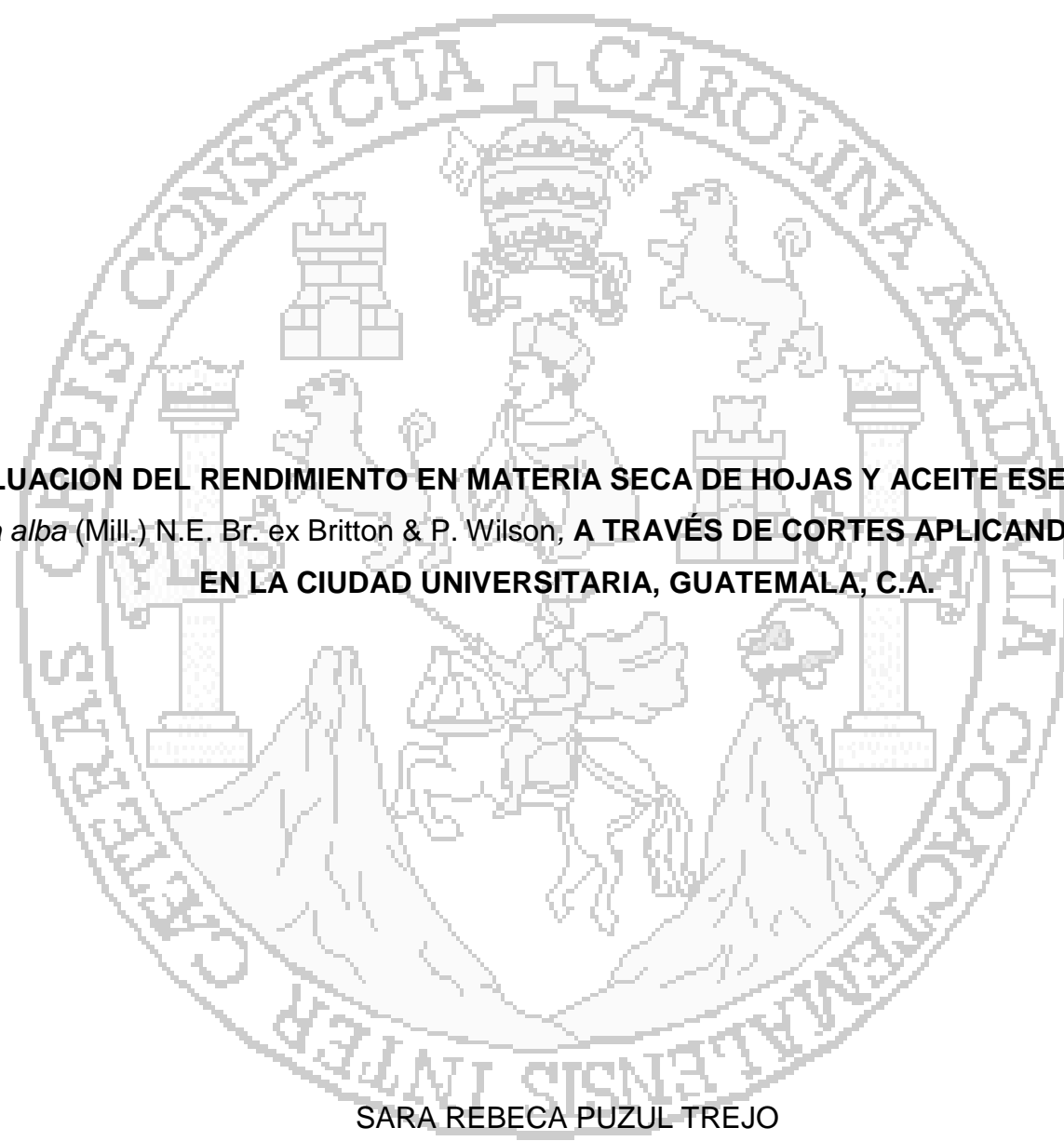


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES



EVALUACION DEL RENDIMIENTO EN MATERIA SECA DE HOJAS Y ACEITE ESENCIAL DE
Lippia alba (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson, **A TRAVÉS DE CORTES APLICANDO PODAS,**
EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA, GUATEMALA, C.A.

SARA REBECA PUZUL TREJO

Guatemala, mayo 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES

EVALUACION DEL RENDIMIENTO EN MATERIA SECA DE HOJAS Y ACEITE ESENCIAL DE
Lippia alba (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson, **A TRAVÉS DE CORTES APLICANDO PODAS,**
EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA, GUATEMALA, C.A

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

SARA REBECA PUZUL TREJO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

Guatemala, mayo 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	ING. AGR. MARIO ANTONIO GODÍNEZ LÓPEZ
VOCAL I	Dr. TOMÁS ANTONIO PADILLA CÁMBARA
VOCAL II	ING. AGR. M.Sc. CÉSAR LINNEO GARCÍA CONTRERAS
VOCAL III	ING. AGR. M.Sc. ERBERTO RAÚL ALFARO ORTIZ
VOCAL IV	Br. MILTON JUAN JOSÉ CANÁ AGUILAR
VOCAL V	M.E.H. RUT RAQUEL CURRUCHICH CUMÉZ
SECRETARIO	ING.AGRO. JUAN ALBERTO HERRERA ÁRDON

Guatemala, mayo 2016

Guatemala, mayo de 2016

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación titulado:

EVALUACION DEL RENDIMIENTO EN MATERIA SECA DE HOJAS Y ACEITE ESENCIAL DE
Lippia alba (Mill.) N.E. BR. ex Britton & P.Wilson., A TRAVÉS DE CORTES APLICANDO PODAS,
EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA, GUATEMALA, C.A.

Presentándolo como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

SARA REBECA PUZUL TREJO

TESIS QUE DEDICO A:

- Dios:** Por haberme ayudado durante estos años a salir adelante y superar todos los retos, el sacrificio fue grande pero tú siempre me diste la fuerza y sabiduría necesaria para continuar y lograrlo.
- Mis padres:** Con la mayor gratitud por los esfuerzos realizados para que yo lograra terminar mi carrera profesional siendo para mí la mejor herencia y sabiendo que jamás encontraré la forma de agradecer su constante apoyo y confianza. A mi madre Marcelina Trejo Ixchajchal que es el ser más maravilloso de todo el mundo, por el apoyo moral, su cariño y comprensión que desde niña me ha brindado, por guiar mi camino y estar junto a mí en los momentos más difíciles. A mi padre José Puzul Mendez porque desde pequeña ha sido para mí un gran hombre maravilloso al que siempre he admirado. Les agradezco por guiar mi vida con energía, esto ha hecho que sea lo que soy, con amor, admiración y respeto este logro está inspirado en ustedes.
- Mis hermanos:** José Isaac, Sefora Jocabed, Pablo Esteban: Por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar, por llenar mi vida de felicidad, porque son unos hermanos maravillosos. Los amo.
- Mis sobrinos:** Gislaine Elis, Fenril Dante Zamir, Isai Mijail.
Espero que este logro sirva de motivación en sus vidas.
- Mis amigos:** En especial y con mucho cariño a la Familia Ibarra Arraxac, Sierra Dubon, Rombaldoni Muñoz, Inga. Agra. Ligia Maribel Monterroso y a mi hermano en Cristo Francisco Alcas (Q.E.D), por creer en mí y por todo el apoyo que hasta el día de hoy me han proporcionado. A mis amigos y compañeros que estuvieron durante toda esta trayectoria de mi vida universitaria, fue un honor haber estudiado con personas tan especiales.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por todas tus bendiciones.
Mi familia	Núcleo importante en mi vida.
Universidad	Por abrir sus puertas a mi formación como profesional y por estar presente en donde se necesita de ella.
Mi casa de estudios FAUSAC	Por todas las enseñanzas inculcadas que hoy en día me sirven para ser un ciudadano de progreso para mí querida Guatemala.
El laboratorio de investigación de productos naturales (LIPRONAT)	Por el apoyo brindado en la investigación.
Dr. José Vicente Martínez Arévalo	Por su apoyo, consejos, enseñanza para el desarrollo de esta investigación.
El licenciado Armando Cáceres	Por su apoyo y enseñanza para el desarrollo de esta investigación.
El Biólogo Maximiliano Mérida	Por su enseñanza para el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA

ÍNDICE	i
Índice de cuadros.....	iii
Índice de figuras.....	iii
RESUMEN	iv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	2
2.1. Marco Conceptual.....	2
2.1.1. Aceites esenciales.....	2
2.1.2. Clasificación de los aceites esenciales.....	3
2.1.3. Usos de los aceites esenciales.....	4
2.1.4. Podar.....	6
2.2. MARCO REFERENCIAL.....	7
2.2.1. Localización de la unidad.....	7
2.2.2. Superficie de la unidad.....	7
2.2.3. Hidrología.....	8
2.2.4. Velocidad del viento.....	8
2.2.5. Suelos.....	8
2.3. <i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson.....	9
2.3.1. Descripción taxonómica.....	9
2.3.2. Distribución geográfica y ecológica.....	9
2.3.3. Condiciones ecológicas para el cultivo.....	9
3. OBJETIVOS.....	11
3.1. Objetivo general.....	11
3.2. Objetivos específicos.....	11
4. HIPÓTESIS.....	12
5. METODOLOGÍA.....	13
5.1. Metodología experimental.....	13
5.2. Diseño experimental.....	13
5.3. Descripción de los tratamientos.....	14
5.4. Unidad experimental.....	15

5.5. Modelo estadístico	16
5.6. Variables de respuesta.....	16
5.6.1. Rendimiento de Materia seca	16
5.6.2. Rendimiento del aceite esencial	16
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
7. CONCLUSIONES	23
8. RECOMENDACIONES	24
9. BIBLIOGRAFÍA.....	25
10. ANEXOS.....	27

Índice de cuadros

PÁGINA

Cuadro 1. Distribución de tratamientos y repeticiones	15
Cuadro 2. Corte del mes de mayo.	18
Cuadro 3. Corte 2 en el mes de agosto.	18
Cuadro 4. Corte 3 en el mes de noviembre.....	19
Cuadro 5. Corte 4 en el mes de enero.	19
Cuadro 6. Datos acumulados de materia seca.....	19
Cuadro 7. Datos acumulados de aceite esencial.	20
Cuadro 8. Análisis de Varianza para material seco.	20
Cuadro 9. Prueba de medias para materia seca.....	21
Cuadro 10. Análisis de varianza para rendimiento de aceite esencial.....	21
Cuadro 11. Prueba de medias para el rendimiento de aceite esencial.	22

Índice de figuras

PÁGINA

Figura 1. Poda al ras. Fuente: propia, 2013.....	14
Figura 2. Forma de cortar las hojas. Fuente: propia, 2013.....	14
Figura 3. Ramas podadas. Fuente: propia, 2013.....	14
Figura 4A. Ubicación de la parcela de L. alba, en los campos del CEDA. Fuente: google maps, 2013.	27
Figura 5A. Datos acumulados de materia seca. Fuente: elaboración propia, 2014.	27
Figura 6A. Datos acumulados para aceite esencial. Fuente: elaboración propia, 2014.	28

EVALUACION DEL RENDIMIENTO EN MATERIA SECA DE HOJAS Y ACEITE ESENCIAL DE *Lippia alba* (Mill.) N.E. BR. ex Britton & P. Wilson, A TRAVÉS DE CORTES APLICANDO PODAS, EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA, GUATEMALA, C.A.

PERFORMANCE EVALUATION ON DRY LEAVES AND ESSENTIAL OIL *Lippia alba* (Mill.) N.E. BR. ex Britton & P. Wilson, THROUGH COURTS APPLYING THE PRUNING, IN THE UNIVERSITY CITY, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue describir el comportamiento agronómico de *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P. Wilson (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson, en cortes aplicando podas en la cosecha. El mismo se llevó a cabo en el Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA), de la Facultad de Agronomía y en el Laboratorio de Investigación de Productos Naturales (LIPRONAT) de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia ambas de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se elaboró un diseño en bloques al azar con datos acumulados, en el cual se evaluaron tres tratamientos (tipo de poda) y 4 repeticiones, en donde se determinó el rendimiento de materia seca y aceite esencial. *L. alba*, es una planta medicinal, regularmente sus partes aéreas (flores y hojas) han sido utilizadas popularmente por sus propiedades curativas para afecciones respiratorias, propiedades terapéuticas atribuidas principalmente a la composición de los aceites esenciales. Para realizar la cuantificación de aceites esenciales se realizaron extracciones mediante hidrodestilación con el aparato Neo-Clevenger. A partir de los resultados se evaluó la producción de aceite esencial y materia seca de la planta en la cual se determinó que el rendimiento es mejor al aplicar un corte deshojado en la extracción de aceite esencial y un corte tradicional para materia seca ya que estos presentaron los mejores rendimientos según la prueba de medias de Tukey.

1. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país que cuenta con una gama muy amplia de recursos naturales que utilizados racionalmente podrían contribuir al desarrollo sostenible del país. Entre esos recursos se encuentra la planta *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson, la cual en la actualidad se utiliza en la medicina popular, para tratar enfermedades de diferente tipo en especial los del sistema respiratorio. Los aceites esenciales son usados en la industria para proporcionar aromas y olores especiales a productos como perfumes, cosméticos, jabones, condimentos, dulces, etc.

Los aceites esenciales son compuestos formados por varias sustancias orgánicas volátiles, que pueden ser alcoholes, acetonas, cetonas, éteres, aldehídos, y que se producen y almacenan en los canales secretores de las plantas.

El experimento tuvo lugar en el Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA), el laboratorio del área de Ciencias Biológicas de la Facultad de Agronomía y en el Laboratorio de Investigación de Productos Naturales (LIPRONAT) de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se evaluaron tres cortes utilizando podas (ras, deshojado y tradicional). Se utilizó un diseño con bloques al azar con datos acumulados, para materia seca y aceite esencial. El análisis de varianza indicó que para materia seca el estadístico de la prueba de $F_c=4.92$ es mayor que $F_t=4.26$, se procedió a realizar la prueba de Tukey, la cual indicó que el mejor corte es el tradicional el cual se realizó dos veces durante el tiempo del experimento. Los resultados que se obtuvieron para aceite esencial según el análisis de varianza es que el estadístico de la prueba de $F_c=74.95$ es mayor que el $F_t=4.26$. El coeficiente de variación que se obtuvo fue 14.48%, se considera que hubo un buen manejo del experimento debido a que este es menos del 20% que es el parámetro permitido. Se procedió a realizar la prueba de Tukey en donde se determinó que el corte deshojado presentó mayor rendimiento en la extracción de aceite esencial.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. Aceites esenciales

Los aceites esenciales son usados en muchas industrias para proporcionar aromas y olores especiales a productos como perfumes, cosméticos, jabones, condimentos, dulces.

Los aceites esenciales son líquidos, liposolubles y solubles en solventes orgánicos, generalmente con una densidad menor que la del agua, los cuales pueden ser sintetizados por todos los órganos de la planta: flores, hojas (son almacenados en células epidérmicas o tricomas glandulares), tallo, raíz, fruto. (Burt, 2004)

Existen innumerables especies vegetales con propiedades aromáticas. Algunas familias botánicas son tradicionalmente fuente de productos aromáticos, como las Pináceas, Verbenáceas, Mirtáceas, Lamiáceas, Rutáceas, Lauráceas, Piperáceas, Apiáceas y Asteráceas.” (Biocomercio sostenible, 2003).

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 estomáticos en la composición de medicamentos.

Generalmente existe un gran interés en esta industria por la investigación de nuevas fuentes de aceites esenciales. En el caso de la industria química, en la cual los aceites esenciales son utilizados como solventes, o bien, como insumos, la aceptación del nuevo producto no presenta las mismas restricciones. (Bandoni. 2000)

La composición de aceite esencial varía con el lugar de origen. También varía con el hábitat en que se desarrolle, (por lo general climas cálidos tienen mayor contenido de aceites esenciales), el momento de la recolección, el método de extracción, etc. Entre las principales propiedades terapéuticas debidas a la presencia de aceites esenciales, cabe destacar la antiséptica (durante muchísimos años estas especies vegetales se han empleado como especias, no solo para dar

sabor sino también para conservar los alimentos); antiespasmódica; expectorante; carminativa y eupéptica; etc. Se debe tener en cuenta que algunos aceites esenciales, sobre todo a dosis elevadas, son tóxicos, principalmente a nivel del sistema nervioso central. Otros, como el de ruda o enebro, se considera que poseen propiedades abortivas. Algunos también pueden ocasionar problemas tópicos, irritación o alergias. (Acosta. 1992)

2.1.2. Clasificación de los aceites esenciales

Los aceites esenciales se pueden clasificar en base a diferentes criterios: consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios. (Ortiz. 1959)

a. Consistencia

De acuerdo con su consistencia los aceites esenciales se clasifican en:

- Esencias
- Bálsamos
- Resinas

Las esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente.

Los bálsamos son extractos naturales obtenidos de un arbusto o un árbol. Se caracterizan por tener un alto contenido de ácido benzoico y cinámico, así como sus correspondientes ésteres. Son de consistencia más espesa, son poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización.

Dentro del grupo de las resinas podemos encontrar a su vez una serie de posibles combinaciones o mezclas:

1. Resinas, son productos amorfos sólidos o semisólidos de naturaleza química compleja. Pueden ser de origen fisiológico o fisiopatológico. Por ejemplo, la colofonia, obtenida por separación de la oleoresina trementina. Contiene ácido abiético y derivados.
2. Oleoresinas, son mezclas homogéneas de resinas y aceites esenciales. Por ejemplo, la trementina, obtenida por incisión en los troncos de diversas especies de *Pinus*. Contiene resina (colofonia) y aceite esencial (esencia de trementina) que se separa por destilación por arrastre de vapor. También se utiliza el término oleoresina para nombrar los extractos vegetales obtenidos

mediante el uso de solventes, los cuales deben estar virtualmente libres de dichos solventes. Se utilizan extensamente para la sustitución de especias de uso alimenticio y farmacéutico por sus ventajas (estabilidad y uniformidad química y microbiológica, facilidad de incorporar al producto terminado). Éstos tienen el aroma de las plantas en forma concentrada y son líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas (oleorresina de pimentón, pimienta negra, clavo, etc.).

3. Gomorresinas, son extractos naturales obtenidos de un árbol o planta. Están compuestos por mezclas de gomas y resinas.

De acuerdo a su origen los aceites esenciales se clasifican como:

- Naturales
- Artificiales
- Sintéticos

Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, debido a su rendimiento tan bajo son muy costosas. (Fester. 1961)

2.1.3. Usos de los aceites esenciales

Industria Alimentaria: Se emplean para condimentar carnes preparadas, embutidos, sopas, helados, queso, etc. Los aceites más empleados por esta industria son el Cilantro, Naranja y Menta, entre otros. También son utilizados en la preparación de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, especialmente refrescos. Con respecto a esta utilidad podemos citar las esencias extraídas del naranjo, limón, mentas e hinojo, entre otros. Estas esencias también se emplean en la producción de caramelos, chocolates y otras golosinas. (Ming. 1998)

Industria Farmacéutica: Se usan en cremas dentales (aceite de menta e hinojo), analgésicos e inhalantes para descongestionar las vías respiratorias (eucalipto). El eucalipto es muy empleado en odontología. Son utilizados en la fabricación de neutralizantes de sabor desagradable de muchos medicamentos (naranjas y menta, entre otros).

Industria de Cosméticos: Esta industria emplea los aceites esenciales en la producción de cosméticos, jabones, colonias, perfumes y maquillaje.

Industria de productos de uso veterinario: Esta industria emplea el aceite esencial de *Chenopodium ambrosoides* muy apreciado por su contenido de ascaridol, vermífugo. También requiere limoneno y mentol como insecticidas. (Medinilla, 1996)

Desodorantes Industriales: Actualmente se ha desarrollado el uso de esencias para disimular el olor desagradable de algunos productos industriales como el caucho, los plásticos y las pinturas.

La industria de las pinturas emplea limoneno como disolvente biodegradable. (CINEVAM. 1993)
Industria tabacalera Demanda mentol para los cigarrillos mentolados.

Biocidas e insecticidas Existen esencias con propiedades bactericidas, como el tomillo, clavo, salvia, mentas, orégano, pino, etc. (Zoghbi. 1998)

Otras son insecticidas:

- Contra hormigas: *Mentha spicata* (spearmint), *Tanacetum* y poleo.
- Contra áfidos: ajo, otros *Allium*, coriandro, anís, albahaca.
- Contra pulgas: lavanda, mentas, lemongrass, etc.
- Contra moscas: ruda, citronela, menta, etc.
- Contra piojos: *Mentha spicata*, albahaca, ruda, etc.
- Contra polilla: mentas, Hisopo, romero, eneldo, etc.
- Contra coleópteros: *Tanacetum*, comino, ajeno y tomillo, etc.
- Contra cucarachas: menta, ajeno, eucalipto, laurel, etc.
- Contra nemátodos: *Tagetes*, salvia, caléndula, *Aspáragus*, etc. (Nuñez y Melendez 1975).

2.1.4. Podar

Podar es el proceso de recortar un árbol o arbusto. Al realizarlo con cuidado y correctamente, la poda puede incrementar el rendimiento del fruto, es una práctica agrícola común. En producción forestal se emplea para obtener fustes más rectos y con menos ramificaciones, por tanto de mayor calidad.

Cada árbol exige un tipo de poda diferente.

Tipos de poda

Poda de copa: se realiza en el primer año, consiste en podar la rama principal de la copa para favorecer la ramificación.

Poda de formación: se realiza al cabo de varios años, para dar una forma adecuada al árbol.

Poda de aclareo: se trata de cortar ramas enteras, a veces se hace a la vez que la de formación. Ayuda a la formación de la copa.

Poda de invierno: Se realiza en invierno sobre árboles de crecimiento lento o poco vigoroso. Frena la formación de flores.

Poda de verano o poda verde: Tiene como finalidad regular el crecimiento.

Las podas de ramas viejas y secas se realizan para prevenir que exista una excesiva cantidad de madera seca que permita una gran combustión en caso de incendio. Son podas de limpieza.

2.2. MARCO REFERENCIAL

2.2.1. Localización de la unidad

Los campos del Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía (CEDA), de la Universidad de San Carlos de Guatemala, están situados al sur de la capital de Guatemala y de la Ciudad Universitaria zona 12 y según el INSIVUMEH se localiza geográficamente en las coordenadas: 14°35'11'' latitud norte y 90°35'58'' longitud oeste, y una altitud media de 1502 msnm.

Clima y zona de vida de la unidad

Basados en la secuencia de reconocimiento de zonas de vida de la República de Guatemala, a escala 1:600,000; publicado por el Instituto Nacional Forestal, la ciudad de Guatemala se encuentra dentro de la zona de vida: Bosque Húmedo Subtropical templado (Bh - st). (INAFOR, 1983)

Los estándares climáticos registrados por el INSIVUMEH para el área de estudio son: precipitación media anual de 1,216.2 mm., distribuidos en 110 días, en los meses de mayo a octubre, con una temperatura media anual de 18.3°C., con una humedad relativa (media) de 79% y una insolación promedio: 6.65 horas/día, además de una radiación de 0.33 cal/cm²/min.

2.2.2. Superficie de la unidad

Los campos del CEDA cubren una superficie de 22.38 ha.

2.2.3. Hidrología

Según el estudio de aguas subterráneas realizado en Guatemala por el INSIVUMEH "el área de estudio se encuentra dentro de la cuenca del río Michatoya, en la sub cuenca del río Villalobos. (INSIVUMEH, 1978)

2.2.4. Velocidad del viento

Según información proporcionada por el INSIVUMEH, indica que los vientos registrados para esta área, corren en dirección Norte a Sur y se encuentran dentro de los rangos de 20 a 40 kilómetros por hora, siendo de mayor intensidad en los meses de octubre a diciembre.

2.2.5. Suelos

Según el mapa mundial de suelos de la FAO/UNESCO citado en el perfil ambiental de Guatemala, los suelos del área de estudio están clasificados dentro de los Cambisoles. Según Simmons, Tarano y Pinto, " son suelos de la serie Guatemala, que se caracterizan por ser originados de ceniza volcánica pomácea de color claro, que presentan un relieve casi plano y un buen drenaje interno; su suelo superficial es de color café muy oscuro, franco arcilloso, friable, de 30 a 50 cm. de espesor; su suelo sub superficial es de color café amarillento a café rojizo, franco arcilloso, friable, de 50 a 60 cm. de espesor.

El declive dominante es de 0 - 2 %, el drenaje a través del suelo es lento, la capacidad de abastecimiento de humedad es muy alta, el peligro de erosión es bajo, la fertilidad natural es alta y el problema especial que presentan en el manejo del suelo es el mantenimiento de la materia orgánica. (FAO, 1966)

2.3. *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson.

Familia: Verbenaceae

Nombres comunes: Salvia Santa, Salvia sija, Orozus, Juanilama.

2.3.1. Descripción taxonómica

Es un sub-arbusto que alcanza hasta 2 m de alto, tallos leñosos, ramas largas, arqueadas; toda la planta es muy aromática; hojas opuestas o ternadas, ásperas, finamente dentadas, pecíolo de 8.9 mm, de largo, muy delgado, 1.2 cm de ancho, flores en cabezuelas axilares, solitarias, una en cada axila; cáliz pequeño, ovoide, corola lila pálido, blanco con púrpura; ovario con dos lóculos y un óvulo, fruto pequeño inserto en parte dentro del cáliz, es una drupa o cápsula seca con un exocarpo membranáceo de color violeta oscuro, que se separa al final en 2 nuececillas. (Revista UTP, 2007)

2.3.2. Distribución geográfica y ecológica

Es una planta Nativa de América, originaria del bosque seco tropical y subtropical Americano. Su distribución es bastante amplia, va desde México, Centro América y América del Sur, finalizando su presencia en Argentina.

2.3.3. Condiciones ecológicas para el cultivo

Habitat

Crece cerca del nivel del mar hasta los 1.900 m.s.n.m. Se adapta a diferentes climas, aunque es de esperar que sus principios activos y calidad de aceite esencial varíen. De modo general, las temperaturas más altas tienden a favorecer un mayor desarrollo vegetativo de la planta. No soporta encharcamientos. (Lemus y Rodríguez, 1994)

Suelos

Crece en suelos arcillosos, francos y arenosos. Bajo cultivo se desarrolla mejor en suelos franco a franco arenosos. Las temperaturas adecuadas están entre 15 y 25°C.

Requerimientos ambientales

Temperatura: 15 – 25 °C

Precipitación: 700 a 1,500 mm anuales.

Partes usadas: Hojas y flores

Propiedades

Regularmente las hojas y flores han sido utilizadas popularmente por sus actividades antiespasmódicas y sedativas, propiedades terapéuticas se atribuye a la composición de sus aceites esenciales, especialmente B–cariofileno y geranial. Experimentalmente en el sistema de piel y mucosas se probó la acción antifúngica y antibacteriana. En las hojas han detectado esteroides, taninos, flavonoides, saponinas, aminoácidos, alcaloides desconocidos y aceite esencial, compuesto mayoritariamente por carvona, citral, geraniol, cymol, pineno, además flavonoides y ácidos fenólicos, entre otros.

Los efectos sedantes, antidiabéticos, diaforéticos, emenagogo, como desinfectante en forma de baños, para trastornos digestivos y antiespasmódico”. En otros países de Ibero América se le atribuyen también otros usos, como expectorante, para la recuperación posparto, para inducir el sueño, contra enfermedades venéreas, afecciones de la piel y mucosa, goma, artritis, dolores musculares, hipertensión, astringente, espasmolítico, febrífuga, pectoral y sudorífica.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

3.1.1. Evaluar el potencial en función del rendimiento de aceite esencial y materia seca de *L. alba* aplicando podas.

3.2. Objetivos específicos

3.2.1. Determinar la cantidad de materia seca al utilizar los métodos de poda; tradicional, ras, deshojado.

3.2.2. Determinar la cantidad de aceite esencial al evaluar diferentes métodos de corte.

4. HIPÓTESIS

El rendimiento de materia seca y aceite esencial es diferente dependiendo de la metodología de cosecha utilizada.

5. METODOLOGÍA

5.1. Metodología experimental

Para el desarrollo del ensayo se utilizó la parcela de *L. alba*, que se encuentra establecida en el área de plantas medicinales desde el año 2009. En el Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA) de la Facultad de Agronomía en la Ciudad Universitaria zona 12, Guatemala.

5.2. Diseño experimental

Se realizó un diseño con bloques al azar con datos acumulados, el cual tuvo tres tratamientos y cuatro repeticiones.

Se procedió a efectuar el manejo del cultivo, en el cual se realizó la limpia del surco, para la identificación de las parcelas se realizó un sorteo al azar con el cual se indicó la posición de cada tratamiento (ras, deshojado y tradicional) y repetición.

Para la colecta se utilizaron bolsas de 25 libras, el material vegetal que se extrajo al momento de efectuar la poda, se colocó con mucho cuidado a una bolsa plástica identificada, se llevó al laboratorio para realizar la toma de peso húmedo y se guardó en bolsas de papel manila identificados las cuales se llevaron al horno para efectuar el secado del material colectado.

La primer colecta del material vegetal de *L. alba*, se llevó a cabo en el mes de mayo, en el mes de agosto se realizó la segunda colecta, la tercer colecta se realizó en el mes de noviembre y la última en el mes de enero.

5.3. Descripción de los tratamientos

La poda al ras: consistió en cortar todas las ramas del arbusto a una altura de 15 cm sobre el nivel del suelo. (Ver figura 1)



Figura 1. Poda al ras. Fuente: propia, 2013.

El deshojado: consistió en pasar la mano a lo largo del tallo procurando que se cosecharan hojas y flores, al final la planta queda solo con sus tallos. (Ver figuras 2 y 3)



Figura 2. Forma de cortar las hojas. Fuente: propia, 2013.



Figura 3. Ramas podadas. Fuente: propia, 2013.

Tradicional: la poda únicamente se realizó dos veces a la planta según la época, ya que el objetivo del tratamiento tradicional era mostrar si al transcurrir el tiempo al no aplicarle poda se tenía un mayor rendimiento en materia seca y aceite esencial.

En el laboratorio la extracción del aceite esencial fue por el método de hidrodestilación: consiste en llevar a estado de ebullición una suspensión acuosa de un material vegetal, de tal manera que los vapores generados puedan ser condensados.

5.4. Unidad experimental

La unidad experimental constó de 1 parcela grande de 24 metros de largo por 2.5 de ancho, la cual se dividió en cuatro sub parcelas de 6 m de largo por 2.5 ancho en donde cada sub parcela se dividió en tres partes iguales, al final se obtuvo un total de 12 parcelas chicas las cuales fueron de 1.80 centímetros de largo por 2.5 metros de ancho, en las cuales se realizaron cuatro colectas.

El Cuadro 1 presenta la distribución de los tratamientos y repeticiones

Cuadro 1. Distribución de tratamientos y repeticiones

RR2	DR2	TR2	TR3	RR3	DR3	TR4	RR4	DR4	TR1	RR1	DR1
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Fuente: elaboración propia, 2013.

R= ras; D= deshojado; T= tradicional.

El número indica número de repetición.

RR poda en ras y repetición.

PR poda deshojado y repetición.

TR tradicional y repetición.

5.5. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Siendo:

Y_{ij} = variable de respuesta de la extracción de aceite esencial y materia seca

μ = media general de la variable de respuesta

τ_i = efecto del i - ésimo tratamiento (poda).

β_j = efecto del j -ésimo bloque

ε_{ij} = error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental (López, 2008)

Se realizó un análisis de varianza para materia seca y aceite esencial extraído de *L. alba*. Se realizó la prueba de medias con el criterio de Tukey para aceite esencial y materia seca.

5.6. Variables de respuesta

5.6.1. Rendimiento de Materia seca

Es el rendimiento del material vegetal seco, se expresó en g en los diferentes tratamientos (podas) y épocas de corte. Se colectó el material vegetal al momento de realizar las podas según el tratamiento y época correspondiente, las hojas y flores se guardaron en una bolsa plástica identificada, se llevó al laboratorio y se determinó el peso en húmedo, se procedió a guardar el material en una bolsa de papel manila previamente identificado, se secaron en el horno de los laboratorios del área de Ciencias Biológicas de la Facultad de Agronomía a una temperatura de 35°C durante 5 días.

5.6.2. Rendimiento del aceite esencial

La extracción de aceites esenciales se realizó por medio de hidrodestilación con el aparato neo-Clevenger.

Se pesaron 20 g de material vegetal seco de *L. alba* según el tratamiento y repetición, se colocó en un balón esmerilado 29/40, de 1000 mL

Se agregaron 500 ml de agua.

Se acopló el balón con el aparato de extracción, se encendió la estufa a nivel máximo y transcurridos 17 minutos, se bajó al nivel 7.

Se procedió a destilar el aceite esencial por 2 horas, contadas a partir de la hora en que se inicia la destilación.

El aceite se colectó en n-pentano y se concentró en rota vapor. Se midió la masa del aceite destilado y se almacenó en un vial de 2 ml en refrigeración.

Calculo de % de aceite esencial

$$\frac{\text{Peso en gramos de aceite esencial}}{\text{Peso de materia seca utilizados}} * 100$$

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron 3 cortes utilizando podas. Se utilizó un diseño en bloques al azar con datos acumulados.

El cuadro 2 presenta la descripción del peso en húmedo, peso en seco, porcentaje de humedad y el peso de aceite esencial extraído, del corte del mes de mayo.

Cuadro 2. Corte del mes de mayo.

No. de repetición	Peso húmedo (gramos)			Peso seco (gramos)			Masa de aceite esencial		
	Deshojado	Ras	Tradicional	Deshojado	Ras	Tradicional	deshojado	ras	Tradicional
Repetición 1	470.08	662.17	914.28	222.78	328.03	593.38	2.95	1.95	1.25
Repetición 2	363.22	611.21	334.69	169.16	281.79	148.47	2.95	1.95	2.50
Repetición 3	443.19	835.76	750.12	211.6	532.64	420.02	2.2	1.80	1.8
Repetición 4	269.92	219.55	435.41	110.06	98.73	201.43	2.60	1.7	2.25

Fuente: elaboración propia, 2013.

El cuadro 3 presenta el segundo corte que se realizó en el mes de agosto 2013.

Cuadro 3. Corte 2 en el mes de agosto.

No.de repetición	Peso húmedo (gramos)		Peso seco (gramos)		% de aceite esencial	
	Deshojado	Ras	Deshojado	Ras	Deshojado	Ras
Repetición 1	720.09	449.34	172.63	65.49	1.7	2.05
Repetición 2	800.9	481.39	213.57	100.57	2.50	2.10
Repetición 3	1211.42	301.49	278.67	40.59	2.95	2.90
Repetición 4	756.64	331.69	191.18	67.19	3.6	2.05

Fuente: elaboración propia, 2013.

El cuadro 4 presenta el corte que se realizó en el mes de Noviembre 2013.

Cuadro 4. Corte 3 en el mes de noviembre.

No. de Repetición	Peso húmedo (gramos)		Peso seco (gramos)		% de aceite esencial	
	Deshojado	Ras	Deshojado	Ras	deshojado	ras
Repetición 1	743.40	182.51	221.20	48.89	1.55	2.00
Repetición 2	939.55	239.35	265.9	58.10	1.75	2.65
Repetición 3	631.3	109.25	165.16	36.6	2.45	1.15
Repetición 4	568.81	333.35	121.63	81.74	2.3	2.85

Fuente: elaboración propia, 2013.

En el cuadro 5 se presenta el inicio del mes de enero 2014.

Cuadro 5. Corte 4 en el mes de enero.

No. de repetición	Peso húmedo (gramos)			Peso seco (gramos)			% de aceite esencial		
	Deshojado	Ras	Tradicional	Deshojado	Ras	Tradicional	deshojado	Ras	Tradicional
Repetición 1	892.15	126.80	897.76	239.63	36.15	267.45	3	2.95	2.75
Repetición 2	654.14	240.80	564.34	175.12	59.88	158.46	2.95	2.35	2.75
Repetición 3	563.82	217.05	685.22	155.03	56.62	187.82	2.85	2.35	2.67
Repetición 4	684.68	154.82	792.65	171.55	41.58	230.83	2.95	2.35	2.64

Fuente: elaboración propia, 2014.

El cuadro 6 presenta los datos acumulados de materia seca.

Cuadro 6. Datos acumulados de materia seca.

	I	II	III	IV
Ras	478.56	500.34	666.45	289.21
Deshojado	856.24	823.75	810.46	594.42
Tradicional	1436.1	573.32	1294.62	627.63

Fuente: elaboración propia, 2014.

El cuadro 7 Presenta los datos acumulados del aceite esencial.

Cuadro 7. Datos acumulados de aceite esencial.

Tratamiento/Repeticiones	I	II	III	IV
Ras	8.95	9.05	8.2	8.95
Deshojado	9.2	10.15	10.45	11.45
Tradicional	4	5.25	4.47	5.09

Fuente: Elaboración propia, 2014.

En base a todos los datos obtenidos se procedió a realizar la evaluación respectiva; se utilizó una base de datos acumulados para realizar el análisis de Andeva, se hizo uso de esta metodología ya que el corte tradicional se evaluó únicamente en el mes de mayo y Enero, con la finalidad de conocer si es mejor realizar el corte cada dos meses o dos veces al año.

H_0 : Todos los tratamientos producen el mismo efecto significativo en la producción de materia seca.

H_a : Al menos uno de los tratamientos produce efecto significativo en la producción de materia seca.

El cuadro 8 presenta el análisis de varianza para materia seca.

Cuadro 8. Análisis de Varianza para material seco.

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Bloque	3	404263	134754		
Tratamiento	2	502394	251197	4.92	4.26
Error	6	306582	51097		
Total	11	1213239			

Fuente: statistix, 2014.

C.V 30.30%

Con base en que el estadístico de la prueba de $F_c = 4.92$ es mayor que la $F_t 4.26$, se rechaza la hipótesis nula. Por lo que al menos uno de los tratamientos produce efecto diferente en la producción de materia seca.

Debido a que el valor del coeficiente de variación, es relativamente alto, posiblemente se debe a que el experimento fue montado en una plantación de *Lippia alba* ya establecida, por lo que no tenía la uniformidad, como cuando se hace una plantación desde el inicio. Sin embargo para los fines de este trabajo se considera aceptable ya que aún no se tienen datos para un coeficiente de variación para la evaluación de materia seca de *L. alba*.

El cuadro 9 presenta la prueba de medias según el criterio de Tukey para materia seca.

Cuadro 9. Prueba de medias para materia seca.

Tratamiento	Media	Tukey	
Tradicional	982.92	A	
Deshojado	771.22	A	B
Ras	483.64		B

Fuente: Statistix, 2014.

Los resultados obtenidos según el criterio de Tukey muestran que el corte tradicional presentó mayor rendimiento en materia seca debido a que esta poda se realizó únicamente dos veces durante todo el experimento, por lo que incremento el crecimiento de material vegetal el cual se fue acumulando al transcurrir el tiempo.

El cuadro 10 presenta el análisis de Varianza para el rendimiento de aceite esencial.

Cuadro 10. Análisis de varianza para rendimiento de aceite esencial.

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Bloque	3	404263	134754		
Tratamiento	2	502394	251197	74.95	4.26
Error	6	3066582	51097		
Total	11	3973239			

Fuente: Statistix, 2014.

C.V 14.48%

El estadístico para la prueba de $F_c = 74.95$ es mayor a la $F_t = 4.26$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se puede indicar que al menos uno de los tratamientos presenta diferencia significativa en la producción de aceite esencial.

Hay un buen manejo dentro de las unidades experimentales debido a que el $CV=14.48$ el cual es menor al 20% que es el permitido. Este representa un buen manejo ya que se realizó en laboratorio bajo condiciones controladas.

Cuadro 11 presenta la prueba de medias para el rendimiento de aceite esencial.

Cuadro 11. Prueba de medias para el rendimiento de aceite esencial.

Tratamiento	Media	Tukey	
Deshojado	78.78	A	
Tradicional	44.34		B
Ras	42.16		B

Fuente: Statistix, 2014.

Analizando el rendimiento de aceite esencial puede observarse un aumento del rendimiento en el corte deshojado. Se considera que podría ser el resultado de la mayor intensidad lumínica durante el verano, la cual causó un mayor desarrollo de las hojas que se traduce tanto en un aumento de biomasa como en una mayor producción de aceite esencial.

7. CONCLUSIONES

7.1 Según el criterio de Tukey el tratamiento que produce una mayor producción de aceite esencial es el corte deshojado. Este consiste en cosechar todas las hojas y flores de las ramas primarias y secundarias. La extracción de aceite esencial es mejor ya que asume que la calidad es diferente, en el corte deshojado se acumulan los compuestos los cuales le dan mejor calidad al aceite, en comparación del corte al ras y el corte tradicional.

7.2 En el rendimiento de materia seca de *L. alba* según el criterio de Tukey es mejor con un corte tradicional el cual consiste en realizar el corte cada 6 u 8 meses por año. Se considera que el incremento del material vegetal se debe a que esta poda permitió que el follaje recibiera más intensidad lumínica y que la planta se pueda recuperar y tener un mejor desarrollo.

8. RECOMENDACIONES

8.1. Podar las plantas cada 6 u 8 meses ya que esto reduce los costos del agricultor, pues al podar la planta cada 2 meses representa un costo elevado en cuanto a mano de obra y secado del material colectado.

8.2. Para la producción de plantas para la extracción de aceite esencial se recomienda se realicen podas deshojadas ya que tendrá un mejor resultado en la obtención de aceite esencial.

8.3. Se recomienda tener las precauciones necesarias con el establecimiento de ensayos de podas en parcelas ya establecidas, ya que a veces no presentan los estándares de distanciamientos apropiados.

8.4. Seguir evaluando los diferentes tipos de podas que se trabajaron en este documento por mayor lapso de tiempo y en diferentes ambientes.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, L. 1992. Desarrollo agrotecnológico de *Lippia alba* (Miller) (en línea). Colombia. Consultado 2 mar. 2013.
Disponible en www.investigaciones.usbcali.edu.co/ockh
2. Bandoni, A. 2000. Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica: su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores (en línea). Argentina, Editorial de la Universidad Nacional de la Plata / CYTED. Consultado 23 feb. 2013. Disponible en www.cenivam.uis.edu.co/cenivam/infraestructura
3. Biocomercio Sostenible, CO. 2003. Estudio del mercado colombiano de aceites esenciales (en línea). Colombia. Consultado 25 feb. 2014. Disponible en http://api.ning.com/files/JFpWsE9wxd58xqu4uPtdFqsNv2UBUqV39Dd7Xm0krpijLE2FIC8SRennm8YJJqnaPGOOS1m9IUdXn6K1ml1Q*N12Hu3MOn%2FMercado_nacional_de_aceites_esenciales1.pdf
4. Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods a review (en línea) *International Journal of Food Microbiology* 94(3):223-253. Consultado 25 feb. 2014.
Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15246235>
5. CINEVAM, CO. 1993. Estudio del aceite esencial de *Lippia alba* (Mill.) N.E. BR.ex Britton & P. Wilson (en línea). Colombia. Consultado 26 feb. 2013. Disponible en www.cenivam.uis.edu.co/cenivam/general
6. FAO, IT. 1966. Guía para la descripción de perfiles de suelos. Roma, Italia. 70 p.
7. Fester, GA *et al.* 1961. Aceites esenciales de la república Argentina (en línea). Córdoba, Argentina, Academia Nacional de Ciencias. p. 56-113. Consultado 24 feb. 2013. Disponible en www.cenivam.uis.edu.co/cenivam/infraestructura
8. INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1983. Mapa de zonas de vida de la república de Guatemala a nivel reconocimiento. Guatemala. Esc. 1:600,000. 4 h.
9. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 1978. Estudio de aguas subterráneas en Guatemala: informe final. Guatemala. 303 p.
10. Lemus, M; Rodríguez, C. 1994. Estudio de parámetros agrícolas en *Lippia alba*. In Jornada Científica Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical– INIFAT- (6, 1994, CO). Libro de resúmenes. La Habana, Cuba, UIS / CENIVAM. Consultado 24 feb. 2013. Disponible en <https://www.cenivam.uis.edu.co/cenivam/general>
11. López Bautista, EA. 2008. Diseño y análisis de experimentos: fundamentos y aplicaciones en Agronomía (en línea). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 233 p. Consultado 31 mar. 2013. Disponible en https://issuu.com/byrong/docs/dise_o_y_an_lisis_de_exp._2_ed_2013

12. Medinilla, B. 1996. Manual de laboratorio de Farmacognosia. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Consultado 8 de jun. 2013 p. 4.
13. Ming, LC. 1998. Plantas medicinales aromáticas condimentares (em línea). *In Avances Pesquisa Agronómica*. Sao Paulo, Brasil, Universidade Estadual Paulina. V. 2, p. 165-190. Consultado 25 feb. 2013.
Disponible en: www.cenivam.uis.edu.co/cenivam/general
14. Nuñez-Melendez, E. 1975. Plantas medicinales de Costa Rica y su folcklore (en línea). San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio. p. 23. Consultado 26 feb. 2013.
Disponible en www.cenivam.uis.edu.co/cenivam/general
15. Ortiz, S. 1959. La producción de aceites esenciales en Guatemala y sus posibilidades de ensanchamiento. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 17–37.
16. Revista UTP. 2007. Aceite esencial *Lippia alba* (en línea). Consultado 20 feb. 2013. Disponible en línea en: www.revista.utp.edu.co/3305
17. Statistix.com. 2010. Statistix 10: data analysis software for researchers (en línea). US. Consultado 24 feb 2014. Disponible en <http://www.statistix.com/free-trial/>
18. Zoghbi, MGB *et al.* 1998. Essential oils of *Lippia alba* (Mill.) N.E. BR.ex Britton & P. Wilson N.E, Br. grown wild in the brazilian amazon. *In Flavour Frag. J.* no. 13:47-48. Consultado 14 mar. 2013. Consultado 24 feb. 2013.
Disponible en www.cenivam.uis.edu.co/cenivam/general

10. ANEXOS

La figura 4A Ubicación de la parcela de L. alba, en los campos del CEDA en el área de plantas medicinales.



Figura 4A. Ubicación de la parcela de L. alba, en los campos del CEDA. Fuente: google maps, 2013.

La figura 5A presenta los datos acumulados para materia seca de los cortes realizados.

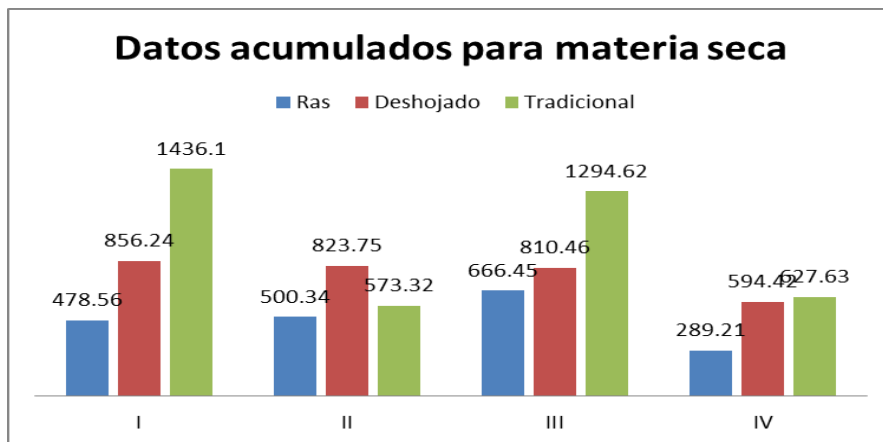


Figura 5A. Datos acumulados de materia seca. Fuente: elaboración propia, 2014.

La figura 6A presenta los datos acumulados para aceite esencial.

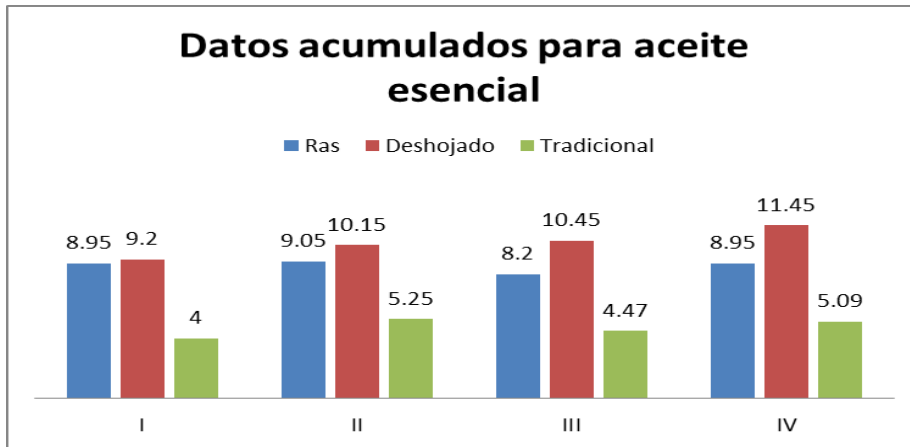


Figura 6A. Datos acumulados para aceite esencial. Fuente: elaboración propia, 2014.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 03/2016

LA TESIS TITULADA:

"EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EN MATERIA SECA DE HOJAS Y ACEITE ESENCIAL DE *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson, A TRAVES DE CORTES APLICANDO PODAS, EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADA POR LA ESTUDIANTE:

SARA REBECA
PUZUL TREJO

CARNE:

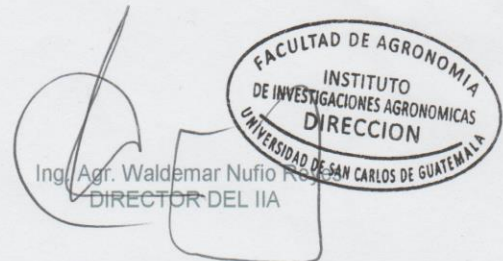
200718183

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Inga. Agr. Myrna Herrera
Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Dr. José Vicente Martínez Arévalo
A S E S O R



Ing. Agr. Waldemar Nufio R...
DIRECTOR DEL IIA

I M P R I M A S E

Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
D E C A N O



WNR/nm
c.c. Archivo