

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

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

R. Jacinto Soto, A. Flores Hernández; R. Castro Franco¹; R. Silva V.²

¹ Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. A.P. # 8 C.P. 35230. Bermejillo, Dgo. México.

² Centro de Investigación para los Recursos Naturales. Domicilio conocido, Salaces, Chihuahua, México.

RESUMEN. Los aceites esenciales provenientes de orégano tanto silvestre como cultivado, presentan alta variabilidad en la concentración de timol y carvacrol, lo cual repercute en su calidad. La investigación se desarrolló en 2005 con el fin de identificar y seleccionar genotipos de orégano sobresalientes tanto en producción como en calidad de aceites. Se cultivaron 35 plantas individuales de orégano en condiciones homogéneas de temperatura, humedad y suelo para cuantificar producción de aceite como de la concentración 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. 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. The essential oils coming from oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) wild and cultivated, show 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 identify and to select outstanding oregano genotypes as much in production as in quality of the oils. For such a reason, 35 singular oregano plants were cultivated in homogeneous conditions of temperature, humidity and soil to quantify the oil production and 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 was obtained in the genotypes Z1 (96.96 thymol %) and B1 (82.84 carvacrol %), and in stage of maturity 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 hierarchical procedure using the average method.

KEY WORDS: *Lippia berlandieri*, essential oil, thymol, hydrodistilled, variability, gas chromatography.

INTRODUCCIÓN

México ha participado durante una década con 35 ó 40 % de la producción mundial de orégano en el mercado internacional, que lo ubica como el principal productor de esta especie. 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. Otros países productores son : Israel, Francia, Marruecos, Albania, Dominicana, Canadá, Egipto, España, Chile, Perú, Argentina, entre otros (CONABIO, 2005, SAGPyA, 2005).

En virtud de la importante participación de México en la producción y en la creciente demanda del producto en el mercado internacional, se está realizando una explotación intensiva de esta planta, 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. Sin embargo el problema mayor esta en que la fecha de corte coincide con la etapa de floración, lo que provoca baja propagación de la especie. Por lo que el uso irracional del recurso así como la fecha de corte están provocando una gradual disminución de poblaciones de orégano.

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). Así también, el auge del orégano, ha sido favorecido por el apoyo de dependencias de gobierno, las cuales promueven el establecimiento del orégano como cultivo. 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 Estados Unidos. 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).

Dada 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 las empresas, fue vendido a bajo precio o simplemente fue rechazado, debido a la baja calidad del mismo.

El aceite esencial de orégano, tienen en particular dos componentes principales: carvacrol y 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 como lo indican Rhyu (1979), Martínez (1987), Martínez y Zulueta (1987), Sánchez *et al.*, (1991), Abegaz *et al.*, (1993), Silva (1998), CONABIO (2005), Silva y Dunford (2005), Dunford y Silva (2005). El objetivo de la investigación fue identificar y seleccionar plantas

de orégano sobresalientes en la producción de timol y carvacrol.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del experimento. El presente trabajo se realizó en el invernadero de la Universidad Regional de Zonas áridas (URUZA) ubicada en Bermejillo, Dgo. y en el laboratorio del Centro de Investigación para los Recursos Naturales (CIReNa) en la localidad de Salaiques, Chih.

Manejo del cultivo. La semilla de orégano fue extraída de un lote de producción de semilla propiedad del CIReNa, la cual fue sembrada y propagada en el invernadero de la URUZA, la semilla de orégano fue establecida en charolas de poliestireno como sustrato fue utilizado sunshine. Una vez obtenidas las plántulas de orégano se seleccionaron al azar 40 plántulas (este número de plantas fue elegido debido a los costos para el análisis de aceite). Una vez seleccionadas las plantas posteriormente fueron transplantadas a macetas individuales las cuales contuvieron sunshine como sustrato. Los riegos fueron aplicados con una probeta graduada adicionando a cada genotipo 400 mililitros (Dunford y Silva, 2005) cada tercer día. Las condiciones de temperatura, humedad y suelo fueron las mismas para todas las plantas con la finalidad de que expresaran la información genética. Una vez que las plantas fueron transplantadas se dejó transcurrir 21 días para que su adaptación, transcurridos estos días se procedió a podar los genotipos a 10 cm de altura a partir de la base de la maceta, con la finalidad de que la plántula amacollara.

Evaluaciones

1). Madera seca útil (MSU) en etapa de plántula de los genotipos de orégano.

Se realizó al podar los genotipos para que amacollaran.

2). MSU en etapa de madurez fisiológica (cosecha) de los genotipos de orégano.

Se efectuó cuando los genotipos alcanzaron la madurez fisiológica. Se procedió a cortar los tallos con tijeras de poda a una altura de 11 cm del borde superior de la maceta con la finalidad de conservar las ramas laterales desarrolladas. La MSU se obtuvo al secar los tallos, hojas e inflorescencias a la sombra para posteriormente desprender las hojas e inflorescencias de los tallos y estas ser pesadas con una balanza analítica.

3). Producción de aceite de los genotipos de orégano. Se realizó la extracción del aceite de los genotipos a partir de un gramo de MSU misma que fue depositada

en el matr az Erlenmeyer, la extracción se realizó por el método de hidrodestilación que consiste en un matr az Erlenmeyer de 500 ml, con agua desionizada como generador de vapor el cual se encuentra conectado con un codo de vidrio a un reactor de vidrio de 250 ml de capacidad funcionando como contenedor de muestra y estando constantemente a baño María en un contenedor de 600 ml conteniendo agua corriente; el reactor conteniendo la muestra se encuentra conectado a un refrigerante de serpentín, donde se llevó a cabo la condensación y recuperándose el condensado en un embudo de separación, mismo que esta conectado a la salida del refrigerante. Como generador de calor se utilizó una parrilla eléctrica múltiple marca Boekel de 1800 watts. El tiempo de extracción fue de dos horas por muestra. Una vez que el condensado estuvo en el embudo de separación por simple gravedad el aceite se colocó en el fondo del embudo y este fue colectado en un vial que debido a la poca cantidad de aceite que se colectó se recuperó con un solvente orgánico (cloroformo) que posteriormente se eliminó con la aplicación de calor. Después se pesó con una balanza analítica.

4). Calidad del aceite de los genotipos de orégano.

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.

Análisis estadístico

Los datos recabados de las variables propuestas como: la materia seca útil, producción y calidad de los aceites en varias etapas fueron evaluados en SAS que permitió calcular las medidas de centralización y de dispersión. 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 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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Materia Seca  til (MSU)

La MSU en etapa de plántula de los genotipos de orégano más sobresalientes fueron de Y2 hasta A2, con valores de: 3.84 a 4.21 g, respectivamente (Cuadro 1). 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.

Cuadro 1. Producción de Materia Seca útil en diferentes etapas de genotipos de orégano.

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.

La MSU de los genotipos en etapa de madurez fisiológica con los rangos de valores más altos, fueron de 18 a 28 g., expresados por los genotipos E2 a C1 respectivamente (Cuadro 1). Mientras que los genotipos que manifestaron valores medios (10.6 a 17 g) fueron: F4 a E1 respectivamente. Los genotipos Z5 a Z2 se caracterizaron por presentaron los valores mínimos los cuales fueron de 2.1 a 6.3 g respectivamente. La MSU en esta etapa tuvo en promedio 13.49 g por lo que se observó un incremento de 10.95 g respecto a la etapa de plántula. Esta amplia variación en la producción de MSU puede estar influenciada por la genética de los genotipos, debido a que fueron expuestos a condiciones homogéneas de suelo, agua y temperatura, por lo que expresaron su potencial genético.

Producción de aceite esencial (PAE)

La PAE fue evaluada solamente en la etapa de madurez fisiológica, debido a que en etapa de plántula algunos genotipos no alcanzaron a producir un gramo de materia seca útil. La PAE de cada uno de los genotipos se muestra en el Cuadro 2 y Figura 1 y, los valores obtenidos se dividió en valores altos (29.10 - 63.4 mg/g de MSU), representados por los genotipos de E1 a X6, respectivamente, medios (9.80 – 25.8 mg/g de MSU), representados por los genotipos de X4 a F1, respectivamente y bajos (0.4 – 7.0 mg/g de MSU), representados por los genotipos de Z5 a X5, respectivamente. La producción media de aceite fue de 18.51 mg de aceite/g de msu, es evidente que el genotipo con mayor producción de aceite fue el genotipo X6 con 63.40 mg de aceite/g de msu, mientras que el genotipo que menos produjo fue el Z5 con 0.40 mg de aceite/g de MSU.

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 se descarta 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.

Relación entre altura, materia seca útil y producción de aceite

No se encontró relación significativa entre materia seca útil y la producción de aceite. Sin embargo, los genotipos E1, E3, Z1 que expresaron una producción media de MSU, éstos genotipos presentaron una alta producción de aceite. En el mismo sentido, los genotipos C3, S2, X6 que expresaron una baja producción de MSU éstos manifestaron una alta producción de aceite. El genotipo C1 que en etapa de madurez presentó una alta producción de MSU superior, éste expresó una baja producción de aceite. Los genotipos A2, S1 y C5 que obtuvieron una producción media de MSU, los anteriores genotipos manifestaron una baja producción de aceite. En tanto que los genotipos Z5 y X5 que obtuvieron una baja producción de materia seca, éstos expresaron una baja producción de aceite. Los genotipos con una producción media de aceite expresaron una diferente producción de materia seca (alta, baja y media). Los resultados indican que no existió relación entre la producción de aceite y la cantidad de MSU producida.

Calidad de aceites de los genotipos En etapa de plántula

En la Figura 2, se observa una gran variabilidad en la concentración de timol y carvacrol en los diferentes genotipos de orégano durante la etapa de plántula. En el Cuadro 3 se observa en primer lugar que existen concentraciones de timol altos (94.07 – 96.96 %),

Cuadro 2. 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.

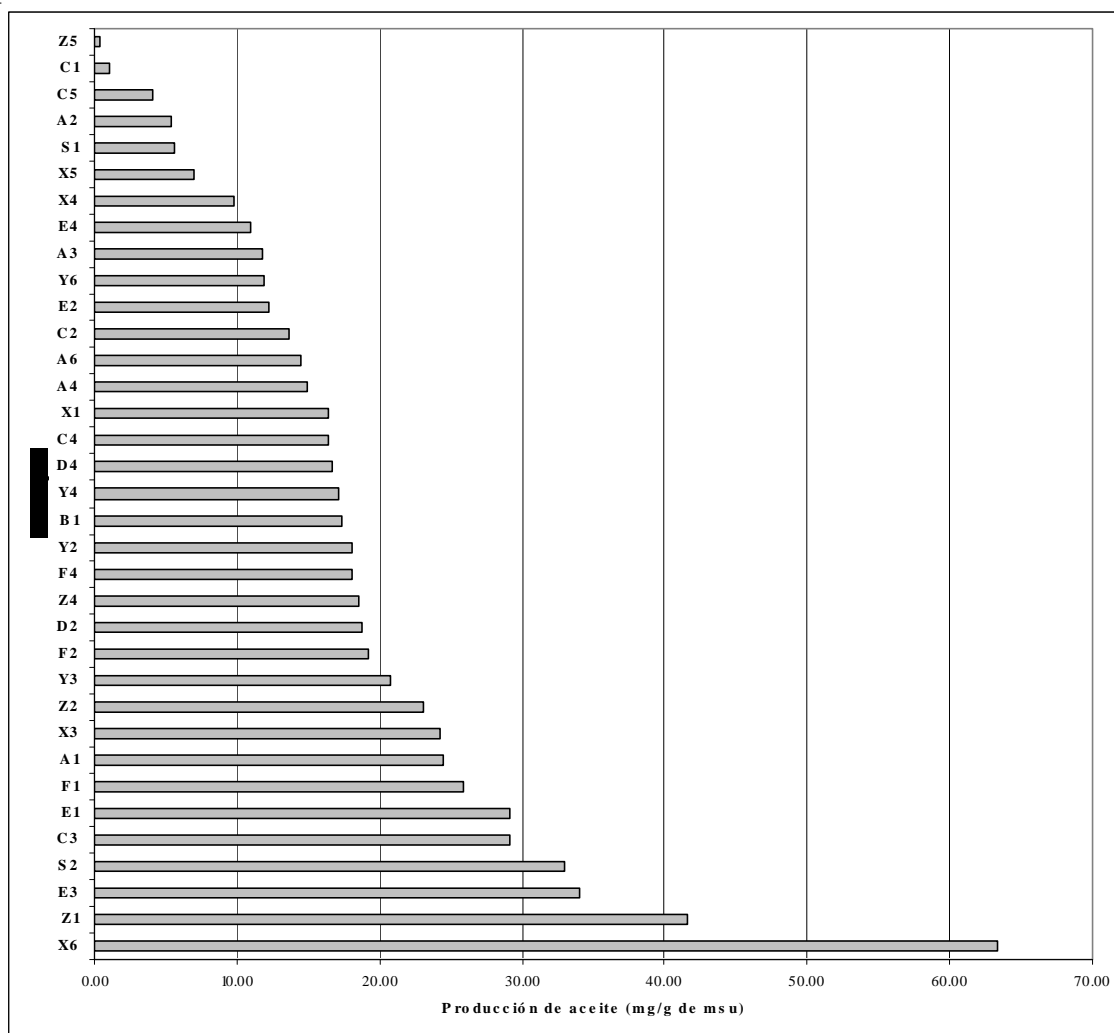


Figura 1. Producción de aceite esencial de genotipos de orégano.

medios (11.77 – 93.81 %) y bajos (7.29 – 11.56 %). Los genotipos que presentaron una alta concentración de timol fueron: E2, A6, A1, X4, Y3, Z1, respectivamente. Los genotipos que presentaron una concentración media de timol fueron: E1, Y4, E3, C5, B1, C4, F1, S2, Z2, C3, Z5, C1, X5, F4, X1, E4, A4, S1, Z4, D2, C2, A3, Y6, respectivamente. Los genotipos que presentaron una baja concentración de timol fueron: X6, D4, Y2, X3, A2, F2, respectivamente. 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, respectivamente. En tanto que los genotipos con una concentración media de carvacrol fueron: Y3, D2, E2, A4, A1, C2, E4, F4, C1, S1, C3, X1, X5, Z2, Z5, S2, A2, X6, D4, E3, F2, F1, C4, respectivamente. Mientras que

los genotipos con baja concentración de carvacrol fueron: Z1, A3, A6, Y6, Z4, X4.

En el Cuadro 3 se observa que las concentraciones de timol y carvacrol de los genotipos de orégano 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

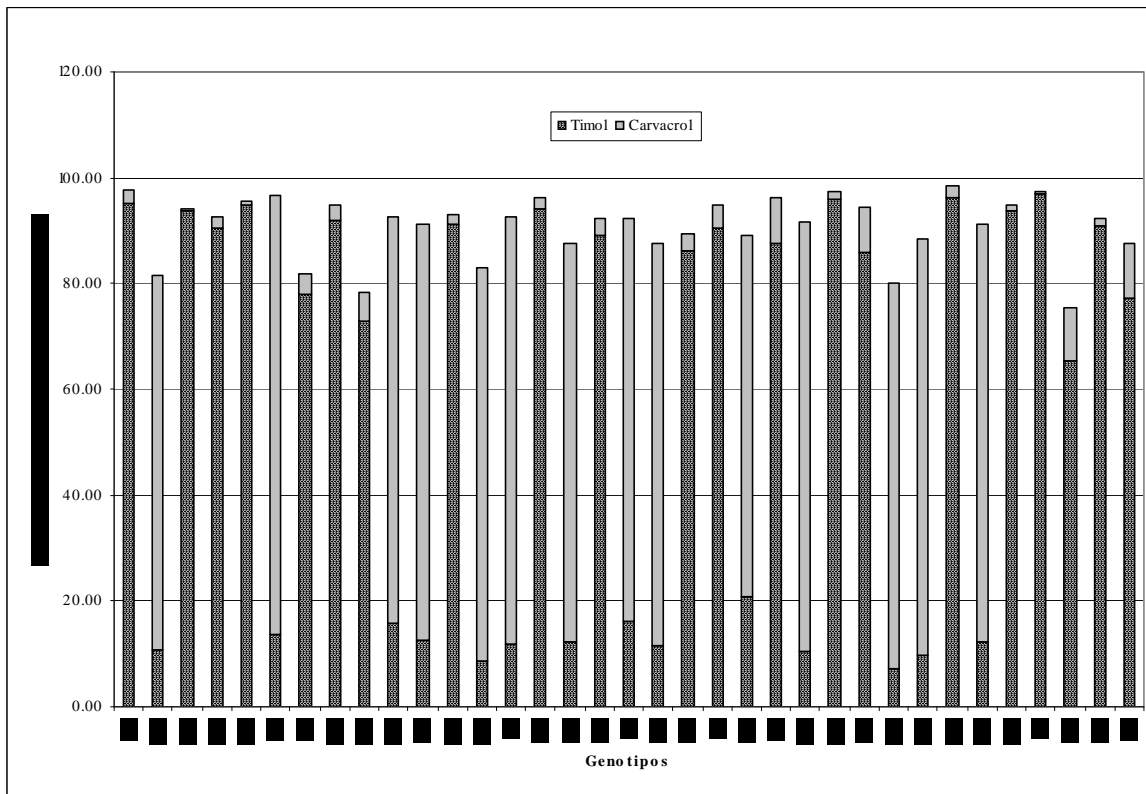


Figura 2. Concentración (%) de timol y carvacrol de los genotipos en etapa de plántula.

Cuadro 3. 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.

fue de 58.07 %, mientras que la producción media de carvacrol fue de 32.84 %.

En la Figura 3 se observa la agrupación o jerarquizada de los diferentes genotipos de orégano durante la etapa de plántula, que fue básicamente a través del contenido de timol y carvacrol, y se agruparon con una concentración más o menos similar, la cual indica la similitud entre un genotipo y otro por la composición

del aceite. El análisis de grupos evidenció una amplia diversidad fitoquímica entre los genotipos de orégano (Figura 3), donde se observan dos grandes grupos (Grupo I y II), el primer grupo esta representado desde el genotipo A1 hasta Z2, el segundo grupo esta representado por el 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 car-

vacrol (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 %). En la Figura 3 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 carvacrol de los grupos

así como la agrupación de los genotipos con una composición similar como se muestran en el Cuadro 4.

Etapa de madurez fisiológica

Se observó una gran variabilidad en la concentración de timol y carvacrol en los genotipos de orégano durante la etapa de madurez fisiológica, tal como sucedió en la etapa de plántula (Figura 4). En dicha Figura se observan concentraciones de timol altos (92.61 - 99.79 %), medios (10.33 - 92.09 %) y bajos (6.63 - 9.45 %).

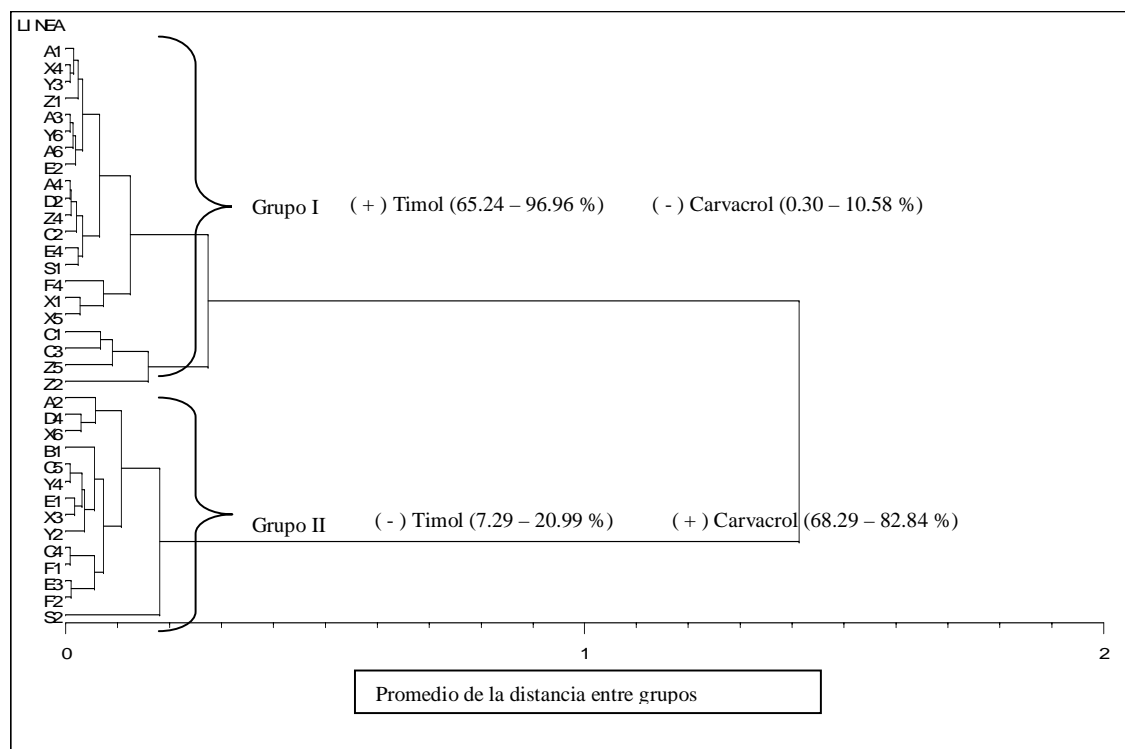


Figura 3. Jerarquización de genotipos por calidad de aceite en etapa de plántula

Cuadro 4. 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

Los genotipos que presentaron una alta concentración de timol fueron: A6, Z4, Y6, A4, D2, F4. Mientras que los genotipos con una concentración media de timol fueron: F1, Z2, F2, X3, E3, C5, C4, D4, E4, A2, A3, C1, S1, C2, X5, Z5, Z1, X4, E2, X1, Y3, C3, A1. En tanto que los genotipos que presentaron una baja concentración de timol fueron: X6, B1, E1, Y4, S2, Y2. En la misma Figura 4 se observan 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.

Los genotipos con una concentración media de carvacrol fueron: A4, A6, Z1, Z4, C3, A1, X1, E2, C1, C2, S1, A2, C5, E4, A3, D4, X5, X6, E3, C4, E1, Z2, B1. Mientras que los genotipos con una baja concentración de carvacrol fueron: Z5, F4, D2, Y6, X4, Y3.

Las concentraciones de timol y/o carvacrol de los diferentes genotipos (Cuadro 5), 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 con respecto a la etapa de plántula.

Se agruparon y jerarquizaron los diferentes genotipos de orégano en la etapa de madurez fisiológica, y fue a través del contenido de timol y carvacrol, que se agruparon con una concentración más o menos similar, igual como fue hecho en la etapa de plántula (Figura 5). Mediante el análisis de grupos se evidenció al igual que en la etapa de plántula una amplia diversidad fitoquímica entre los genotipos de orégano. Se aprecian dos grupos claramente definidos, el primero del genotipo X5 hasta A1, el cual se caracterizó por presentar altas concentraciones de timol (63.93-92.09 %) pero bajas concentraciones de carvacrol (4.73-55.31 %). El segundo grupo contiene al genotipo A2 hasta el X6, se caracterizó

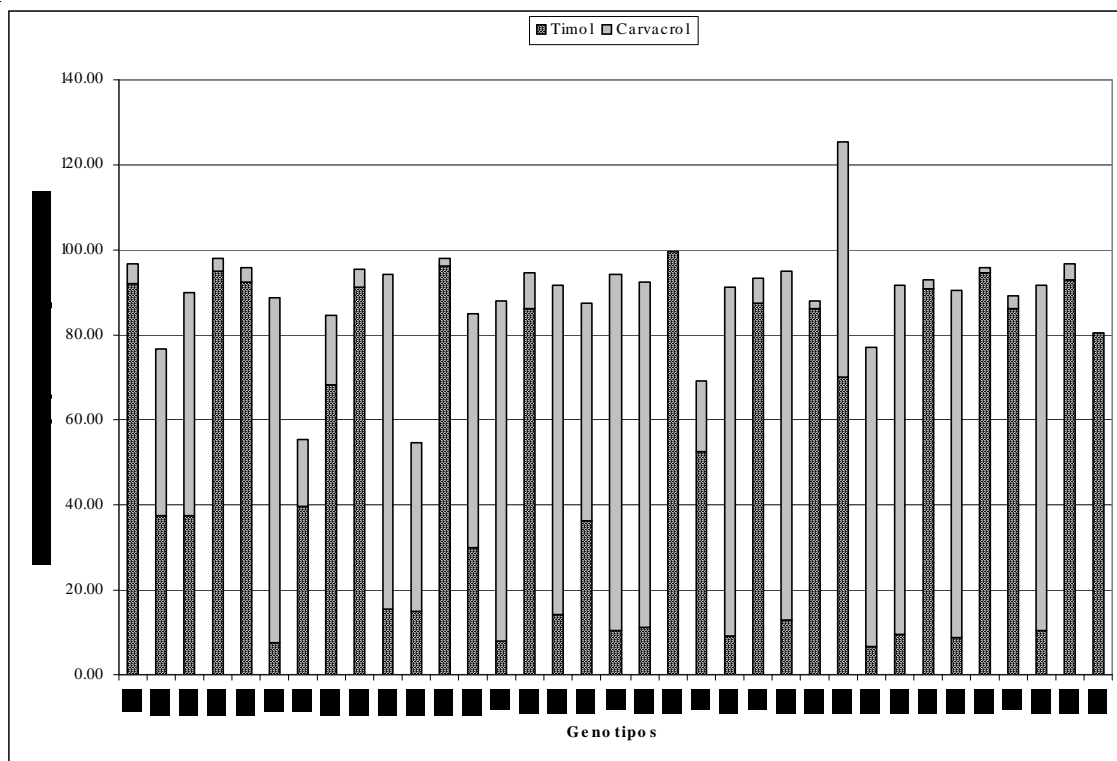


Figura 4. Concentración (%) de timol y/o carvacrol de genotipos de orégano en etapa de madurez.

Cuadro 5. 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.

por presentar bajas concentraciones de timol (6.63-37.40 %) pero altas concentraciones de carvacrol (39.08-70.53 %). En la Figura 5 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 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 6.

En la Figura 5 y Cuadro 6 se observa 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

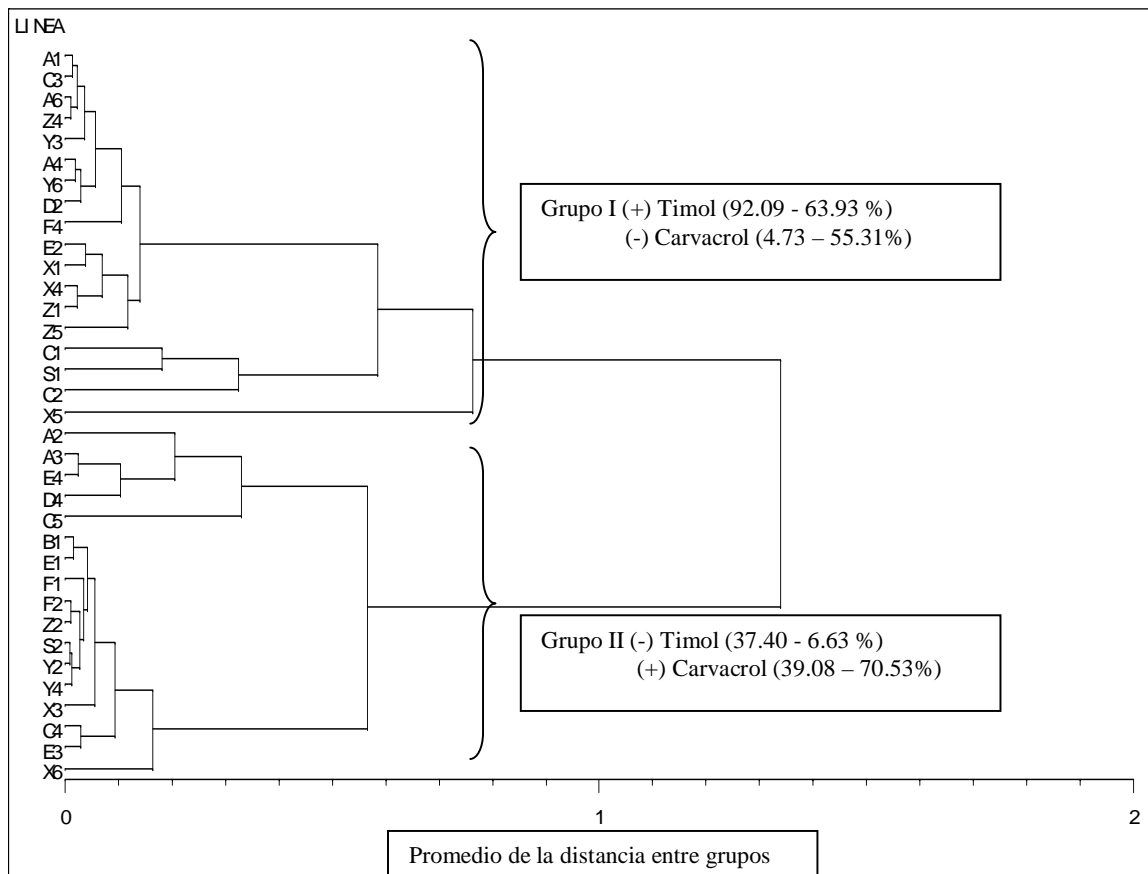


Figura 5. Jerarquización de genotipos por calidad de aceite en etapa de madurez.

Cuadro 6. Valores de timol y carvacrol de los genotipos en etapa de madurez con composición similar.

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 el grupo I, la causa que se puede atribuir es que en la etapa de plántula no fue completado su ciclo metabólico, completándose este en la etapa de madurez fisiológica. El grupo I se caracterizó por presentar altas concentraciones de timol y bajas de carvacrol. Mientras que el grupo II presentó 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 relación alguna, sin embargo en los genotipos S2, F1 y A1 que obtuvieron una producción de aceite de 33, 25.80 y 24.50 mg de aceite/g de msu 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 materia seca con la producción y calidad de los aceites durante las etapas de madurez. Dicha correlación no fue significativa, probablemente al bajo número de variables físicas consideradas así como la alta variabilidad en producción y calidad de los aceites esenciales.

Concentración de los genotipos

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 (Cuadro 7). 2). Los demás genotipos presentaron una concentración media (10.33 – 92.09 %) de dicho fitocompuesto. Mientras que 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, en EM 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, 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.

La información obtenida 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 CONABIO (2005), Silva y Dunford (2005) y Dunford y Silva (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.

CONCLUSIONES

En la producción de aceite (mg) no se encontró relación con 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.

Cuadro 7. 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.

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.

LITERATURA CITADA

- Abegaz, B., Asfaw, N., Wande L.W.. 1993. Constituents of the essential oils from wild and cultivated *Lippia adoensis* Hochst. ex Walp. *Journal of Essential Oil Research*. 5:(5) 487 – 491.
- CONABIO. (Comisión Nacional de Biodiversidad). 2005. Orégano Mexicano: Oro Vegetal. Extraído el 23/06/2005. *In*: <http://www.conabio.gob.mx/biodiversitas.htm>.
- Dunford, T.N. and Silva V.R.. 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.
- Martínez, S.M. 1987. Evaluación físico-química del aceite esencial de orégano de plantaciones de INIFAP de cd. Lerdo, Dgo. y San Luís Potosí. Reporte de actividades en el proyecto de investigación.
- Martínez, S.M.A y Zulueta R. 1987. Evaluación físico-Química del aceite esencial de orégano de plantaciones de I.N.I.F.A.P. de Cd. Lerdo, Durango y San Luís Potosí.
- 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.
- Putievsky, E., Ravid, U.; Hussain, S.Z. 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.
- Rhyu, H.Y. 1979. Gas chromatographic characterization of oregano and other select species of labiate family. *Journal of Food Science*. 44: 1373 – 1378.
- Sánchez, N.A.; Uribe, C.J.; Hurtado, R.J.B.; Martínez. M.A.S.. 1991. Evaluación fitoquímica del aceite esencial de orégano de poblaciones naturales localizadas en la zona norte de Jalisco. *In*: Estado actual del conocimiento sobre el orégano en México. URUZA-UACH. Bermejillo, Dgo. México. pp. 281 – 289.
- SAGPyA. (Secretaría de Agricultura Ganadería, Pesca y Alimentos). República Argentina. 2005. Extraído el 28/09/2005. *In*: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/agricultura/otros/aromaticas/Oregano/index.php>
- 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 berlandier* Schauer) en el sur del Estado de Chihuahua. Tesis de maestría Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. 82 p.
- Silva, V.R. 2005. El orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) una alternativa agroindustrial para las zonas áridas y semiáridas de México. *In*: Orégano aprovechamiento, cultivo e industrialización en México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo estado de México.
- Silva, V. R. y Dunford, N.T.. 2005. Bioactive components of Mexican Oregano Oil as Affected by Moisture and Plant Maturity. *Journal of Essential Oil Research*. 17:668-671
- Vokou, D.; Kokkini, S. and Bessiere, J.M. 1988. *Origanum onites* (Lamiaceae) in Greece: Distribution, volatile oil yield and composition. *Economic Botany*. 42(3):407-412.
- USDA. 1989. U.S. Essential oil trade. USDA Foreign Agr. Serv. FTEA 2-89.