

# CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA CALIDAD DE ACEITE ESENCIAL EN OREGANO (*Lippia graveolens* H.B.K.)

Luis Alaniz-Gutiérrez, Rafael Castro-Franco, Federico Gómez-Lorence. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. A.P. 8 Bermejillo, Dgo. C.P. 35230  
rcastro@chapingo.uruza.edu.mx

## RESUMEN

Para estimar el contenido y calidad de los aceites esenciales de orégano en Mapimí, Durango, se efectuaron muestreos en diez sitios del municipio, en trece fechas de colecta, separando las hojas en tres niveles de acuerdo a su altura en la planta. Se determinó el contenido de humedad, cenizas totales y mediante arrastre por vapor fueron extraídos los aceites esenciales, en éstos se determinó índice de refracción y gravedad específica; obteniéndose la abundancia relativa de timol y carvacrol mediante un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas (GC/MS). Los promedios de rendimiento en aceite (5%) y contenido relativo de timol (31%) y carvacrol (7%) presentaron niveles aceptables para los procesos de extracción de aceites. Se discuten los factores que pueden influir sobre los elevados niveles de variación en tiempo y espacio para el contenido y la calidad de los aceites.

**Palabras claves:** Aceites esenciales, Recursos Naturales, orégano, estado fenológico.

## SUMMARY

The objective of this research was to estimate the essential oil content in wild marjoram (*Lippia graveolens* H.B.K.). Leaf samples were taken from plants at different locations in Mapimí, durango on thirteen different dates. The leaves were separated in three categories, according to their height, the humidity and total ashes. The essential oils, refraction indexes, and specific gravity of these samples were determined by vaporization. The relative abundance of tymol and carvacrol were also obtained, using a gas chromatographer connected to a mass spectrometer (GC/MS).

The average yield of the oils was 5%. The oil extraction process showed acceptable levels of tymol (31%) and crvacrol (7%) however, the plant height levels were influenced by several factors including the leaf oil content, the plant maturity, and their location of growth.

**Key words:** Essential Oils, Natural Resources.

## INTRODUCCION

La comercialización de hoja seca de orégano es fuente importante de ingresos para muchas familias en el Municipio de Mapimí, Dgo. (Rivera, 1987), así como en diversas regiones de México. Sin embargo, no es una actividad adecuadamente retribuida debido a las fluctuaciones de mercado, la hoja se comercializa en bruto sin darle ningún tipo de valor agregado. La recolección se realiza sin ningún tipo de manejo que permita la recuperación de las poblaciones naturales porque coincide la época de corte con la de floración y esto limita su propagación

al no madurar las semillas (Ortega *et al.*, 1987; Flores, 1991). El orégano tiene una demanda que va en aumento dentro del mercado tanto nacional como internacional (De la Cruz, 1997).

En el municipio de Mapimí, el orégano se distribuye en 234,218 has, equivalente al 28.15% del territorio municipal (Martínez, 1997). El INEGI (1996), reporta que para 1995, este municipio fue el tercer productor de orégano en el Estado de Durango, para este período se reporta una producción de 40 toneladas, con un valor de 140 mil pesos. Ríos (1983), señala que el 90% de la producción nacional

de orégano se destina a la exportación y el 10% restante para el consumo interno.

Por lo anterior es necesario generar estrategias que permitan darle un valor agregado al producto, sin descuidar las técnicas de aprovechamiento que aseguren la sostenibilidad del recurso (Ortega, 1991). El propósito del trabajo fue evaluar la calidad de los aceites esenciales que pueden extraerse de los oréganos de la región, así como de conocer el potencial productivo en lo que a extracción de aceites se refiere y la mejor etapa fenológica para su aprovechamiento (Sánchez *et al.*, 1991).

Se sabe que en la extracción de aceites esenciales en orégano se presentan diferencias importantes entre lotes en cuanto a rendimiento y calidad, lo que hace necesaria una investigación que permita aclarar si la variación está determinada por los factores ecológicos, la fenología de la planta o la distribución de las hojas en ésta (López, 1989; FAO-CEPAL, 1997; Martínez, 1987; Rhyu, 1979; Sánchez, *et al.*, 1991; Putievsky *et al.*, 1985).

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron las cartas topográficas escala 1:250,000 G13-5, G13-6, G13-8 y G13-9 (INEGI, 1979), espacio mapas (misma escala y mismas claves) y fotografías aéreas para detectar las áreas del municipio en las que existe orégano y con base en ello, considerar las vías de acceso y seleccionar los sitios a muestrear.

Se efectuaron recorridos de campo para verificar la presencia de la especie y depurar la lista originalmente propuesta de sitios, de acuerdo a la accesibilidad de la zona, así como para buscar que los sitios fueran representativos del mayor número de características ambientales posible.

Cuando se presentó la primera lluvia significativa en el año de inicio del estudio y se detectaron las primeras plantas brotadas, se inició la toma de muestras. En cada sitio se tomaron visualmente datos de: exposición, pendiente, topografía, microrelieve, porcentaje de suelo descubierto, porcentaje de vegetación, porcentaje de mantillo y porcentaje de rocas presentes.

Al momento de cada corte se registró la fecha, se realizó la observación visual del estado fenológico de las plantas, considerando cuatro etapas: Plantas recién brotadas (sin presencia de inflorescencias), Floración inicial (menos del 50% de las plantas observadas con inflorescencias abiertas), Plena floración (mas del 50% de las plantas con botones florales abiertos) y Semillas maduras (frutos formados en mas del 50% de las plantas).

Las muestras se tomaron dividiendo cada planta en tres estratos imaginarios, de acuerdo a su altura: estrato superior, medio e inferior. Usando tijeras de podar se cortaron tallos y hojas de cada estrato y fueron depositadas en bolsas etiquetadas, se tomaron las plantas necesarias hasta completar aproximadamente 100 g de hoja seca para cada muestra.

Las plantas se secaron en la estufa a una temperatura de 45°C, hasta que alcanzaron un peso constante. Posteriormente cada muestra fue limpiada cuidadosamente, para separar por un lado las hojas y flores y por otro los tallos y fibrillas de la corteza.

Se realizaron análisis de porcentaje de humedad y porcentaje de cenizas. La extracción de los aceites esenciales se realizó por el método de arrastre por vapor (Brewstwer *et al.*, 1970). Las muestras se pesaron y se midió su volumen; se calculó el rendimiento en aceite de base al peso de las muestras; se obtuvieron gravedad específica e índice de refracción.

Para conocer el contenido de timol y carvacrol se utilizó un Cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas (GC/MS) (Willard, *et al.*, 1991) marca *Finnigan-Mat*, con muestreo "de cabeza gaseosa" (headspace), calibrado con el estándar de Sigma y con una base de datos de 48 000 compuestos.

Se realizaron análisis de varianza para cada una de las variables clasificatorias de las muestras (lugar, días después de iniciada la brotación, altitud, exposición, pendiente, topografía, microrelieve, porcentaje de vegetación, porcentaje de mantillo, porcentaje de rocas, porcentaje de suelo desnudo, tipo de suelo, estrato y estado fenológico), contra las variables respuesta (relación hoja/tallo, rendimiento porcentual de aceite, contenido de humedad en las hojas, porcentaje de cenizas, índice de refracción, gravedad específica, contenido de carvacrol y timol. Para las relaciones donde se detectó significancia estadística se efectuó un análisis de regresión lineal.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los datos tomados en campo, así como de las cartas edafológicas y topográficas, para el caso de las variables tipo de suelo y altitud, respectivamente (INEGI, 1979).

Cuadro 1. Características ambientales de los sitios muestreados en Mapimí, Dgo.

Lugar	Exposición	Pendiente (%)	Topografía	Microrelieve	Suelo Desnudo (%)
Banco Nacional	S	60	Loma	Escabroso	35
Boruquillas	SE	8	Pie de monte	Ondulado	40
Cerro Prieto	SW	80	Ladera	Escabroso	25
El Milagro	NW	10	Pie de monte	Cañón	40
El Refugio	SE	5	Plano	Escabroso	20
Gallinero	SE	110	Ladera	Escabroso	20
El Jaralito	N	40	Ladera	Ondulado	40
Refugio	E	70	Loma	Escabroso	40
San José del Bosque	W	4	Pie de monte	Cañón	60
Vicente Suárez	NE	110	Ladera	Escabroso	40

Cuadro 1. (Continuación)

Lugar	Altitud (msn m)	Cubierta vegetal (%)	Mantillo (%)	Tipo de Suelo
Banco Nacional	1160	60	5	85 Litosol con regosol calcárico
Boruquillas	1580	60	15	30 Rendzinas con regosol calcárico
Cerro Prieto	1400	75	20	30 Litosol con regosol calcárico
El Milagro	1300	50	5	25 Regosol calcárico con litosol
El Refugio	1400	80	20	20 Xerosol háplico
Gallinero	1320	80	10	70 Litosol con regosol calcárico
El Jaralito	1360	55	5	5 Regosol calcárico con litosol
Refugio	1330	60	5	80 Regosol calcárico con litosol
San José del Bosque	1250	40	5	15 Litosol con regosol calcárico
Vicente Suárez	1580	60	15	80 Litosol con rendzinas

Se observa que el orégano desarrolla bajo diversas condiciones ambientales, se encontraron plantas en todas las orientaciones, en diferentes situaciones de pendiente, relieve, pedregosidad, mantillo de materia orgánica y altitud, mientras que los tipos de suelo son homogéneos, básicamente de textura media a gruesa. Estos datos son coincidentes con los reportados por Martínez (1997) para el municipio de Mapimí, Durango, aunque cuatro sitios se ubican fuera de las áreas donde este autor detectó la especie.

Se consideraron las variables rendimiento en aceite así como contenidos de timol y carvacrol como mas importantes indicadores de la calidad de los oréganos del Municipio (Cuadro 2), de manera que

se hace énfasis en el análisis de estos elementos en relación con las variables independientes.

Cuadro 2. Rendimiento y calidad de los aceites esenciales de orégano en el municipio de Mapimí, Durango, 1996.

Variable	Media	Máximo	Mínimo	Intervalo de confianza =>	
Porcentaje de hojas	29.44	66.42	4.21	24.62	34.26
Contenido de humedad (%)	8.14	9.00	7.10	5.79	10.53
Cenizas (%)	9.19	10.00	8.40	9.04	9.43
Rendimiento en aceite (%)	5.09	8.00	2.60	4.65	5.53
Índice de refracción	1.49	1.50	1.15	1.47	1.50
Gravedad específica	0.94	0.95	0.92	0.938	0.942
Contenido de timol (%)	31.06	50.00	10.00	26.83	35.29
Contenido de carvacrol (%)	7.73	15.60	0.50	6.33	9.13

=> Al 95%, asumiendo distribución normal.

Aunque para estos valores existe un alto grado de variación, de manera general son coincidentes con los reportados por Sánchez, *et al.*, (1991), Rhyu (1979) y Martínez (1987); ajustándose además, a excepción del contenido de carvacrol, a las especificaciones de la norma francesa AFNOR (1982, tomado de Sánchez, *et al.*, 1991), por lo que se considera que los niveles de rendimiento y la calidad, medida en función del contenido de fenoles (Uribe, *et al.*, 1992) de los aceites esenciales encontrados en el presente estudio son aceptables para su aprovechamiento a nivel comercial, como de hecho sucede.

En los valores promedio para contenido de aceites y contenido, se evidencia una clara tendencia del rendimiento en aceite a incrementarse conforme la fecha de colecta se posterga, no ocurriendo lo mismo para la cantidad de timol y carvacrol. Aparentemente para las últimas fechas ocurre un descenso en el contenido de aceite, pues el máximo rendimiento de 7.3% fue para las muestras colectadas el 2 de noviembre. Una probable razón para la tendencia observada en el Cuadro 3, está en la fenología de la planta (cuadro 4) y las variaciones en temperatura, fotoperíodo y quizá la humedad ambiental y del suelo; las fechas en las que se obtuvieron los mayores rendimientos coinciden con el inicio en el descenso de las temperaturas (Adzet, *et al.*, 1977, citado por Sánchez, *et al.*, 1991; Putievsky, *et al.*, 1988; López, 1989), de modo que la planta puede retener una mayor cantidad de aceites esenciales, que son volátiles. Para las fechas últimas de corte se presenta un franco descenso en las temperaturas y un fotoperíodo cada vez más corto,

por lo que se entiende que el ritmo metabólico del orégano disminuye (Putievsky y Basker, 1977, citado por Ortega, 1989; Putievsky, *et al.*, 1988).

Cuadro 3. Rendimiento en aceite, contenido de timol y contenido de carvacrol en cada fecha de muestreo para el orégano en Mapimí, Durango, 1996.

Fecha de colecta	Contenido de aceites (%)		Contenido de timol (%)	
	Media	Intervalo de confianza⇒	Media	Intervalo de confianza⇒
Agosto 4	2.77	2.40, 3.14	29.33	18.35, 40.31
Agosto 16	3.03	1.91, 4.15	41.00	14.12, 67.89
Agosto 25	3.23	2.93, 3.53	27.33	0, 61.61
Septiembre 8	4.73	2.89, 6.57	32.67	0.25, 65.09
Septiembre 15	4.50	3.11, 5.89	36.33	0, 73.62
Septiembre 28	4.74	4.34, 5.14	21.14	8.28, 3.99
Septiembre 29	4.30	3.65, 4.95	33.00	16.29, 49.71
Octubre 13	6.60	-	38.00	-
Octubre 20	6.03	5.55, 6.51	27.17	9.37, 44.97
Noviembre 2	7.30	5.51, 6.51	32.67	0, 71.97
Noviembre 10	7.10	4.67, 9.53	34.00	0, 68.41
Noviembre 17	6.83	5.54, 8.11	33.00	2.11, 63.88
Noviembre 20	5.53	3.96, 6.90	38.00	0, 79.34

Cuadro 3. (Continuación)

Fecha de colecta	Contenido de carvacrol (%)	
	Media	Intervalo de confianza⇒
Agosto 4	5.50	0, 16.79
Agosto 16	5.67	0, 17.27
Agosto 25	7.40	0, 19.15
Septiembre 8	9.33	0, 28.26
Septiembre 15	7.43	2.09, 12.77
Septiembre 28	8.20	2.08, 14.32
Septiembre 29	11.58	8.02, 15.14
Octubre 13	13.10	-
Octubre 20	5.48	1.81, 9.15
Noviembre 2	6.17	0, 16.38
Noviembre 10	14.33	14.18, 14.47
Noviembre 17	6.78	0.07, 13.49
Noviembre 20	2.60	0, 6.25

⇒ Al 95%, asumiendo distribución normal.

Es probable que exista variación de un año a otro para los rendimientos de aceite y contenido de fenoles por fecha, pues la brotación ocurre después de las primeras lluvias, y esto es variable en el tiempo y el espacio; por lo cual se considera que es mejor expresar esta relación en días después de iniciada la brotación, porque además es esta una variable continua.

El mayor contenido de aceite esencial se encontró en plantas con semillas maduras, esto es después de plena floración Cuadro 4. En el caso del segundo estado fenológico (floración inicial), aparentemente ocurre un descenso en el contenido de aceite, la pequeña diferencia pudiera deberse a la traslocación de estos metabolitos para favorecer la floración, aunque el resultado esperado es más bien un incremento en este período. En la plena floración parece haber un descenso en el contenido de timol y un incremento en el contenido de carvacrol, en ambos casos en el siguiente estado fenológico vuelven a incrementarse.

Cuadro 4. Rendimiento en aceite, contenido de timol y contenido de carvacrol en cada estado fenológico para el orégano en Mapimí, Durango, 1996.

Estado fenológico	Contenido de aceites (%)		Contenido de timol (%)	
	Media	Intervalo de confianza⇒	Media	Intervalo de confianza⇒
Brotación reciente	4.02	2.96, 5.08	31.78	2.20, 43.36
Inicio de floración	4.00	3.20, 4.80	32.77	21.95, 43.59
Plena floración	5.30	4.79, 5.81	29.10	22.42, 35.78
Semillas maduras	6.98	6.39, 7.57	33.50	20.65, 46.35

Cuadro 4 (Continuación)

Estado fenológico	Contenido de carvacrol (%)	
	Media	Intervalo de confianza⇒
Brotación reciente	7.01	5.76, 8.26
Inicio de floración	7.42	3.68, 11.16
Plena floración	8.32	5.81, 10.83
Semillas maduras	7.34	3.80, 10.88

⇒ Al 95%, asumiendo distribución normal.

Es necesario considerar que la descripción de los estados fenológicos se basa únicamente en la apreciación visual, dado que no se encontró en la literatura alguna caracterización de la fenología de *L. Graveolens*, que permitiera precisar en las distintas etapas fenológicas de la especie. La aparición de flores no parece tener efecto sobre el rendimiento ni calidad de los aceites esenciales (Werker, *et al.*, 1985; Putievsky, *et al.*, 1985; Putievsky, *et al.*, 1988).

Parece haber cierto efecto de la fenología sobre el contenido de timol y carvacrol (Rhyu, 1974; Putievsky *et al.*, 1985), pero para analizar las variaciones en la composición de los aceites esenciales, sería necesario incluir otros compuestos, como  $\gamma$ -terpineno y p-cimeno, por considerarse estos precursores del timol y el carvacrol (Poulose y Croteau, 1978, citado por Putievsky, *et al.*, 1988). La influencia del estado fenológico en el contenido de aceites esenciales no puede negarse, aunque seguramente interactúa con la fisiología de la planta y las variaciones estacionales determinadas por la fecha de colecta.

Para estrato de corte se observó un nivel ligeramente mayor en el rendimiento promedio para el estrato medio. El menor rendimiento promedio se obtuvo en las muestras procedentes del estrato inferior. En el caso del contenido de timol, éste fue menor en las muestras del estrato medio y mayor para el estrato inferior; el contenido de carvacrol resultó substancialmente mayor para el estrato superior, que para el estrato inferior, que tuvo el menor contenido.

Cuadro 5. Rendimiento en aceite, contenido de timol y contenido de carvacol por estrato para el orégano en Mapimí, Durango, 1996.

Estrato	Contenido de aceites (%)		Contenido de timol (%)	
	Media	Intervalo de confianza⇒	Media	Intervalo de confianza⇒
Inferior	4.86	3.91, 5.81	32.85	23.35, 42.35
Medio	5.22	4.51, 5.93	29.06	22.27, 35.85
Superior	5.16	4.34, 5.98	31.63	23.96, 39.30

Cuadro 5 (Continuación).

Estrato	Contenido de carvacol (%)	
	Media	Intervalo de confianza⇒
Inferior	5.88	3.10, 8.66
Medio	7.65	5.08, 10.22
Superior	9.44	7.24, 11.64

⇒ Al 95%, asumiendo distribución normal.

Considerando que los datos presentados en el Cuadro 5 son procedentes de todas las fechas y todos los estados fenológicos, es posible sugerir que las variaciones encontradas están relacionadas con la mayor cantidad de flores, que se presenta normalmente en el estrato superior (Werker *et al.*, 1985; Putievsky *et al.* 1985; y Putievsky *et al.*, 1988). Sin embargo, no se puede descartar que existan diferencias en la composición y la concentración de aceites determinadas por la distribución de estos en los diferentes niveles de inserción en la planta (López, 1989; Maarse, 1974).

Se consideró a la variable lugar como integradora de las características ambientales obtenidas para los sitios, de hecho se observan diferencias importantes para el contenido de aceites y de fenoles de un lugar a otro (Cuadro 6).

Sin embargo, considerando el elevado nivel de variación en las muestras, las diferentes fechas de muestreo y el número de datos no es posible afirmar que haya mejores o peores sitios de colecta para obtener aceites esenciales del orégano. No fue posible la inclusión de otras variables de tipo ambiental que al impactar en el metabolismo de la planta pudieran influir en el rendimiento y composición de los aceites (López, 1989; Martínez, 1987; Sánchez *et al.*, 1991; Abegaz, *et al.*, 1993) como pudieran ser la precipitación, el comportamiento de la humedad en el suelo, la temperatura o incluso la cantidad de luz recibida por la planta. Finalmente, es probable que las diferencias se deban a variaciones de tipo genético que determinen alteraciones en los procesos metabólicos de las plantas. (Vokou *et al.*, 1988; Putievsky *et al.*, 1988; López, 1989).

Cuadro 6. Rendimiento en aceite, contenido de timol y contenido de carvacol por sitio de colecta para el orégano en Mapimí, Durango.

Lugar	Contenido de aceites (%)		Contenido de timol (%)	
	Media	Intervalo de confianza⇒	Media	Intervalo de confianza⇒
Banco Nacional	4.65	2.74, 6.56	34.16	18.36, 49.96
Boruquillas	3.75	0.69, 6.81	31.5	5.87, 57.13
Cerro Prieto	4.38	3.10, 6.05	32.67	17.06, 48.28
El Milagro	5.66	3.72, 7.60	25.80	2.63, 48.97
El Refugio	4.70	2.76, 6.64	16.67	1.69, 31.65
Gallinero	5.80	4.66, 6.94	27.00	0, 77.23
Jaralito	5.80	4.13, 7.47	35.17	21.55, 48.79
Refugio	4.17	3.03, 5.31	43.67	27.13, 60.21
San José del Bosque	5.42	4.20, 6.64	27.00	8.44, 45.56
Vicente Suárez	6.02	4.39, 7.65	32.67	19.06, 46.28

Cuadro 6 (Continuación).

Lugar	Contenido de carvacol (%)	
	Media	Intervalo de confianza⇒
Banco Nacional	4.23	0.55, 7.91
Boruquillas	7.40	0, 15.82
Cerro Prieto	5.00	0.71, 9.29
El Milagro	8.06	3.48, 12.64
El Refugio	12.67	1.12, 24.22
Gallinero	8.07	1.49, 14.65
Jaralito	10.88	6.66, 15.10
Refugio	11.67	5.71, 17.63
San José del Bosque	5.82	0, 13.03
Vicente Suárez	7.75	1.71, 13.79

⇒ Al 95%, asumiendo distribución normal.

Los análisis de varianza no fueron estadísticamente significativos, excepto para la relación entre días después de iniciada la brotación y el rendimiento en aceites. Probablemente el número de muestras colectadas fue insuficiente, dados los elevados niveles de variación en la mayor parte de las variables tanto de respuesta como independientes. Los resultados del análisis de varianza para el contenido de aceites indican que hay relación entre la fecha de corte (días después de iniciada la brotación) y el rendimiento en aceites, dicha relación se observa claramente en la gráfica de regresión (Figura 1).

Rendimientos de aceite esencial en el tiempo

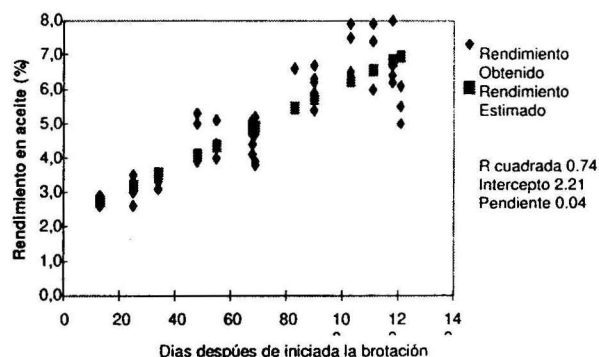


Figura 1. Regresión lineal de rendimiento en aceites esenciales contra días después de iniciada la brotación, en Mapimí, Durango, 1996.

## CONCLUSIONES

Los rendimientos y la calidad del aceite esencial encontrados permiten afirmar que el orégano del municipio de Mapimí, Dgo. tiene niveles aceptables de calidad para los procesos de extracción de aceites esenciales.

No se encontró relación de las variables ambientales de sitio con el rendimiento y calidad de los aceites esenciales de orégano.

No se encontró relación entre la calidad y cantidad de aceite esencial y el nivel de inserción de las hojas y flores en la planta.

El contenido de aceite esencial se incrementa conforme la fecha de corte se aplaza, observándose los mejores rendimientos para las fechas de cosecha entre la segunda semana de octubre y la primera semana de noviembre, en plantas con semillas maduras.

## LITERATURA CITADA

- Abegaz, B., Asfaw., Lwande, W. 1993. Constituents of the essential oils from wild and cultivated *Lippia adoensis* Hochs. Ex Walp. *Journal of Essential Oil Research*. 5:5, 487-491.
- Brewster, R. Q.; Vanderwerf, C.A. y Mc Ewen, W.E. 1970. Curso práctico de Química orgánica. Alhambra. España.
- De La Cruz, S., E. 1997. Efecto del tamaño de partícula y métodos de extracción de aceite de orégano. Seminario. Escuela de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad Juárez del Estado de Durango. Gómez Palacio, Dgo., México.
- FAO-CEPAL, 1997. Oleorresinas. <http://fao.cl/tcp/ole2z.html>.
- Flores G., J.G. 1991. Algunas consideraciones sobre la problemática e importancia del orégano en la zona norte de Jalisco. In: Estado actual del conocimiento sobre el orégano en México. URUZA-UACH. Bermejillo, Dgo., México. P. 203-207.
- INEGI. 1996. Anuario estadístico del Estado de Durango. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes. México.
- INEGI. 1979. Cartas temáticas escala 1:250,000. INEGI, Aguascalientes, México.
- López, R., G.F. 1989. Fitoquímica. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Maarse, H. 1974. Volatile Oil of *Origanum vulgare* L. spp. *vulgare*. III. Changes in Composition During Maturation. *The Flavour Industry* 5:278-281.
- 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. 1997. Caracterización y evaluación de el orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) en el municipio de Mapimí, Durango. Tesis Profesional. URUZA-UACH. Bermejillo, Durango, México.
- Ortega P., H. 1989. Producción de Chiltepín (*Capsicum annum* L. var. *Aviculare*) y Orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) bajo diferente frecuencia de riegos en setos vivos de nopal del Altiplano potosino-zacatecano. Tesis profesional, URUZA-UACH. Bermejillo, Durango, México.
- Ortega, R., S.A.; Guerrero, B.A.; Dávila H., A.; Arredondo G., A.; Arias M., C.G. y M.A. Martínez C. 1987. Investigación en orégano. CIFNE. Lerdo, Dgo., México.
- Ortega R., S.A. 1991. Plantación de orégano en bordos con aplicación de pequeñas láminas de riego. In: Estado actual del conocimiento sobre el orégano en México. URUZA-UACH. Bermejillo, Dgo., Méx. P. 268-274.
- Putievsky, E.; Ravid, U.; Hussain, S.Z. 1985. Differences in the yield of plant material, essential oil and Aromatic Plants. Eds. Svendsen B. Scheffer J. J. C. Martinus Nijhoff/Junk Publications. Dordrecht, The Netherlands.
- Putievsky E., Ravid U., Dudai N. 1988. Phenological and Seasonal Influences on Essential Oil of a Cultivated Clone of *Origanum vulgare* L. *J. Sci. Food Agric.* 43:225-228.
- Rhyu, H. Y. 1979. Gas chromatographic characterization of oregano and other selected species of the Labiate family. *Journal of Food Science* 44:1373-1378.
- Ríos Z., S.I. 1983. Panorama de la industrialización y comercialización del orégano. In: Segunda Reunión Nacional sobre Ecología, Manejo y domesticación de las plantas útiles del desierto. INIF. Gómez Palacio, Dgo., p. 175-180.
- Rivera Q., J. R. 1987. Aprovechamiento de la candelilla (*Euphorbia antisiphilitica* Zucc). Orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) y sotol (*Dasyliroon* spp) en la Comarca Lagunera. In: III Seminario de Titulación; Análisis agropecuario y forestal de la Comarca Lagunera y áreas vecinas de Durango, Zacatecas y Chihuahua. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo., México.
- Sánchez N., A. Uribe H., C.J.; Hurtado R., J.B. y M.A. Martínez S. 1991. Evaluación físico-química

- 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. Méx. P. 281-289.
- Uribe H., C.J.; Hurtado R., J.B.; Olmedo A., E.R.; Martínez S., M.A. (sf) The essential oil of *Lippia graveolens* H.B.K. from Jalisco, México. *Journal of Essential Oil Research*. 4:6:647-649.
- Vokou, D.; Kokkini, S. And J. M. Bessiere. 1988. *Origanum onites* (Lamiaceae) in Greece: Distribution, Volatile Oil Yield and Composition. *Economic Botany*. 42(3); 407-412.
- Werker, E.; Putievsky E.; Ravid, U. 1985. The essential oils glandular hairs in different chemotypes of *Origanum vulgare* L. *Annals of Botany* 55:793-801.
- Willard, H. H.; Merritt, L.L.; Dean, J.A. y F.A. Settle. 1991. *Métodos instrumentales de análisis* Grupo Editorial Iberoamérica. México. P. 531-563.