los genotipos con baja concentración de carvacrol fueron: Z1, A3, A6, Y6, Z4, X4. En tanto que los genotipos con una concentración media de carvacrol se presentan en el Cuadro 12. En el citado cuadro podemos observar más detalladamente las concentraciones de timol y/o carvacrol de los genotipos, los cuales tuvieron las siguientes particularidades: a). Los genotipos que

presentaron una mayor concentración de timol (E2, A6, A1, X4, Y3, Z1) manifestaron una concentración media (Y3, E2, A1) y baja (Z1, A6, X4) de carvacrol. b). Los genotipos E1, Y4, C5 y B1 con una concentración media de timol, presentaron una concentración alta de carvacrol, aunque los genotipos Z4, A3, Y6 aún cuando presentaron una concentración media de timol, estos expresaron una baja concentración de carvacrol. c). Los genotipos (X6, D4, Y2, X3, A2, F2) que presentaron una baja concentración de timol manifestaron una concentración media (A2, X6, D4, F2) y alta de carvacrol (Y2, X3). Finalmente la concentración media de timol fue de 58.07 %, mientras que la producción media de carvacrol fue de 32.84 %.

En la Figura 9 y Anexo 4, se registra como se agruparon o jerarquizaron los diferentes genotipos de orégano durante la etapa de plántula, que fue básicamente a través del contenido de timol y/o carvacrol, y se agruparon con una concentración más o menos similar, la cual nos indica la calidad del aceite de cada uno de los genotipos. Los dos grandes grupos (Grupo I y II) se examinan en la Figura 9, el primer grupo esta representado por el genotipo A1 hasta Z2, el segundo grupo contiene al genotipo A2 hasta el S2. El grupo I se caracteriza por: 1). Altas concentraciones de timol (65.42 - 96.96 %), y 2). Bajas concentraciones de carvacrol (0.30 - 10.58 %). Mientras que el grupo II se caracteriza por: 1). Las bajas concentraciones de timol (7.29 - 20.99 %), y 2). Las altas concentraciones de carvacrol (68.29 - 82.84 %).

Cuadro 12. Concentración de timol y/o carvacrol de genotipos de orégano en etapa de plántula.

Etapa	Concentración (%) de timol	Genotipos	Concentración (%) de carvacrol	Genotipos
Plántula	94.07 – 96.96	E2, A6, A1, X4, Y3, Z1.	78.92 – 82.84	C5, Y2, Y4, E1, X3, B1.
	11.77 – 93.81	E1, Y4, E3, C5, B1, C4, F1, S2, Z2, C3, Z5, C1, X5, F4, X1, E4, A4, S1, Z4, D2, C2, A3, Y6.	1.83 – 76.99	Y3, D2, E2, A4, A1, C2, E4, F4, C1, S1, C3, X1, X5, Z2, Z5, S2, A2, X6, D4, E3, F2, F1, C4.
	7.29 – 11.56	X6, D4, Y2, X3, A2, F2.	0.30 – 1.34	Z1, A3, A6, Y6, Z4, X4.

Lo que señala el dendograma (Figura 9) es la similitud entre dos o más genotipos con una concentración más o menos similar de timol y/o carvacrol, en dicha figura se aprecian subgrupos tanto en el grupo I como en el II. En el grupo I se encuentran 5 subgrupos donde los genotipos con una composición similar son: X4-Y3, A3-Y6, A4-D2, E4-S1, X1-X5, C1-C3. Mientras que en el grupo II se encuentran 3 subgrupos donde los genotipos con una composición similar son: D4-X6, C5-Y4, E1-X3, C4-F1, E3-F2. Los valores de timol y/o carvacrol de los grupos así como la agrupación de los genotipos con una composición similar se muestran en el Cuadro 12. Los Valores de timol y/o carvacrol de los genotipos de orégano con base a la jerarquización en la etapa de plántula se muestran en el Anexo 6.

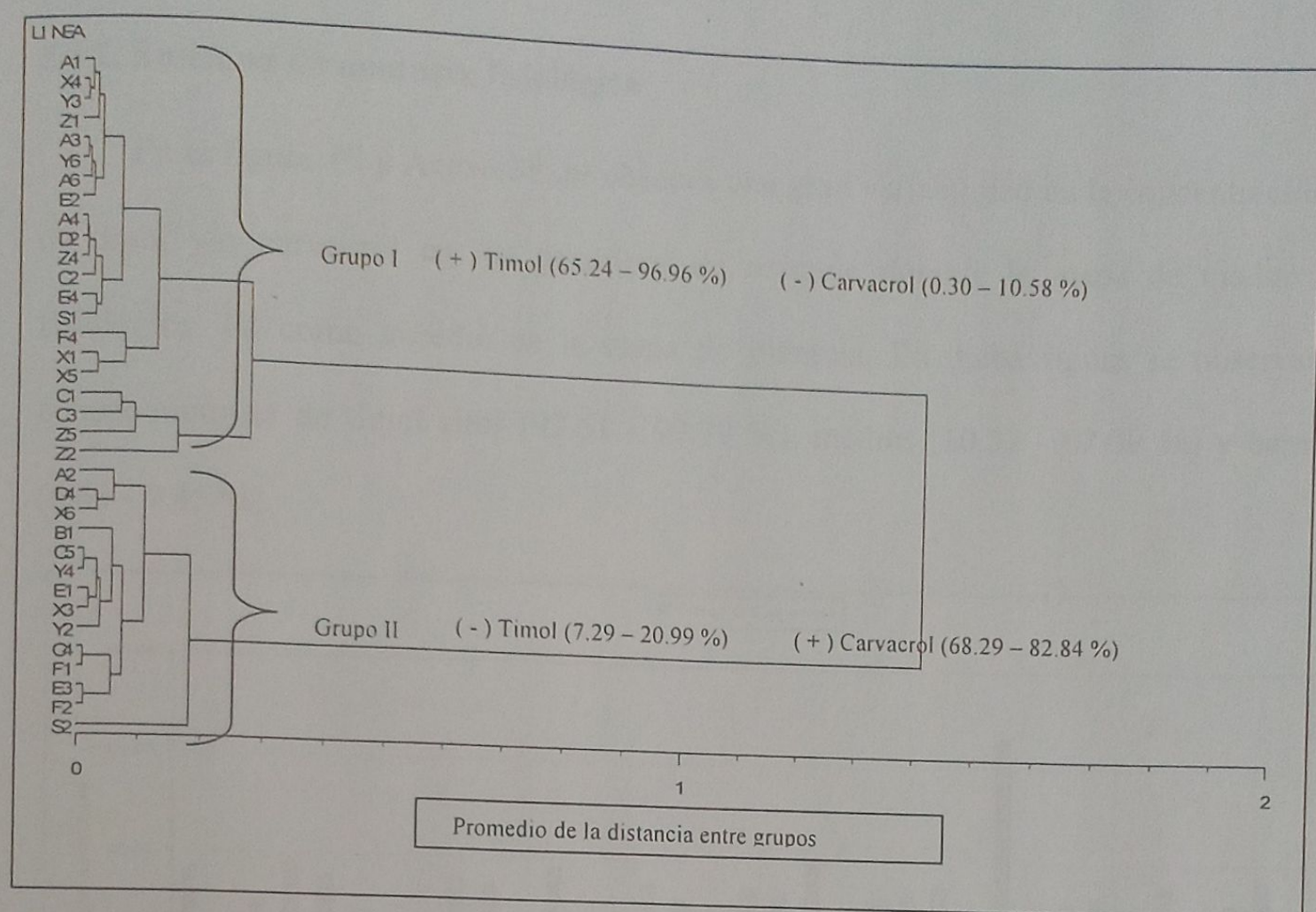


Figura 9. Jerarquización de genotipos por calidad de aceite en etapa de plántula

Cuadro 13. Valores de timol y/o carvacrol de los genotipos con composición similar.

Genotipo	Concentración (%) de timol	Concentración (%) de carvacrol	Genotipo	Concentración (%) de timol	Concentración (%) de carvacrol
Grupo I					
X4	96.08	1.34	Y3	96.46	1.83
A3	93.68	0.63	Y6	93.81	1.21
A4	90.58	2.15	D2	91.14	1.94
E4	89.10	3.33	S1	90.65	4.15
X1	87.74	8.57	X5	85.69	8.98
C1	77.93	3.92	C3	73.03	5.28
Grupo II					
D4	8.70	74.42	X6	2.29	72.70
C5	12.59	78.82	Y4	12.12	79.30
E1	11.77	80.83	X3	10.50	81.06
C4	15.78	76.99	F1	16.08	76.42
E3	12.18	75.56	F2	11.56	76.05

5.4.2. En etapa de madurez fisiológica

En la figura 10 y Anexo 3b, se observa una gran variabilidad en la concentración de timol y/o carvacrol en los genotipos de orégano durante la etapa de madurez fisiológica, tal como sucedió en la etapa de plántula. En dicha figura se observan concentraciones de timol altos (92.61 - 99.79 %), medios (10.33 - 92.09 %) y bajos (6.63 - 9.45 %).

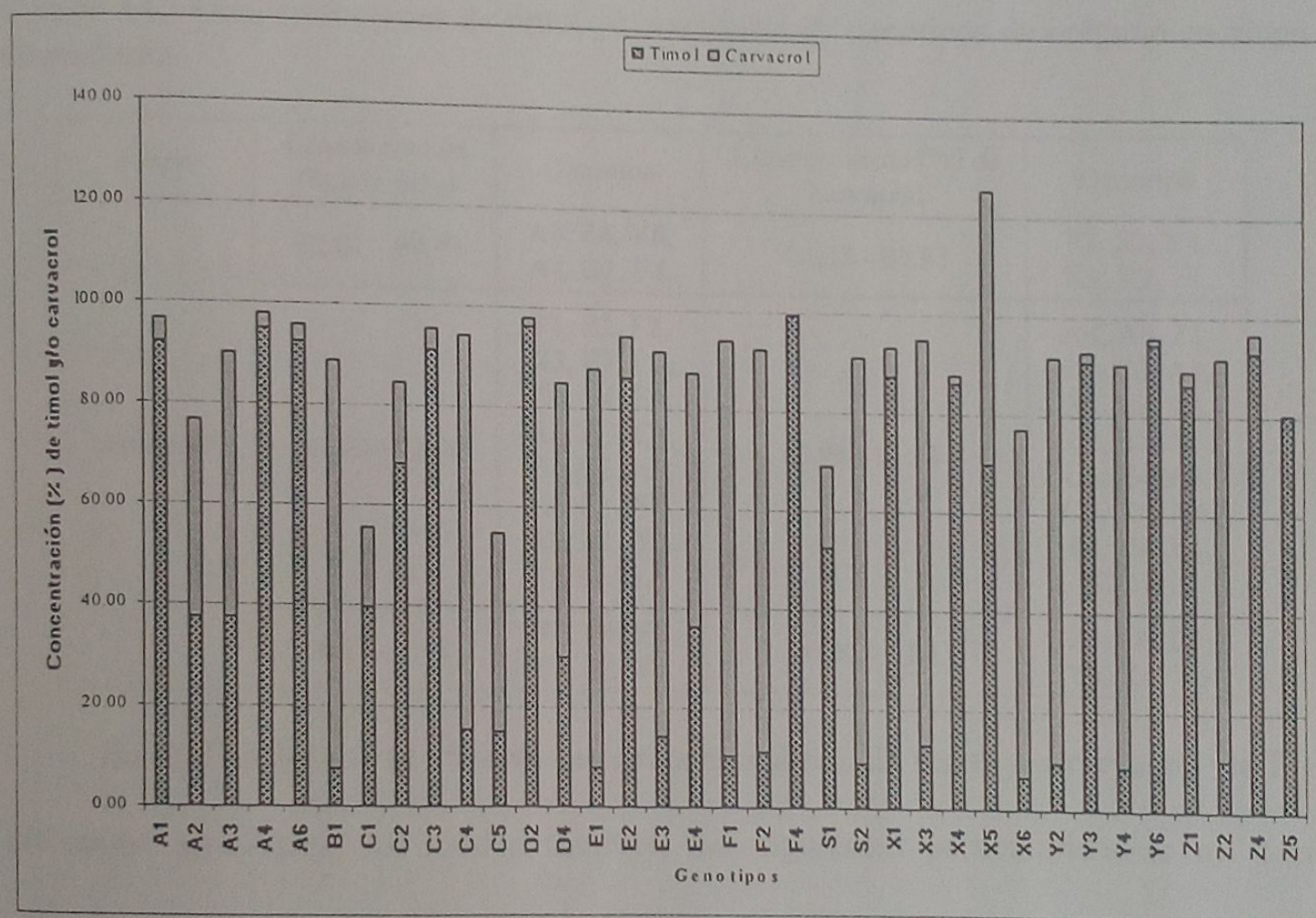


Figura 10. Concentración (%) de timol y/o carvacrol de genotipos de orégano en etapa de madurez.

Los genotipos que presentaron una alta concentración de timol fueron: A6, Z4, Y6, A4, D2, F4. Los genotipos que presentaron una baja concentración de timol fueron: X6, B1, E1, Y4, S2, Y2. Los genotipos con una concentración media de timol se presentan en el cuadro 14. En segundo lugar se observa en la Figura 10 y Cuadro 14,

que existen concentraciones de carvacrol altos (81.38 - 83.92 %), medios (2.90 - 81.21 %) y bajos (0.00 - 1.89 %). Los genotipos que presentaron una concentración alta de carvacrol fueron: F2, S2, Y4, X3, Y2, F1. Mientras que los genotipos con una baja concentración de carvacrol fueron: Z5, F4, D2, Y6, X4, Y3. Los genotipos con una concentración media de carvacrol se presentan en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Concentraciones de timol y/o carvacrol de genotipos de orégano en etapa de madurez.

Etapa	Concentración (%) de timol	Genotipo	Concentración (%) de carvacrol	Genotipo
Madurez	92.61 - 99.79	A6, Z4, Y6, A4, D2, F4.	81.38 - 83.92	F2, S2, Y4, X3, Y2, F1.
	10.33 - 92.09	F1, Z2, F2, X3, E3, C5, C4, D4, E4, A2, A3, C1, S1, C2, X5, Z5, Z1, X4, E2, X1, Y3, C3, A1.	2.90 - 81.21	A4, A6, Z1, Z4, C3, A1, X1, E2, C1, C2, S1, A2, C5, E4, A3, D4, X5, X6, E3, C4, E1, Z2, B1.
	6.63 - 9.45	X6, B1, E1, Y4, S2, Y2.	0.00 - 1.89	Z5, F4, D2, Y6, X4, Y3.

En el Cuadro 14 se observa las concentraciones de timol y/o carvacrol de los diferentes genotipos, los cuales tuvieron las siguientes particularidades: a). Los genotipos que presentaron una mayor concentración de timol (A6, Z4, Y6, A4, D2, F4) manifestaron una concentración media (A4, A6, Z4) y baja (F4, D2, Y6) de carvacrol. b). Los genotipos F1, F2, X3, Z5, X4, Y3 con una concentración media de timol, presentaron una concentración alta de carvacrol (F2, X3, F1) aunque los genotipos Z5, X4, Y3 aún cuando presentaron una concentración media de timol, estos expresaron una baja concentración de carvacrol. c). Los genotipos (X6, B1, E1, Y4, S2, Y2) que presentaron una baja concentración de timol manifestaron una concentración media

(X6, E1, B1) y alta de carvacrol (S2, Y4, Y2). Finalmente la concentración media de timol fue de 50.95 %, mientras que la producción media de carvacrol fue de 38.50 %, observándose una disminución de timol del 7.12 %, así como un incremento del 5.66 % de carvacrol en etapa de madurez fisiológica.

En la Figura 11 y Anexo 5 se registra como se agruparon o jerarquizaron los diferentes genotipos de orégano en la etapa de madurez fisiológica, y fue a través del contenido de timol y/o carvacrol, que se agruparon con una concentración más o menos similar, igual como fue hecho en la etapa de plántula. Se aprecian dos grupos claramente definidos, el primero del genotipo A1 hasta el X5, el cual se caracterizó por presentar altas concentraciones de timol (92.09 %) pero bajas concentraciones de carvacrol. El segundo grupo contiene al genotipo A2 hasta el X6, se caracterizó por presentar bajas concentraciones de timol pero altas concentraciones de carvacrol. El dendograma (Figura 11) señala la similitud entre dos o más genotipos con una concentración más o menos similar de timol y/o carvacrol. En la Figura 11 se pueden apreciar varios subgrupos tanto en el grupo I como en el II. En el grupo I, los genotipos con una composición similar de timol y/o carvacrol son: A1-C3, A6-Z4, A4-Y6, E2-X1, X4-Z1, C1-S1. Mientras que en el grupo II son: A3-E4, B1-E1, F2-Z2, S2-Y2, C4-E3. Los valores de timol y/o carvacrol de los grupos así como la agrupación de los genotipos con una composición similar se muestran en el Cuadro 16 y Anexo 5.

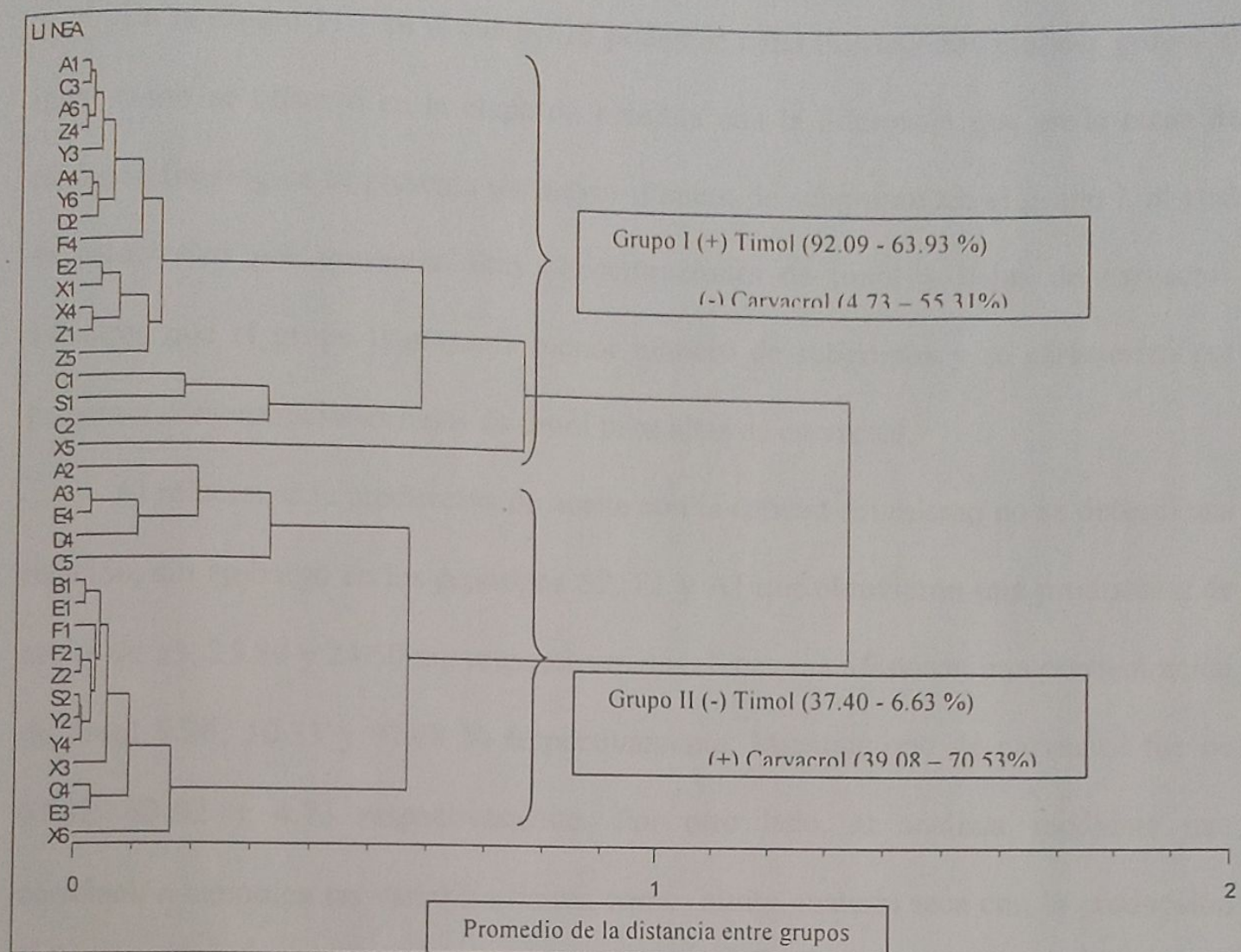


Figura 11. Jerarquización de genotipos por calidad de aceite en etapa de madurez.

Cuadro 15. Valores de timol y carvacrol de los genotipos en etapa de madurez.

Genotipo	Concentración (%) de timol	Concentración (%) de carvacrol	Genotipo	Concentración (%) de timol	Concentración (%) de carvacrol
Grupo I					
A1	92.09	4.73	C3	91.23	4.30
A6	92.61	3.17	Z4	92.88	3.85
A4	94.98	2.90	Y6	94.38	1.65
E2	88.38	8.29	X1	87.55	5.88
X4	86.27	1.68	Z1	86.09	3.25
C1	39.47	15.90	S1	52.34	16.73
Grupo II					
A3	37.40	39.08	E4	36.05	51.47
B1	7.66	81.21	E1	7.75	80.12
F2	11.15	81.38	Z2	10.47	81.09
S2	9.26	81.82	Y2	9.45	82.40
C4	15.36	78.98	E3	14.31	77.20

En la Figura 11 y en el cuadro 16 podemos notar que hay dos grandes grupos al igual como se observó en la etapa de plántula con la diferencia que en la etapa de madurez fisiológica se presenta un mayor número de subgrupos en el grupo I, el cual se caracterizó por presentar altas concentraciones de timol y bajas de carvacrol. Mientras que el grupo II presenta menor número de subgrupos y se caracterizó por presentar concentraciones bajas de timol pero altas de carvacrol.

Al relacionar la producción de aceite con la calidad del mismo no se detectó una relación, sin embargo en los genotipos S2, F1 y A1 que obtuvieron una producción de aceite de 33, 25.80 y 24.50 mg respectivamente. Estos manifestaron una concentración de timol 9.26, 10.33 y 92.09 % respectivamente. Mientras que de carvacrol fue de 81.82, 83.92 y 4.73 respectivamente. Por otro lado, al analizar mediante una correlación canónica las variables físicas como: altura, materia seca con la producción y calidad de los aceites durante las etapas de plántula. La correlación canónica no fue significativa, probablemente al bajo número de variables físicas consideradas así como la alta variabilidad en producción y calidad de los aceites esenciales. La correlación de las variables anteriormente mencionadas se puede observar en el Anexo 8 y 9.

5.4.2.1. Comportamiento de la concentración de los genotipos de orégano.

En el Cuadro 15 se describe el comportamiento de los genotipos de orégano al expresar las concentraciones de timol y/o carvacrol. Los genotipos E2, A6, A1, X4, Y3, Z1, que en etapa de plántula (EP) obtuvieron concentraciones altas (94.07 – 96.96 %) de timol, su comportamiento en la etapa de madurez (EM) fue: 1). El genotipo A6 siguió conservando una alta concentración (92.61%) de timol. 2). Los demás genotipos

presentaron una concentración media (10.33 – 92.09 %) de dicho fitocompuesto.

Cuadro 16. Comportamiento de la concentración de los genotipos de orégano.

Etapa	Concentración (%) de timol	Genotipos	Concentración % de carvacrol	Genotipos
Plántula	94.07 – 96.96	E2, A6, A1, X4, Y3, Z1.	78.92 – 82.84	C5, Y2, Y4, E1, X3, B1.
	11.77 – 93.81	E1, Y4, E3, C5, B1, C4, F1, S2, Z2, C3, Z5, C1, X5, F4, X1, E4, A4, S1, Z4, D2, C2, A3, Y6.	1.83 – 76.99	Y3, D2, E2, A4, A1, C2, E4, F4, C1, S1, C3, X1, X5, Z2, Z5, S2, A2, X6, D4, E3, F2, F1, C4.
	7.29 – 11.56	X6, D4, Y2, X3, A2, F2.	0.30 – 1.34	Z1, A3, A6, Y6, Z4, X4.
Madurez	92.61 – 99.79	A6, Z4, Y6, A4, D2, F4.	81.38 – 83.92	F2, S2, Y4, X3, Y2, F1.
	10.33 – 92.09	F1, Z2, F2, X3, E3, C5, C4, D4, E4, A2, A3, C1, S1, C2, X5, Z5, Z1, X4, E2, X1, Y3, C3, A1.	2.90 – 81.21	A4, A6, Z1, Z4, C3, A1, X1, E2, C1, C2, S1, A2, C5, E4, A3, D4, X5, X6, E3, C4, E1, Z2, B1.
	6.63 – 9.45	X6, B1, E1, Y4, S2, Y2.	0.00 – 1.89	Z5, F4, D2, Y6, X4, Y3.

Los genotipos que en EP presentaron una composición media (11.77 – 93.81) de timol, se caracterizaron por presentar en EM altas concentraciones (94.07 – 96.96 %) de timol, tales genotipos son: Z4, Y6, A4, D2, F4. Aunque los genotipos B1, E1, Y4 y S2 que también presentaron una concentración media en EP se caracterizaron por presentar una baja concentración (6.63 – 9.45 %) de timol. Mientras que los genotipos X6, D4, Y2, X3, A2 y F2 que en EP obtuvieron concentraciones bajas (7.29 – 11.56 %) de timol, tan solo en el EM sobresalieron F2, X3, D4 y A2 con una producción media de 10.33 a 92.09 % de timol, en tanto que los genotipos X6 e Y2 siguieron conservando una baja producción (6.63 – 9.45 %) de timol. Los genotipos C5, Y2, Y4,

E1, X3, B1 que presentaron alta concentración (78.92 – 82.84 %) de carvacrol en etapa de plántula, después en etapa de madurez se observó que: los genotipos Y4, X3, Y2 conservaron una concentración alta (81.38 - 83.92 %) de carvacrol. Mientras que los genotipos C5, E1 y B1 expresaron una concentración media (2.90 - 81.21 %) de carvacrol. Los genotipos F2, S2, F1 Z5, F4, D2, Y3 que en etapa de plántula expresaron una concentración media de timol (1.83 – 76.99 %), posteriormente los genotipos en la etapa de madures presentaron: a). Una alta concentración de carvacrol (81.38 - 83.92 %) estos fueron: F2, S2, F1 y b). Una baja concentración de carvacrol (0.00- 1.89 %) los genotipos con dicha concentración fueron: Z5, F4, D2, Y3. Finalmente los genotipos Z1, A3, A6, Y6, Z4, X4 que en etapa de plántula expresaron una baja concentración (0.30 – 1.34 %) de carvacrol, después en la etapa de madurez presentaron: a). Una media concentración de carvacrol (2.90 - 81.21 %) esta representada por los genotipos A6, Z1, Z4, A3. y b). Una baja concentración de carvacrol (0.00 - 1.89 %) esta representada por los genotipos Y6, X4. El promedio de producción de timol en la etapa de madurez fue de 50.90 %, mientras que la de carvacrol fue de 38.50 %, al comparar la concentración (58.07 %) de timol en la etapa de plántula con la obtenida en la etapa de madurez se observa que hay una disminución del 7.17 % de timol. Pero al comparar la concentración (32.85 %) de carvacrol en la etapa de plántula con la obtenida en la etapa de madurez se observa que hay un incremento del 5.65 % de carvacrol.

El estudio reveló una amplia variabilidad en la composición química de los aceites esenciales en los diferentes genotipos, algunos de estos valores están en el rango señalado por diversos estudios realizados por: Rhyu (1979), Martínez

(1987), Sánchez et al., (1991), Norma AFNOR, Martínez y Zulueta (1987) y la CONABIO (2005). Mientras que otros valores encontrados superan a los señalados por los anteriores autores.

La variabilidad encontrada en la composición fitoquímica de los aceites de los genotipos estudiados, tiene dos implicaciones importantes. La primera es ecológica y positiva, pues la mayor diversidad genética favorece la capacidad de los genotipos para tolerar los efectos de los factores adversos bióticos y abióticos. La segunda implicación es económica y negativa, debido a que la mayor diversidad es característica desfavorable debido a que se demanda homogeneidad en los componentes básicos del aceite esencial para la comercialización, lo anterior se traduce en la reducción de precios de venta, y con ello la reducción en la rentabilidad del cultivo en la región.

Por otra parte es posible definir dos posibilidades para la producción de orégano de alta calidad, que son: 1) Inducir la homogenización de las plantas de orégano, con material genético certificado propagado asexualmente. 2) Establecer grupos de plantas de orégano con características superiores, evaluadas en ambientes naturales y bajo cultivo para asegurar que la calidad se mantenga bajo esas condiciones o que tanto puede afectarse por ello.

VI. CONCLUSIONES

No se observó una relación directa entre altura y materia seca en las etapas de plántula ni madurez fisiológica excepto en los genotipos Y2, X6, Z4 y A2 en la primera etapa y C1 en la segunda etapa.

En la producción de aceite (mg) no se encontró relación con altura y materia seca excepto en los genotipos E1, E3 y Z1 por lo que se considera que es más un atributo ligado al genotipo.

No se detectó una relación entre producción y calidad del aceite excepto en los genotipos S2, F1 y A1.

Tanto en la etapa de plántula como en madurez fisiológica se observan dos grupos definidos el primero con mayor concentración de timol y menor concentración de carvacrol y el segundo inversamente proporcional.

La amplia variabilidad genética registrada permite seleccionar genotipos superiores tanto en producción como en calidad del orégano.

VII. LITERATURA CITADA

- Abadía, A.E., J.P. Roozen 2001. The effects of stabilized extracts of sage and oregano on the oxidation of salad dressings. *Eur. Food Res. Technol.* 212. 551-560.
- Abegaz, B., N. Asfaw, L.W. Wande. 1993. Constituents of the essential oils from wild and cultivated *Lippia adoensis* Hochst. ex Walp. *Journal of essential oil research.* 5:(5) 487 – 491.
- Almeida, M.R. 1991. Los oréganos de México como especia según se reporta en la literatura mundial. En: Estado actual del conocimiento sobre el orégano en México. URUZA-UACH. Bermejillo, Dgo. México. p. 45-52.
- Álvarez, C.A. 1999. Determinación y cuantificación de la capacidad antimicrobiana y antioxidante de las fracciones polares del orégano (*Origanum vulgare* L.). Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Aguirre, R.M. 1999. Distribución del orégano (*Lippia berlandieri* Schawer) en Jalpa, Zacatecas México. Tesis. UAAAN, Saltillo, Coah. pp.6
- Brewster, R.Q., C.A. Vanderwerf, W.E. Mc Ewen. 1970. Curso práctico de Química orgánica. Edit. Alhambra. España.
- Cabrera L 1980. Las plantaciones medicinales de México. 4a.. Edición Ed. Botas. México, D.F.
- Castro, G.A. 2004. Clasificación taxonómica del orégano en el sur de Chihuahua. CiReNa, Saltaices, Chihuahua. Comunicación personal.
- Cavazos, D.J.R. 1991. Características ecológicas y producción de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) en poblaciones naturales. INIFAP-CIFAP-B.C.S.
- CONABIO. Comisión Nacional de Biodiversidad. 2005. Orégano Mexicano: Oro Vegetal. Extraído el 23/06/2005. En: <http://www.conabio.gob.mx/biodiversitas.htm>.
- Chlodwig, F., J. Novak. 1996. Breeding of *Origanum* species. . Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Proceedings of the IPGRI International workshop on oregano. Padulosi, S. editor. CIHEAM, Valenzano, Bari, Italy.p. 49-56.
- Correl, D.S. and M.C. Johnston. 1970. Manual of the Vascular Plants of Texas. Published by Texas Research Foundation. Renner, Texas. 1981.
- Davidson, M. 1997. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds (en) *Food Microbiology, Fundamentals and Frontiers.* (Ed) Doyle, M., Beuchat, L., Montville, T. ASM Press. 520-521, 535.

De Mastro, G. 1996. Crop domestication and variability within accessions of *Origanum* genus. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Proceedings of the IPGRI International workshop on oregano. Padulosi, S. editor. CIHEAM, Valenzano, Bari, Italy. p. 34-48.

Dunford, T.N. and V.R. Silva. 2005. Effect of water stress on plant grown and thymol and carvacrol concentrations in Mexican oregano grown under controlled conditions. Journal of Applied Horticulture. 7(1): 20-22.

FAO-CEPAL. 1997. Oleorresinas. Extraído de: <http://fao.cl/tcp/ole2z.html>

Flores, G.G.J. 1991. Selección de una propuesta de manejo para orégano en la zona norte de Jalisco. INIFAP-CIFAP-JALISCO.

García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. Ed. Laros. México, D.F. 125 p.

Hartman, T.H. y E.D. Kester 1980. Propagación de plantas. Principios y prácticas. CECSA. México.

Hawley, G.G. 1975. Diccionario de química y de productos químicos. Ediciones Omega. Barcelona, España.

Hernández, R. A. 1991. Aspectos ecológicos del orégano en el Altiplano Potosino. INIFAP-CIFAP-San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México.

Isman, M. 2000. Plant essential oils for pests and disease management. Crop Protection. 19: 603 – 608.

Justesen, U., P. Knuthsen. 2001. Composition of flavonoids in fresh herbs and calculation of flavonoids intake by use of herbs in traditional Danish dishes. Food Chemistry. 2001: 73, 245 – 250.

Kim, J.M., M.R. Marshall, J.A. Cornell, J.F. Preston III, C.I. Wei. 1995. Antibacterial activity of carvacrol, citral and geraniol against *Salmonella typhimurium* in culture medium and on fish cubes. Journal of Food Science. 60. 6. 1364-1368.

Lawrence, B.M. 1984. The botanical and chemical aspects of orégano. Perfum. Flavorist. 9(5):41-44, 49-51.

López, R. G. F. 1989. Fitoquímica. Universidad Autónoma Chapingo. México.

Maarse, H. 1974. Volatile oil of *Origanum vulgare* L spp *vulgare*. Changes in composition during maturation. The Flavour Industry. 5:278-281.

Mazza, G., Kiehn, F.A. and Marshall, H.H. 1993. Monarda: A source of geraniol,

- linalool, thymol and carvacrol-rich essential oil. In: J. Janick and J. E. Simon (eds), New crop. Wiley, New York. p. 628-631.
- Maldonado, A.L.J. 1985. La investigación de orégano. Mec. Centro de Investigaciones Forestales del Noreste. Saltillo, Coah., México.
- Maldonado, A.L.J. 1991. Descripción botánica, distribución y usos del orégano en México. En: Estado actual del conocimiento sobre el orégano en México. URUZA-UACH. Bermejillo, Dgo. México. pp. 41 - 44.
- Martín, W.C. and C.R. Hutchins 1981. A. Flora of New México. J. Cramer. Fl-9490 VADUZ. Germany Vol 2,2591 p.
- Martínez, S.M. 1987. Evaluación físico-química del aceite esencial de orégano de plantaciones de INIFAP de cd. Lerdo, Dgo. y San Luis Potosí. Reporte de actividades en el proyecto de investigación.
- Martínez, S.M.A y R. Zulueta. 1987. Evaluación físico-Química del aceite esencial de orégano de plantaciones de I.N.I.F.A.P. de Cd. Lerdo, Durango y San Luis Potosí.
- Marzi, V. Agricultural practice for oregano. In: Padulosi, S. editor. 1997 oregano. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Proceedings of the IPGRI international workshop on oregano 8-12 may 1996.
- Milos, M., I. Jerkovic, J. Mastelic. 2000. Chemical composition and antioxidant effect of glycosidically bound volatile compounds from oregano (*Origanum vulgare* L. ssp hirtum). Food Chemistry. 71. 79-83.
- Olhagaray, R.E.C. 1983. Producción de orégano. Mec. Centro de Investigaciones Forestales del Noroeste. Saltillo, Coah. México.
- Olivier, G. 1997. The world market of oregano. Oregano. Proceedings of the IPGRI international workshop on oregano. Ed., Padulosi, S. 141-145.
- Ortega, R.S.A., A.B. Guerrero, H.A. Dávila, A.G. Arredondo, M.C.G. Arias, M.A.C. Martínez. 1987. Investigación en orégano. CIFNE. Lerdo, Dgo. México
- Ortega, R.S.A. 1991. Plantaciones de orégano en bordos con aplicación de pequeñas láminas de riego. En: Estado actual del conocimiento sobre el orégano en México. URUZA-UACH. Bermejillo, Dgo. México. pp. 268 - 274.
- PAIR-UNAM 1997. Programa de desarrollo regional sustentable del semidesierto: San Juan de Guadalupe y Gral. Simón Bolívar, Dgo.
- Pascual, M.E., K.C. Slowing, E. Sanchez, M.D. Villar, A. 2001. Lippia: traditional uses, chemistry and pharmacology. A. Review. J. Ethnopharmacol. 2001: 76, 201-214.

Prates, H.T., J.P. Santos, J.M. Waquil, J.D. Fabris, A.D. Oliveira, J.E. Foster. 1998. Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbs). J. Stored Prod. Res. 34(4): 243 – 249.

PRODEFOR. Programa de Desarrollo Forestal. 2004. Curso de inducción para la acreditación de prestadores de servicios técnicos forestales. SEMARNAT- CONAFOR – GOBIERNO del estado de Durango. Durango, Dgo.

Putievsky, E., U. Ravid, S.Z. Hussain. 1985. Differences in the yield of plant material, essential oils and their main components during life cycle of *Origanum vulgare* L. In: Essential oil and aromatics plants. Eds. Svendsen B. Scheffer J. J. C. Martinus Nijhoff/Junk Publications. Dordrecht, The Netherlands.

Putievsky, E., U. Ravid, N. Dudai. 1988. Phenological and seasonal influences on essential oil of a cultivate clone of *Origanum Vulgare* L. J. Sci. Food Agric. 43: 225-228.

Putievsky, E., N. Dudai, U. Ravid. 1996. Cultivation, selection and conservation of oregano species in Israel. . Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Proceedings of the IPGRI International workshop on oregano. Padulosi, S. editor. CIHEAM, Valenzano, Bari, Italy. p.102-109.

Quintero de A.R. y M.G. Gutiérrez. 1991. Manual para la identificación de los Oréganos mexicanos. En: Estado actual del conocimiento sobre el orégano en México. URUZA-UACH. Bermejillo, Dgo. México. pp. 53-55.

Rhyu, H.Y. 1979. Gas chromatographic characterization of oregano and other select species of labiate family. Journal of food science. 44: 1373 – 1378.

Ríos, Z.S.I. 1983. Panorama de la industrialización y comercialización del orégano. En: Segunda reunión nacional sobre ecología, manejo y domesticación de las plantas útiles del desierto. INIF. Gómez Palacio, Dgo. pp. 175 – 180.

Ruiz, A.M. 1985. Consideraciones generales sobre el sistema de inventario del orégano y los avances de la investigación en algunas de sus fases. Instituto nacional de Investigaciones Forestales.

Sánchez, N.A., C.J. Uribe, R.J.B. Hurtado, M.A.S. Martínez. 1991. Evaluación fitoquímica del aceite esencial de orégano de poblaciones naturales localizadas en la zona norte de Jalisco. En: Estado actual del conocimiento sobre el orégano en México. URUZA-UACH. Bermejillo, Dgo. México. pp. 281 – 289.

SAGPyA. Secretaria de Agricultura Ganadería, Pesca y Alimentos. República Argentina. 2005. Extraído el 28/09/2005. En: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/agricultura/otros/aromaticas/Oregano/index.php>

Scora, R.W. 1967. Study of the essential leaf oils of the genus *Monarda* (*Labiatae*). Amer. J. Bot. 54:446-452.

Simon, J.E. 1990. Essential oils and Culinary herbs. p. 472-483. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), Advances in new crops. Timber Press, Portland, OR.

Simon, J.E, A.F. Chadwick and D. Reiss-Bubenheim 1989. Cultivar evaluation of culinary herbs. Herbs '89. Proc. Fourth Nat. Herb Growing and Market. Conf. July 2-25, 1989, San José, CA. International Herb Growers and Marketers Assoc., Silver Springs, PA. p 12-21.

Silva, V. R. 1998. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosforada sobre la cobertura foliar, altura de planta, y la composición del aceite esencial del orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) en el sur del Estado de Chihuahua. Tesis de maestría en ciencias en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. 82 p.

Silva, V. R. 2003. El orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) los nuevos caminos de la agricultura. Folleto técnico. Saltaices, Chihuahua, México. 73 p.

Silva, V.R., T. N. Dunfor 2003. Bioactive components of mexican oregano oil as affected by moisture and plant maturity. Essent. Oil Res., 17, 668-671.

Silva, V.R. 2004. Comunicación personal. Centro de Investigación para los Recursos Naturales. Saltaices, Chihuahua.

Silva, V.R. 2005. El orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) una alternativa agroindustrial para las zonas áridas y semiáridas de México. En: Orégano aprovechamiento, cultivo e industrialización en México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo estado de México.

Silva, V. R. y N.T. Dunford. 2005. Bioactive components of Mexican Orégano Oil as Affected by Moisture and Plant Maturity. Journal of Essential Oil Research. 17:668-671

Trucker, A.O. and M.J. Marciarello. 1987. Plant Identification. Proc. First Nat Herb Growing and Marker. Conf. July 19-22, 1986, West Lafayette, IN, Purdue Univ. Agric. Exp. Sta. Bull. 518:126- 172.

USDA. 1989. U.S. Essential oil trade. USDA Foreign Agr. Serv. FTEA 2-89. .

Valdez, G.H.J. y R.G. Meléndez. 1991. Respuesta del orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) al transplante, riego y fertilización nitrogenada en la región de Delicias, Chih. En: Estado actual del conocimiento sobre el orégano en México. URUZA-UACH. Bermejillo, Dgo. México. pp. 264 – 267.

Vokou, D., S. Kokkini and J.M. Bessiere. 1988. *Origanum onites* (Lamiaceae) in Greece: Distribution, volatile oil yield and composition. Economic Botany. 42(3):407-412.

Wagner, K.H., I. Elmadfa. 2003. Biological relevance of terpenoids. Overview focusing on mono-, di- and tetraterpenes. *Ann: Nutr. Metabol.* 47 (3-4): 95-106.

Werker, E., E. Putievsky, U. Ravid. 1985. The essential oil glandular hairs in different chemotypes of *Origanum vulgare* L. *Annals of Botany.* 55:793-801.

Yanishlieva, N.V., E.M. Marinova, M.H. Gordon, V.G. Reneva. 1999. Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. *Food Chemistry.* 64. 59-66.

VIII. ANEXO

Anexo 1. Medidas de centralización y dispersión de las variables: altura, materia seca útil en etapa de plántula en los genotipos de orégano.

The UNIVARIATE Procedure Variable: altura

Moments			
N	35	Sum Weights	35
Mean	36.8285714	Sum Observations	1289
Std Deviation	7.32636542	Variance	53.6756303
Skewness	-0.0735553	Kurtosis	-0.8184629
Uncorrected SS	49297	Corrected SS	1824.97143
Coeff Variation	19.8931567	Std Error Mean	1.23838178

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	36.82857	Std Deviation	7.32637
Median	36.00000	Variance	53.67563
Mode	46.00000	Range	28.00000
Interquartile Range	13.00000		

Tests for Location: $\mu_0=0$

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 29.73927	Pr > t <.0001
Sign	M 17.5	Pr >= M <.0001
Signed Rank	S 315	Pr >= S <.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	49
99%	49
95%	47
90%	46
75% Q3	45
50% Median	36
25% Q1	32
10%	28
5%	25
1%	21
0% Min	21

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
21	8	46	12
25	33	46	28
26	21	47	30
28	22	47	34
28	9	49	27

The UNIVARIATE Procedure Variable: materia seca útil

Moments			
N	35	Sum Weights	35
Mean	2.53628571	Sum Observations	88.77
Std Deviation	1.01929066	Variance	1.03895345
Skewness	-0.3062514	Kurtosis	-0.7737349
Uncorrected SS	260.4705	Corrected SS	35.3244171

Coeff Variation 40.1883215 Std Error Mean 0.17229157

Basic Statistical Measures

Location	Mean	2.536286	Std Deviation	1.01929
	Median	2.670000	Variance	1.03895
	Mode	2.670000	Range	3.75000
	Interquartile Range	1.55000		

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 14.72089	Pr > t <.0001
Sign	M 17.5	Pr >= M <.0001
Signed Rank	S 315	Pr >= S <.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	4.21
99%	4.21
95%	3.99
90%	3.84
75% Q3	3.38
50% Median	2.67
25% Q1	1.83
10%	0.82
5%	0.78
1%	0.46
0% Min	0.46

Extreme Observations

---Lowest---		---Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
0.46	23	3.74	6
0.78	15	3.84	28
0.81	8	3.95	27
0.82	17	3.99	34
1.24	21	4.21	2

Anexo 2. Medidas de centralización y de dispersión de las variables altura, materia seca útil y producción de aceite en etapa de madurez fisiológica

The UNIVARIATE Procedure Variable: altura

Moments			
N	35	Sum Weights	35
Mean	59.6	Sum Observations	2086
Std Deviation	17.5083174	Variance	306.541176
Skewness	-0.6056616	Kurtosis	-0.2056246
Uncorrected SS	134748	Corrected SS	10422.4
Coeff Variation	29.3763714	Std Error Mean	2.95944578

Basic Statistical Measures

Location	Mean	59.60000	Std Deviation	17.50832
	Median	64.00000	Variance	306.54118

Mode 68.00000 Range 73.00000
 Interquartile Range 27.00000

Tests for Location: $\mu_0=0$

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 20.13891	Pr > t <.0001
Sign	M 17.5	Pr >= M <.0001
Signed Rank	S 315	Pr >= S <.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	92
99%	92
95%	84
90%	78
75% Q3	71
50% Median	64
25% Q1	44
10%	33
5%	27
1%	19
0% Min	19

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
19	25	75	8
27	31	78	6
27	20	83	34
33	33	84	28
38	35	92	7

The UNIVARIATE Procedure Variable: material seca útil

Moments

N	35	Sum Weights	35
Mean	13.4914286	Sum Observations	472.2
Std Deviation	4.93369993	Variance	24.341395
Skewness	0.03336197	Kurtosis	1.46454705
Uncorrected SS	7198.26	Corrected SS	827.607429
Coeff Variation	36.5691439	Std Error Mean	0.8339475

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	13.49143	Std Deviation	4.93370
Median	14.40000	Variance	24.34139
Mode	9.00000	Range	25.90000
Interquartile Range	6.40000		

Tests for Location: $\mu_0=0$

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 16.17779	Pr > t <.0001
Sign	M 17.5	Pr >= M <.0001
Signed Rank	S 315	Pr >= S <.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	28.0

99%	28.0
95%	18.6
90%	18.0
75% Q3	17.0
50% Median	14.4
25% Q1	10.6
10%	6.3
5%	4.6
1%	2.1
0% Min	2.1

Extreme Observations

---Lowest---		---Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
2.1	31	17.8	27
4.6	2	18.0	22
5.0	25	18.2	9
6.3	20	18.6	29
8.0	23	28.0	1

The UNIVARIATE Procedure Variable: Producción de aceite en madurez fisiológica

Moments

N	35	Sum Weights	35
Mean	18.5171429	Sum Observations	648.1
Std Deviation	12.1466162	Variance	147.540286
Skewness	1.57042537	Kurtosis	4.47161694
Uncorrected SS	17017.33	Corrected SS	5016.36971
Coeff Variation	65.5966005	Std Error Mean	2.05315288

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	18.51714	Std Deviation	12.14662
Median	17.10000	Variance	147.54029
Mode	16.40000	Range	63.00000
Interquartile Range	12.40000		

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 9.018882	Pr > t <.0001
Sign	M 17.5	Pr >= M <.0001
Signed Rank	S 315	Pr >= S <.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	63.4
99%	63.4
95%	41.6
90%	33.0
75% Q3	24.2
50% Median	17.1
25% Q1	11.8
10%	5.3
5%	1.0
1%	0.4
0% Min	0.4

Extreme Observation

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
0.4	35	29.1	14
1.0	7	33.0	22
4.1	11	34.0	16
5.3	2	41.6	32
5.6	21	63.4	27

Anexo 3. Medidas de centralización y dispersión de las variables: a). Calidad de los aceite esenciales de los genotipos en etapa de plántula y b). Calidad de los aceites esenciales los genotipos en etapa de madurez fisiológica.

a). Calidad de los aceite en los genotipos de orégano durante la etapa de plántula.

The UNIVARIATE Procedure Variable: timol

Moments			
N	35	Sum Weights	35
Mean	58.0722857	Sum Observations	2032.53
Std Deviation	38.4349652	Variance	1477.24655
Skewness	-0.3550321	Kurtosis	-1.8834728
Uncorrected SS	168260.046	Corrected SS	50226.3826
Coeff Variation	66.184695	Std Error Mean	6.49669487

Basic Statistical Measures			
Location		Variability	
Mean	58.07229	Std Deviation	38.43497
Median	77.93000	Variance	1477
Mode	.	Range	89.67000
Interquartile Range	79.97000		

Tests for Location: Mu0=0			
Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t t	8.938743	Pr > t	<.0001
Sign M	17.5	Pr >= M	<.0001
Signed Rank S	315	Pr >= S	<.0001

Quantiles (Definition 5)	
Quantile	Estimate
100% Max	96.96
99%	96.96
95%	96.46
90%	95.37
75% Q3	92.15
50% Median	77.93
25% Q1	12.18
10%	10.50
5%	8.70
1%	7.29
0% Min	7.29

Extreme Observations			
-----Lowest----		----Highest----	
Value	Obs	Value	Obs
7.29	27	94.75	5

8.70	13	95.37	1
9.62	28	96.08	25
10.50	24	96.46	29
10.88	2	96.96	32

The UNIVARIATE Procedure Variable: carvacrol

Moments			
N	35	Sum Weights	35
Mean	32.8451429	Sum Observations	1149.58
Std Deviation	36.4371418	Variance	1327.6653
Skewness	0.42804593	Kurtosis	-1.8887156
Uncorrected SS	82898.7396	Corrected SS	45140.6203
Coeff Variation	110.936165	Std Error Mean	6.15900108

Basic Statistical Measures			
Location		Variability	
Mean	32.84514	Std Deviation	36.43714
Median	8.57000	Variance	1328
Mode	.	Range	82.54000
Interquartile Range		73.92000	

Tests for Location: Mu0=0			
Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t	t 5.332868	Pr > t	<.0001
Sign	M 17.5	Pr >= M	<.0001
Signed Rank	S 315	Pr >= S	<.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	82.84
99%	82.84
95%	81.06
90%	79.30
75% Q3	76.05
50% Median	8.57
25% Q1	2.13
10%	1.21
5%	0.63
1%	0.30
0% Min	0.30

Extreme Observations			
----Lowest----		----Highest----	
Value	Obs	Value	Obs
0.30	32	78.83	28
0.63	3	79.30	30
0.76	5	80.83	14
1.21	31	81.06	24
1.28	34	82.84	6

b). Calidad de los aceites en los genotipos de orégano durante etapa de madurez fisiológica.

The UNIVARIATE Procedure Variable: timol

Moments

N	35	Sum Weights	35
Mean	50.9022857	Sum Observations	1781.58
Std Deviation	36.6311557	Variance	1341.84157
Skewness	0.0427677	Kurtosis	-1.8350548
Uncorrected SS	136309.107	Corrected SS	45622.6132
Coeff Variation	71.9636754	Std Error Mean	6.19179541

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	50.90229	Std Deviation	36.63116
Median	39.47000	Variance	1342
Mode	.	Range	93.16000
Interquartile Range	79.83000		

Tests for Location: $\mu_0=0$

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 8.220925	Pr > t <.0001
Sign	M 17.5	Pr >= M <.0001
Signed Rank	S 315	Pr >= S <.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	99.79
99%	99.79
95%	96.41
90%	94.38
75% Q3	90.98
50% Median	39.47
25% Q1	11.15
10%	8.59
5%	7.66
1%	6.63
0% Min	6.63

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest----	
Value	Obs	Value	Obs
6.63	27	92.88	34
7.66	6	94.38	31
7.75	14	94.98	4
8.59	30	96.41	12
9.26	22	99.79	20

The UNIVARIATE Procedure Variable: carvacrol

Moments

N	35	Sum Weights	35
Mean	38.502	Sum Observations	1347.57
Std Deviation	34.7552094	Variance	1207.92458
Skewness	0.17711364	Kurtosis	-1.8134731
Uncorrected SS	92953.5759	Corrected SS	41069.4358
Coeff Variation	90.2685819	Std Error Mean	5.87470262

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	38.50200	Std Deviation	34.75521
Median	39.08000	Variance	1208
Mode	0.00000	Range	83.92000

Interquartile Range 76.87000

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 6.553864	Pr > t <.0001
Sign	M 16.5	Pr >= M <.0001
Signed Rank	S 280.5	Pr >= S <.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	83.92
99%	83.92
95%	82.40
90%	81.91
75% Q3	80.12
50% Median	39.08
25% Q1	3.25
10%	1.65
5%	0.00
1%	0.00
0% Min	0.00

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest----	
Value	Obs	Value	Obs
0.00	35	81.82	22
0.00	20	81.91	30
1.30	12	82.06	24
1.65	31	82.40	28
1.68	25	83.92	18

Anexo 4. Jerarquización de genotipos de orégano por la concentración de timol y/o carvacrol en etapa de plántula

Average Linkage Cluster Analysis

Eigenvalues of the Covariance Matrix

Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative	
1	2789.56	2774.21	0.994527	0.99453
2	15.35	.	0.005473	1.00000

Root-Mean-Square Total-Sample Standard Deviation = 37.44938

Root-Mean-Square Distance Between Observations = 74.89876

Number of Clusters	--Clusters Joined--		Frequency of New Cluster	Normalized RMS Distance	Tie
34	A3	Y6	2	0.007936	
33	A4	D2	2	0.007985	
32	X4	Y3	2	0.008279	
31	C4	F1	2	0.008600	
30	C5	Y4	2	0.008969	
29	E3	F2	2	0.010551	
28	CL33	Z4	3	0.011148	
27	CL34	A6	3	0.014155	
26	A1	CL32	3	0.015131	

25	E1	X3	2	0.017232
24	CL27	E2	4	0.018331
23	CL28	C2	4	0.021440
22	E4	S1	2	0.023412
21	CL26	Z1	4	0.025079
20	X1	X5	2	0.027912
19	D4	X6	2	0.029694
18	CL30	CL25	4	0.031513
17	CL21	CL24	8	0.032696
16	CL23	CL22	6	0.033054
15	CL18	Y2	5	0.036357
14	CL31	CL29	4	0.055938
13	B1	L15	6	0.056094
12	A2	L19	3	0.057241
11	CL17	CL16	14	0.065912
10	C1	C3	2	0.067895
9	CL13	CL14	10	0.072290
8	F4	CL20	3	0.072573
7	CL10	Z5	3	0.089678
6	CL12	CL9	13	0.107040
5	CL11	CL8	17	0.124087
4	CL7	Z2	4	0.159128
3	CL6	S2	14	0.180526
2	CL5	CL4	21	0.275048
1	CL2	CL3	35	1.414120

Anexo 5. Jerarquización de genotipos de orégano por la concentración de timol y/o carvacrol en etapa de madurez fisiológica.

Average Linkage Cluster Analysis

Eigenvalues of the Covariance Matrix

Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative	
1	2475.79	2401.81	0.970987	0.97099
2	73.98		0.029013	1.00000

Root-Mean-Square Total-Sample Standard Deviation = 35.7055

Root-Mean-Square Distance Between Observations = 71.41101

Number of Clusters	--Clusters Joined--	Frequency of New Cluster	Normalized RMS Distance	Tie
34	S2 Y2	2	0.008547	
33	A6 Z4	2	0.010246	
32	F2 Z2	2	0.010352	
31	CL34 Y4	3	0.011869	
30	A1 C3	2	0.013464	
29	B1 E1	2	0.015316	
28	A4 Y6	2	0.019416	
27	X4 Z1	2	0.022129	
26	CL30 CL33	4	0.022371	
25	A3 E4	2	0.024288	
24	CL32 CL31	5	0.027708	
23	C4 E3	2	0.028940	
22	CL28 D2	3	0.029454	
21	F1 CL24	6	0.034789	
20	CL26 Y3	5	0.036325	
19	E2 X1	2	0.037515	

18	CL29	CL21	8	0.041076
17	CL18	X3	9	0.055253
16	CL20	CL22	8	0.056544
15	CL19	CL27	4	0.069142
14	CL17	CL23	11	0.093056
13	CL25	D4	3	0.103813
12	CL16	F4	9	0.105658
11	CL15	Z5	5	0.116827
10	CL12	CL11	14	0.140310
9	CL14	X6	12	0.163854
8	C1	S1	2	0.180599
7	A2	CL13	4	0.205170
6	CL8	C2	3	0.324735
5	CL7	C5	5	0.330176
4	CL5	CL9	17	0.566730
3	CL10	CL6	17	0.585736
2	CL3	X5	18	0.763627
1	CL2	CL4	35	1.339400

Anexo 6. Valores de timol y/o carvacrol de los genotipos de orégano con base a la jerarquización en la etapa de plántula.

Genotipo	Concentración (%) de timol	Concentración (%) de carvacrol
A1	95.37	2.20
X4	96.08	1.34
Y3	96.46	1.83
Z1	96.96	0.30
A3	93.68	0.63
Y6	93.81	1.21
A6	94.75	0.76
E2	94.07	2.13
A4	90.58	2.15
D2	91.14	1.94
Z4	91.01	1.28
C2	92.15	2.71
E4	89.10	3.33
S1	90.65	4.15
F4	86.07	3.48
X1	87.74	8.57
X5	85.69	8.98
C1	77.93	3.92
C3	73.03	5.28
Z5	77.18	10.58
Z2	65.24	10.11
A2	10.88	70.59
D4	8.70	74.42
X6	7.29	72.70
B1	13.78	82.84
C5	12.59	78.82

Y4	12.12	79.30
E1	11.77	80.83
X3	10.50	81.06
Y2	9.62	78.83
C4	15.78	76.99
F1	16.08	76.42
E3	12.18	75.56
F2	11.56	76.05
S2	20.99	68.29

Anexo 7. Valores de timol y/o carvacrol de los genotipos de orégano con base a la jerarquización en la etapa de madurez fisiológica.

Genotipo	Concentración (%) de timol	Concentración (%) de carvacrol
A1	92.09	4.73
C3	91.23	4.30
A6	92.61	3.17
Z4	92.88	3.85
Y3	90.98	1.89
A4	94.98	2.90
Y6	94.38	1.65
D2	96.41	1.30
F4	99.79	0.00
E2	86.38	8.29
X1	87.55	5.88
X4	86.27	1.68
Z1	86.09	3.25
Z5	80.24	0.00
C1	39.47	15.90
S1	52.34	16.73
C2	68.18	16.26
X5	69.93	55.31
A2	37.40	39.08
A3	37.46	52.48
E4	36.05	51.47
D4	30.07	55.06
C5	14.91	39.77
B1	7.66	81.21
E1	7.75	80.12
F1	10.33	83.92
F2	11.15	81.38
Z2	10.47	81.09
S2	9.26	81.82
Y2	9.45	82.40
Y4	8.59	81.91
X3	12.93	82.06

C4	15.36	78.98
E3	14.31	77.20
X6	6.63	70.53

Anexo 8. Correlación canónica entre las variables: altura, peso verde, materia seca con calidad de aceite, durante la etapa de plántula.

Canonical Correlation Analysis

	Adjusted Canonical Correlation	Approx Canonical Correlation	Squared Standard Error	Canonical Correlation
1	0.485120	0.374274	0.131138	0.235342
2	0.365873	.	0.148541	0.133863

Eigenvalues of $INV(E)*H = CanRsq/(1-CanRsq)$

	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	0.3078	0.1532	0.6657	0.6657
2	0.1546	.	0.3343	1.0000

Test of H0: The canonical correlations in the current row and all that follow are zero Likelihood

	Ratio	Approx F	Num DF	Den DF	Pr > F
1	0.66229904	2.2878	6	60	0.0470
2	0.86613710	2.3956	2	31	0.1078

Multivariate Statistics and F Approximations			S=2	M=0	N=14	
Statistic	Value	F	Num DF	Den DF		Pr > F
Wilks' Lambda	0.66229904	2.2878	6	60		0.0470
Pillai's Trace	0.36920446	2.3394	6	62		0.0423
Hotelling-Lawley Trace	0.46232507	2.2346	6	58		0.0524
Roy's Greatest Root	0.30777345	3.1803	3	31		0.0376

NOTE: F Statistic for Roy's Greatest Root is an upper bound.
NOTE: F Statistic for Wilks' Lambda is exact.

Canonical Correlation Analysis

Raw Canonical Coefficients for the 'VAR' Variables

	VFISICA1	VFISICA2
ALTURA	-0.071562735	0.1316164172
MSU	1.118102637	-1.188003899

Raw Canonical Coefficients for the 'WITH' Variables

	CALIDAD1	CALIDAD2
TIMOL	-0.105578244	0.1409037407
CARVACRO	-0.088181335	0.1634544709

Standardized Canonical Coefficients for the 'VAR' Variables

	VFISICA1	VFISICA2
ALTURA	-0.5243	0.9643
MSU	1.1397	-1.2109

Standardized Canonical Coefficients for the 'WITH' Variables

	CALIDAD1	CALIDAD2
--	----------	----------

TIMOL	-4.0579	5.4156
CARVACRO	-3.2131	5.9558

Canonical Structure

Correlations Between the 'VAR' Variables and Their Canonical Variables

	VFISICA1	VFISICA2
ALTURA	0.3805	0.8174
MSU	0.9317	0.2872

Correlations Between the 'WITH' Variables and Their Canonical Variables

	CALIDAD1	CALIDAD2
TIMOL	-0.8801	-0.4748
CARVACRO	0.8003	0.5996

Correlations Between the 'VAR' Variables and the Canonical Variables of the 'WITH' Variables

	CALIDAD1	CALIDAD2
ALTURA	0.1846	0.2991
MSU	0.4520	0.1051

Correlations Between the 'WITH' Variables and the Canonical Variables of the 'VAR' Variables

	VFISICA1	VFISICA2
TIMOL	-0.4270	-0.1737
CARVACRO	0.3882	0.2194

Anexo 9. Correlación canónica entre las variables: altura, peso verde, materia seca y peso de aceite con calidad de aceite, durante la etapa de plántula.

Canonical Correlation Analysis

	Adjusted Canonical Correlation	Approx Canonical Correlation	Squared Standard Error	Canonical Correlation
1	0.558667	0.484999	0.117972	0.312109
2	0.249050	0.143752	0.160861	0.062026
3	0.093063	.	0.170013	0.008661

Eigenvalues of $INV(E)*H = CanRsqr/(1-CanRsqr)$

	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	0.4537	0.3876	0.8584	0.8584
2	0.0661	0.0574	0.1251	0.9835
3	0.0087	.	0.0165	1.0000

Test of H0: The canonical correlations in the current row and all that follow are zero Likelihood

	Ratio	Approx F	Num DF	Den DF	Pr > F
1	0.63963560	1.5839	9	70.72899	0.1368
2	0.92985033	0.5555	4	60	0.6958
3	0.99133923	0.2708	1	31	0.6065

Multivariate Statistics and F Approximations S=3 M=-0.5 N=13.5

Statistic	Value	F	Num DF	Den DF	Pr > F
Wilks' Lambda	0.63963560	1.5839	9	70.72899	0.1368
Pillai's Trace	0.38279594	1.5114	9	93	0.1554
Hotelling-Lawley Trace	0.52858302	1.6249	9	83	0.1215

Roy's Greatest Root	0.45371885	4.6884	3	31	0.0082
---------------------	------------	--------	---	----	--------

NOTE: F Statistic for Roy's Greatest Root is an upper bound.

Canonical Correlation Analysis

Raw Canonical Coefficients for the 'VAR' Variables

	VFISICA1	VFISICA2	VFISICA3
ALTURA	-0.039719055	-0.064258403	0.0277558235
PESOV	0.0990583447	-0.016502399	-0.042420795
MSU	-0.156980743	0.2185693105	0.2627184155

Raw Canonical Coefficients for the 'WITH' Variables

	CALIDAD1	CALIDAD2	CALIDAD3
PACEITE	0.0658705365	0.0028723966	0.0579161099
TIMOL	0.0194029892	0.0650063004	-0.046855257
CARVACRO	0.0279862812	0.0472249368	-0.06974244

Standardized Canonical Coefficients for the 'VAR' Variables

	VFISICA1	VFISICA2	VFISICA3
ALTURA	-0.6954	-1.1251	0.4860
PESOV	1.9005	-0.3166	-0.8139
MSU	-0.7745	1.0784	1.2962

Standardized Canonical Coefficients for the 'WITH' Variables

	CALIDAD1	CALIDAD2	CALIDAD3
PACEITE	0.8001	0.0349	0.7035
TIMOL	0.7108	2.3813	-1.7164
CARVACRO	0.9727	1.6413	-2.4239

Canonical Structure

Correlations Between the 'VAR' Variables and Their Canonical Variables

	VFISICA1	VFISICA2	VFISICA3
ALTURA	0.1787	-0.7012	0.6902
PESOV	0.7583	-0.2008	0.6202
MSU	0.4091	0.1368	0.9022

Correlations Between the 'WITH' Variables and Their Canonical Variables

	CALIDAD1	CALIDAD2	CALIDAD3
PACEITE	0.9318	-0.0168	0.3625
TIMOL	-0.3908	0.8274	0.4034
CARVACRO	0.5472	-0.5907	-0.5930

Correlations Between the 'VAR' Variables and the Canonical Variables of the 'WITH' Variables

	CALIDAD1	CALIDAD2	CALIDAD3
ALTURA	0.0999	-0.1746	0.0642
PESOV	0.4236	-0.0500	0.0577
MSU	0.2286	0.0341	0.0840

Correlations Between the 'WITH' Variables and the Canonical Variables of the 'VAR' Variables

	VFISICA1	VFISICA2	VFISICA3
PACEITE	0.5206	-0.0042	0.0337
TIMOL	-0.2183	0.2061	0.0375
CARVACRO	0.3057	-0.1471	-0.0552

