

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Influencia de Variables Ambientales en la Productividad de *Lippia graveolens*
Kunth, al Norte de Zacatecas

Por:

YADMI XITLALI PERALTA TABAREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México
Junio 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Influencia de Variables Ambientales en la Productividad de *Lippia graveolens*
Kunth, al Norte de Zacatecas

Por:

YADMI XITLALI PERALTA TABAREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada por el Comité de Asesoría:

M.C. Héctor Darío González López
Asesor Principal

Dra. María Hernández González
Coasesor

M.C. Haydeé Yajaira López de la Peña
Coasesor

Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México
Junio 2019

Este trabajo de tesis ha sido apoyado por el Proyecto de investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con clave 38111-425103001-2268, titulado “Modelos biométricos para determinar el rendimiento de los productos forestales no maderables en el Norte de México”.

DEDICATORIAS

A mi familia:

A la **Sra. Aureliana Morales Gallardo †** por estar siempre en los momentos importantes de mi vida, ser un gran ejemplo para seguir adelante, por sus consejos que han sido de gran ayuda, y la confianza depositada en mí y especialmente años llenos de momentos felices que me regalo.

A **Sra. Brisia Tabarez Morales** por todo el apoyo brindado durante toda mi vida y ayudarme a que pudiera ser una profesionista, siempre animarme para que siguiera adelante porque sin su ayuda no podría ser lo que soy ahora.

Sr. Epifanio Tabarez Ávila, por siempre estar a mi lado, apoyarme y guiarme para cumplir mis objetivos.

A mi **Bisabuela a la Sra. Carmela Gallardo García** que con la sabiduría de Dios me ha enseñado a ser quien soy hoy, gracias por el apoyo, su amor incondicional y por todos los años que ha estado conmigo y espero sean muchos más.

A mis tíos: **Lic. Mary, Lic. Magda, Lic. Fidel, Lic. Lupe, Lic. Ismael, Lic. Tomas, Lic Zhully** por todo su apoyo incondicional, consejos, cariño, siempre estar a mi lado en cada momento y nunca dejarme sola. Especialmente **Sra. Juana Tabarez † y al Ing. Jesús Jiménez †**, por ser mis segundos padres, por siempre darme el más sincero y hermoso cariño, consejos y por los buenos ratos vividos a su lado.

A **Emiliano, Yolotzin, Grecia, Pepe, Fátima, Jonathan, Suenyin** por los gratos momentos que he pasado a su lado y el apoyo incondicional y a mí de más familia en general por sus buenas vibras durante toda la carrera.

M.C. Guillermo Galván Gallegos por apoyarme siempre, aconsejarme, brindarme su amistad, y por todo el cariño recibido durante todo este tiempo, siendo una persona muy importante en mi vida siempre estaré agradecida por toda la confianza depositada en mí.

M.C. Rafael De La Rosa González por ayudarme en todo, gracias por todos los consejos, esas pláticas tan amenas y toda la confianza que me brindó durante todo este tiempo.

T.A. Cristina Sánchez Flores gracias por todas las atenciones y por hacerme sentir esa confianza de tener a quien recurrir cada que lo necesitaba, por todos esos consejos que me han de servir siempre.

M.C. Sergio Sánchez Martínez por todas aquellas enseñanzas, experiencias y conocimientos brindados durante mi carrera y por ser un gran amigo y profesor.

A mis amigas: y amigos:

Laura Covarrubias, Lily Cristina, Lupita García, Nancy Salas, Mary Chuy, Ximena Cordero, Miry, Joselyn González, Dany Herrera, Mayra Rodríguez, Tania, Mary Carmen, Toño Ortiz, Jesi Navarro, Jessica Dennisse, Melly, Brenda, Teo López, Julio Morales, Diana, Raquel García Sussy, Luisa, Isabel Torres, Estrellita, Ali, Fernanda, Fernando, Naye, Azu, Blanca, Toño, Ale, Elisa y a mis demás amigos, por todos los momentos que he pasado a su lado, todos estos años de amistad y su apoyo incondicional.

Gracias a mis amigas de toda la carrera Fátima Encina y Cecilia Monsiváis por ser de las mejores personas que conocí en esta etapa universitaria y por el apoyo mutuo que nos brindamos, por las risas, los llantos y todos los momentos vividos a su lado. Siempre las llevare en el corazón y estaré infinitamente agradecida de haberlas conocido, gracias por estos 5 años, las voy a extrañar, pero más nunca olvidar. Las quiero mucho.

A mis amigas de toda la vida Lesli Morales y Wendy Mayo, gracias por todo ese tiempo de amistad, su apoyándome incondicional y nunca dejarme sola, aunque estemos lejos siempre, gracias por todas las travesuras, alegrías, tristezas, gracias por ser mis amigas.

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Por permitirme llegar a este momento de mi vida, por los triunfos y los momentos más difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mi **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**, por darme la oportunidad de incorporarme a esta excelente institución, por sus enseñanzas y formarme como profesionalista y por darme gratas experiencias académicas.

M.C. Héctor Darío González López por compartirme su conocimiento y profesionalismo durante el trabajo de investigación, por su comprensión, dedicación, experiencia y sobre todo por los consejos que me brindo para que pudiera acabar esta etapa de mi vida y ser así un mejor profesionalista.

Dra. María Hernández González por sus enseñanzas y por su tiempo dedicado durante la elaboración de este trabajo, que fue de mucha ayuda con sus sugerencias, observaciones mismas que ayudaron a que mejorara el contenido del trabajo.

M.C. Haydeé Yajaira López De La Peña por su importante colaboración, por el tiempo dedicado, el conocimiento, la ayuda y sugerencias para que pudiera culminar este trabajo.

Dr. Mario Alberto García Aranda por todo el apoyo, el tiempo y enseñanzas que me compartió para que pudiese culminar esta etapa de mi vida.

Dr. Jorge Méndez González por todo su apoyo, enseñanzas, consejos, por toda su ayuda y por ser un gran maestro, pero una excelente persona y un buen amigo, y por su apoyo durante toda mi carrera para que yo pudiera formarme como profesionalista.

Agradecer de antemano a todos los maestros de mi carrera por todo el apoyo y las enseñanzas durante mi formación académica, y por impulsar a que seamos mejores personas y profesionalistas gracias a todos por compartir su sabiduría y consejos brindados.

INDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos	2
1.3 Hipótesis	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Descripción de la especie	3
2.1.1 Clasificación taxonómica	4
2.2 Distribución	4
2.3 Aprovechamiento del orégano	5
2.4 Importancia de la especie	5
2.5 Principales usos del orégano	6
2.6 Comercialización del orégano.....	8
2.7 Aceites esenciales	9
2.8 Aceite esencial de orégano (<i>Lippia graveolens</i> Kunth)	10
2.9 Métodos de obtención de aceites esenciales	10
2.10 Correlación de Pearson	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1- Ubicación del área de estudio.	16
3.2 Descripción del área de estudio.....	16
3.3 Diseño de Muestreo	17
3.4 Medición de variables	18
3.5 Preparación de las muestras	18

3.6 Extracción de aceite esencial	19
3.7 Variables ambientales.....	20
3.8 Procesamiento de la Información.....	21
3.9 Análisis SIG para obtención de valores de las variables ambientales por sitio.....	21
3.10 Análisis estadísticos.....	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
V. CONCLUSIONES.....	34
VI. RECOMENDACIONES.....	35
VII. BIBLIOGRAFIA.....	36

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Significado en español y localización de las partes del método de hidrodifusión de las figuras 1 y 2. (Tonghuanchan et al., 2014).....	12
Cuadro 2. Estadística descriptiva de las variables ambientales de los 41 sitios con error estándar > 1.0 de <i>Lippia graveolens</i> Kunth, ejido San Jerónimo, Melchor Ocampo Zacatecas.	26
Cuadro 3. Prueba de correlación lineal Pearson entre variables ambientales y producción de <i>Lippia graveolens</i> Kunth, ejido San Jerónimo, Melchor Ocampo Zacatecas.....	28
Cuadro 4. Análisis de los componentes principales (PCA) de <i>Lippia graveolens</i> Kunth, ejido San Jerónimo, Melchor Ocampo Zacatecas.	29
Cuadro 5. Pruebas de bloque Kruskal-Wallis de producción de aceite de <i>Lippia graveolens</i> Kunth durante los meses de radiación solar de agosto a octubre, y entre bloques de exposición sur y este, en el ejido San Jerónimo, Melchor Ocampo Zacatecas.....	32

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de una ilustración del método de destilación del equipo, (Tonghuanchan et al., 2014)	11
Figura 2. Diagrama de la ilustración de un método de hidrodifusión, (Tonghuanchan et al., 2014)	12
Figura 3. Destilación con agua-vapor (tomado de Contreras, 2010).....	13
Figura 4. Hidrodestilación o destilación con agua (tomado de Contreras, 2010). .	14
Figura 5. Destilación por arrastre de vapor (tomado de Contreras, 2010).	14
Figura 6. Ubicación del área de estudio, de la especie <i>Lippia graveolens</i> Kunth, en el Ejido San Jerónimo (punto rojo), Melchor Ocampo Zacatecas.	16
Figura 7. Equipo de destilación de aceite esencial.	20
Figura 8. Coeficientes de los componentes principales (PCA) de los sitios de <i>Lippia graveolens</i> Kunth, Ejido San Jerónimo, Melchor Ocampo Zacatecas.....	29
Figura 9. Gráfico de dispersión del análisis de los componentes principales (PCA) de los sitios de <i>Lippia graveolens</i> Kunth, en el ejido San Jerónimo, Melchor Ocampo Zacatecas.....	30
Figura 10. Coeficientes de variación del análisis de los componentes principales (PCA) de los sitios de <i>Lippia graveolens</i> Kunth, Ejido San Jerónimo, Melchor Ocampo Zacatecas.	30

RESUMEN

El orégano mexicano *Lippia graveolens* Kunth, es una planta arbustiva, que pertenece a la familia Lamiaceae, y se distribuye en las zonas áridas y semi áridas de México, a nivel mundial México ocupa el primer lugar en producción de orégano. El presente trabajo se realizó en el Ejido San Jerónimo, Municipio de Melchor Ocampo Zacatecas. Se consideraron las variables de peso verde (g), peso seco de la planta, peso seco de las hojas y mililitros de aceite extraídos por destilación por arrastre de vapor de 41 plantas medidas y extraídas en campo. Para determinar si existe relación de las variables ambientales climáticas y fisiográficas con la producción de orégano se aplicó un análisis de componentes principales (PCA). Los resultados indican que la mayor cantidad de variación se encuentra en los tres primeros componentes, el primer componente de la variación tiene el 29.598 % (Radiación solar octubre), en segundo lugar, con un valor de 27.331 % de la variación (Radiación solar septiembre) y en tercer lugar con un 14.373 % de la variación (Radiación solar de agosto), en porcentaje de los tres principales componentes que influyen en la producción del aceite suman un total = 71.302 % de la variación. Las pruebas de bloque realizadas con estadísticas no paramétricas indican que los sitios de exposición sur tienen más producción de aceite y biomasa (peso seco de hojas) que las de exposición este, la radiación solar del mes de agosto los sitios con mayor radiación tuvieron mayor biomasa en peso verde de la planta total, y para la radiación de septiembre y octubre ya no mostro diferencia significativa.

Palabras claves: Análisis de Componentes Principales; biomasa; producción de aceite; variables ambientales.

ABSTRACT

The Mexican oregano *Lippia graveolens* Kunth is a shrubby plant, which belongs to the family Lamiaceae, and is distributed in the arid and semi-arid zones of Mexico. Worldwide, Mexico occupies the first place in the production of oregano. The present work was carried out in the Ejido San Jerónimo, Municipality of Melchor Ocampo Zacatecas. The variables of green weight (g), dry weight of the plant, dry weight of the leaves and milliliters of oil extracted by steam distillation of 41 plants measured and extracted in the field were considered. To determine if there is a relationship between climatic and physiographic environmental variables with the production of oregano, a principal component analysis (PCA) was applied. The results indicate that the greatest amount of variation is found in the first three components, the first component of the variation has 29,598% (solar radiation October), secondly, with a value of 27,331% of the variation (solar radiation September) and third with 14,373% of the variation (August solar radiation), as a percentage of the three The main components that influence oil production add up to a total = 71.302% of the variation. By analyzing the main components to determine if there is a relationship of the climatic and physiographic environmental variables with the production of oregano, (PCA), it indicates that the greater amount of variation is found in the first three components, the first component of the variation has 29.598% (October solar radiation), second, with a value of 27.331% of the variation (September solar radiation) and third with 14.373% of the variation (August solar radiation), as a percentage of the three main components that influence in the production of the oil they add a total = 71.302% of the variation. The block tests carried out with non-parametric statistics indicate that the southern exposure sites have more oil and biomass production (dry weight of leaves) than the east exposure, the solar radiation of the month of August the sites with higher radiation had higher biomass in green weight of the total plant, and for the September and October radiation no longer showed significant difference.

Key words: Principal component analysis; biomass; oil production; environmental variables.

I. INTRODUCCIÓN

El orégano mexicano es conocido como especie aromática no maderable (LGDFS, 2017), el cual es muy apreciado por su uso culinario en la gastronomía mexicana (Flores, 2011) y de otras regiones del mundo como Turquía, Marruecos, Grecia, entre otros (Silva, 2005), además tiene propiedades medicinales, antioxidantes, es utilizada en la industria cosmetológica (INFOAGRO, 2006; Villavicencio, 2010).

La principal problemática que se tiene con la producción del orégano es la falta de tecnología para el establecimiento y manejo de las plantaciones, ya que la mayor parte de la producción es de áreas naturales (Santoyo *et al.*, 2006).

La calidad del orégano mexicano (*L. graveolens*) es muy buena y el aceite esencial es de mayor calidad a nivel mundial debido a su concentración de timol y carvacrol. La calidad del aceite esencial de orégano es de suma importancia ya que sirve como conservador natural de productos comerciales y para la conservación de alimentos.

El presente trabajo pretende determinar la relación de algunas variables ambientales de clima y geográficas con la producción de aceite esencial de orégano (*L. graveolens*).

1.1 Objetivo general

Determinar la relación de las variables ambientales climáticas y fisiográficas con la producción de orégano (*Lippia graveolens* Kunt), en el Ejido San Jerónimo, Melchor Ocampo Zacatecas.

1.2 Objetivos específicos

Establecer un ensayo preliminar para conocer las variables climáticas y geográficas mayormente asociadas a la productividad de hoja y aceite esencial de orégano.

Determinar que componente principal tiene la mayor variación en relación con la producción aceite esencial y biomasa.

Analizar estadísticamente las variables que tienen una mayor relación con la producción y la biomasa.

1.3 Hipótesis

Ho: Ninguna variable ambiental tiene influencia en el rendimiento de *Lippia graveolnes* Kunth, en el Norte de Zacatecas.

Ha: Al menos una variable ambiental tiene influencia en el rendimiento de *Lippia graveolnes* Kunth, en el Norte de Zacatecas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción de la especie

El orégano es una planta herbácea y semiperene que crece de forma silvestre que llega a vivir en los terrenos hasta cinco años, dicha planta pertenece a la familia *Lamiaceae* (Silva, 2005). *L. graveolens* es una planta aromática que crece en formas de arbustos, llega a medir hasta los 2 m de altura y alrededor de 1.20 cm de diámetro; tiene hojas opuestas que llegan a medir de los 1.5 cm a los 3.5 cm, son ovales, dentadas, sus flores son de color blancas en cabezales, su fruto es una capsula seca y dehiscente (Salvador *et al.*, 2003).

Esta especie pertenece al tipo de clima seco y semiseco, se puede encontrar en chaparrales, matorrales espinosos, matorrales desérticos y de cactáceas, también en algunos tipos de bosques de enebros o encinos y en algunas selvas secas, (Huerta, 1997; Villavicencio *et al.*, 2007) con altitudes que van de los 200 a 400 metros sobre el nivel del mar (msnm), pero con mayor abundancia de la especie en altitudes de 1400 a 1800 msnm (Olhagaray *et al.*, 2005).

2.1.1 Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Lamiales

Familia: Lamiaceae

Tribu: Metheaea

Género: Lippia

Especie: graveolens

2.2 Distribución

El orégano, es una especie que pertenece a las familias; Lamiaceae, Nepetoidea (García *et al.*, 2012). Los principales países productores de orégano son: Grecia, Albania, Marruecos, Turquía, EE.UU., México, Perú, Chile y Bolivia (Silva, 2005), también en Nicaragua, Guatemala y Honduras (Villavicencio, 2010). En México, *L. graveolens* se distribuye en 24 estados de la república principalmente conformadas por los estados productores; Chihuahua, Coahuila, Durango, Tamaulipas, Zacatecas, Querétaro, Hidalgo, Jalisco, Baja California Sur y Sonora (Huerta, 1997; Villavicencio 2007) con una cosecha anual de cuatro mil toneladas de orégano (Huerta, 1997; SAGARPA, 2013).

2.3 Aprovechamiento del orégano

En México existe una norma que regula el aprovechamiento del orégano y la ley general para el desarrollo forestal sustentable, la NOM-007-SEMARNAT-1997 (DOF, 2003), es la que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas.

Esta norma señala características específicas de cada planta, determina el momento adecuado para realizar su aprovechamiento en forma sostenible (etapa de desarrollo y dimensiones; que se haya concluido la floración, la semilla esté madura y que la hoja alcance su estado de madurez y un tamaño importante); ya que solo se podrán aprovechar plantas que estén en etapa de madurez, deberá dejarse sin intervenir como mínimo el 20 % de las plantas para que lleguen a su madurez reproductiva y propiciar la regeneración por semilla, la intensidad del corte no debe rebasar las dos terceras partes de la planta.

2.4 Importancia de la especie

A nivel internacional México en la última década ocupa el primer lugar con 35 al 40 % de la producción de orégano seco, el segundo lugar lo ocupa Turquía con el 30 % de la producción de orégano y el tercer lugar se encuentra Grecia con el 22.5 %. Otros países productores son: Israel, Francia, Marruecos, Albania, República Dominicana, Canadá, Egipto, España, Chile, Perú, Argentina, entre otros (Castillo, 2017).

El orégano es un recurso natural que proporciona ingresos a familias de las zonas áridas de México (Casillas, 1992). La producción nacional del orégano en México el 85 % se destina para la exportación principalmente a Estados Unidos de Norte América; un 10 % va destinado al mercado nacional y el 5 % restante países europeos y asiáticos (Huerta, 1997).

Recientemente el orégano ha aumentado su demanda de manera significativa, en los años 2002 y 2003 se recolectaron de 617,466 a 1, 053,842 de kilogramos y se obtuvieron ingresos durante el primer año de 1, 783,000.00 dólares y en el 2003 994,000.00 dólares (CONAFOR, 2011).

Las perspectivas económicas de este recurso, a través de su proceso agroindustrial, son muy promisorias siempre y cuando se garantice una producción uniforme, tanto en calidad como en cantidad (Huerta, 2002 y 2005).

2.5 Principales usos del orégano

El *Origanum* sp (Orégano) es una especie nativa del mediterráneo, los primeros en utilizar esta especie fueron Roma y Grecia que los usaban de forma culinaria y medicinal como el tratamiento de afecciones nerviosas, la retención de líquidos, contusiones y dolores articulares. En la edad media se descubrieron otros usos, como tratamientos a problemas del hígado y como desinfectante del ambiente durante las epidemias (Villavicencio *et al.*, 2010).

En distintos países lo usan como condimento de una gran variedad de platillos ese es el uso más común que se le da a la planta, en los últimos años a dicha especie se le han empezado a dar nuevas aplicaciones en los diferentes ámbitos, las más

importantes son; como antioxidante (Arcila *et al.*, 2004), en los alimentos y como antimicrobiano, gracias a que de sus hojas se extrae el aceite esencial (Aranda *et al.*, 2009); otros usos son industrial, medicinal y en la cosmetología (Aguirre, 2000), su distribución geográfica esta principalmente en los estados de la República Mexicana que cuentan con ecosistemas forestales de zonas áridas y semiáridas, (SEMARNAT, 2015). A continuación, se describen algunos usos que incluyen diferentes industrias:

Alimenticio. La hoja seca de orégano es utilizada como conservador natural y para darle sabor a los diferentes platillos que son preparados en fresco.

Industria: La hoja de orégano se emplea en distintos procesamientos de alimentos que le dan sabor a los platillos como la pasta y la pizza, también se usan para darle sabor a él menudo, etc. (CONAFOR 2011) y también es utilizado en la elaboración de embutidos, en el salmón, atún y sardina. En la industria refresquera y licorera se utiliza como fijador y en la fabricación de aceite para la industria aeronáutica, limpieza de piezas automotrices y en la elaboración de veladoras (Silva, 1999). Esto se debe al contenido de fenoles que contiene el aceite esencial que son el timol y carvacrol que se obtienen de las plantas de orégano (Castillo, 2017).

Medicinal: Los aceites esenciales que el orégano contienen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antisépticas, antiasmáticas, expectorantes y antiespasmódicas. Sirve como regulador de la menstruación, como diurético, (esto se obtiene de las hojas), también para tratamientos de reumatismo, para las articulaciones rígidas y para las varices, también se ha demostrado se utiliza en tratamientos por desórdenes hepáticos, para tratar la sífilis, gonorrea y contra

infecciones cutáneas (Ávila, 2010). Además, el aceite de orégano tiene propiedades anti-parasíticas contra insectos, ácaros, hongos, bacterias, nematodos y plagas que atacan granos almacenados, por lo que se le considera como de uso potencial en la agricultura (Silva, 1999).

Cosmético: Actualmente marcas cosméticas reconocidas están usando el extracto del aceite esencial del orégano gracias al número de propiedades cosméticas que posee, como son esencia aromática, fijador de olores en los perfumes, también se utiliza en la elaboración de jabones y en productos de aromaterapia, todo esto es gracias a las propiedades benéficas que contiene el orégano y a su olor único (Agro Diario, 2005).

Agroindustrial. La especie tiene un gran potencial como fungicida e insecticida en el manejo de granos almacenados de trigo por lo que puede ser utilizada en lugar de los agroquímicos y así reducir el impacto ambiental.

2.6 Comercialización del orégano

El proceso de comercialización es uno de los aspectos fundamentales a considerar debido a la carencia de planes de manejo para la reorientación de los beneficios hacia los campesinos. De acuerdo a CONAFOR (2009), el orégano mexicano que es exportado a Reino Unido, Canadá, Alemania y Francia, no existen sanciones o bloqueos para que este producto sea enviado además de no pagar ningún arancel que impida su comercialización. Para llevar a cabo la comercialización ésta se hace a través de ciertos canales que resultan económicamente desventajosos para los recolectores, debido a la gran cantidad de intermediarios.

El costo promedio del orégano de hoja seca es de \$8.00 M.N. a \$10.00 pesos M. N. (Huerta, 1997) y el promedio del costo de aceite esencial es de 170.00 dólares el litro, en función de su calidad (CONAFOR, 2007).

2.7 Aceites esenciales

El aceite esencial de orégano o también llamado aceite volátil ha sido estudiado científicamente resultando ser uno de los más potentes y efectivos antibióticos conocidos, gracias a que es de origen natural, seguro y no crea cepas mutantes de bacterias, el uso de tan solo una cantidad pequeña de aceite ayuda a la eliminación de bacterias, es muy efectivo contra hongos parásitos, virus, ya que puede usarse tanto interna como externamente y no tiene efectos secundarios negativos.

Los aceites volátiles son sustancias líquidas, aromáticas, los volátiles se encuentran situados dentro de la planta en las cavidades de los tejidos de hojas, dentro de las células, en canales secretores; algunas frutas de donde se puede extraer este tipo de aceites son; el limón, naranja, mandarina; en semillas como la del cilantro; en rizomas como en jengibre; se le encuentra en tallos y hojas de orégano, albahaca, la corteza de la canela, etc., y en algunas otras especies como la rosa, entre otras, conformadas por un grupo heterogéneo de sustancias orgánicas alcoholes, aldehídos, ésteres, cetonas y otros derivados (Stashenko, 2009). Los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de 50 hasta más de 100 componentes químicos (Contreras, 2010).

2.8 Aceite esencial de orégano (*Lippia graveolens* Kunth)

Los componentes principales que se encuentran en los aceites esenciales de las especies de *Orégano* son: el limoneno, el β -cariofileno, el r-cimeno, el canfor, el linalol, el carvacrol y el timol estos actúan como antisépticos y como antioxidantes, en el aceite esencial también podemos encontrar terpenos, el pineno y terpineno que contienen propiedades antivirales, antiinflamatorias, antisépticas y anestésicas (Silva, 2005).

El aceite esencial de orégano contiene grandes cantidades de timol y carvacrol, que son utilizados en la industria alimentaria siendo los fotoquímicos que ayudan a inhibir el crecimiento de hongos y bacterias contaminantes deteniendo su crecimiento.

El aceite esencial de orégano contiene el antioxidante (ADTS) que sirve como el suplemento de algunos alimentos.; su composición puede variar dependiendo de la región o zona de procedencia (Graca, 2010).

2.9 Métodos de obtención de aceites esenciales

En la actualidad la destilación es el proceso principal para la obtención de aceite esencial del material vegetal, esto a nivel industrial. Los aceites esenciales se obtienen principalmente por los siguientes métodos:

Hidrodifusión: Este método es un tipo de destilación al vapor y solo se utiliza cuando el material vegetal este seco totalmente y no daña a la temperatura de ebullición, (Vian *et al.* 2008). En este método, el vapor se aplica desde la parte superior del material vegetal, mientras que el vapor se introduce desde la parte inferior para el método de destilación de vapor. Este proceso también se puede hacer al vacío o a baja presión y esto hace que se reduzca la temperatura del vapor a menos de 100 ° C. Bausbia, en el 2009, dicen que el método de hidrodifusión es

superior a la destilación al vapor debido a aun mayor rendimiento de aceites esenciales sin utilizar el vapor y su tiempo en la extracción es más corto (Figura 1 y 2), (Cuadro 1).

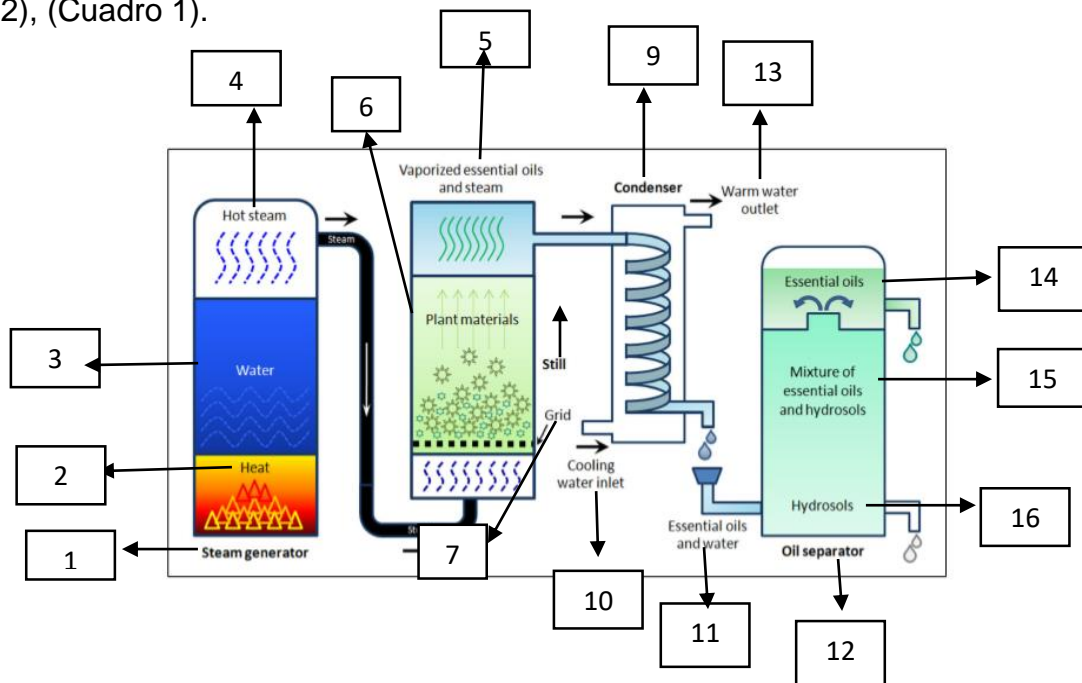


Figura 1: Diagrama de una ilustración del método de destilación del equipo, (Tonghuanchan *et al.*, 2014)

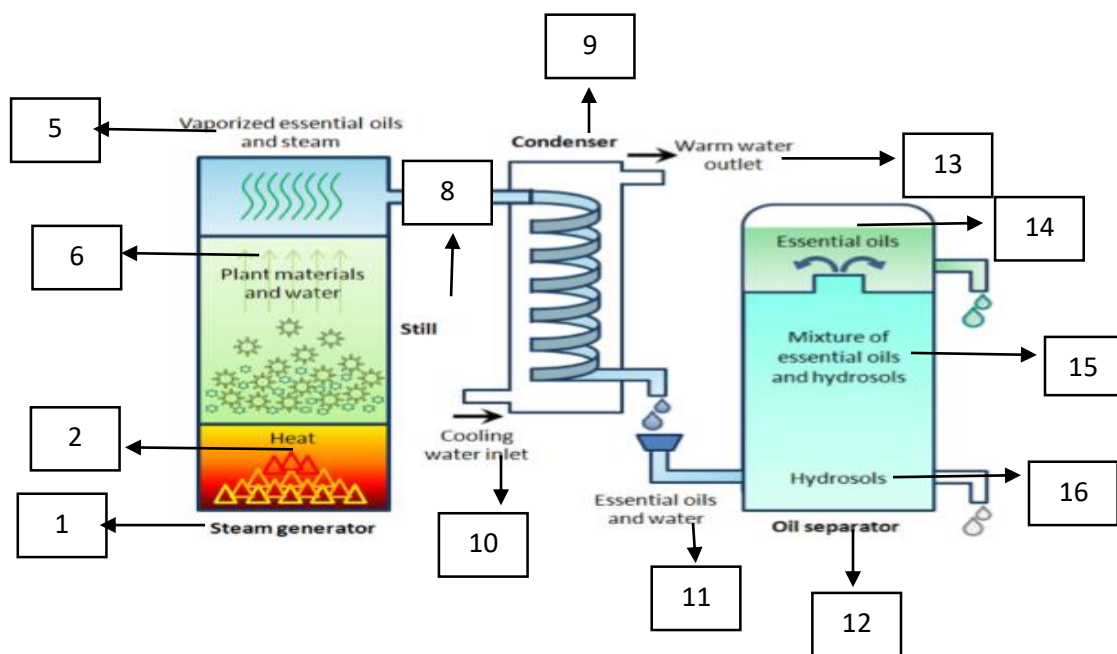


Figura 2. Diagrama de la ilustración de un método de hidrodifusión, (Tonghuanchan *et al.*, 2014)

Cuadro 1. Significado en español y localización de las partes del método de hidrodifusión de las figuras 1 y 2. (Tonghuanchan *et al.*, 2014)

Número	Ingles	Español
1	Steam generator	Generador de vapor
2	Heat	Calor
3	Water	Agua
4	Hot steam	Vapor caliente
5	Vaporized essential oils and steam	Aceites esenciales vaporizados y vapor
6	Plant materials	Materiales vegetales
7	Grid	Cuadrícula
8	Still	Todavía
9	Condenser	Condensador
10	Cooling wáter inlet	Enfriamiento de entrada de agua
11	Essential oils and wáter	Aceites esenciales y agua
12	Oil separator	Separador de aceite
13	Warm wáter outlet	Salida de agua caliente
14	Essential oils	Aceites esenciales
15	Mixture of essential oils and hidrosols	Mezcla de aceites esenciales e hidrosoles.
16	Hidrosols	Hidrosoles

Destilación con agua-vapor: Este método es igual al método de hidrodestilacion en la extracción de aceites, la única diferencia es que el sistema de extracción la

planta se encuentra sobre una malla para que el vapor proveniente del agua en ebullición extraiga los aceites esenciales (Stashenko, 2009) (Figura 3).

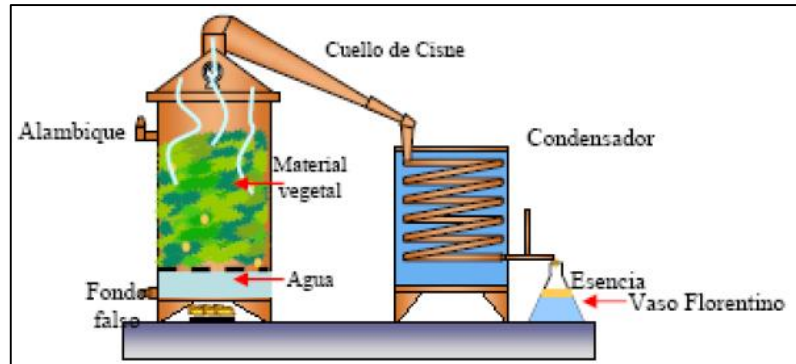


Figura 3. Destilación con agua-vapor (tomado de Contreras, 2010).

Hidrodestilación o destilación con agua: La destilación por arrastre con vapor es una técnica usada para separar sustancias orgánicas insolubles en agua y ligeramente volátiles, de otras no volátiles que se encuentran en la mezcla, como resinas o sales inorgánicas, u otros compuestos orgánicos no arrastrables, este método consiste en sumergir el material vegetal en el agua que se lleva a estado de ebullición, una vez que llega a el estado de ebullición esto hace que los vapores que saca arrastren los aceites esenciales a otro recipiente y se separe el aceite del agua para una vez extraído y separado todo el aceite se deposite en los tubos de ensaye. Cuando la extracción se hace a fuego directo es necesario que el extractor tenga suficiente agua para que no se caliente la muestra y ase pueda llevar la destilación y para evitar sedimentos en el material vegetal y este en constante ya al no hacerse así disminuye la calidad del aceite, (Bardoni, 2000) (Figura 4).

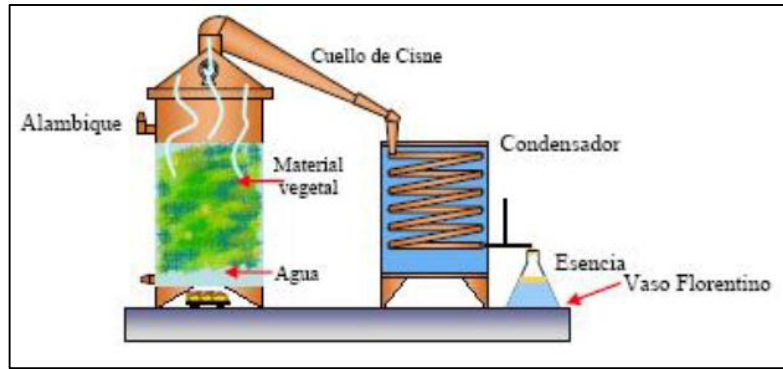


Figura 4. Hidrodestilación o destilación con agua (tomado de Contreras, 2010).

Destilación por arrastre de vapor: Este método consiste en tener en recipientes separados el agua que tiene que hacer o que está en ebullición y el material vegetal. El vapor de agua se conecta directamente al recipiente que tiene el material vegetal o (muestra) y vaporiza cada uno de los componentes volátiles a una temperatura menor a su punto de ebullición; una vez que empiezan a salir los vapores se enfrían en un condensador donde regresan a la fase líquida, finalmente por diferencia de densidades hidrolato y aceite esencial se separan en un embudo de separación o vaso florentino para así colocar el aceite extraído en un tubo de ensaye. (Bardoni, 2000) (Figura 5).

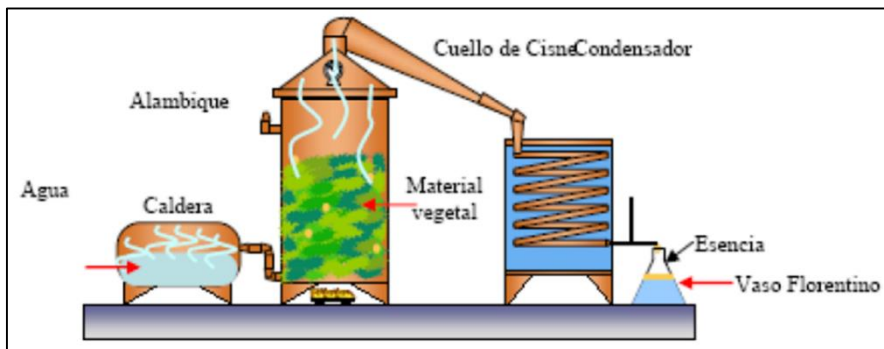


Figura 5. Destilación por arrastre de vapor (tomado de Contreras, 2010).

2.10 Correlación de Pearson

Es una relación de variables que se pueden medir siempre y cuando sean cuantitativas y continuas.

Se realizó una correlación múltiple de Pearson (r Lineal de Pearson), partiendo de un grupo de variables ambientales con un error estándar >1.0 , con el objetivo de ver las relaciones entre éstas variables con los sitios de extracción de las plantas de orégano y ver cuáles de las variables ambientales tienen una mayor correlación con la producción extraída de aceites, así como también al peso seco de las hojas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1- Ubicación del área de estudio.

El área de estudio se ubica en el Ejido San Gerónimo municipio de Melchor, Ocampo Zacates con coordenadas geográficas 24°59'6.00" latitud N y 102°13'2.00" longitud O, a una altitud promedio de 1,446 msnm. (Figura 2).



Figura 6. Ubicación del área de estudio, de la especie *Lippia graveolnes* Kunth, en el Ejido San Jerónimo (punto rojo), Melchor Ocampo Zacatecas.

3.2 Descripción del área de estudio

El Ejido San Jerónimo se encuentra dentro de la Región Hidrográfica número 14 “Nazas Aguanaval”. Dentro de la cuenca “L. de Mayrán y Viesca” y en la subcuenta identificada con la clave RH36Ea “L. de la Viesca” (CONABIO, 1998), este ejido

pertenece o está dentro del Desierto Chihuahuense y cuenta con tres tipos de suelos; litosol, lolonchak y lerosol cálcico, de estos tres el suelo más predominante en la zona es litosol, (CONABIO, 1995). El tipo de vegetación que se puede encontrar en este lugar la más dominantes son; matorral desértico microfila y matorral desértico rosetófilo (CONABIO, 1997). Los climas más abundantes que encuentran son; (BW_{hw}) muy árido y semiárido en esa zona la temperatura esta de los 18°C y 22°C, en el mes más cálidos es mayor a los 22°C y en el mes más frío es menor a los 18° C, y este ejido tiene una precipitación media anual de 200 – 400 mm (CONABIO, 2015).

3.3 Diseño de Muestreo

Para la recolección de las muestras se ubicó un punto de manera aleatoria y los demás se realizó de forma sistemática con distancia lineal entre sí de 100 metros dentro del área de aprovechamiento, se levantaron un total de 41 sitios muestreados se obtuvo una muestra de cada uno de ellos. Para la recolección de los datos de acuerdo al tamaño y forma del sitio se realizarán cuadrados de al menos 100 m² y se dividieron en 4 cuadrantes ya que de cada cuadrante se tendrá que cortar una planta, usando como criterio la planta que esté más cerca al centro (Canal, 2006). Este número de sitios fue determinado en base al teorema de límite central el cual establece que una muestra es suficientemente grande cuando es mayor a 30 muestras, no importa cuál sea la distribución de la media muestral, esta seguirá aproximadamente una distribución normal.

3.4 Medición de variables

Para la realización de este trabajo algunas variables fueron registradas y medidas en campo (la altura de la planta cm, diámetro mayor cm y diámetro menor cm), Las mediciones se realizaron utilizando un flexómetro. Después de que se realizaron todas las mediciones en campo, se extrajeron cuatro plantas de cada sitio, después se guardaron las muestras en bolsas de papel y bolsas de plástico, se etiquetaron con el número de sitio y número de planta, para posteriormente ser al centro de almacenamiento donde se tomaron algunas otras muestras en una báscula digital para registrar la variable de peso verde (g), peso seco de la planta y peso seco de las hojas, para la obtención de estas dos últimas variables es necesario el proceso de secado de las muestras.

3.5 Preparación de las muestras

La preparación de las muestras comenzó con la aireación del material, colocando este sobre una lona para evitar el contacto directo de las muestras con el suelo, esto con la finalidad de favorecer la pérdida de humedad para evitar la fermentación y el enmohecimiento. El proceso de secado se hizo a la intemperie durante una semana, se consideró terminado hasta mantener un peso constante, al tacto las hojas estaban secas y semi quebradizas.

Una vez que las muestras completaron el proceso de secado fueron pesadas en la misma báscula con la que se obtuvo el peso verde y se registró la variable peso seco de la planta. Posteriormente se realizó la limpieza del material, retirando ramas y ramillas para pesar las hojas y obtener la variable peso seco de las hojas, las

muestras fueron depositadas en bolsas de papel y etiquetadas con su clave correspondiente, así como con el peso registrado.

3.6 Extracción de aceite esencial

La extracción de aceite esencial se llevó a cabo en el laboratorio 2 del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la cual se realizó por el método de arrastre con vapor de agua. Este método consiste en hacer pasar vapor a través de las hojas de orégano provocando que se vaporicen los aceites de la muestra.

El método elegido presenta algunas ventajas en comparación con otros métodos de destilación, algunas de estas ventajas son: se descartan pérdidas de aceite, pues la temperatura alcanzada es menor al punto de ebullición del aceite; el vapor generado no causa alteraciones en la composición química del aceite; se evita el uso de solventes; es un método barato y usa tecnología sencilla (Peredo *et al.*, 2009).

Para el proceso de destilación de aceite esencial de *L. graveolens*, en un matraz Erlenmeyer de 500 ml se colocaron aproximadamente 450 ml de agua destilada y en otro matraz de destilación con capacidad de 500 ml se colocó una muestra de orégano, la cual no excedió los 80 g de biomasa seca, los matraces se conectaron entre sí por medio de un puente de tubo hueco de vidrio borosilicato, esto con la finalidad de que el vapor transite por el mismo, además se utilizaron tapones monodarados para sellar ambos matraces y así mismo también se le colocó cinta adhesiva para que no se escapara el vapor de agua. El matraz de destilación se

conectó a un tubo refrigerante Graham o de Serpentin, que a su vez estaba conectado por medio de dos mangueras de hule a una bomba que se encontraba dentro de la charola agua con hielo. A la salida del tubo refrigerante se colocó un embudo de separación de 250 ml, Finalmente el aceite esencial se colectó en viales, el cual se colocó una cinta con la clave del sitio y número de muestra. El proceso de extracción de aceite por este método duró aproximadamente de 30 a 50 minutos (Figura 7).

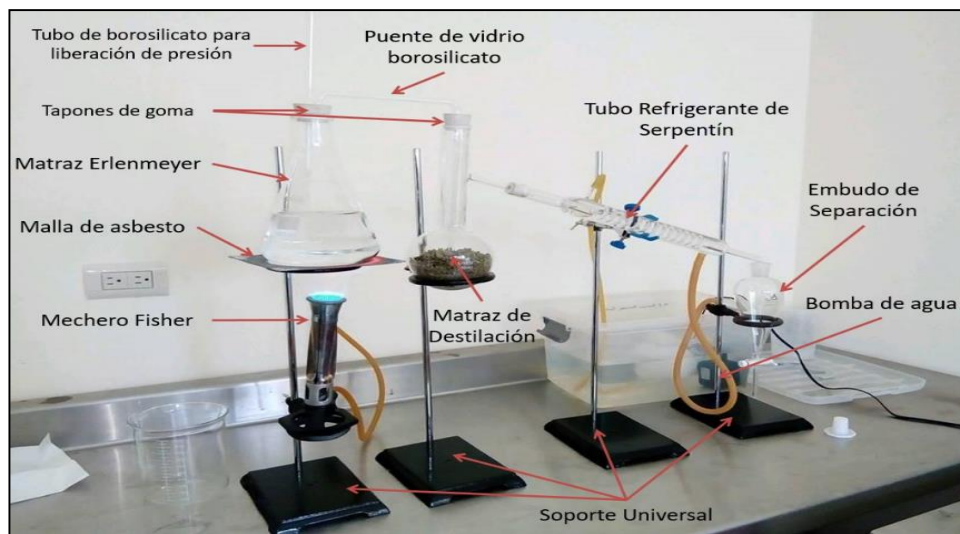


Figura 7. Equipo de destilación de aceite esencial.

Fotografía tomada por Lorenzo Montalvo Ancelmo el 22 de enero del 2018.

Siguiendo la metodología descrita se extrajo el aceite esencial de 41 plantas de orégano y se registró la cantidad de mililitros de aceite esencial obtenido.

3.7 Variables ambientales

La selección de las variables ambientales se consideró en dos fuentes principales, la primera el Modelo Digital de Elevaciones de INEGI CEM 3.0 del cual se extrajeron datos de elevación, exposición y pendiente en grados, la segunda proviene de WorldClim 2.0 utilizando la variable de radiación solar de los meses de junio a

noviembre que corresponde al período de crecimiento de la hoja de orégano. Los datos de campo son dos variables, el peso seco de la hoja (PSH) y peso verde (PV), y otras dos tomadas en laboratorio son; peso seco (PS) y mililitros de aceite extraído (ml).

3.8 Procesamiento de la Información

Se capturaron los datos obtenidos en campo y en laboratorio en hoja de cálculo Excel, organizada en 41 hileras representando los sitios y las variables ambientales y datos de planta en columnas, esto para así facilitar la ordenación y el procesamiento de los mismos.

Se capturarán los datos obtenidos por arrastre de vapor del proceso de caracterización de los aceites obtenidos arrastre de vapor en una hoja de cálculo Excel, se obtuvo la estadística descriptiva de las variables (elevación, exposición, pendiente grados, Radiación solar de los meses de junio a noviembre, peso seco de hojas (PSH), producción de aceite (ml), peso verde (PV) y peso seco (PS).

3.9 Análisis SIG para obtención de valores de las variables ambientales por sitio

En cada sitio de muestreo se registraron las coordenadas en formato UTM WGS84, Zona 13 Norte. Las variables climáticas ambientales consideradas pertenecen a la serie de WorldClim Versión 2 y son: temperatura mínima, temperatura máxima, temperatura promedio, precipitación media, radiación solar, velocidad de viento y presión de vapor de agua, únicamente fueron considerados los valores de los meses

del período de crecimiento y producción del orégano (junio a noviembre), se utilizó una resolución espacial de 30 segundos de arco, 1km² (Fick and Hijmans, 2017). Además de variables ambientales climáticas, se consideraron tres variables de tipo topográfico como altitud, pendiente y exposición del terreno, las cuales fueron derivadas del Continuo de Elevaciones Mexicano CEM 3.0 (INEGI, 2013) con resolución de 15 m. Siendo entonces un total de 42 las variables climáticas y tres topográficas, sumando 45 variables a relacionar en cada sitio con la biomasa y producción de aceite de orégano. El procedimiento de captura de valores se hizo en ArcGIS 10.2, usando el módulo de análisis espacial con un método extractivo de valores a puntos (sitios). Como resultado se generó una matriz con los 41 sitios ordenados en hileras y las 45 variables ambientales ordenadas en columnas.

3.10 Análisis estadísticos

Dada la distribución de los sitios y la resolución de las variables ambientales (15 m topográficas y 1km² climáticas), primero desde PAST 3.11 se realizó una prueba de estadística descriptiva para cada variable, aquellas variables que presentaron un error estándar de la media menor a 1.0 fueron eliminadas de los análisis posteriores dada su menor variabilidad. Posteriormente se hicieron pruebas de normalidad (*W* de Shapiro-Wilk), las variables que no mostraron normalidad posteriormente se les aplicó una prueba no paramétrica (*W* Kruskal- Wallis).

En PAST 3.11 se hizo una prueba de correlación múltiple (*r* Lineal de Pearson) con las variables restantes (error estándar menor a uno), con el objetivo de ver cuáles de las variables ambientales tienen una mayor relación a la producción extraída de aceites, así como también al peso seco de las hojas. Adicionalmente, con la matriz

de datos normalizados (Dato var. – Media var. / Desviación estándar var.), se hizo una prueba de carácter descriptiva y multivariada de Análisis de Componentes Principales (PCA) para determinar que variables tienen una mayor tendencia de variación.

Finalmente, asumiendo que alguna de las variables presentara una correlación con la producción y biomasa del peso seco de hojas o que la prueba PCA revele la tendencia de una de éstas variables ambientales, se utilizaron pruebas en bloques entre las variables con la correlación mayor (dado que estas variables no mostraron normalidad las pruebas de bloques se hicieron con una prueba no paramétrica Kruskal-Wallis) para determinar las diferencias significativas entre los bloques.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las 41 plantas que fueron sometidas al proceso de extracción de aceite por arrastre de vapor de la hoja de orégano corresponden a distintas alturas, que van de los 40 a los 115 cm y distintos diámetros entre 26 a los 52 cm. Las variables con interés económico, presentan un promedio de peso seco de la hoja (32.11 g), peso seco de la planta (108.26 g) y peso verde (156.28 g), y para la variable producción de mililitros (0.944). En cuanto a los valores obtenidos de máximo, mínimo, media, error estándar, varianza y desviación estándar correspondiente a las variables evaluadas Flores et al. (2011), en un estudio sobre producción y extracción de aceite de orégano (*L. graveolens*) bajo cultivo en la Comarca Lagunera, encontraron una varianza y desviación estándar de 0.02 y 0.15 en producción de aceite para plantas silvestres, a diferencia de la producción de las plantas de los 41 sitios del área de estudio que resultaron con una varianza (0.1765) y una desviación estándar (0.420), los valores son mayores en varianza y desviación estándar a compararlo con el presente estudio; puede ser porque para el tamaño de muestra fue de 10,000 plantas y 41 plantas para el presente. (Cuadro 2).

Flores *et al.* (2018) en un estudio sobre producción y extracción de aceite de orégano (*L. graveolens*) bajo cultivo en la Comarca Lagunera, registraron promedios superiores a los reportados en este trabajo para las variables peso seco de las hojas (52 g), peso seco de la planta (185 g) y el peso verde (272 g), para los individuos silvestres utilizados como testigo para dicho estudio. Es importante destacar que los datos aquí reunidos proceden de una plantación que está sometida a

aprovechamiento, mientras que las reportadas por Flores pertenecen a zonas sin antecedentes de aprovechamiento. (Cuadro 2).

Flores *et al.* (2018) realizaron la extracción a partir de la destilación tradicional o de coacción encontraron promedios por planta de 2.2 ml, también realizaron la destilación por arrastre con vapor de agua (3.0 ml), que son superiores a los obtenidos en el presente trabajo (0.944 ml). (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estadística descriptiva de las variables ambientales de los 41 sitios con error estándar > 1.0 de *Lippia graveolens* Kunth, ejido San Jerónimo, Melchor Ocampo Zacatecas.

Variables	Mínimo	Máximo	Media	Error Estándar	Varianza	Desviación Estándar
Elevación (m).	1616	1773	1715.48	5.20	1111.46	33.34
Exposición (Azimut).	16.8	280	197.79	9.72	3874.16	62.24
Pend. (Gr)	2.6	76.2	34.55	2.09	179.40	13.39
Rad. Junio*	20650	20827	20793.17	6.93	1972.65	44.42
Rad. Julio*	19902	20072	19986.17	6.49	1729.35	41.59
Rad. Agosto*	19470	19566	19517.83	3.74	574.80	23.98
Rad. Sep*	17004	17050	17028.22	2.86	335.43	18.32
Rad. Octubre*	15565	15659	15619	5.66	1317.2	36.29
Rad. Nov*	13496	13545	13529.51	2.70	300.36	17.33
PSH (g).	21.8	54	32.11	1.16	55.64	7.46
Producción de Aceite (ml).	0.4	2.3	0.944	0.066	0.18	0.42
Peso Verde (g).	88	326	156.28	7.07	2052.69	45.31
Peso seco (g).	56	213	108.26	4.50	831.36	28.83

Unidades de radiación solar en $\text{Kjlm}^2\text{día}^{-1}$

En las pruebas de normalidad de datos w de Shapiro-Wilkins se indica que la pendiente ($w = 0.98$, $p = 0.52$, $n = 41$) es una variable de distribución normal, la elevación mostro una probabilidad menor ($w = 0.97$, $p = 0.31$, $n = 41$) y la exposición ($w = 0.84$, $p = 0.00$, $n = 41$) muestra una baja probabilidad de normalidad; entre las variables de planta el peso verde (PV) y peso seco de la planta muestran mayor

probabilidad de normalidad, ($w = 0.98$, $p = 0.72$, $n = 41$) de PS y ($w = 0.97$, $p = 0.55$, $n = 41$) de PV; el peso seco de hojas ($w = 0.93$, $p = 0.01$, $n = 41$). Las variables de exposición y radiación solar en octubre no mostraron una distribución normal ($w = 0.833$, $P = 2.937^{-05}$).

La prueba de correlación múltiple presenta coeficientes de correlación, débiles o casi nulos a modestos (0.001 a -0.463), entre las variables ambientales y de producción; las correlaciones realizadas presentan coeficientes de correlación débiles a modestos (0.027 a - 0.370), entre las variables topográficas y de producción. (Cuadro 3).

De las variables que presentaron correlaciones modestas se observa que a menor radiación de octubre es mayor el peso verde (g), $r = -0.339$; a menor radiación de septiembre mayor es el peso verde (g) $r = -0.463$, y a mayor exposición mayor mililitros de aceite $r = 0.324$. (Cuadro 3).

Quiroz *et al.*, (2016) al comparar los factores climáticos, geográficos y fisiográficos que contribuyen a la distribución potencial del orégano (*Lippia spp.*) en México, Para la generación del modelo se utilizó el programa Maxent versión 3.3.3k, de la variable topográfica (altitud) no tiene injerencia en la distribución de la especie de acuerdo al modelo contribuye solo con (0.8), para el presente estudio la variable altitud del sitio de estudio se encontró una correlación baja (-0.267) entre elevación y ml, el valor de significancia (0.001) es superior al del presente estudio (0.005). (Cuadro 3).

Cuadro 3. Prueba de correlación lineal Pearson entre variables ambientales y producción de *Lippia graveolens* Kunth, ejido San Jerónimo, Melchor Ocampo Zacatecas.

	Elev.	Exp.	Pend. Gr.	Rad. Jun.	Rad. Jul.	Rad. Agos.	Rad. Sep.	Rad. Oct.	Rad. Nov.
PSH	-0.165	0.211	-0.105	-0.036	0.150	0.001	-0.251	-0.112	-0.028
Producción de Aceite	-0.267	0.324	-0.237	-0.149	-0.005	0.138	-0.080	0.082	-0.144
PV	0.113	0.027	0.004	-0.002	0.147	-0.237	-0.463	-0.339	0.015
PS	0.051	0.031	0.067	-0.081	0.078	-0.145	-0.194	-0.101	0.037

Dónde: PSH = Peso seco de la hoja (g); Producción de aceite (ml); PV = Peso verde (g); PS = Peso seco (g); Elev. = Elevaciones; Exp.= Exposición; Pend. Gr. = Grado de pendiente; Rad. Jun., Jul., Ago., Sep., Oct., Nov. = Radiaciones de los meses de corte o aprovechamiento.

En el análisis de componentes principales (PCA), se indica que la mayor cantidad de variación se encuentra en los tres primeros componentes, el primer componente de la variación tiene el 29.598 % (Radiación solar octubre), el segundo componente con un valor de 27.331 % de la variación (Radiación solar septiembre) y el tercer componente con un 14.373 % de la variación (Radiación solar de agosto), estos tres componentes suman un total del 71.302 % de la variación. (Cuadro 4 y Figura 8).

Cuadro 4. Análisis de los componentes principales (PCA) de *Lippia graveolens* Kunth, ejido San Jerónimo, Melchor Ocampo Zacatecas.

PC	Eigenvalue	% variance	Eig 2.5%	Eig 97.5%
1	2.664	29.598	23.661	40.468
2	2.456	27.331	8.208	42.383
3	1.294	14.373	4.208	20.673
4	0.784	8.7115	3.935	13.92
5	0.727	8.0746	4.585	11.324
6	0.503	5.5887	2.623	7.978
7	0.450	5.004	1.738	9.239
8	0.095	1.0605	0.519	1.266
9	0.023	0.25918	0.038	0.272

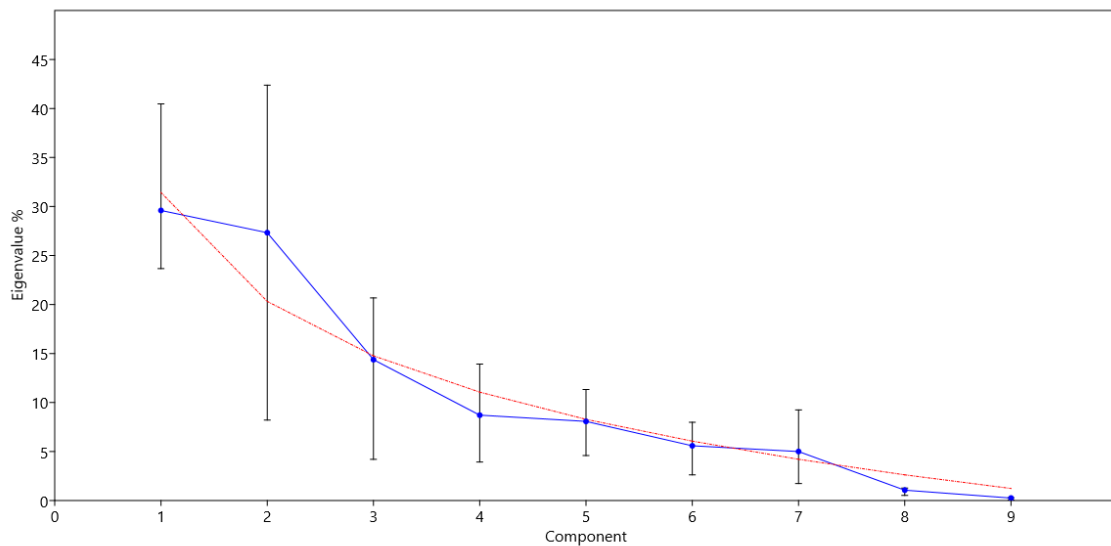


Figura 8. Coeficientes de los componentes principales (PCA) de los sitios de *Lippia graveolens* Kunth, Ejido San Jerónimo, Melchor Ocampo Zacatecas.

De acuerdo al grafico de dispersión el primer componente corresponde a la radiación solar de octubre observándose como la línea de tendencia más larga, seguida de la radiación solar de septiembre, agosto y como cuarto componente esta la variable de exposición (Figuras 9 y 10).

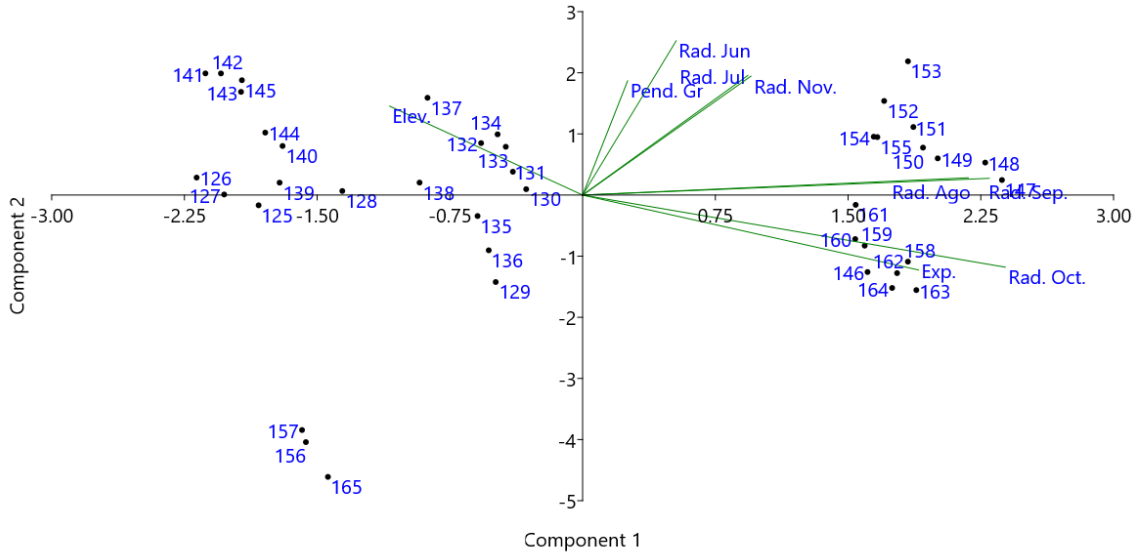


Figura 9. Gráfico de dispersión del análisis de los componentes principales (PCA) de los sitios de *Lippia graveolens* Kunth, en el ejido San Jerónimo, Melchor Ocampo Zacatecas.

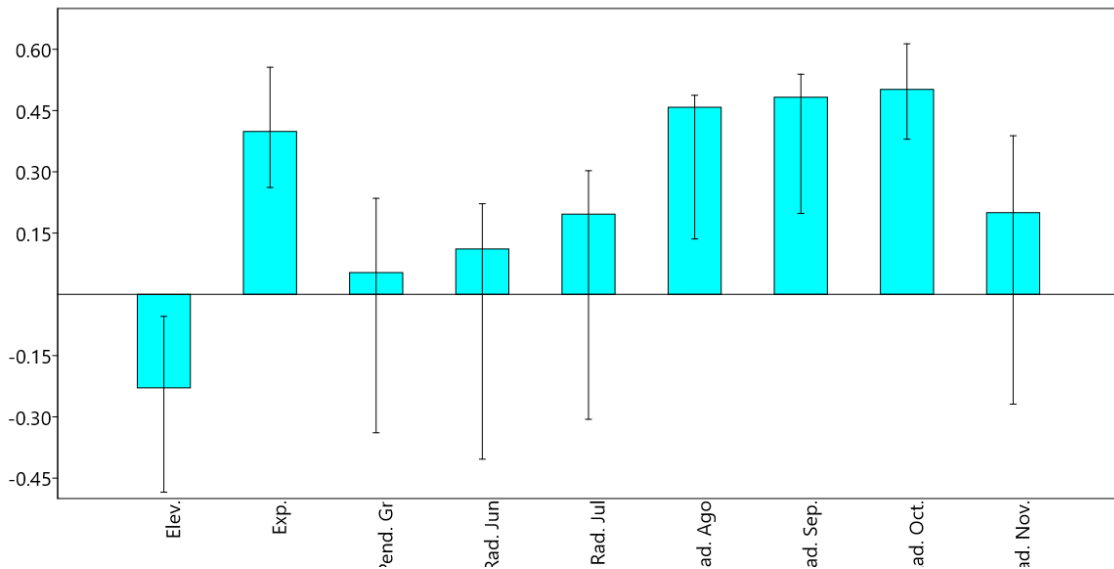


Figura 10. Coeficientes de variación del análisis de los componentes principales (PCA) de los sitios de *Lippia graveolens* Kunth, Ejido San Jerónimo, Melchor Ocampo Zacatecas.

Pruebas de bloques

En los datos de la radiación solar de octubre, septiembre y agosto además de la exposición se hicieron pruebas no paramétricas debido a que no mostraron distribución normal, utilizando la prueba de Kruskal-Wallis para bloques. En los datos de radiación solar, para octubre no hubo diferencia significativa ($F = 0.19$, $P = 0.67$, media bl1 = 0.95 y media bl2= 0.94), en la radiación solar de septiembre tampoco hubo diferencias significativas ($F = 0.01$, $P = 0.92$, media bl1 = 0.96 y media bl2 = 0.92) y en la radiación solar de agosto la producción de aceite mostro diferencia significativa entre los bloques ($F = 0.67$, $P = 0.42$, media bl1 = 0.86 y media bl2= 0.99), donde los sitios de menor radiación solar tienen menos producción que en los sitios donde hubo mayor radiación solar en agosto (Cuadro 5).

Para la variable exposición, entre los sitios del sur y este existen diferencias significativas entre los bloques, ($F = 6.4$, $P = 0.0156$ media bl1 = 0.71 y media bl2 = 1.04), siendo los sitios de exposición sur los que presentan una exposición mayor en producción de mililitros de aceite (Cuadro 5).

Cuadro 5. Pruebas de bloque Kruskal-Wallis de producción de aceite de *Lippia graveolens* Kunth durante los meses de radiación solar de agosto a octubre, y entre bloques de exposición sur y este, en el ejido San Jerónimo, Melchor Ocampo Zacatecas.

	RDS octubre		RDS septiembre		RDS agosto		Exposición	
	BI 1 menor	BI2 mayor	BI 1 menor	BI2 mayor	BI 1 menor	BI2 mayor	BI1 norte- este	B2 sur- oeste
Media	0.95	0.94	0.96	0.92	0.86	0.99	0.71	1.04
F	0.19		0.01		0.67		6.4	
P	0.67		0.92		0.42		0.156	
Resultados	Iguales		Iguales		Diferente		Diferente	

Para el resto de las variables de planta en sitio de acuerdo a las variables de correlación el peso verde de la planta guardo una correlación con la radiación solar de septiembre ($r = 0.46$) y la relación solar del mes de octubre ($r = 0.339$), para la variable de peso seco no existe ninguna correlación importante con ninguna de las variables ambientales, finalmente para el peso seco de hojas la mayor correlación se presentó con exposición ($r = 0.32$).

En prueba de bloques, en los datos de radiación solar de septiembre en relación con el peso verde promedio del bloque uno = 158.95 g y en el bloque dos = 145.87 g con una $F = 1.21$ y $P = 0.2786$, esto quiere decir que en el bloque uno donde se recibe más radiación solar tiene un promedio de biomasa mayor de peso verde que en los sitios con una menor radiación solar. Para la radiación solar de los meses de octubre ($F = 3.95$ g y una $P = 0.0546$, con un promedio del bloque uno = 165 g y en el bloque dos = 142.13 g) y septiembre (promedio en el bloque uno = 28.52 y en el

bloque dos = 33.61 con una $F = 4.29$ y una $P = 0.0449$), no mostraron diferencias significativas entre bloques considerándose como iguales.

V. CONCLUSIONES

Las variables climáticas Bioclim asociadas a precipitación y temperatura (temperatura mínima, temperatura máxima, temperatura promedio, precipitación media), velocidad de viento y presión de vapor de agua presentaron una baja variabilidad como producto de su resolución espacial de (30" segundos de arco, 1km²) en relación con la distancia entre los sitios (100 m) de manera que no son adecuadas para utilizarse al relacionar producción a nivel sitio.

Las variables ambientales Bioclim con mayor influencia en la producción de aceite y biomasa son la radiación solar que se presenta a finales de verano y principios de otoño (agosto; septiembre y octubre). Durante el mes de agosto, los sitios donde hay una mayor radiación solar son más productivos en peso verde que los donde se recibe menor radiación.

La variable topográfica exposición tiene una influencia en la producción de biomasa y aceite; los sitios de exposición suroeste son más productivos en rendimiento de aceite que los de exposición noreste.

VI. RECOMENDACIONES

Para obtener resultados más detallados, es necesario hacer un muestreo más extensivo con distribución de sitios al azar utilizando información ambiental adicional en cada sitio relacionada al crecimiento y desarrollo de la especie de orégano, como el porcentaje de cobertura vegetal, la composición y diversidad de especies presentes, las topofomas, geología, los porcentajes de pedregosidad, tipos de suelo, su profundidad, textura y contenidos de materia orgánica, etc., para poder establecer relaciones a nivel microambiente.

Una vez colectada la muestra de campo ésta debe pesarse inmediatamente las hojas secas y realizarse la extracción de aceite, esto para evitar sesgos en la información obtenida.

VII. BIBLIOGRAFIA

Aranda, R. J., Silva, V. R. y Franco, H. D. (2009). Caracterización del aceite esencial de oregano liso (*Poliomintha longiflora* Gray) , *Revista Salud Pública y Nutrición* .

Disponible en : <http://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/view/229>.

Arcila L C C, G Loarca, S Lecona, E González (2004) Oregano: properties, composition and biological activity of its components. *Arch. Latinoam. Nutr.*

Aguirre, M. 2000. El aprovechamiento forestal de productos forestales no maderables en la Región Lagunera de Durango. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas (URUZA). Bermejillo, Durango, México.

Avila–Sosa, R., Gastélum–Franco, M.G., Camacho–Dávila, A., Torres–Muñoz, J.V., Nevárez–Moorillón, G.V. 2010, Extracts of mexican oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) with antioxidant and antimicrobial activity. *Food and Bioprocess Technology*.

BousbiaN, AbertVianM, FerhatMA, PetitcolasE, MeklatiBY, ChematF. 2009. Comparison of two isolation methods for essential oil from rosemary leaves: hydrodistillation and microwave hydrodiffusion and gravity. *Food Chem* 114:355–62.

Bardoni, B., Mandel, J. L., & Fisch, G. S. (2000). FMR1 gene and fragile X syndrome. *American journal of medical genetics*, 97(2), 153-163.

Casillas-Alcalá, C. (1992). El orégano en México: panorama del primer exportador mundial. Tlaquepaque, Jalisco: ITESO.

Castillo, I. O. (2017). RECOLECCION Y COMERCIALIZACION DEL OREGANO (Lippia spp) EN EL SEMI-DESIERTO MEXICANO, UN CASO DE ESTUDIO: RESERVA ECOLOGICA MUNICIPAL SIERRA Y CAÑON DE JIMULCO, MEXICO. *Revista Mexicana de Agronegocios*.

Canal, D. N. (2006). Distribuciones de probabilidad: El teorema central del límite. *Revista SEDEN*. España. Cap. 8, p 119 p.

Comisión nacional Forestal (CONAFOR). 2009. Fichas de información comercial de productos forestales. Consultado el 15 de abril de 2019.

Disponible en: <http://www.conafor.org.gob.mx:8080/biblioteca/ver.aspx?>

Comisión Nacional Forestal. (2011). Paquete tecnológico para la producción de orégano (Lippia spp.). [Fecha de consulta: 20 de abril de 2018].

Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/OREGANO.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1995. Cartografía digital Edafología. Escala 1:250000. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1997. Cartografía digital Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie V (continuo nacional).

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1998. Cartografía digital Subcuencas Hidrológicas. Escala 1:1000000. México.

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2015. Cartografía digital Precipitación anual en México (1910-2009). Escala 1:250000. México.
- DOF. 2003. NOM-007-SEMARNAT-1997 que establece los procedimientos, criterios y especificaciones técnicas y administrativas para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México, México. 10p.
- Fick, S.E. and R.J. Hijmans, 2017. Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land áreas. International Journal of Climatology. <http://worldclim.org/version2>. Fecha de consulta 28 de febrero de 2019.
- Flores Hernández, A., Hernández Herrera, J. A., López Medrano, J. I., Valenzuela Núñez, L. M., Martínez Salvador, M., & Madinaveitia Ríos, H. (2011). PRODUCCIÓN Y EXTRACCION DE ACEITE DE ORÉGAN (Lippia graveolens Kunth) BAJO CULTIVO EN LA COMARCA LAGUNERA . *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*.
- Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63438956009>> ISSN 2007-1132.
- García, E. (2012). Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen. 5 edición. Instituto de
- Graca M. (2010). Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Essential Oils: A Short Review. Faculty of Science and Technology, Universidade do Algarve,

IBB, Plant Biotechnology Center, Ed. 8, Gambelas Campus, 8005-139 Faro, Portugal.

Huerta, C. 1997. Orégano mexicano: oro vegetal. CONABIO. Biodiversitas.

Huerta, C. (2002). Orégano Mexicano. Oro Vegetal. Revista Biodiversidad.

Huerta, C. (2005). Orégano Mexicano. Oro Vegetal. Consultado el 15 de abril de 2019. Disponible en: <http://www.maph49.galeon.com/biodiv2/oregano.html>.

INEGI, 2013. Continúo de Elevaciones Mexicano (CEM 3.0). Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/> . Fecha de consulta 12 de marzo 28 de 2019.

Infoagro. 2006. Cultivo de orégano. Consultado el 12 de abril de 2019. Disponible en: http://www.infoagro.com/aromaticas/oregano_sin.asp

Quiroz V. J. D. C., Reyes, L. M., García, O.J G., Salazar, B. A., Bazán C. B E., Hernández, M. J L. 2016. Factores climáticos, geográficos y fisiográficos que contribuyen a la distribución potencial del óregano (*Lippia* spp.) en México. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. 69: 21-25.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Diario Oficial de la Federación 2017

Olhagaray, E., Serrato, R., Del Río, F. y Casas, A. 2005. Cuantificación de orégano (*Lippia berlandieri* Schawer) en diez localidades del municipio de Nazas, Durango México. 2. Reunión Nacional sobre Orégano. Centro de investigación para los Recursos Naturales, Salaces, Chihuahua, México.

Peredo, L. H., Palou, G. E. y López, M. A. 2009. Aceites esenciales: Métodos de extracción. Temas Selectos de Ingeniería en Alimentos.

SAGARPA. 2013. Comunicado de prensa. Crea INIFAP nueva tecnología para la producción de orégano resistente a fenómenos climáticos. México, D.F., 23 de enero del 2019.

Disponible:<http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2013B033.asp>

Santoyo, S, S Cavero, L Jaime, E Ibáñez, F J Señorans, G Reglero (2006) Supercritical carbon dioxide extraction of compounds with antimicrobial activity from *Origanum vulgare* L: Determination of optimal extraction parameters. *J. Food Protect.*

Silva, V. R. (1999). El Orégano como una alternativa de producción agrícola sustentable para las zonas áridas y semiáridas. Folleto para productores No. 11. CIRENA- SEP- Fund. PRODUCE. Salaiques, Chihuahua. México.

Silva, R. V. (2005). Orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) an agro-industrial alternative for the arid and semi-arid zones of Mexico. In: *Oregano use, cultivation and industrialization in Mexico*. Chapingo Autonomous University. México state.

Stashenko, E. E. (2009). Aceites esenciales. Universidad Industrial de Santander.

Tongnuanchan, P., & Benjakul, S. (2014). Essential oils: extraction, bioactivities, and their uses for food preservation. *Journal of food science*, 79(7), R1231-R1249.

- Vian MA, Fernandez X, Visinoni F, Chemat F. 2008. Microwave hydrodiffusion and gravity, a new technique for extraction of essential oils. J Chromatogr A 1190:14–7.
- Villavicencio, G., E, O., Martínez, B. y A. Cano P. 2007. Orégano recurso con alto potencial. Revista Ciencia y Desarrollo 33(211):60-66.
- Villavicencio, G. E, Cano, P. A, García C. X. (2010). Metodología para determinar las existencias de orégano (*Lippia graveolens* H.B.K.) en rodales naturales de Parras de la Fuente, Coahuila. Vol.1, P.3-10.