

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**



**ANÁLISIS DEL ACEITE ESENCIAL DE DIFERENTES
POBLACIONES DE *LIPPIA CHIAPASENSIS* LOES (VERBENACEA)**

Edwin Adolfo Taracena Monzón

Químico

Guatemala, Abril de 2013

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**



**ANÁLISIS DEL ACEITE ESENCIAL DE DIFERENTES
POBLACIONES DE *LIPPIA CHIAPASENSIS* LOES (VERBENACEA)**

**Informe
Proyecto de Investigación**

Presentado por

Edwin Adolfo Taracena Monzón

Para optar al título de

Químico

Guatemala, Abril de 2013

JUNTA DIRECTIVA

Oscar Cobar Pinto, Ph.D.

Decano

Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto, M.A.

Secretario

Licda. Liliana Vides de Urizar

Vocal I

Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares

Vocal II

Lic. Luis Antonio Gálvez Sanchinelli

Vocal III

Br. Fayver Manuel de León Mayorga

Vocal IV

Br. Maily Graciela Córdova Audón

Vocal V

DEDICATORIA

A Dios: Por haber llenado mi vida de bendiciones.

A Mis padres: Oscar Anibal Taracena y Ana Maria Monzón de Taracena, por enseñarme el verdadero significado del amor incondicional.

A mi Esposa: Any Vettorazzi, por caminar a mi lado y llenar mi vida de sentido.

A mis hijos: Marcelo y Martín, por ser el amor más puro que poseo.

AGRADICIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser la institución en la que me formé como Químico.

.

Al Lic. Pedro Jayes y al Dr. Juan Francisco Pérez, por brindarme su apoyo en la realización del presente trabajo y por su amistad de siempre.

Al personal de la Unidad de Análisis Instrumental (UAI) por su ayuda constante.

INDICE

1. AMBITO DE INVESTIGACION.....	1
2. RESUMEN.....	2
3. ANTECEDENTES.....	3
3.1. <i>Lippia Chiapasensis</i>	3
3.2. ACEITE ESENCIAL.....	4
3.3. METABOLITOS SECUNDARIOS.....	5
3.4. POLIMORFISMO QUIMICO.....	7
3.5. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE	7
3.6. EXTRACCION DE ACEITES ESENCIALES.....	8
3.7. ANALISIS POR CROMATOGRAFIA DE GASES.....	9
3.8. INFORMACION GENERAL SOBRE ALGUNOS COMPONENTES IMPORTANTES DEL ACEITE ESENCIAL DE L. CHIAPASENSIS.....	10
4. JUSTIFICACION.....	15
5. OBJETIVOS.....	16
6. HIPOTESIS.....	17

7. MATERIALES Y METODOS.....	18
7.1. MATERIALES.....	18
7.2. METODOS.....	19
8. RESULTADOS.....	21
9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	35
10. CONCLUSIONES.....	40
11. RECOMENDACIONES.....	41
12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	42
13. ANEXOS.....	44

1. AMBITO DE LA INVESTIGACION

Investigación bibliográfica sobre *L. chiapasensis*.

Colecta de *L. chiapasensis* en los departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán y Sololá.

Preparación de muestras.

Extracción de aceites esenciales por hidrodestilación con aparato tipo Clevenger.

Análisis de aceites esenciales por cromatografía de gases.

2. RESUMEN

El presente proyecto consistió en el estudio de la composición de aceites esenciales extraídos de muestras de *Lippia chiapasensis* Loes (*Verbenacea*), recolectada en diferentes poblaciones del altiplano guatemalteco, así como del porcentaje de rendimiento utilizando la técnica de extracción por hidrodestilación con aparato tipo Clevenger.

La composición de los aceites esenciales se analizó de cuatro muestras correspondientes a Juchanep – Totonicapán, Tackchimil – Totonicapán, Chacayá – Sololá y La Grandeza – Quetzaltenango. Se realizaron tres muestreos o colectas, la primera en el mes de marzo, la segunda entre junio y julio y la tercera entre agosto y septiembre, todas en el año 2008.

La extracción con aparato tipo Clevenger dio rendimientos aceptables. Con respecto a la composición de los aceites esenciales de las diferentes colectas, en todos los casos se presentó un componente mayoritario de importancia económica por su uso en la industria farmacéutica o cosmética y un componente secundario también importante, por lo que todas las poblaciones muestreadas presentaron potencial económico para su extracción.

3. ANTECEDENTES

3.1. *Lippia chiapasensis*:

Arbusto o árbol débil de hasta 4 m de altura, con hojas de 2 - 6 cm de longitud de 1.5-4.5 cm de ancho, usualmente agudas. Se encuentra en bosques húmedos o secos, frecuentemente rocosos o en prados, entre 1,500 y 3,000 msnm. Se encuentra en los departamentos de Baja Verapaz, Huehuetenango, San Marcos, Sololá, Totonicapán y Quetzaltenango. También se encuentra en México. No se encontraron usos medicinales en la revisión de literatura efectuada. Un estudio reciente, en que se colectó una muestra de una población reveló que la planta presenta aceite esencial, habiéndose obtenido un rendimiento de extracción por hidrodestilación con aparato tipo Clevenger de 0.6% (Pérez *et al.*, 2005).

Hernández-Arteseros *et al.* (2006), analizaron la composición del aceite esencial de un espécimen de *L. chiapasensis* de Totonicapán, encontrando como componentes mayoritarios los compuestos: *trans*-dihidrocarvona (14.2%), neral (7.3%), geranial (10.1%). A partir del análisis de especímenes diferentes de *L. chiapasensis* se ha podido constatar la posible existencia de quimiotipos diferentes, al haberse analizado el contenido de sustancias volátiles por medio de la técnica de Microextracción en Fase Sólida, habiéndose encontrado que existirían como mínimo dos quimiotipos, uno presentando citral como componente principal y el otro presentando acetato de bornilo como compuesto mayoritario (Pérez *et al.*, 2007).

En estudios recientes se encontró que *L. chiapasensis* presenta un rendimiento aceptable de aceite esencial, presentando porcentajes de aceite esencial de hasta el 1.17 % (Jayes *et al.*, 2007).

3.2. ACEITE ESENCIAL

Los aceites esenciales son mezclas complejas principalmente de terpenos de bajo peso molecular y se caracterizan por ser insolubles en agua, ligeramente solubles en alcoholes y muy solubles en compuestos apolares tales como el n-pentano, n-hexano, benceno, éter de petróleo, entre otros. Sin embargo son susceptibles a oxidaciones provocadas por el oxígeno atmosférico o por luz UV-Vis. (Bruneton, 1993).

En las plantas la mayor cantidad de aceite esencial se encuentra en las hojas, en las flores y en las semillas. Una de las familias que se caracteriza por su contenido de aceite esencial es la Verbenacea, a la cual pertenece la *L. chiapasensis*. Se ha investigado a esta y otras familias debido a su utilidad como estimulantes, analgésicos, antibacterianos, odorizantes y sedantes. (Trease y Evans, 1991)

Según Aragão *et al* (1981), las posibilidades económicas de las plantas en cuanto a su cultivo, para producción de aceite esencial, pueden basarse en los siguientes criterios:

- Abundancia de la planta en la región
- Rendimiento de aceite esencial elevado, igual o mayor que 0.5%
- Un componente principal económicamente importante en concentración superior a 30%
- Un componente secundario de alto valor económico

Muchos aceites constituyen compuestos de partida para síntesis de otras sustancias útiles en las industrias química y farmacéutica. Otros componentes tienen propiedades farmacológicas y son usados como antibacterianos, analgésicos, sedantes, expectorantes, estimulantes y estomáquicos en la composición de medicamentos. (Jayes *et. al.*, 2007)

3.3. METABOLITOS SECUNDARIOS

Se llama metabolitos secundarios de las plantas a los compuestos químicos sintetizados por las plantas que cumplen funciones no esenciales en ellas, de forma que su ausencia no es fatal para la planta. Los metabolitos secundarios de intervienen en las interacciones ecológicas entre la planta y su ambiente.

Muchas de las funciones de los metabolitos secundarios aún son desconocidas. El estudio de estas sustancias fue iniciado por químicos orgánicos del siglo XIX y de principios del siglo XX, que estaban interesados en estas sustancias por su importancia como drogas medicinales, venenos, saborizantes, pegamentos, aceites, ceras, y otros materiales utilizados en la industria. De hecho, el estudio de los metabolitos secundarios de las plantas estimuló el desarrollo de las técnicas de separación, la espectroscopia para dilucidar su estructura, y metodologías de síntesis que hoy constituyen la fundación de la química orgánica contemporánea.

Los metabolitos secundarios de las plantas pueden ser divididos en 3 grandes grupos (Figura 1), en base a sus orígenes biosintéticos: (Croteau y Kutchan, 2000)

a) Terpenoides. Todos los terpenoides, tanto los que participan del metabolismo primario como los más de 25.000 metabolitos secundarios, son derivados del compuesto IPP (Isopentenil difosfato o "5-carbono isopentenil difosfato") que se forman por la vía del ácido mevalónico. Es un grupo grande de metabolitos con actividad biológica importante (Goodwin 1971). Están distribuidos ampliamente en las plantas y muchos de ellos tienen funciones fisiológicas primarias. La distribución de unos pocos de ellos en las plantas es más restringida, como los que forman los aceites esenciales, entre otros.

b) Compuestos fenólicos como los fenilpropanoides y sus derivados. Los más de 8.000 compuestos fenólicos que se conocen están formados o bien por la vía del ácido shikímico o bien por la vía del malonato/acetato.

c) Compuestos nitrogenados o alcaloides. Los alrededor de 12.000 alcaloides que se conocen, que contienen uno o más átomos de nitrógeno, son

biosintetizados principalmente a partir de aminoácidos. Los alcaloides poseen una gran diversidad de estructuras químicas. Son fisiológicamente activos en los animales, aún en bajas concentraciones, por lo que son muy usados en medicina. Ejemplos conocidos son la cocaína, la morfina, la atropina, la colchicina, la quinina, y la estricnina.

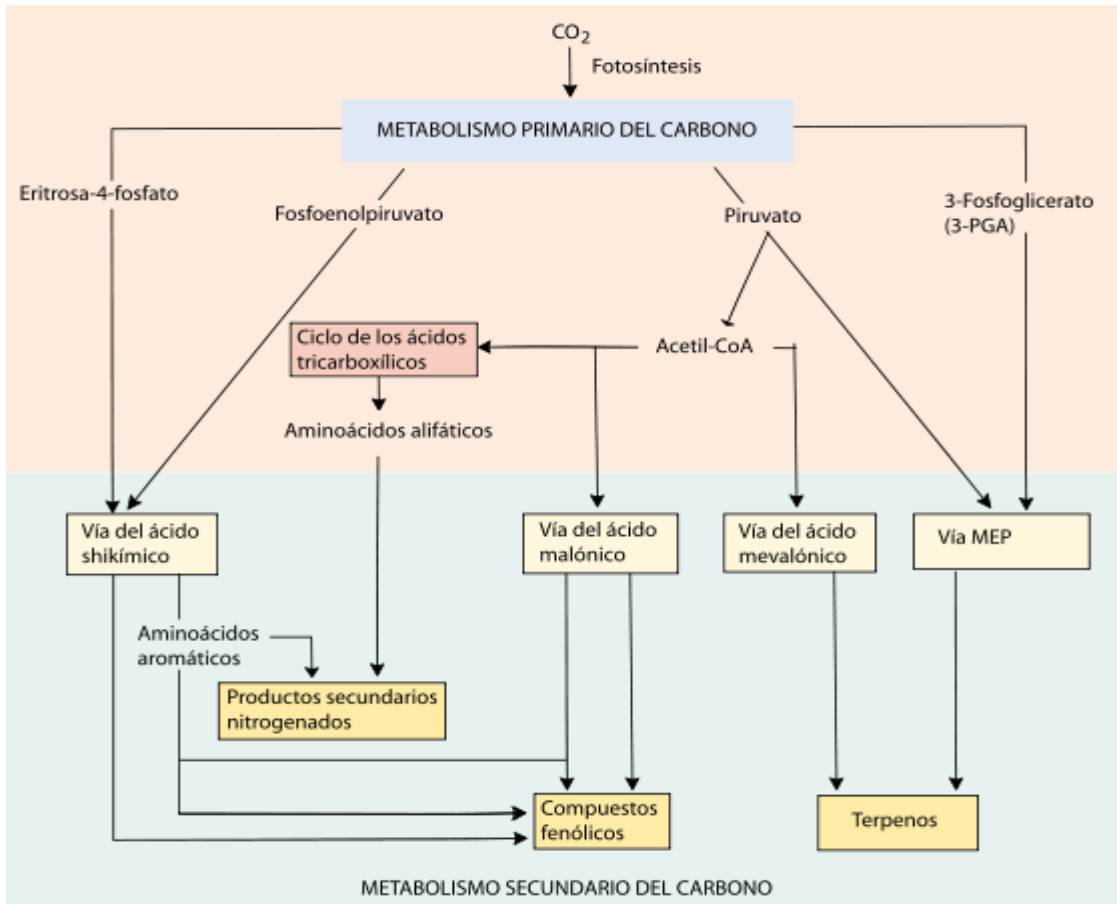


Figura 1. Vías generales del metabolismo secundario de las plantas, que producen los 3 tipos generales de compuestos secundarios: productos nitrogenados, productos fenólicos, y terpenoides. También se muestra su relación con el metabolismo primario. Dibujado a partir de Taiz, Lincoln y Eduardo Zeiger. "Secondary Metabolites and Plant Defense". En: *Plant Physiology, Fourth Edition*. Sinauer Associates, Inc. 2006. Capítulo 13.

3.4. POLIMORFISMO QUIMICO

Diferentes estudios de plantas ricas en aceite esencial han demostrado en los últimos años, la existencia de polimorfismo químico entre plantas de la misma especie, es decir, existen plantas de una misma especie que producen aceites esenciales con composiciones diferentes, debido a la diferencia en condiciones climáticas donde crecen. Estas plantas pueden agruparse de acuerdo a orígenes comunes de acuerdo a quimiotipos (Pereira *et al*, 2003), de manera que puede seleccionarse la procedencia que producirá los mejores resultados en cuanto a composición y a rendimiento.

3.5. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Las especies reactivas de oxígeno son reconocidas como responsables por un gran número de enfermedades, así como por el proceso de envejecimiento. Los radicales libres constituyen un blanco interesante para el desarrollo de nuevos medicamentos, en este contexto los antioxidantes de origen natural merecen atención especial, pues las plantas sintetizan un gran número de metabolitos capaces de captar los radicales libres (Potterat, 1997). Los mecanismos de acción de estos compuestos son diversos, incluyéndose la captura de oxígeno, la desactivación de radicales por reacción de adición covalente, la reducción de radicales peróxidos y la complejación de metales de *transición* (Larson, 1995).

La reducción del radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila) permite determinar la actividad antioxidante. La prueba es bastante simple: los extractos, fracciones o productos puros a evaluar son depositados en placa de cromatografía de capa fina (sílica gel) y se realiza la separación adecuada con un sistema de solventes apropiado. Después de secarse, la placa es vaporizada con una solución metabólica de 2 mg/mL de DPPH. Las actividades anti-radicales aparecen en la forma de manchas amarillas sobre fondo violeta. La determinación de actividad antioxidante en solución también es posible (Hostettmann *et al.*, 2003).

3.6. EXTRACCION DE ACEITES ESENCIALES

Existen varias técnicas para llevar a cabo la extracción de aceites esenciales. Estas incluyen la maceración, arrastre con vapor de agua e hidrodestilación. En el caso de la maceración se presenta el inconveniente que el aceite esencial es extraído a la par de los otros metabolitos secundarios presentes en el material vegetal tales como flavonoides, alcaloides, cumarinas, entre otros. En el caso del arrastre con vapor de agua ocurre el problema de que el porcentaje de rendimiento de dicha extracción es muy bajo. Debido a ello, la técnica de hidrodestilación es la más utilizada para la obtención de aceites esenciales. (Jayes, 2008)

Actualmente se utiliza la técnica de extracción de aceites esenciales con el aparato Clevenger o neoClevenger para la realización de extracciones con fines analíticos. Aunque presenta el inconveniente de promover reacciones de oxidación debido a la temperatura de operación y a la cantidad de agua que utiliza. Por otra parte, existe una técnica emergente que requiere de una extracción destilación con aparato Likens-Nickerson, la cual expone el aceite esencial a un menor riesgo de oxidación del mismo. (Jayes, 2008)

Otro de los factores que hay que tomar en cuenta en la extracción de aceites esenciales y que resulta fundamental es la selección adecuada de solvente orgánico a utilizar. En la actualidad el n-pentano se utiliza tanto en hidrodestilaciones con Clevenger y neoClevenger como con Likens-Nickerson. Esto se debe a la alta solubilidad de los monoterpenos y sesquiterpenos en él como a su alta volatilidad y bajo punto de ebullición, lo cual permite que una vez extraído el aceite, sea posible eliminar el n-pentano sin hacer un alto gasto de energía y así minimizar la pérdida de aceite esencial por evaporación. Otras propiedades que hacen que el n-pentano sea el solvente ideal para la extracción de aceites esenciales incluyen su insolubilidad en agua, baja densidad, alta presión de vapor, entre otras. (Windholz, 1983)

Al haberse determinado que una planta cumple con los criterios establecidos por Aragão *et al* (1981), es necesario hacer su introducción al mercado internacional.

De acuerdo a la industria blanco del aceite se encuentran diferentes restricciones. Por un lado en las industrias relacionadas con la química, la aceptación de un nuevo aceite presenta menos restricciones debido a que se utilizaría como solvente o sustrato. Mientras que en la industria cosmética y de aromas se encuentran patrones y estándares elevados que se enfocan en la homogeneidad del aceite. (Jayes *et al.*, 2008)

3.7. ANALISIS POR CROMATOGRAFIA DE GASES

La cromatografía de gases constituye una poderosa técnica para la identificación de compuestos que se encuentran en forma de mezcla compleja, como es el caso de los aceites esenciales. Cada uno de los componentes puros de un aceite esencial es representado en un cromatograma por un pico simple.

El cromatograma obtenido aporta la información sobre los porcentajes relativos de cada uno de los componentes en la mezcla. (Grob, 1995)

Entre las principales ventajas para el análisis de aceites esenciales están:

- ✓ Necesita poca muestra.
- ✓ Alta sensibilidad.
- ✓ Separación adecuada de los diversos componentes de una mezcla.

Los principales inconvenientes son:

- ✓ Técnica destructiva.
- ✓ No valida para componentes no volátiles.

3.8. INFORMACION GENERAL SOBRE ALGUNOS COMPONENTES IMPORTANTES DEL ACEITE ESENCIAL DE *L. chiapasensis*

La información que se presenta a continuación, sobre las características y usos de los componentes de aceites esenciales, fue publicada por Windholdz (1983) y por Aragoño (1981).

Acetato de bornilo

Solubilidad: levemente soluble en agua. Soluble en etanol.

Punto de fusión: 29°C

Punto de ebullición: 225-226°C

Densidad: 0.99

Alcanfor

Solubilidad: A 25°C, 1 g/800 mL de agua.

Punto de fusión: 179.8°C, sublima a temperatura ambiente

Densidad: 0.992

Toxicidad: Nausea, vértigo, delirio, coma, fallas respiratorias.

Usos: Plastificador excelente para ésteres y éteres de celulosa. Usado en la manufactura de plásticos, especialmente celuloideos, en lacas y barnices; en explosivos; pirotécnicos; fluidos de embalsamamiento. Manufactura de cimeno. Preservativo en farmacéuticos y cosméticos. Externamente, es usado como antiinfeccioso y antiprurítico tópico. Usado en preparaciones farmacéuticas en el tratamiento local de manifestaciones reumáticas y dolores musculares. Internamente sirve como estimulante circulatorio y calmante.

Anetol

Solubilidad: Insoluble en agua. Miscible con éter, cloroformo, benceno. Soluble en dos partes de alcohol.

Punto de fusión: 21.4°C.

Líquido a temperaturas mayores a 23°C.

Densidad: 0.9878

Usos: Manufactura de anisaldehído. Agente saborizante. En perfumería, particularmente para jabón y dentífricos. Sensibilizador en colores en fotografía de color. Aditivo farmacéutico (sabor). Es un importante componente de bebidas alcohólicas (licores de tipo anís, gin, etc.)

α -terpineol

Punto de ebullición: 206-207°C.

Densidad: 0.935

Usos: Uno de los compuestos más importantes en la industria de perfumes, así como en la desnaturalización de grasas para manufactura de jabón. Antiséptico. Por su olor típico y bajo precio es preferido como aromatizante en innumerables preparaciones técnicas.

β -cariofileno

Líquido a temperatura ambiente.

Punto de ebullición: 129-130°C.

Densidad: 0.9052.

Usos: Ampliamente usado como perfume para cosméticos y jabones, además de otras muchas preparaciones técnicas.

β -pineno

Punto de ebullición: 165-166°C:

Densidad: 0.874

Usos: Su principal uso es en la síntesis de borneol, alcanfor y terpineol. Sirve además como aromatizante en sales de baño, aerosoles de ambiente, desinfectantes e insecticidas. Usado también con solvente industrial de buena calidad.

Canfeno

Solubilidad: Insoluble en agua. Soluble en alcohol, éter, ciclohexano, cloroformo.

Punto de fusión: 51-52°C.

Punto de ebullición. 18.5-159.5°C.

Usos: Sustancia utilizada en la preparación de mezclas de bajo precio que son empleadas para aromatizar diversos tipos de productos técnicos. Producto de partida para síntesis de insecticidas organoclorados.

p-cimeno

Solubilidad: Insoluble en agua. Soluble en alcohol.

Líquido a temperatura ambiente.

Punto de fusión: -67.94°C.

Punto de ebullición: 177.10°C.

Densidad: 0.8753

Usos. Ampliamente usado como perfume para jabones y toda clase de preparaciones técnicas por su propiedad de enmascarar olores desagradables. Es empleado también, para preparar aceites esenciales artificiales.

1,8-cineol (Eucaliptol)

Solubilidad: insoluble en agua. Miscible con alcohol, cloroformo, éter, ácido acético glacial, aceites.

Líquido incoloro.

Punto de fusión: 1.9C

Punto de ebullición: 176-177C.

Densidad: 0.921-0.923.

Usos: Aditivo farmacéutico (sabor). Usado en preparaciones farmacéuticas de uso interno y externo. Presenta utilidad como estimulante de la expectoración en casos de bronquitis, etc. Localmente, actúa como anestésico suave y antiséptico en el tratamiento de inflamaciones de la boca y de la garganta. Se emplea también, en aerosoles para ambientes y cosméticos.

Eugenol

Solubilidad: Insoluble en agua. Miscible con alcohol, cloroformo y éter.

Punto de ebullición: 255°C.

Densidad: 1.0664

Usos: En perfumería; como atractor de insectos. Analgésico (dental). En preparaciones farmacéuticas, perfumería, cosméticos y como aroma para jabones. Agente saborizante de alimentos, principalmente dulces. Su uso más amplio es en la industria química como material de partida para la fabricación de vainillina de alta calidad, uno de los principales aromatizantes de alimentos.

Geranial

Isómero del neral. Generalmente ambos se encuentran juntos llamándose citral. El citral es muy utilizado, en pequeña cantidad, en composición de aroma cítrico de tipo lima, limón, etc. Se emplea para odorizar jabones, cosméticos y entra en la composición de muchos perfumes. Puede ser *transformado* en geraniol, compuesto con olor de rosas y uno de los más utilizados en perfumería y cosméticos.

Limoneno

Solubilidad: Insoluble en agua. Miscible con alcohol.

Punto de ebullición: 175-176-5°C.

Densidad: 0.8402

Usos: Solvente, manufactura de resinas; agente humectante y dispersante. Usado para odorizar cosméticos y jabones, En la industria de alimentos y medicinas. Otro uso importante es en la preparación de aceites esenciales artificiales del tipo citrus. Material de partida para síntesis de edulcorantes y varios compuestos de importancia en perfumería. Usado todavía como agente dispersante y como solvente industrial.

Linalool

Solubilidad: Insoluble en agua. Miscible con alcohol y éter.

Líquido incoloro a temperatura ambiente.

Punto de ebullición: 198°C.

Densidad: 0.8622

Usos: Perfumería, como sustituto de aceite de bergamota y lavanda francés (posee olor similar)

Mirceno

Solubilidad: Insoluble en agua. Soluble en alcohol.

Punto de ebullición: 44°C.

Densidad: 0.794

Usos: Intermediario en la manufactura de químicos de perfumes.

***trans*-nerolidol**

Líquido.

Solubilidad: Soluble en alcohol.

4. JUSTIFICACION

Los conocimientos por adquirir con el presente estudio son de relevancia para la industria de aceites esenciales en nuestro país y su aplicabilidad, ya que con ello se podrá hacer una mejor selección de la especie que cumpla de mejor manera con los parámetros necesarios para su cultivo y comercialización, con base en los resultados obtenidos a través del análisis de la planta a lo largo del año.

Los datos generados en la presente investigación contribuirán a la Quimiosistemática de *L. chiapasensis*.

5. OBJETIVOS

5.1. GENERAL:

Evaluar la calidad y rendimiento del aceite esencial de la planta *L. chiapasensis*, de diferentes poblaciones de los departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán y Sololá.

5.2. ESPECIFICOS:

- 5.2.1. Determinar la composición del aceite esencial de especímenes de *L. chiapasensis* de quimiotipos diferentes de los departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán y Sololá.
- 5.2.2. Determinar el rendimiento del aceite esencial de la planta *L. chiapasensis*, de poblaciones de los departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán y Sololá.
- 5.2.3. Determinar los principales grupos de metabolitos secundarios en partes aéreas de *L. chiapasensis* de diferentes poblaciones de los departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán y Sololá.

6. HIPOTESIS

No aplica, ya que el informe corresponde a resultados parciales del Proyecto de Investigación Macro que se realizó en la Dirección General de Investigación (DIGI)

7. MATERIALES Y METODOS

7.1. MATERIALES

7.1.1. Equipo y cristalería

Refrigeradora

Balanza semianalítica

Tamices

Molino

Cromatógrafo de gases con detector de masas

Jeringas para cromatografía de gases

Viales para SPME de vidrio ámbar de 4 mL

Balanza analítica

Balanza semianalítica

Tamiz 5 Mesh

Micropipetas

Micropipetas de 5 microlitros

Balones aforados de 100 ml y 250 ml

Beakers de 100 ml y 250 ml

Varillas de agitación

Vidrios de reloj

Erlenmeyers de 250 ml

Asperjadores

Gradillas

Rejillas

Papel filtro

Espátulas de metal y plástico

7.1.2 Solventes

n-Pentano

Acetato de Etilo

Cloroformo

Acetona

Etanol

7.2 METODOS:

7.2.1 Planta a estudiar:

Lippia chiapasensis, Familia Verbenaceae, de diferentes poblaciones en los departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán y Sololá.

7.2.2 Muestreo

Se realizaron viajes de campo a los departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán y Sololá, para obtener muestras de partes aéreas de individuos de diferentes quimiotipos de la planta *L. chiapasensis*, en poblaciones independientes en los departamentos citados. Se realizaron tres colectas en el período de un año, correspondiendo a los meses de: marzo, junio y septiembre, con el fin de evaluar las variaciones estacionales en el rendimiento y composición del aceite esencial de *L. chiapasensis* a partir de las colectas de campo.

7.2.3 Preparación de la muestra:

Las hojas y troncos suaves se separaron del material vegetal colectado en el campo; el resto se eliminó. El material vegetal se mezcló y secó a temperatura

ambiente, dejando una fracción húmeda para la determinación de humedad y cenizas. El material seco se pasó por un tamiz de malla metálica de $\frac{1}{4}$ de pulgada de abertura.

7.2.4. Extracción de aceites esenciales por hidrodestilación con aparato tipo Clevenger:

De 40 a 50 gramos de material seco se miden para ser colocados en un balón de fondo redondo 24/40, el cual se llena hasta la mitad con agua destilada, luego se coloca en la manta de calentamiento y se acopla al aparato de extracción. Se enciende la manta y la circulación de agua. Una vez empieza la hidrodestilación del material se cuentan 3 horas. Apagar el aparato. Se colecta el aceite en n-pentano el cual se elimina en baño de María a 40 grados centígrados. Se mide la masa del aceite destilado se almacena en refrigeración para su posterior análisis cromatográfico.

7.2.5. Análisis Cromatográfico de los aceites esenciales

Se realizó por cromatografía de gases, según condiciones propuestas por Adams (2001), inyectando 0.5 μL de aceite esencial diluido en metanol. Los componentes serán identificados por sus índices de retención publicados por Adams. La cuantificación de los aceites esenciales se realizó por la integración de las áreas de los picos correspondientes.

8. RESULTADOS

8.1 Hidrodestilación de aceites esenciales

Tabla I Ubicación

Muestra	Sub-Mx	Localidad	Localización Geográfica	Elevación (msnm)	Fecha de Colecta	Hábitat
LCHI.TACK.01.02	A	Tackchmil, Totonicapán	N 14° 57.315' W 91° 17.772'	2,403	02.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.TACK.01.02	B	Tackchmil, Totonicapán	N 14° 57.315' W 91° 17.772'	2,403	02.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHAC.01.01	A	Chacayá, Sololá	N 14° 46.247' W 91° 15.697'	2,476	30.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHAC.01.01	B	Chacayá, Sololá,	N 14° 46.247' W 91° 15.697'	2,476	30.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHAC.01.02	A	Chacayá, Sololá	N 14° 46.763' W 91° 15.106'	2,436	30.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHAC.01.02	B	Chacayá, Sololá	N 14° 46.763' W 91° 15.106'	2,436	30.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHAC.01.04	A	Chacayá, Sololá	N 14° 46.684' W 91° 14.810'	2,433	30.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHAC.01.04	B	Chacayá, Sololá	N 14° 46.684' W 91° 14.810'	2,433	30.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHOT.01.01	A	Chotacaj, Totonicapán	N 14° 56.143' W 91° 22.239'	2,611	12.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHOT.01.01	B	Chotacaj, Totonicapán	N 14° 56.143' W 91° 22.239'	2,611	12.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHOT.01.04	A	Chotacaj, Totonicapán	N 14° 56.076' W 91° 22.252'	2,611	12.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHOT.01.04	B	Chotacaj, Totonicapán	N 14° 56.076' W 91° 22.252'	2,611	12.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHIY.01.02	A	Chiyax, Totonicapán	N 14° 53.864' W 91° 21.434'	2,533	02.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHIY.01.02	B	Chiyax, Totonicapán	N 14° 53.864' W 91° 21.434'	2,533	02.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHIY.01.02	C	Chiyax, Totonicapán	N 14° 53.864' W 91° 21.434'	2,533	02.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHIY.01.02	D	Chiyax, Totonicapán	N 14° 53.864' W 91° 21.434'	2,533	02.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.JUCH.01.01	A	Juchanep, Totonicapán	N 14° 56.416' W 91° 23.036'	2,492	12.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.JUCH.01.03	A	Juchanep, Totonicapán	N 14° 56.371' W 91° 23.033'	2,521	12.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.JUCH.01.03	B	Juchanep, Totonicapán	N 14° 56.371' W 91° 23.033'	2,521	12.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.JUCH.01.03	C	Juchanep, Totonicapán	N 14° 56.371' W 91° 23.033'	2,521	12.03.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHIY.02.02	A	Chiyax, Totonicapán	N 14° 53.864' W 91° 21.434'	2,533	15.06.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHIY.02.02	B	Chiyax, Totonicapán	N 14° 53.864' W 91° 21.434'	2,533	15.06.08	Bosque Disturbado

Tabla I (Continuación)

Muestra	Sub-Mx	Localidad	Localización Geográfica	Elevación (msnm)	Fecha de Colecta	Hábitat
LCHI.JUCH.02.02	A	Juchanep, Totonicapán	N 14° 56.371' W 91° 23.033'	2,521	22.06.08	Bosque Disturbado
LCHI.JUCH.02.02	B	Juchanep, Totonicapán	N 14° 56.371' W 91° 23.033'	2,521	22.06.08	Bosque Disturbado
LCHI.JUCH.02.02	C	Juchanep, Totonicapán	N 14° 56.371' W 91° 23.033'	2,521	22.06.08	Bosque Disturbado
LCHI.JUCH.02.02	D	Juchanep, Totonicapán	N 14° 56.371' W 91° 23.033'	2,521	22.06.08	Bosque Disturbado
LCHI.JUCH.02.03	A	Juchanep, Totonicapán	N 14° 56.371' W 91° 23.033'	2,521	22.06.08	Bosque Disturbado
LCHI.JUCH.02.03	B	Juchanep, Totonicapán	N 14° 56.371' W 91° 23.033'	2,521	22.06.08	Bosque Disturbado
LCHI.JUCH.02.03	C	Juchanep, Totonicapán	N 14° 56.371' W 91° 23.033'	2,521	22.06.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHAC.02.01	B	Chacayá, Sololá	N 14° 46.763' W 91° 15.106'	2,436	06.07.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHAC.02.04	A	Chacayá, Sololá	N 14° 46.763' W 91° 15.106'	2,436	06.07.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHAC.02.04	B	Chacayá, Sololá	N 14° 46.763' W 91° 15.106'	2,436	06.07.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHAC.02.04	C	Chacayá, Sololá	N 14° 46.763' W 91° 15.106'	2,436	06.07.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHAC.02.05	A	Chacayá, Sololá	N 14° 46.763' W 91° 15.106'	2,436	06.07.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHAC.02.05	B	Chacayá, Sololá	N 14° 46.763' W 91° 15.106'	2,436	06.07.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHOT.02.03	A	Chotacaj, Totonicapán	N 14° 56.076' W 91° 22.252'	2,610	22.06.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHOT.02.03	A	Chotacaj, Totonicapán	N 14° 56.076' W 91° 22.252'	2,610	22.06.08	Bosque Disturbado
LCHI.JUCH.03.03	A	Juchanep, Totonicapán	N 14° 56.371' W 91° 23.033'	2,521	24.08.08	Bosque Disturbado
LCHI.JUCH.03.03	B	Juchanep, Totonicapán	N 14° 56.371' W 91° 23.033'	2,521	24.08.08	Bosque Disturbado
LCHI.JUCH.03.03	C	Juchanep, Totonicapán	N 14° 56.371' W 91° 23.033'	2,521	24.08.08	Bosque Disturbado
LCHI.JUCH.03.03	D	Juchanep, Totonicapán	N 14° 56.371' W 91° 23.033'	2,521	24.08.08	Bosque Disturbado
LCHI.JUCH.03.03	E	Juchanep, Totonicapán	N 14° 56.371' W 91° 23.033'	2,521	24.08.08	Bosque Disturbado
LCHI.TACK.03.02	A	Tackchimil, Totonicapán	N 14° 57.315' W 91° 17.772'	2,403	24.08.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHIY.03.02	A	Chiyax, Totonicapán	N 14° 53.864' W 91° 21.434'	2,533	24.08.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHIY.02.02	C	Chiyax, Totonicapán	N 14° 53.864' W 91° 21.434'	2,533	15.06.08	Bosque Disturbado

Tabla I (Continuación)

Muestra	Sub-Mx	Localidad	Localización Geográfica	Elevación (msnm)	Fecha de Colecta	Hábitat
LCHI.CHIY.03.02	B	Chiyax, Totoncapán	N 14° 53.864' W 91° 21.434'	2,533	24.08.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHIY.03.02	C	Chiyax, Totoncapán	N 14° 53.864' W 91° 21.434'	2,533	24.08.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHAC.03.01	A	Chacayá , Sololá	N 14° 46.247' W 91° 15.697'	2,433	07.09.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHAC.03.01	B	Chacayá, Sololá	N 14° 46.247' W 91° 15.697'	2,433	07.09.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHAC.03.02	A	Chacayá, Sololá	N 14° 46.763' W 91° 15.106'	2,433	07.09.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHAC.03.02	B	Chacayá, Sololá	N 14° 46.763' W 91° 15.106'	2,433	07.09.08	Bosque Disturbado
LCHI.CHAC.03.02	C	Chacayá, Sololá	N 14° 46.763' W 91° 15.106'	2,433	07.09.08	Bosque Disturbado
LCHI.NAHU.03.05	A	Nahualá, Sololá	N 14° 50.401' W 91° 19.700'	2,472	24.08.08	Bosque Disturbado
LCHI.NAHU.03.05	B	Nahualá, Sololá	N 14° 50.401' W 91° 19.700'	2,472	24.08.08	Bosque Disturbado
LCHI.NAHU.03.05	A	Nahualá, Sololá	N 14° 50.401' W 91° 19.700'	2,472	24.08.08	Bosque Disturbado

En esta tabla se puede observar tanto la localidad como la información de GPS de cada espécimen colectado. Fuente: Datos Experimentales.

Sub-Mx = Indica la submuestra trabajada de cada punto. Se tomó de 1 a 3 submuestras en cada punto.

Tabla II
Porcentaje de Rendimiento de Hidrodestilaciones
de Aceites Esenciales, Primera Colecta (Marzo 2008)

Muestra	Sub-Mx	Masa del Material Vegetal (g)	Masa del Aceite Esencial (g)	Rendimiento (%)
LCHI.TACK.01.02	A	15.0	0.1404	0.94
LCHI.TACK.01.02	B	15.0	0.1576	1.05
LCHI.CHAC.01.01	A	15.0	0.3585	2.39
LCHI.CHAC.01.01	B	15.0	0.4650	3.10
LCHI.CHAC.01.02	A	20.0	0.3580	1.79
LCHI.CHAC.01.02	B	15.0	0.2520	1.68
LCHI.CHAC.01.04	A	15.0	0.3629	2.42
LCHI.CHAC.01.04	B	15.1	0.3464	2.29
LCHI.CHOT.01.01	A	15.0	0.1175	0.78
LCHI.CHOT.01.01	B	15.0	0.1311	0.87
LCHI.CHOT.01.04	A	12.0	0.1646	1.37
LCHI.CHOT.01.04	B	12.0	0.2011	1.68
LCHI.CHIY.01.02	A	15.0	0.1830	1.22
LCHI.CHIY.01.02	B	15.0	0.1380	0.92
LCHI.CHIY.01.02	C	15.0	0.1531	1.02
LCHI.CHIY.01.02	D	15.0	0.1363	0.91
LCHI.JUCH.01.03	A	12.8	0.1487	1.16
LCHI.JUCH.01.03	B	14.2	0.1643	1.16

En la tabla es posible observar los diferentes porcentajes de rendimiento de acuerdo a la muestra utilizada. Fuente: Datos experimentales.

Tabla III
Análisis Estadístico Aceites Esenciales, Primera Colecta (Marzo 2008)

Prueba Estadística	Muestra	Sub-muestra	Resultado (%)
Promedio (P)			1.49
Desviación Estándar (DS)			0.65
Límite Inferior (P-DS)			0.84
Límite Superior (P+DS)			2.14
Valor Mínimo (Muestra)	LCHI.CHOT.01.01	A	0.78
Valor Máximo (Muestra)	LCHI.CHAC.01.01	A	3.10

En la tabla se observa el análisis estadístico llevado a cabo a los datos de porcentaje de rendimiento de la primera colecta. Fuente: Datos Experimentales.

Tabla IV
Porcentaje de Rendimiento de Hidrodestilaciones
de Aceites Esenciales, Segunda Colecta (Junio-Julio 2008)

Muestra	Sub-muestra	Masa del Material Vegetal (g)	Masa del Aceite Esencial (g)	Rendimiento (%)
LCHI.CHIY.02.02	A	20.0	0.1313	0.66
LCHI.CHIY.02.02	B	20.0	0.1095	0.55
LCHI.CHIY.02.02	C	20.0	0.1592	0.80
LCHI.JUCH.02.02	A	20.0	0.1845	0.92
LCHI.JUCH.02.02	B	20.0	0.1005	0.50
LCHI.JUCH.02.02	C	20.0	0.1489	0.74
LCHI.JUCH.02.02	D	20.0	0.1897	0.95
LCHI.JUCH.02.03	A	20.0	0.1505	0.75
LCHI.JUCH.02.03	B	20.0	0.1932	0.97
LCHI.JUCH.02.03	C	20.0	0.2101	1.05
LCHI.CHAC.02.01	B	20.0	0.4023	2.01
LCHI.CHAC.02.04	A	20.0	0.0808	0.40
LCHI.CHAC.02.04	B	18.6	0.1995	1.07
LCHI.CHAC.02.04	C	20.5	0.3264	1.59
LCHI.CHAC.02.05	A	20.0	0.2080	1.04
LCHI.CHAC.02.05	B	20.0	0.2761	1.38
LCHI.CHOT.02.03	A	20.0	0.1556	0.78
LCHI.CHOT.02.03	B	20.0	0.0352	0.18

En la tabla es posible observar los diferentes porcentajes de rendimiento de acuerdo a la muestra utilizada. Fuente: Datos experimentales.

Tabla V
Análisis Estadístico Aceites Esenciales, Segunda Colecta (Junio-Julio 2008)

Prueba Estadística	Muestra	Sub-muestra	Resultado (%)
Promedio (P)			0.91
Desviación Estándar (DS)			0.43
Límite Inferior (P-DS)			0.48
Límite Superior (P+DS)			1.34
Mínimo (Muestra)	LCHI.CHOT.02.03	B	0.18
Máximo (Muestra)	LCHI.CHAC.02.01	B	2.01

En la tabla se observa el análisis estadístico llevado a cabo a los datos de porcentaje de rendimiento de la segunda colecta. Fuente: Datos Experimentales.

Tabla VI
Porcentaje de Rendimiento de Hidrodestilaciones
De Aceites Esenciales, Tercera Colecta (Agosto-Septiembre 2008)

Muestra	Sub-Mx	Masa del Material Vegetal (g)	Masa del Aceite Esencial (g)	Rendimiento (%)
LCHI.JUCH.03.03	A	20.0	0.1500	0.75
LCHI.JUCH.03.03	B	20.0	0.1940	0.97
LCHI.JUCH.03.03	C	20.0	0.2100	1.05
LCHI.JUCH.03.03	D	20.0	0.1180	0.59
LCHI.JUCH.03.03	E	30.0	0.1560	0.52
LCHI.TACK.03.02	A	19.2	0.1536	0.80
LCHI.CHIY.03.02	A	20.0	0.3629	1.62
LCHI.CHIY.03.02	B	21.0	0.3464	1.37
LCHI.CHIY.03.02	C	20.0	0.1175	1.47
LCHI.CHAC.03.01	A	33.2	0.4515	1.36
LCHI.CHAC.03.01	B	23.0	0.3266	1.42
LCHI.CHAC.03.02	A	25.0	0.3975	1.59
LCHI.CHAC.03.02	B	21.0	0.3885	1.85
LCHI.CHAC.03.02	C	20.0	0.2200	1.10
LCHI.NAHU.03.05	A	30.0	0.2160	0.72
LCHI.NAHU.03.05	B	20.0	0.2340	1.17
LCHI.NAHU.03.05	C	20.0	0.2180	1.09

En la tabla se observa el análisis estadístico llevado a cabo a los datos de porcentaje de rendimiento de la tercera colecta. Fuente: Datos Experimentales.

Tabla VII
Análisis Estadístico Aceites Esenciales, Tercera Colecta (Agosto-Septiembre 2008)

Prueba Estadística	Muestra	Sub-muestra	Resultado (%)
Promedio (P)			1.14
Desviación Estándar (DS)			0.39
Límite Inferior (P-DS)			0.75
Límite Superior (P+DS)			1.53
Mínimo (Muestra)	LCHI.JUCH.03.03	E	0.52
Máximo (Muestra)	LCHI.CHAC.03.02	B	1.85

En la tabla se observa el análisis estadístico llevado a cabo a los datos de porcentaje de rendimiento de la tercera colecta. Fuente: Datos Experimentales.

Tabla VIII
Principales componentes de *L. chiapasensis*
En muestras de JUCHANEP - TOTONICAPAN

COMPUESTO	% DE AREA			
	LCHI.JUCH.01.03	LCHI.JUCH.02.03	LCHI.JUCH.03.03	PROMEDIO
α -thujenno*	0.4	0.5	0.9	0.6
Sabineno*	0.9	N.D.	1.4	0.7
β -Pinoeno*	0.4	0.9	0.7	0.7
Mirceno*	0.4	0.8	0.7	0.6
α -felandreno*	1.0	2.0	2.1	1.7
<i>p</i> -cimeno*	0.6	0.5	0.8	0.6
Limoneno**	8.3	5.5	2.4	5.4
1-8,cineol**	2.3	2.4	5.4	3.4
Linalol**	1.0	1.2	1.1	1.1
<i>trans</i> -pinocarveol*	0.4	N.D.	0.2	0.2
Alcanfor**	2.6	1.7	1.6	2.0
Borneol*	2.1	1.6	4.2	2.6
Mirtenal*	2.2	1.2	0.2	1.2
<i>trans</i> -dihidrocarvona*	18.9	8.6	N.D.	9.2
Citronelol*	0.4	0.6	0.2	0.4
Neral**	11.4	16.1	12.0	13.2
Carvona**	0.7	N.D.	N.D.	0.2
Geranial**	16.4	21.0	15.9	17.8
Acetato de Bornilo**	N.D.	0.5	5.3	1.9
Acetato de dihidrocarvilo*	0.5	0.2	0.3	0.4
Acetato de nerilo*	N.D.	0.3	0.2	0.2
α -copaeno*	0.4	0.8	1.0	0.7
Acetato de Geranilo**	9.1	5.2	10.9	8.4
α -cariofileno*	2.6	4.2	4.6	3.8
(<i>E</i>)- β -farneseno*	3.4	4.7	4.7	4.3
Germacreno D*	4.8	8.6	8.6	7.3
α -muuroleno*	0.5	0.9	0.7	0.7
δ -cadineno*	0.5	1.0	1.4	1.0
Guaiol*	0.5	0.6	0.5	0.5

*Identificación del compuesto, correlacionando Indices de Kovats (IK) de compuestos identificados en estudios anteriores y los publicados por Adams (2001)

** Identificación del compuesto correlacionando IK de los estándares utilizados y los publicados por Adams (2001)

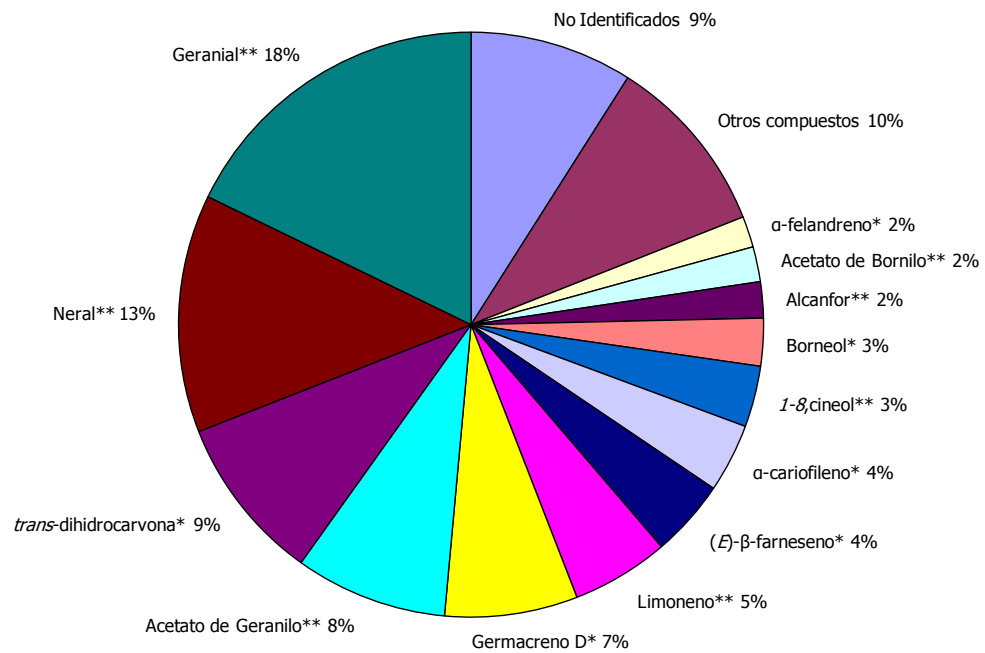


Figura 2. Composición porcentual promedio del aceite esencial extraído de las muestras de Juchanep – Tonicapán.

Tabla IX
Principales componentes de *L. chiapasensis*
En muestras de TACKCHIMIL – TOTONICAPAN

COMPUESTO	% DE AREA			
	LCHI.TACK.01.02	LCHI.TACK.02.02	L.CHI.TACK.03.02	PROMEDIO
α -thujenno*	0.3	0.6	0.5	0.5
Sabineno*	N.D.	0.4	0.3	0.2
β -pineno*	0.5	0.7	0.7	0.6
β -mirceno*	0.2	0.5	0.3	0.4
<i>p</i> -cimeno*	0.6	0.6	0.4	0.5
Limoneno**	3.1	6.5	4.4	4.7
Linalol**	1.0	1.1	1.0	1.0
Mirtenal*	1.7	2.8	0.9	1.8
<i>trans</i> -dihidrocarvona*	15.2	13.1	10.8	13.1
Citronelol*	0.5	0.4	0.5	0.5
Neral**	16.8	12.0	17.7	15.5
Geranial**	22.3	16.4	22.8	20.5
<i>trans</i> -acetato de pinocarvilo*	1.4	1.1	0.9	1.1
Acetato de dihidrocarvilo*	1.2	1.0	0.8	1.0
Acetato de nerilo*	0.5	0.5	0.4	0.5
α -copaeno*	1.4	0.9	0.9	1.1
Acetato de bornilo**	12.3	17.7	13.0	14.3
(<i>E</i>)- β -farneseno*	0.5	0.7	0.7	0.7
δ -cadineno*	1.2	2.0	2.0	1.7
Viridiflorol*	1.0	0.6	0.4	0.7

*Identificación del compuesto, correlacionando Indices de Kovats (IK) de compuestos identificados en estudios anteriores y los publicados por Adams (2001)

** Identificación del compuesto correlacionando IK de los estándares utilizados y los publicados por Adams (2001)

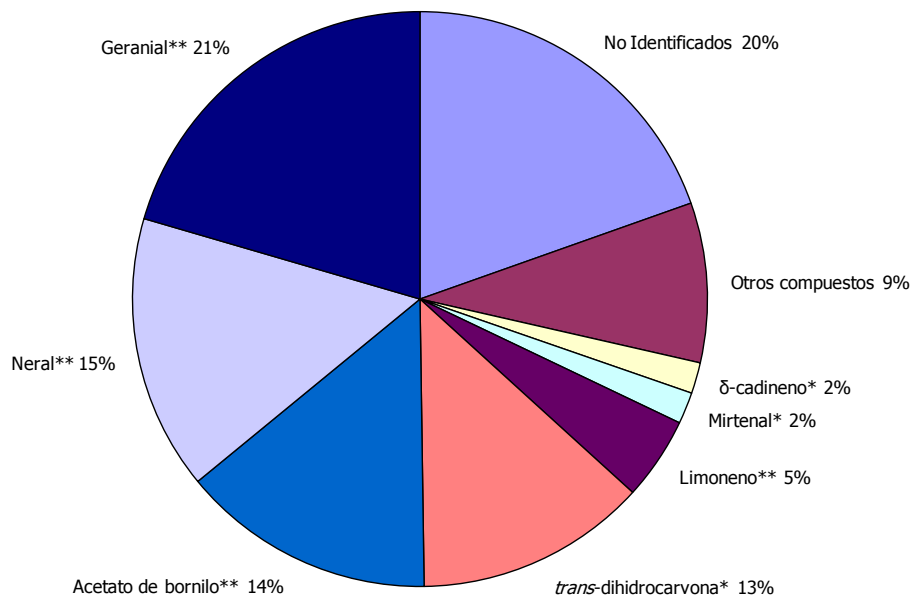


Figura 3. Composición porcentual promedio del aceite esencial extraído de las muestras de Takchimil – Tonicapán.

Tabla X
Principales componentes de *L. chiapasensis*
En muestras de CHACAYA – SOLOLÁ

COMPUESTO	% DE AREA			
	LCHI.CHAC.01.01	LCHI.CHAC.02.01	LCHI.CHAC.03.01	PROMEDIO
α -thujeno*	2.4	1.4	1.5	1.8
Sabineno*	12.5	8.4	8.4	9.8
β -Pinoeno*	2.6	1.4	1.6	1.9
Mirceno*	1.3	1.1	1.3	1.2
<i>p</i> -cimeno*	0.4	N.D.	N.D.	0.1
Limoneno**	6.9	2.7	3.9	4.5
1- β ,cineol**	36.3	23.0	27.1	28.8
Linalol**	1.1	1.6	1.3	1.3
<i>trans</i> -pinocarveol*	0.6	0.5	0.5	0.5
Alcanfor**	2.6	2.6	2.0	2.4
Borneol*	1.0	0.8	0.9	0.9
α -terpinol*	1.1	1.7	1.9	1.6
Mirtenal*	2.2	2.3	2.2	2.2
<i>trans</i> -dihidrocarvona*	5.8	2.0	2.3	3.4
Carvona**	0.2	N.D.	N.D.	0.1
Acetato de Bornilo**	4.5	4.3	4.1	4.3
α -copaeno*	N.D.	0.4	0.4	0.3
(<i>E</i>)- β -farneseno*	0.8	3.8	2.0	2.2
Germacreno D*	0.8	5.8	1.9	2.9
δ -cadineno*	1.3	3.6	4.1	3.0
Elemol*	1.3	2.8	2.6	2.2
Viridiflorol*	0.3	0.5	0.4	0.4

*Identificación del compuesto, correlacionando Índices de Kovats (IK) de compuestos identificados en estudios anteriores y los publicados por Adams (2001)

** Identificación del compuesto correlacionando IK de los estándares utilizados y los publicados por Adams (2001)

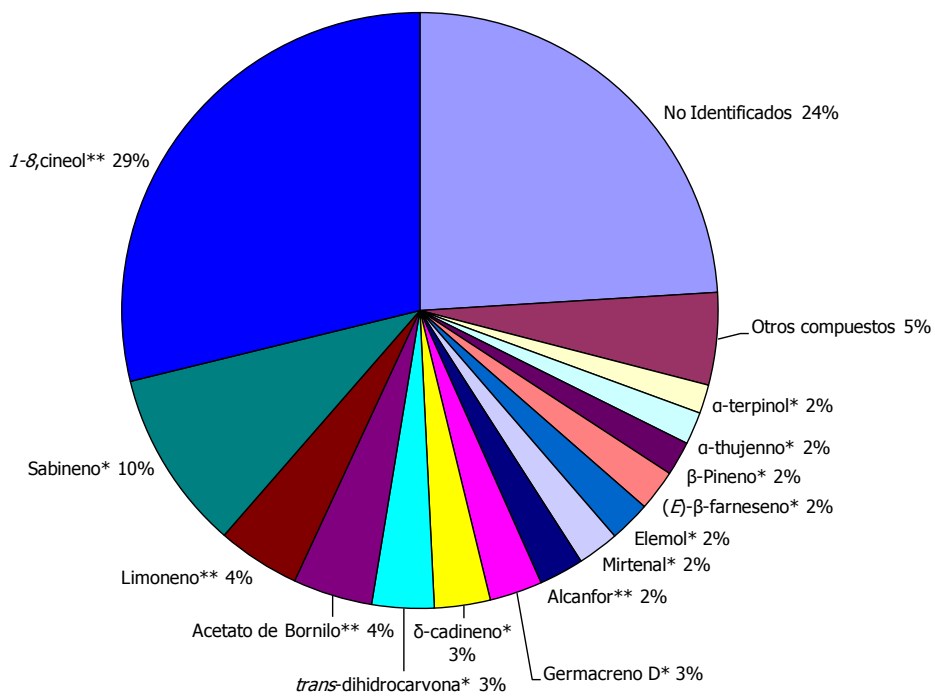


Figura 4. Composición porcentual promedio del aceite esencial extraído de las muestras de Chacaya – Sololá.

Tabla XI
Principales componentes de *L. chiapasensis*
En muestras de LA GRANDEZA - QUETZALTENANGO

COMPUESTO	% DE AREA			PROMEDIO
	LCHI.LGRA.01.01	LCHI.LGRA.02.01	LCHI.LGRA.03.01	
α -thujeno*	0.2	0.3	N.D.	0.3
Sabineno*	0.5	0.7	N.D.	0.6
β -Pino*	0.3	0.4	N.D.	0.4
Mirceno*	0.4	0.4	N.D.	0.4
<i>p</i> -cimeno*	0.8	2.1	N.D.	1.4
Limoneno**	2.3	3.3	N.D.	2.8
1- β -cineol**	1.6	2.5	N.D.	2.0
Linalol**	1.7	1.4	N.D.	1.5
Alcanfor**	N.D.	0.9	N.D.	0.5
Borneol*	3.2	4.6	N.D.	3.9
Mirtenal*	0.4	0.9	N.D.	0.7
<i>trans</i> -dihidrocarvona*	3.0	5.1	N.D.	4.1
Citronelol*	1.1	0.9	N.D.	1.0
Neral**	19.8	17.7	N.D.	18.8
Geranial**	29.6	26.1	N.D.	27.9
Acetato de Bornilo**	N.D.	0.3	N.D.	0.1
α -copaeno*	1.0	1.1	N.D.	1.0
Acetato de Geranilo**	4.2	9.0	N.D.	6.6
α -cariofileno*	3.6	1.7	N.D.	2.7
(<i>E</i>)- β -farneseno*	2.2	1.4	N.D.	1.8
Germacreno D*	4.4	1.1	N.D.	2.8
α -muuroleno*	0.2	N.D.	N.D.	0.1
δ -cadineno*	1.1	0.8	N.D.	1.0
Oxido de cariofileno*	0.5	2.7	N.D.	1.6
Viridiflorol*	0.3	0.5	N.D.	0.4
Guaiol*	0.5	0.6	N.D.	0.6

*Identificación del compuesto, correlacionando Índices de Kovats (IK) de compuestos identificados en estudios anteriores y los publicados por Adams (2001)

** Identificación del compuesto correlacionando IK de los estándares utilizados y los publicados por Adams (2001)

N.D.: No Determinado

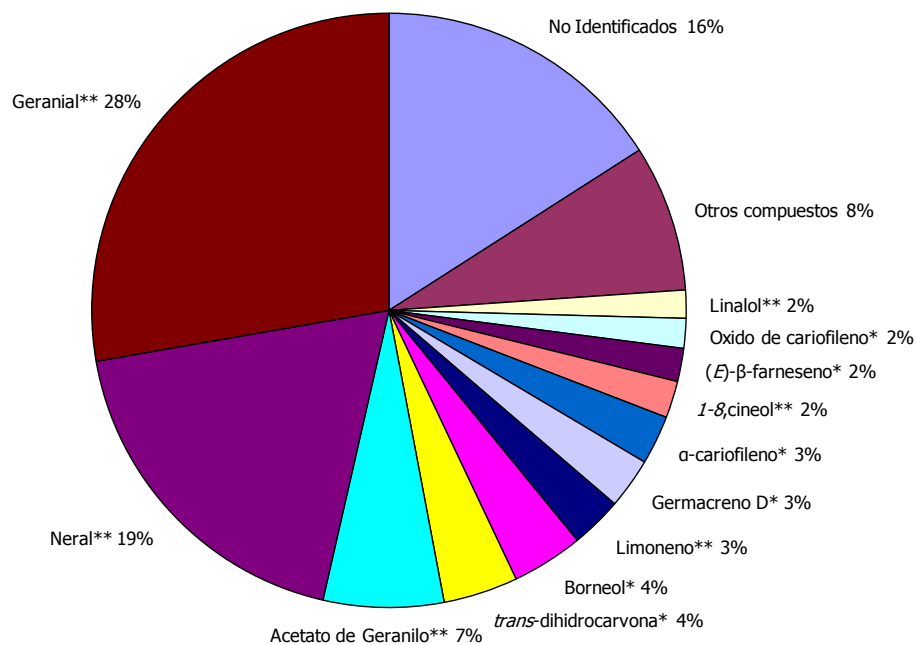


Figura 5. Composición porcentual promedio del aceite esencial extraído de las muestras de La Grandeza – Quetzaltenango.

9. DISCUSION DE RESULTADOS

9.1 Hidrodestilación de aceites esenciales

Para la extracción de aceites esenciales se utilizó la técnica de hidrodestilación con aparato tipo Clevenger, se redujo la cantidad de muestra a utilizar en un 50% ya que con esto se evitaron proyecciones dentro del sistema de extracción, debidas a la cantidad de agua y material vegetal y con lo cual también se reduce el riesgo de pérdida de extracto. Se utilizó un sistema de enfriamiento más efectivo, con lo cual se logró reducir la temperatura de condensación del aceite extraído a 5°C, lo que redundó en menor pérdida por evaporación del mismo.

En la tabla I se presenta la información de las localidades de colecta y como puede observarse en la tabla II, correspondiente a la primera colecta realizada en marzo lo cual corresponde a la época seca del año, los porcentajes de rendimiento son arriba de 0.5% con lo que se cumple con lo propuesto por Aragão (1981). Puede observarse que el porcentaje de rendimiento mayor corresponde a la muestra de Chacaya en Sololá y el menor a la de Chotacaj en Totonicapán, sin embargo las muestras de Chacaya presentaron porcentajes de rendimiento mayores que las demás regiones, las cuales estuvieron más cercanas a la media (Tabla III).

Para la segunda colecta realizada entre junio-julio 2008, época lluviosa y el para la tercera colecta realizada entre agosto-septiembre 2008, época lluviosa, el porcentaje de rendimiento promedio, presenta un descenso del 39% y 23.5%, respectivamente, con relación a la primera colecta realizada en marzo 2008. Esto pudo deberse a que la planta utiliza su energía y nutrientes para crear más biomasa que en la producción de metabolitos secundarios expresados en este caso como aceites esenciales, además que el porcentaje de humedad debe ser mayor en época lluviosa que en época seca, dato que no se determinó por tener muy poca muestra para análisis. Es importante destacar que para todas las colectas las muestras de Chacaya fueron las que presentaron el mayor porcentaje

de rendimiento así como son las únicas que presentan un contenido promedio de 29% de 1,8-cineol en el aceite esencial.

Para la segunda colecta se obtuvo un rendimiento de 0.18% para la muestra LCHI.CHOT.02.03, esto está muy alejado del rendimiento promedio, por lo que pudo deberse a un mal manejo de la técnica de extracción ya que no está acorde con los resultados obtenidos para esta región en las diferentes colectas.

9.2 Principales componentes del aceite esencial de muestras colectadas en Juchanep - Totonicapán

Para las colectas de *L. chiapasensis*, de la localidad de Juchanep – Totonicapán, el componente mayoritario fue el citral, con un 31% promedio, para este compuesto se obtienen los picos de dos isómeros geométricos, neral y geranial, los cuales presentan un área promedio de 18% y 13% respectivamente, la *trans*-dihidrocarvona dio un porcentaje promedio de 9%, el acetato de geranilo de 8%. La variación del porcentaje entre cada colecta se ve en el tabla VII de resultados y en la figura 6 de anexos, puede observarse que el citral está en mayor proporción en la segunda colecta con un porcentaje de área de 37 y en la primera y tercera colecta el porcentaje es de 28 para cada una, la *trans*-dihidrocarvona por el contrario en la primera colecta reflejó un 19%, en la segunda 9% y en la tercera no se detectó, cabe mencionar que este compuesto se determinó con el Índice de Kovats y los datos reportados en estudios anteriores de *L. chiapasensis*. El acetato de geranilo tuvo en la primera y tercera colecta los porcentajes más altos (9 y 11% respectivamente) y en la segunda colecta su porcentaje bajó a 5%, el germacreno D, el cual también fue determinado con su Índice de Kovats y comparación con cromatogramas obtenidos en estudios anteriores, en la primera colecta aparece con 5% y en la segunda y tercera colectas sube su porcentaje a 9 en cada una. El resto de compuestos determinados se mantuvo abajo del 5%, presentando variaciones similares entre colectas, esto puede observarse en la figura 6 de anexos.

Por todo lo anterior puede verse la importancia de los resultados obtenidos en las muestras de esta localidad ya que cumple con lo sugerido por Aragão (1981), para considerarlo como un cultivo con alto potencial económico.

9.3 Principales componentes del aceite esencial de muestras colectadas en Tackchimil – Totonicapán

Las muestras colectadas en Tackchimil – Totonicapán, presentan como componente mayoritario el citral, con un porcentaje promedio de 36, el cual se identifica a través de sus isómeros geométricos, neral (15%) y geranial (21%), como puede observarse en la Figura 3. El citral presenta su mayor porcentaje en la primera y tercera colecta (39 y 40 por ciento respectivamente) y en la segunda colecta bajó a 28% lo que representa un 11% menos con respecto a la otras dos colectas. También en la Figura 3 puede observarse que para esta localidad el aceite esencial de *L. chiapasensis* presenta contenido de acetato de bornilo (14%) y la *trans*-dihidrocarvona (13%), los cuales tienen comportamientos diferentes de acuerdo a las colectas realizadas ya que para el acetato de bornilo en la segunda colecta se vió un aumento (18%) y en la primera y tercera se mantuvo en 12% y 13% respectivamente, no así para la *trans*-dihidrocarvona que presentó un 15% para la primera, 13% para la segunda y 11% para la tercera colecta, como puede observarse en la figura 7. El limoneno presentó mayor porcentaje en la segunda colecta (6.5%), manteniéndose en 3% y 4.4% para la primera y tercera colecta respectivamente, todos los demás compuestos estuvieron abajo del 2% cada uno. Como puede observarse en las graficas el porcentaje mayor es el del citral (36%), teniendo componentes importantes como el acetato de bornilo y la *trans*-dihidrocarvona en cantidades importantes, esto aunado a los porcentajes de rendimiento arriba de 0.5%, lo hacen según Aragão (1981), una planta cultivo presenta alto potencial económico.

Hay que resaltar que a diferencia de las muestras de Juchanep, las muestras de Tackchimil no presentan acetato de geranilo y la presencia de acetato de bornilo es mucho mayor.

9.4 Principales componentes del aceite esencial de muestras colectadas en Chacayá - Sololá

Las muestras colectadas en Chacayá - Sololá, son las que presentan la composición mas divergente con respecto al resto de los puntos de muestreo ya que aquí se evidenció la presencia de 1,8-cineol como componente mayoritario (29% en promedio), teniendo en la primera colecta un 36%, el cual fue el más alto de las tres ya que en la segunda bajó a 23% y en la tercera fue de 27%, estos resultados son importantes por la variedad de usos que tiene este compuesto en la industria farmacéutica y cosmética. Otros compuestos determinados fueron el Sabineno 10%, limoneno 4% y el acetato de bornilo 4%, todos los demás compuestos determinados estaban por debajo del 4% y presentan porcentajes similares en las tres colectas realizadas. En las figuras 16, 17 y 18 se presentan cromatogramas de los aceites esenciales de esta región.

Cabe destacar que las muestras de Chacayá – Sololá, son las que arrojaron los porcentajes de rendimiento mayores en las tres colectas realizadas, lo cual evidencia nuevamente la divergencia que existe entre los especímenes provenientes de Chacaya-Sololá y especímenes de las demás localidades estudiadas.

El compuesto que tiene un porcentaje similar a las muestras de Juchanep-Totonicapán y las de Tackchimil-Totonicapán es el limoneno con 4%.

Para las muestras colectadas en Chacaya-Sololá, también aplica el criterio de Aragão (1981), ya que los porcentajes de rendimiento están por arriba del 0.5%, posee un componente principal económicamente importante en concentración superior al 30% y tiene componentes secundarios de alto valor económico, por lo que se hace importante el cultivo de este espécimen.

En la figura 7 se ve la variación porcentual de cada componente con relación a la colecta realizada y al promedio de las tres colectas.

9.5 Principales componentes del aceite esencial de muestras colectadas en La Grandeza – Quetzaltenango

Para las muestras colectadas en la localidad de La Grandeza - Quetzaltenango se encontró que poseen citral 47% en sus isómeros geométricos neral 19% y geranial 28%, así como acetato de geranilo 7%, *trans*-dihidrocarvona 4%, borneol 4% y limoneno 3%. Cabe destacar que para este punto no se determinó los componentes de la tercera colecta por no poseer muestra para trabajar la misma. El aceite esencial obtenido de las colectas de este punto son los que presentan la mayor cantidad porcentual de citral (neral y geranial) de las localidades evaluadas por medio de cromatografía de gases para la determinación de la composición porcentual de sus componentes, lo anterior se observó en ambas colectas realizadas.

Al igual que los puntos de recolección anteriores, este también cumple con el criterio de Aragão (1981) para establecerlo como un cultivo de importancia económica ya que el citral es muy utilizado en perfumería y cosmética.

Al comparar la composición de los aceites esenciales de las cuatro regiones colectadas se ve que con la clara excepción de las muestras de Chacayá – Sololá, el resto presenta en mayor porcentaje el geranial, neral, *trans*-dihidrocarvona y limoneno, con sus variantes en porcentaje pero todos tienen estos compuestos al menos en un 4%, lo que supone una composición similar. En la figura 9 de los anexos puede verse la comparación porcentual de los diferentes compuestos encontrados en los aceites esenciales de las cuatro regiones recolectadas.

Puede observarse también que las muestras de Juchanep – Tonicapán, Tackchimil – Tonicapán y La Grandeza – Quetzaltenango, presentaron como componentes mayoritarios el citral (geranial y neral), que se encontraron en los porcentajes de 31%, 36% y 47% respectivamente. En Chacaya – Sololá, el compuesto mayoritario fue el 1-8,cineol (29%), por lo que esos compuestos pueden funcionar como marcadores para la diferenciación de los químiotipos de la planta.

10. CONCLUSIONES

- 10.1 El porcentaje de rendimiento promedio de aceite esencial obtenido para la primera colecta de *L. chiapasensis*, por medio de hidrodestilación con aparato neo-Clevenger es de 1.49%.
- 10.2 El porcentaje de rendimiento mayor para la primera colecta se obtuvo de una muestra recolectada en Chacayá – Sololá y fue de 3.10%.
- 10.3 El porcentaje de rendimiento promedio de aceite esencial obtenido para la segunda colecta fue de 0.91%.
- 10.4 El porcentaje de rendimiento mayor para la segunda colecta se obtuvo de una muestra de Chacayá – Sololá, 2.01%
- 10.5 El porcentaje de rendimiento promedio de aceite esencial obtenido para la tercera colecta de *L. chiapasensis*, fue de 1.14%.
- 10.6 El porcentaje de rendimiento mayor para la tercera colecta se obtuvo de una muestra de Chacayá – Sololá, 1.85%.
- 10.7 El componente principal en las muestras de Juchanep, Tackchimil y La Grandeza, es el citral (isómeros geométricos: neral y geranial), con un porcentaje promedio entre 31 y 47 por ciento
- 10.8 El componente principal en las muestras de Chacaya es el 1,8-cineol con un porcentaje promedio de 29%.
- 10.9 Las muestras de Juchanep – Tonicapán, Tackchimil – Tonicapán, Chacayá – Sololá y La Grandeza – Quetzaltenango, presenta potencial económico ya que presentan rendimientos aceptables de aceite esencial arriba del 0.5% propuesto por Aragão, así como presentan un componente principal económicamente importante arriba del 30%.
- 10.10 El limoneno se encuentra presente en la composición del aceite esencial de todas las muestras trabajadas en un promedio del 4%.
- 10.11 La *trans*-dihidrocarvona, esta presente en la composición de aceite esencial de *L. chiapasensis*, de las muestras de Juchanep, Tackchimil, Chacaya y La Grandeza.

10.12 Los compuestos neral, geranial y 1-8,cineol, pueden utilizarse como marcadores para la diferenciación de los quimiotipos de *L. chiapasensis*

11. RECOMENDACIONES

- 11.1 Es importante darle seguimiento a las plantas recolectadas en la región de Chacayá – Sololá, ya que fueron las que presentaron mayor porcentaje de rendimiento así como el 1,8-cineol como compuesto principal.
- 11.2 Dar seguimiento al estudio de las plantas recolectadas en La Grandeza – Quetzaltenango, ya que fueron las que presentaron el mayor contenido de citral.
- 11.3 Realizar estudios paralelos de las condiciones del suelo en donde crece cada planta para establecer condiciones de riqueza del suelo en cuanto a nutrientes y así poder hacer mas efectivo el cultivo de las mismas.
- 11.4 Apoyar este tipo de estudios con universidades en el extranjero que cuenten con el equipo necesario para hacer la determinación de la composición del aceite esencial de *L. chiapasensis* de forma mas exacta ya que no se cuenta en la actualidad con el equipo necesario para esto.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Adams R. (2001) Identification of Essential Oil Components By Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy. USA: Allured Publishing Corporation, 456p.

Aragão, A. (1981). Oleos Essenciais de Plantas do Nordeste. Edicoes UFC. Fortaleza, Brasil.

Bruneton, J. (1993). Farmacognosia. Fitoquímica. Plantas Medicinales. 2 Edición. Editorial Acribia, S.A. España. 123-124, 183-184, 261-263, 305-306, 366-367, 405-407, 775.

Croteau, R. T. M. Kutchan, N. G. Lewis. (2000) "Natural Products (Secondary Metabolites)" En: Buchanan, Gruissem, Jones (editores). Biochemistry and Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Physiologists. Rockville, Maryland, Estados Unidos. Cap. 24.

Goodwin TW. 1971. Aspects of terpenoid chemistry and biochemistry. Academic Press, Londres.

Grob, Robert. (1995) Modern Practice of Gas Chromatography. Third edition. Editorial A. While. E.E. U.U. 888p

Hernández-Arteseros, J.A., Vila, R., Cañigueral, S., Cruz, S.M., Cáceres, A. (2006). Composition of the Essential Oil of *Lippia chiapasensis* Loes. J. Essen. Oil Res. 18:6-9.

Hostettmann, K., Queiroz, E., Vieira, P. (2003). Princípios Ativos de Plantas Superiores. Sao Carlos, Brasil, Edufscar.

Jayes, P., De León, J., Navas, R., Pérez, J., Mérida, M., Farfán, C., (2007) Aceites esenciales de nueve plantas nativas de Guatemala, familias Verbenaceae y Lauraceae. USAC, Guatemala

Larson, R.A. (1995). Antioxidant mechanisms of secondary natural products. In: Oxidative stress and antioxidant defense in biology. London, Ed. Ahmad.

Pereira, S.I., Santos, P.A.G., Barroso, J.G., Figueiredo, A.C., Pedro, L.G., Salgueiro, L.R., Deans, S.G., Scheffer, J.J. (2000). Chemical Polymorphism of the Essential Oils from Populations of *Thymus caespitosus* Grown on the island S. Jorge (Azores). *Phytochemistry*, 241-246.

Pérez, Ma. P. (2005) Savia *Lavandulaefolia* Vahl ssp *Oxiodon*: Evaluación de su aceite esencial e incidencia en el medio ambiente según intensidades de recolección. Granada

Pérez, J.F., Mérida, M., Ribeiro da Silva, A.J. (2005) Composição do óleo essencial da planta *Lippia chiapasensis* de uma população da Guatemala. Livro de Resumos, XXVIII Reunião Anual Sociedade Brasileira de Química.

Pérez, J.F., Mérida, M., Samayoa, M. Del C., Hollanda, M.C., Ribeiro da Silva, A.J. (2007). Livro de Resumos, XXX Reunião Anual Sociedade Brasileira de Química.

Potterat, O. (1997) Antioxidants and free radical scavengers of natural origin. *Current Organic Chemistry*, 1, 415.

Trease y Evans. (1991) *Farmacognosia*. 13 Edición. Editorial McGraw-Hill, México, 590-594.

Windholdz, M. (1983) *The index Merck*. Merck & Co. 10 ed. New Jersey, USA.

13. ANEXOS

JUCHANEP

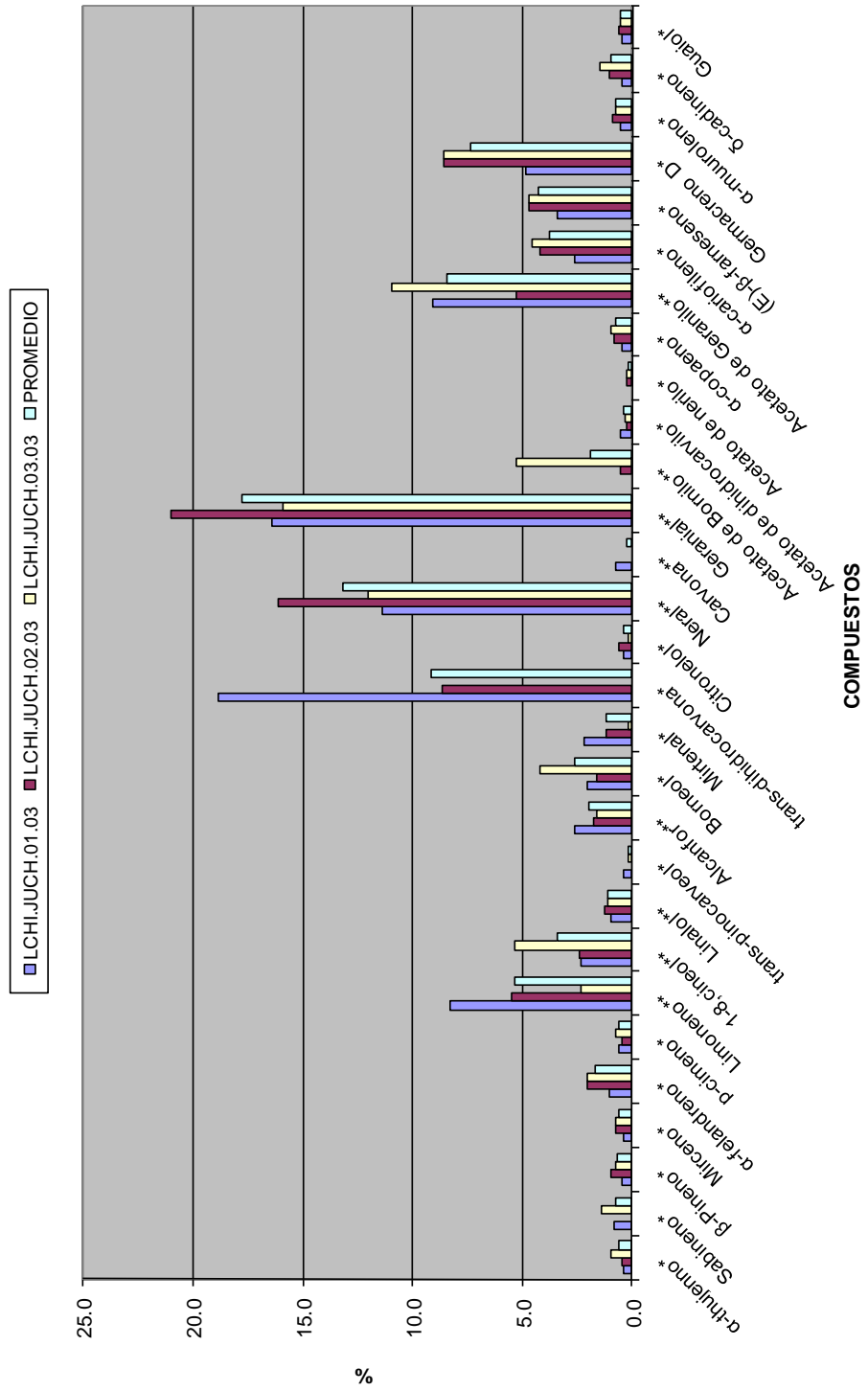


Figura 6. Contenido Porcentual de los componentes de aceite esencial de *L. chiapasensis* extraídos de muestras de Juchanep - Tonicapán

TACKCHIMIL

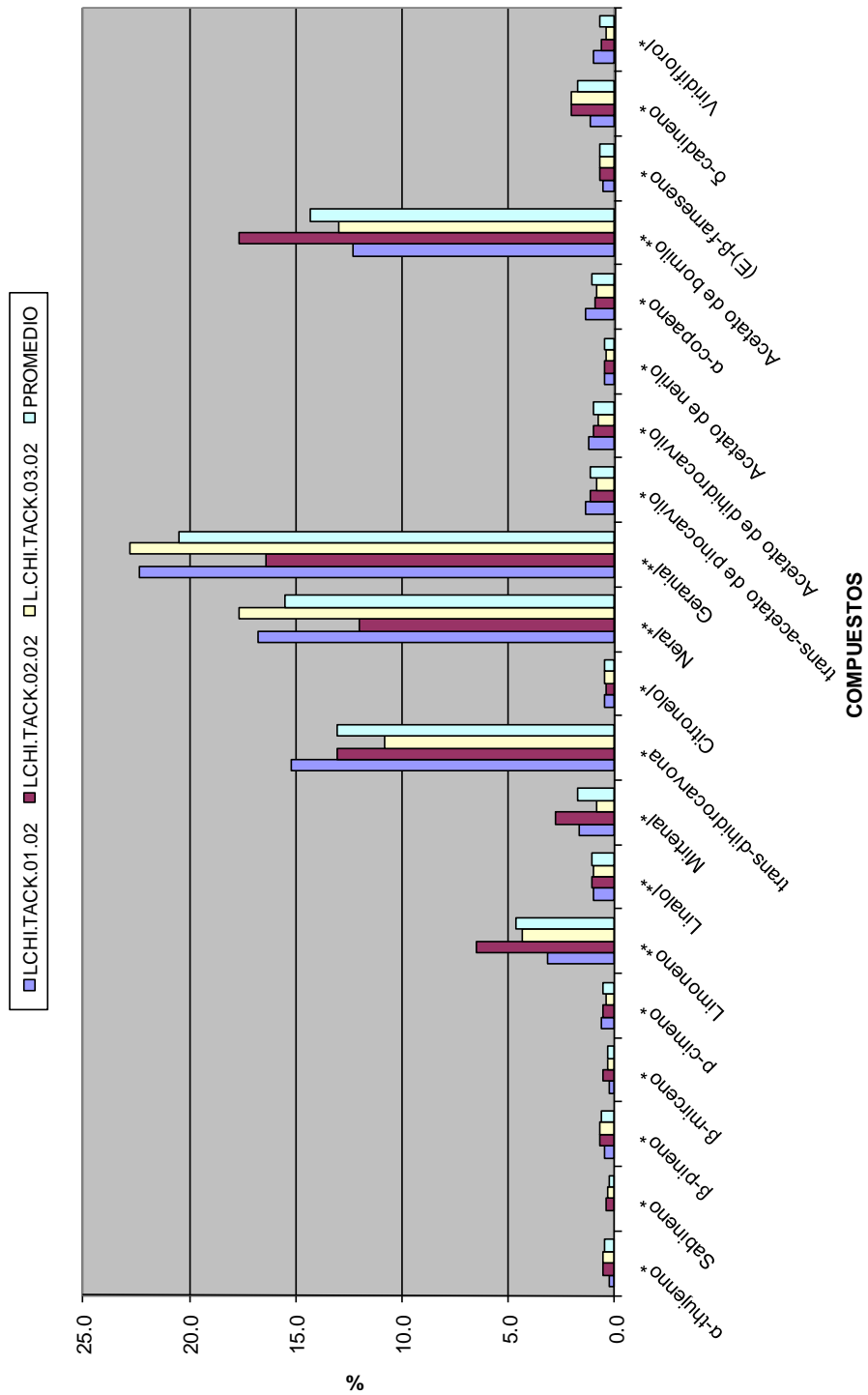


Figura 7. Contenido Porcentual de los componentes de aceite esencial de *L. chiapasensis* extraídos de muestras de Tackchimil - Totonicapán

CHACAYA

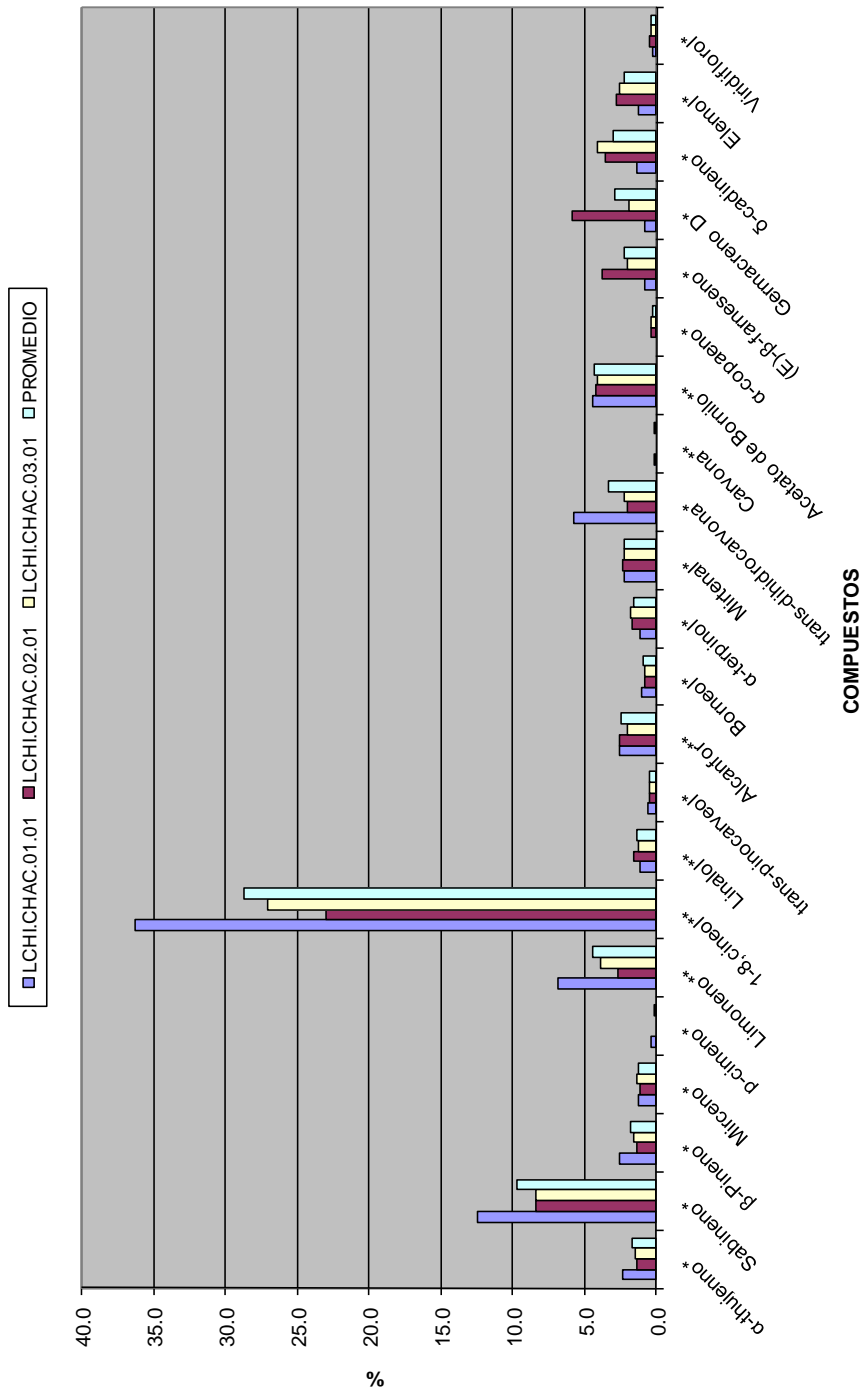


Figura 8. Contenido Porcentual de los componentes de aceite esencial de *L. chiapasensis* extraídos de muestras de Chacayá - Sololá

LA GRANDEZA

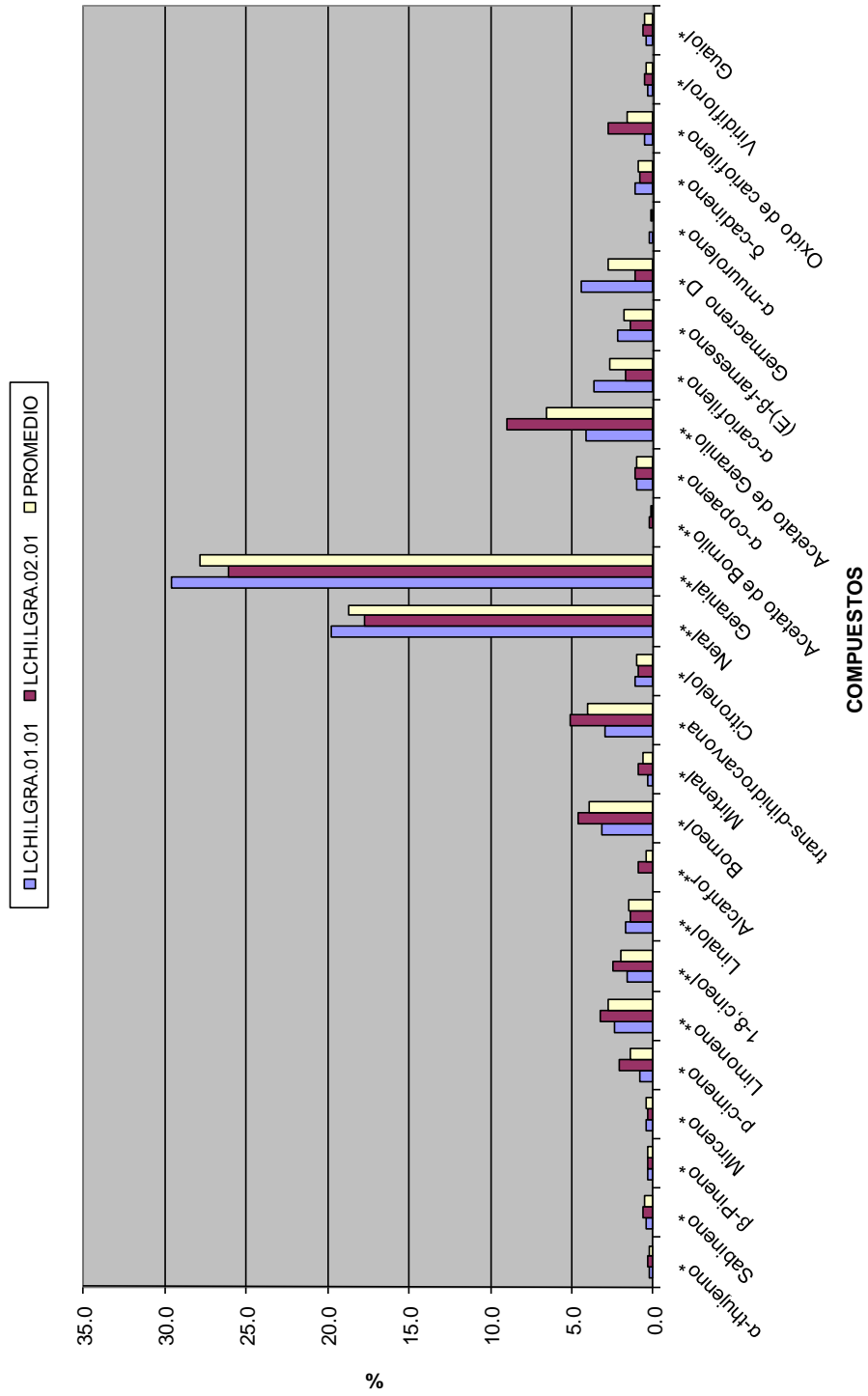


Figura 9. Contenido Porcentual de los componentes de aceite esencial de *L. chiapasensis* extraídos de muestras de La Grandeza - Quetzaltenango

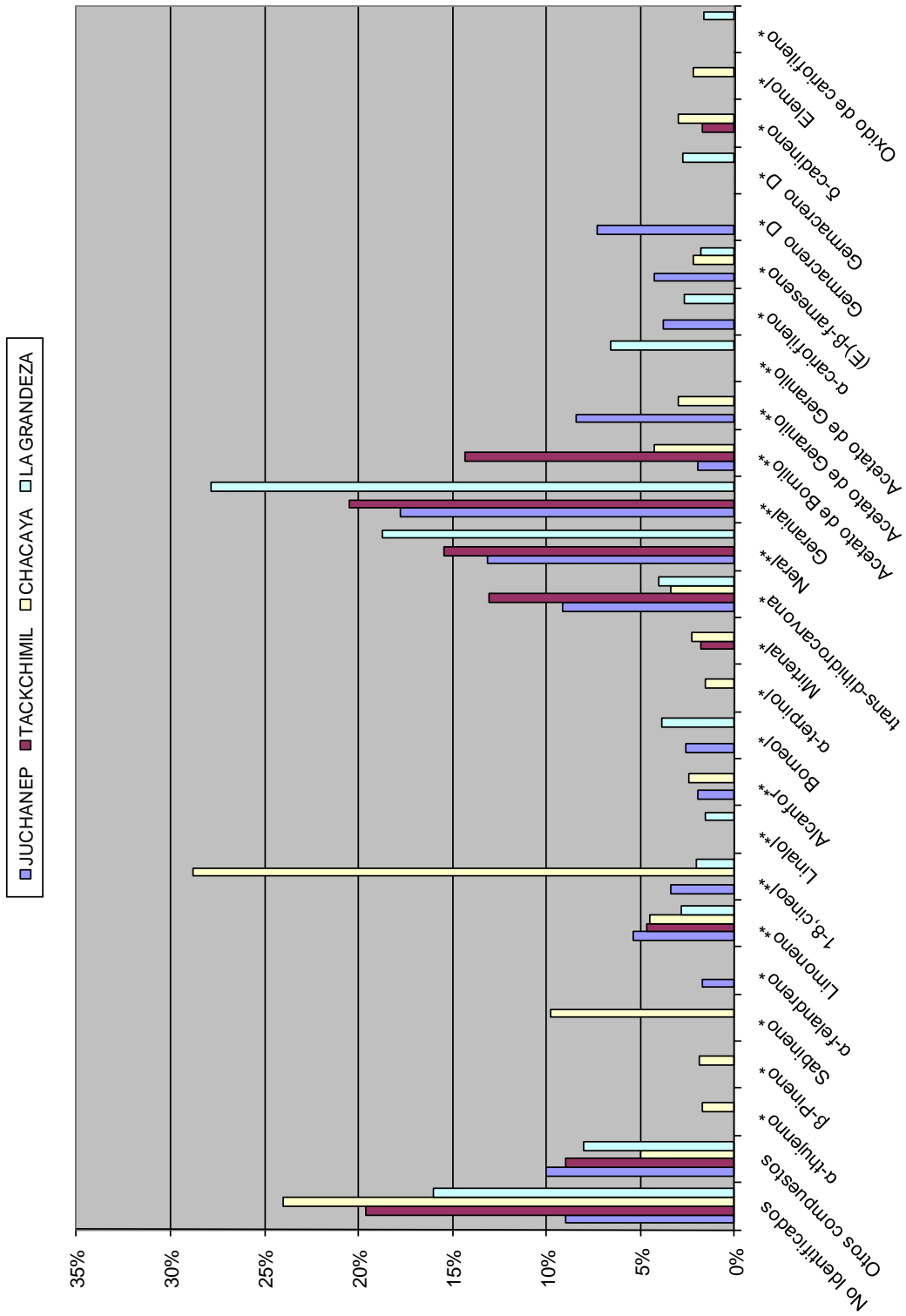


Figura 10. Comparación del contenido Porcentual de los componentes de aceite esencial de *L. chiapasensis* extraídos de muestras de 4 regiones.

LCHI.JUCH.01.03

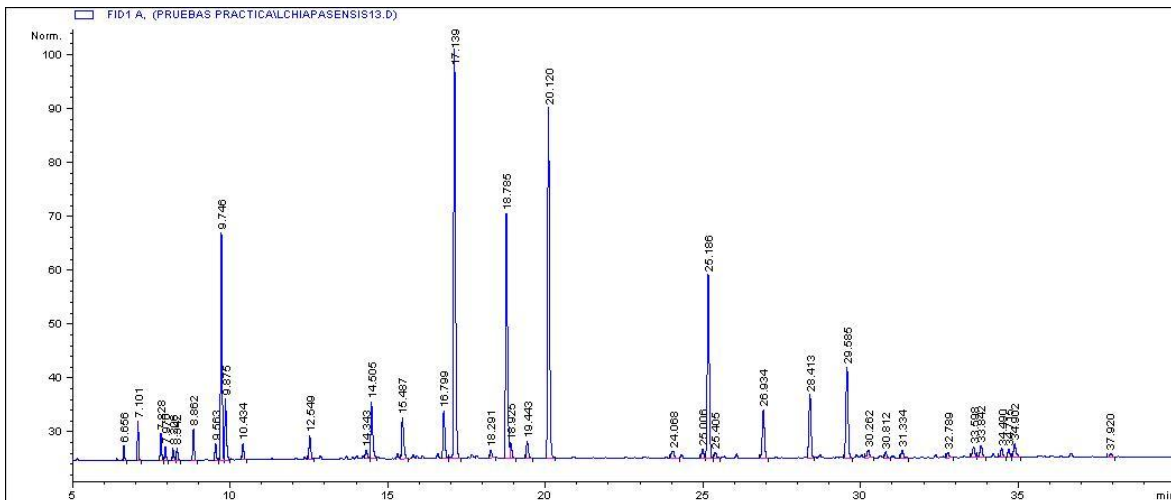


Fig. 11 Cromatograma de aceite esencial de *L. chiapasensis*, colectada en Juchanep – Tonicapán, el 12/03/2008

LCHI.JUCH.02.03

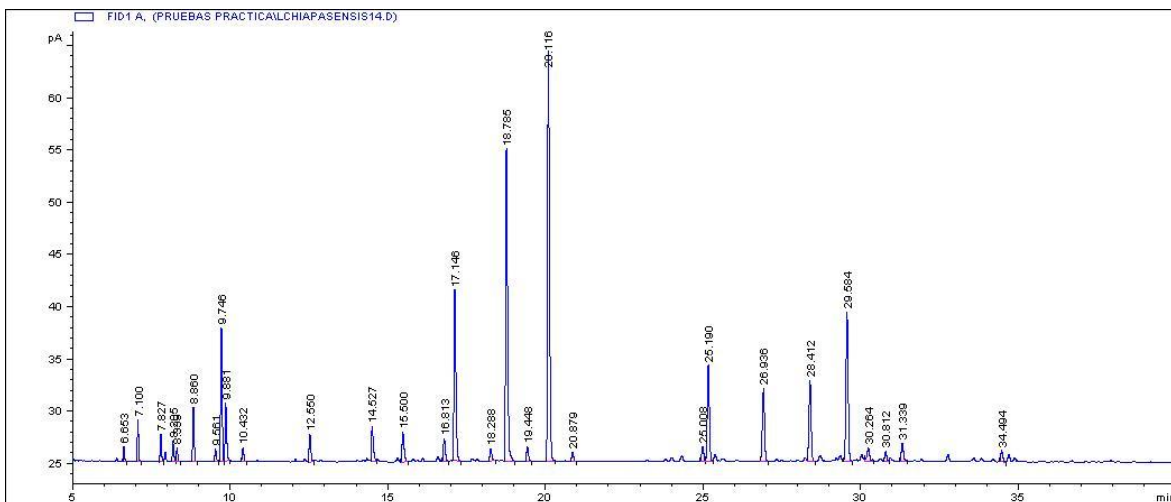


Fig. 12 Cromatograma de aceite esencial de *L. chiapasensis*, colectada en Juchanep – Tonicapán, el 22/06/2008

LCHI.JUCH.03.03

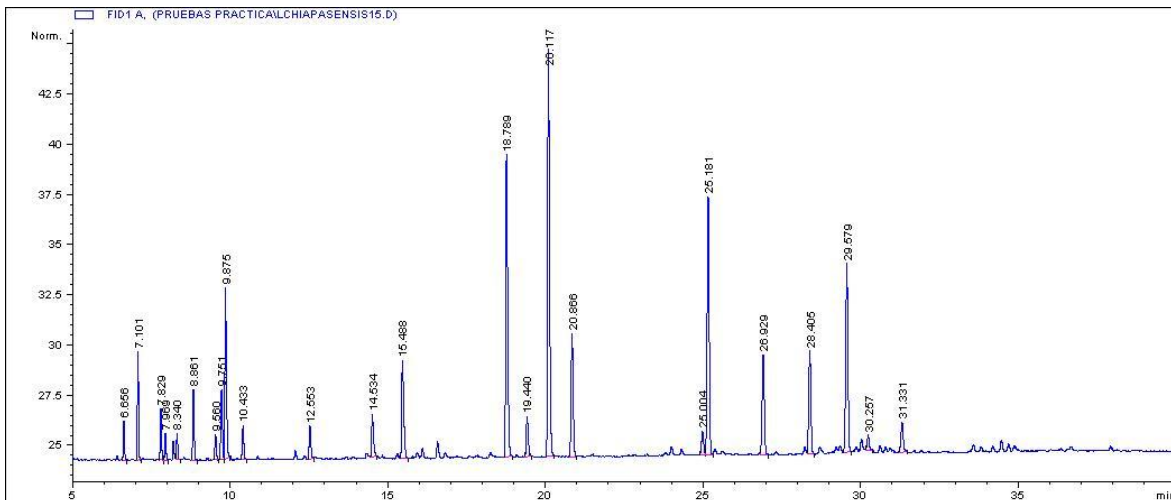


Fig. 13 Cromatograma de aceite esencial de *L. chiapasensis*, colectada en Juchanep – Tonicapán, el 24/08/2008

LCHI.TACK.01.02

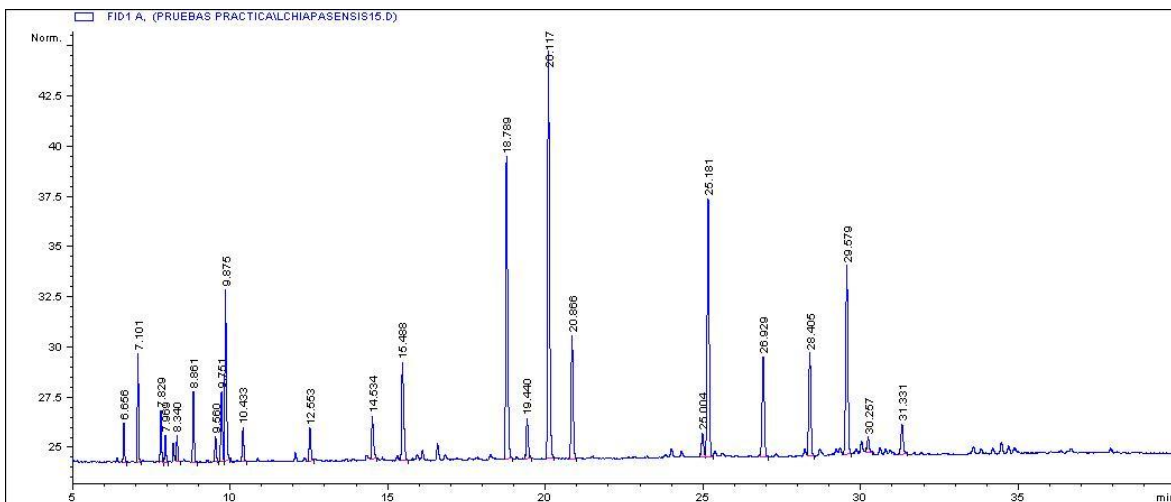


Fig. 14 Cromatograma de aceite esencial de *L. chiapasensis*, colectada en Tackchmil – Tonicapán, el 02/03/2008

LCHI.TACK.02.02

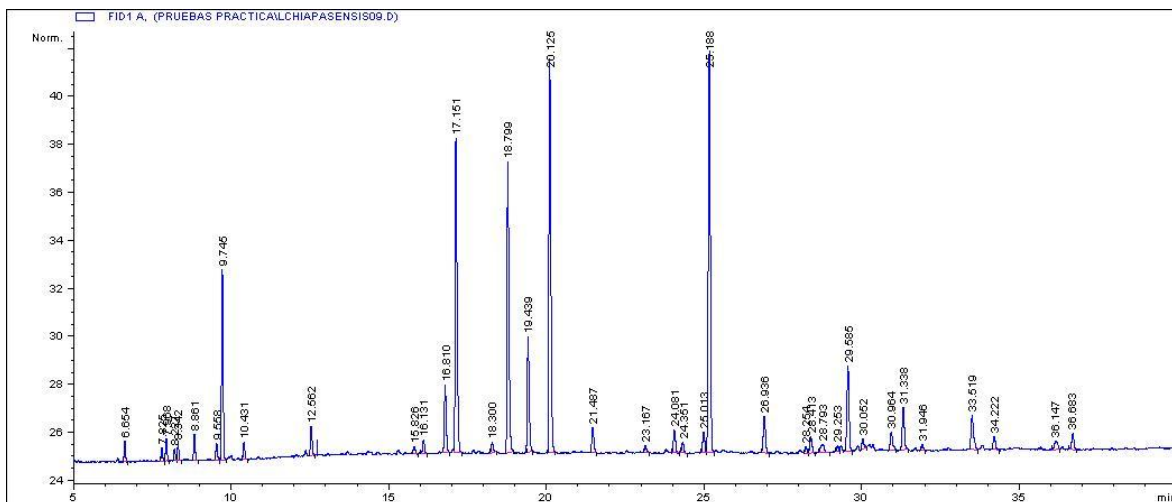


Fig. 15 Cromatograma de aceite esencial de *L. chiapasensis*, colectada en Tackchimil – Tonicapán, el 15/06/2008

LCHI.TACK.03.02

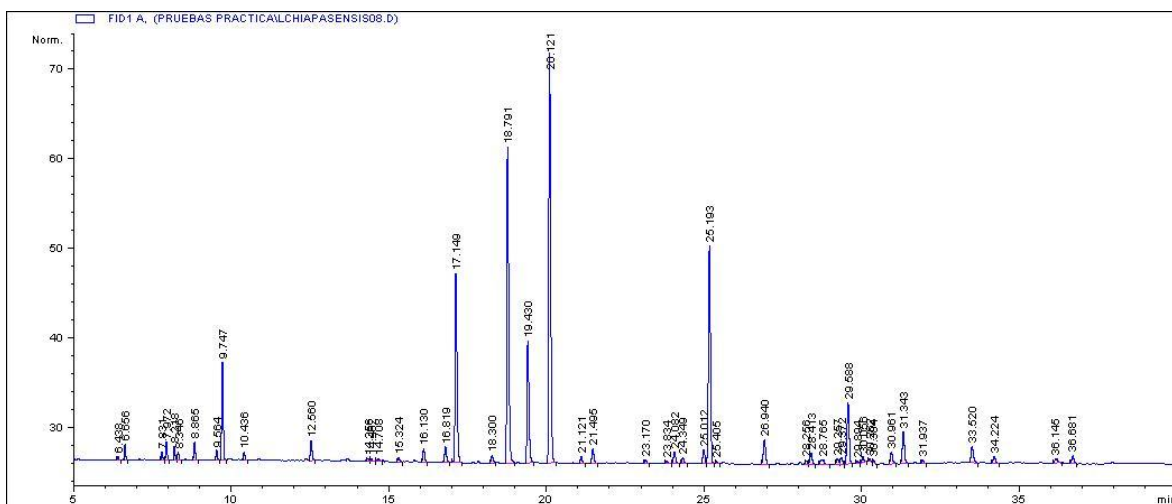


Fig. 16 Cromatograma de aceite esencial de *L. chiapasensis*, colectada en Tackchimil – Tonicapán, el 24/08/2008

LCHI.CHAC.01.01

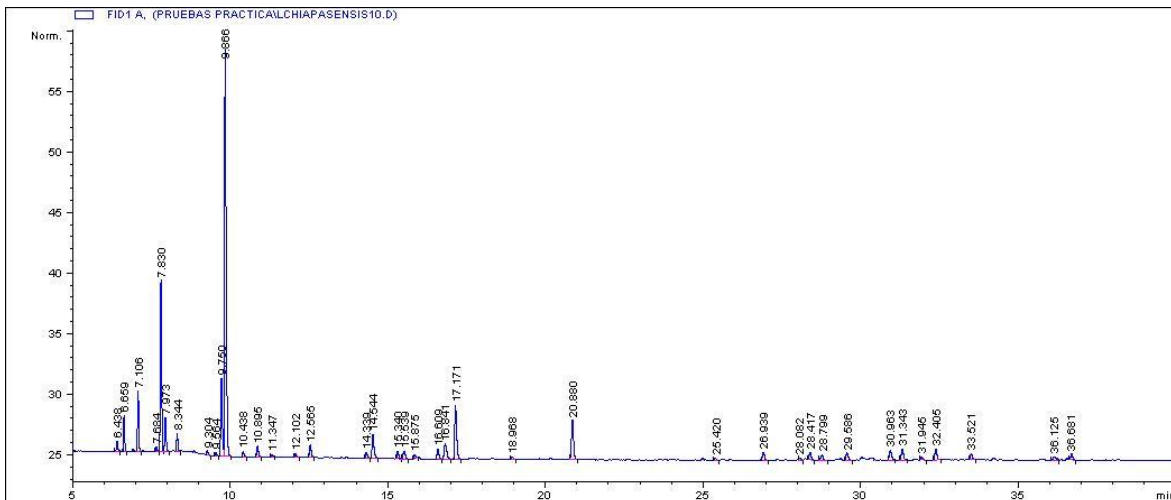


Fig. 17 Cromatograma de aceite esencial de *L. chiapasensis*, colectada en Chacayá – Sololá, el 30/03/2008

LCHI.CHAC.02.01

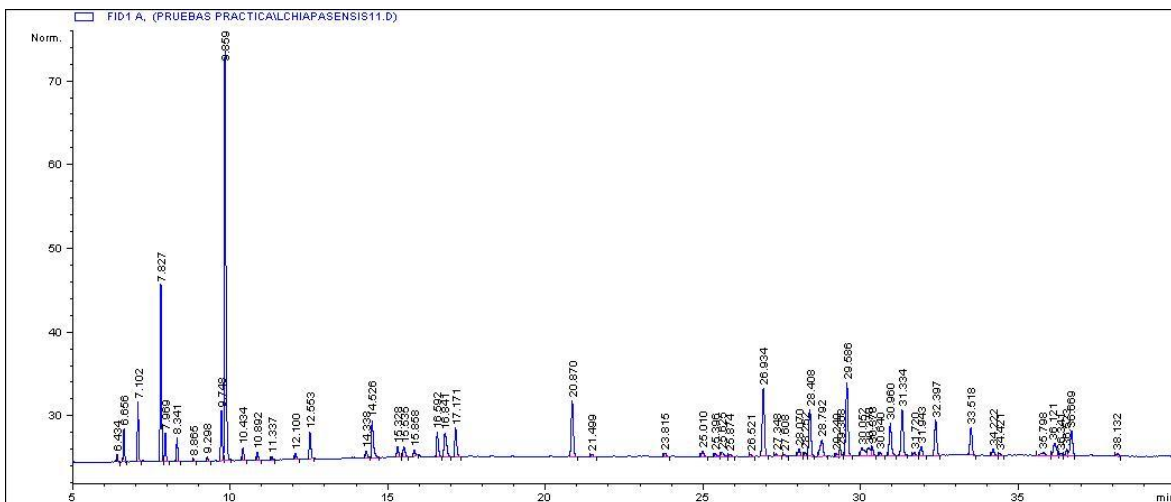


Fig. 18 Cromatograma de aceite esencial de *L. chiapasensis*, colectada en Chacayá – Sololá, el 06/07/2008

LCHI.CHAC.03.01

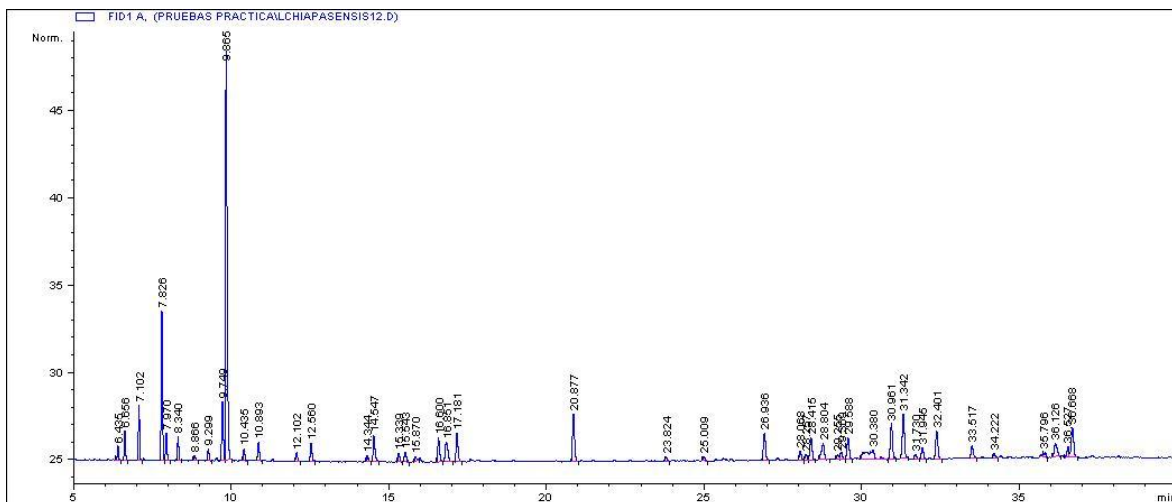


Fig. 19 Cromatograma de aceite esencial de *L. chiapasensis*, colectada en Chacayá – Sololá, el 07/09/2008

LCHI.LGRAN.01.01

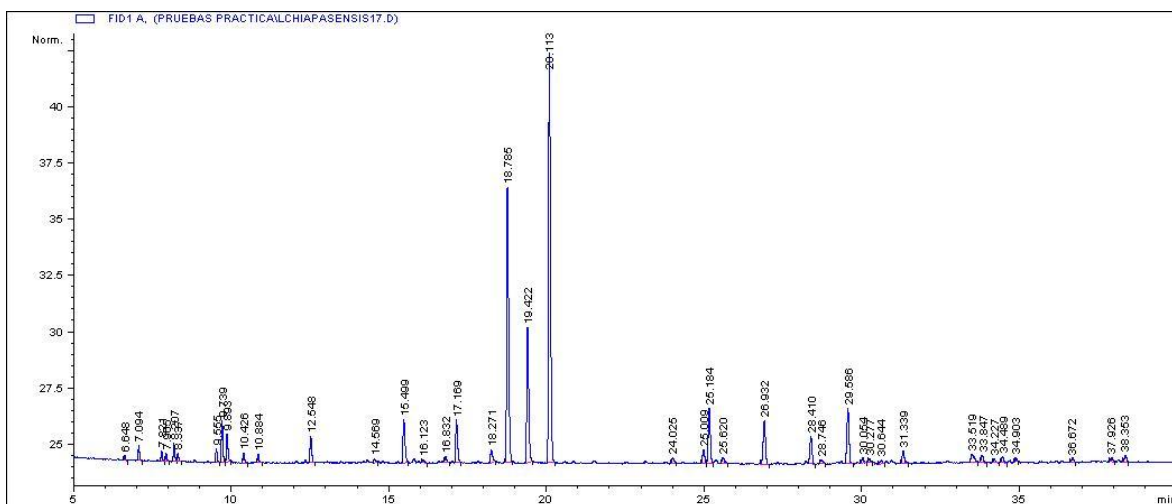


Fig. 20 Cromatograma de aceite esencial de *L. chiapasensis*, colectada en La Grandeza – Quetzaltenango, el 02/03/2008

LCHI.LGRAN.02.01

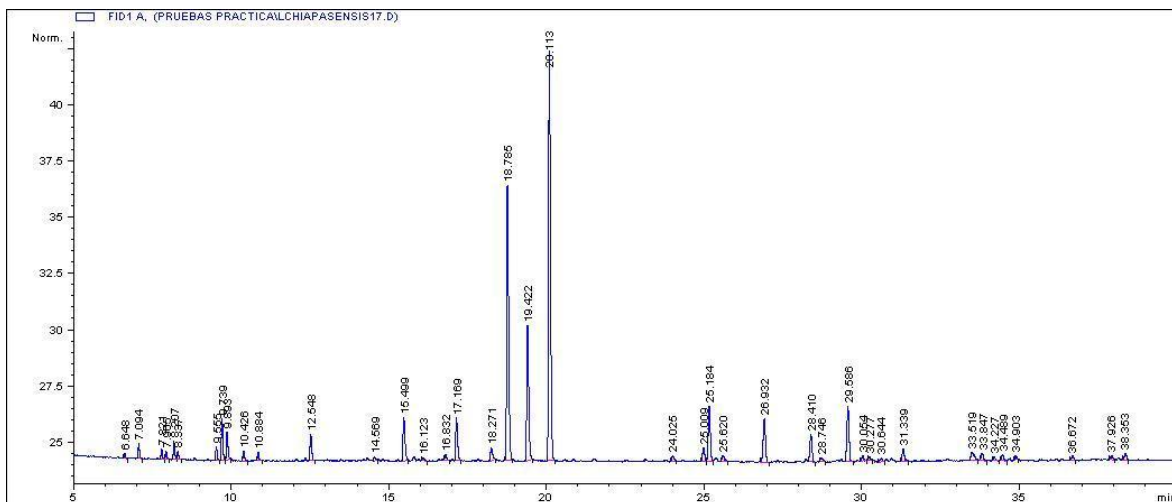


Fig. 21 Cromatograma de aceite esencial de *L. chiapasensis*, colectada en La Grandeza – Quetzaltenango, el 21/07/2008

Imagen 1
Hojas e Inflorescencias de Salviasanta



Imagen 2
Colecta de Material Vegetal



Imagen 3
Tamizaje del Material Vegetal

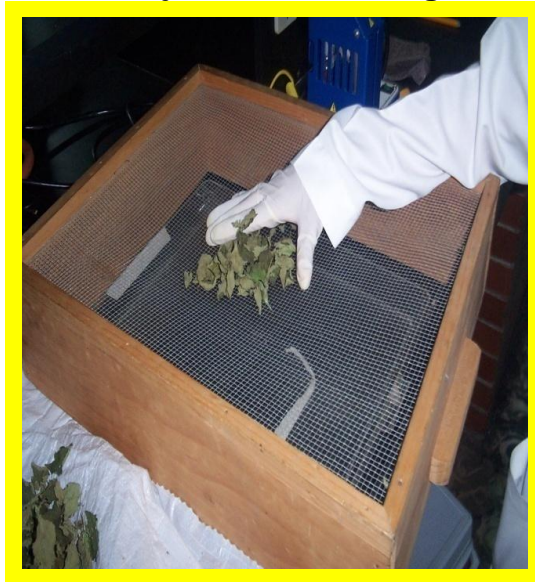


Imagen 4
Hidrodestilación de Aceites Esenciales





Edwin Adolfo Taradena Monzón

Autor




Lic. Pedro Guillermo Jayes Reyes

Asesor



Dr. Juan Francisco Pérez Sabino

Director de Escuela



Oscar Manuel Cobar Pinto Ph.D.

Decano