

ADRIÁN SANTIAGO BERMEO ORELLANA

**INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DEL AIRE DE SECADO EN LA
CANTIDAD Y COMPOSICIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE *Cordia verbenacea***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

B516i
2014

Bermeo Orellana, Adrián Santiago, 1984-
Influencia de la temperatura del aire de secado en la cantidad
y composición de aceite esencial de *Cordia verbenacea* /
Adrián Santiago Bermeo Orellan. – Viçosa, MG, 2014.
x, 69 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Evandro de Castro Melo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 38-44

1. Plantas Medicinais - Secagem 2. *Cordia verbenacea*. 3.
Essências e óleos essenciais . I. Universidade Federal de
Viçosa. Programa de Pós-Graduação Mestrado em Engenharia
Agrícola. II. Título.

CDD 22. ed. 631.56

ADRIÁN SANTIAGO BERMEO ORELLANA

**INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DEL AIRE DE SECADO EN EL
CONTENIDO Y COMPOSICIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE *Cordia verbenacea***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 10 de fevereiro de 2014.

Sérgio Maurício Lopes Donzeles

Luiz Cláudio de Almeida Barbosa
(Coorientador)

Maira Christina Marques Fonseca
(Coorientadora)

Evandro de Castro Melo
(Orientador)

A mis padres, Luis Antonio e Maria del Cisne,

A mi hermana, Andrea Sofía,

A mis tíos Eusebio, José, a quienes extraño.

A mis abuelitos Amada y Luis, Margarita y Pedro,

A mis amigos David, Emerson, Samuel, Iara, Lais, Grazi, Jerussa, Mayra y Luis.

Gracias por su amistad el destino permitirá volvernos a encontrar.

DEDICO.

A mi familia y amigos

Imagina que la vida es como un juego en el que estás haciendo malabarismo con cinco esferas en el aire. Estas son: Tú trabajo, tu familia, tu salud, tus amigos y tu vida espiritual y tienes que mantenerlas a todas en el aire. Luego te das cuenta que el trabajo es como una esfera de goma. Si la sueltas ella va a revotar de vuelta, pero el resto de esferas: la familia, la salud, los amigos y lo espiritual, son frágiles como hechas de cristal, si sueltas cualquiera de ellas, estarán irremediablemente fisuradas, marcadas, con rallones o incluso quebradas, nunca volverán a ser lo mismo. Debes entender esto: tienes que apreciar y esforzarte por cuidar de lo más valioso. Trabaja eficientemente en el horario regular de oficina y deja el trabajo en el horario. Gasta el tiempo requerido en tu familia y en tus amigos. Haz ejercicio, come y descansa adecuadamente. Y sobre todo...crece en tu vida interior, en lo espiritual, que es lo más TRASCENDENTAL, porque es ETERNO. Shakespeare decía: “Siempre me siento feliz. ¿Sabes porque? Porque no espero nada de nadie. Esperar duele”. Los problemas no son eternos, siempre tienen solución. Lo único que no se resuelve es la muerte. La vida es corta, por eso amala. Vive intensamente y recuerda: Antes de hablar...Escucha! Antes de escribir...Piensa! Antes de criticar...Examina! Antes de herir...SIENTE! Antes de orar...Perdona! Antes de gastar...gana! ANTES DE RENDIRTE...INTENTA DE NUEVO! ANTES DE MORIR....VIVE!

“Bryan Dyson”

AGRADECIMENTOS

A Dios, por mostrarme una vez más que mi familia es maravillosa, por haber me cuidado y guiado durante este periodo de mi vida y por permitirme conocer a gente muy valiosa.

Al Gobierno de mi lindo Ecuador, a nuestro presidente Economista Rafael Vicente Correa Delgado, que por medio de la Secretaria Nacional de Educación Superior Ciencia y Tecnología “SENESCYT” me otorgaron la beca de estudios que me permitió culminar mis estudios de maestría en la Universidad Federal de Viçosa. Inmensamente agradecido y ansioso de regresar a ayudar a mas ecuatorianos con trabajo y conocimiento.

A los profesores co-orientadores Maira Christina Marques Fonseca, Luiz Cláudio de Almeida Barbosa y Paulo Roberto Cecon por la ayuda y colaboración brindada, en especial a mi profesor orientador Evandro de Castro Melo por el apoyo, guía y consejo a lo largo de mi paso como estudiante en la UFV.

A los profesores y funcionarios del departamento de Ingeniería Agrícola, al Departamento de Ingeniería Química, a la profesora Célia, a José Luis y a Ricardo Montanari, así como a los investigadores y funcionarios de la EPAMIG Ana Ermelinda Marques y Marialba Albarenga Moreira.

Un especial agradecimiento a Ronicely Pereira de Rocha y José Vito por su apoyo a lo largo de toda la investigación, tanto profesional como por brindarme su amistad, muchas gracias mis amigos muchísimas gracias.

BIOGRAFIA.

Adrián Santiago Bermeo Orellana, hijo de Luis Antonio Bermeo Onofre y de María del Cisne Orellana Azansa, nació en Quito–Ecuador el 27 de febrero de 1984. Ingeniero Agroindustrial, graduado en la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador. Ingreso a la realizar sus estudios de maestría en el programa de Pre-processamento e Armaenamento de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa en el estado de Minas Gerais – Brasil en febrero del 2012.

INDICE

	ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
	ÍNDICE DE TABLAS	viii
	RESUMEM.....	ix
	ABSTRACT	x
1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	REVISION BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1	Importancia de las plantas medicinales.....	4
2.2	<i>Cordia verbenacea</i>	6
2.2.1	Características botánicas	6
2.2.2	Usos y aplicaciones.....	7
2.2.3	Principio activo.....	7
2.3	Metabolismo secundario de las plantas medicinales	8
2.4	Aceite esencial.....	10
2.4.1	Definición.....	10
2.4.2	Composición química del aceite esencial.	11
2.4.3	Factores que influyen la producción de aceite esencial.....	11
2.5	Secado de plantas medicinales y condimentares	12
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1	Material vegetal.....	17
3.2	Determinación del contenido de agua.....	18
3.3	Secado	18
3.4	Extracción de Aceite Esencial.....	21
3.5	Cromatografía.....	22
3.6	Diseño experimental y análisis estadísticos	24
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1	Contenido de agua en plantas de <i>C. verbenacea</i>	25
4.2	Parámetros de secado.....	25
4.3	Cantidad y composición del aceite esencial.....	29
4.3.1	Cantidad de aceite esencial	29

4.3.2	Composición del aceite esencial.....	30
5.	CONCLUSIONES	37
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	38
7.	ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía de hojas e inflorescencias de erba- baleeira (<i>Cordia verbenacea</i>).....	6
Figura 2. Estructura química del α - humuleno.....	8
Figura 3. Elementos básicos del metabolismo primario en relación con el metabolismo secundario de plantas.....	9
Figura 4. Cultivo de <i>Cordia verbenacea</i> : (A) Antes de la cosecha. (B) Después de la cosecha.....	17
Figura 5. Secador de plantas medicinales: (1, 2, 3, 4, 5) Bandejas. (6) Cámara de secado (conjunto de bandejas). (7) Anemómetro de palas. (8) Termómetro. (9) Ventilador. (10) Ducto de aire de secado con sistema de calentamiento por resistencia eléctrica.....	19
Figura 6. Secador de plantas medicinales: (1) Caja de control. (2) Control de temperatura de secado y velocidad de aire de secado. (3) Medidor de consumo de energía eléctrica. (4) Inversor de frecuencia.....	19
Figura 7. Dos aparatos tipo Clevenger en proceso de hidrodestilación de hojas de <i>C. verbenacea</i>	21
Figura 8. Valores medios observados del contenido de agua en hojas frescas de <i>C. verbenacea</i> sometidas a proceso de secado a varias temperaturas, en función del tiempo de secado.	28
Figura 9. Cromatograma del aceite esencial obtenido de hojas frescas de <i>C. verbenacea</i> , obtenido a través de cromatografía gaseosa, mostrando los picos generados por sus constituyentes principales.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores medios de contenidos inicial y final de agua, humedad relativa del aire ambiente en el plenum y el tiempo medio de secado para cuatro temperaturas de secado.....	26
Tabla 2. Cantidad de aceite esencial extraído de hojas frescas de <i>C. verbenacea</i> sometidas a proceso de secado a varias temperaturas, comparadas entre sí por el teste Turkey a 5 % de significancia.....	29
Tabla 3. Composición química de aceite esencial extraído de hojas de <i>C. verbenacea</i> frescas (Testigo) y de hojas sometidas a proceso de secado a diferentes temperaturas (40, 50, 60 y 70 °C).....	33
Tabla 4. Contenido de los constituyentes químicos de aceite esencial extraído de hojas frescas de <i>Cordia verbenacea</i> sometidas a proceso de secado a diferentes temperaturas de secado.....	34

RESUMEM

BERMEO, Adrián Santiago Orellana, M. Sc, Universidade Federal de Viçosa, febrero de 2014. **Influencia de la temperatura del aire de secado en la cantidad y composición de aceite esencial de *Cordia verbenacea***. Orientador: Evandro de Castro Melo. Coorientadores: Luiz Cláudio de Almeida Barbosa, Maira Christina Marques Fonseca , Paulo Roberto Cecon.

La especie *Cordia verbenacea*, conocida como “Erva Baleeira”, ha sido objeto de estudio por sus propiedades farmacológicas, confirmándose su potencial como anti-inflamatorio, analgésico, e anti-ulcero génico, sim embargo aún no se ha estudiado el efecto que tiene el proceso de secado en esta especie. El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia que tiene la temperatura del aire de secado en la cantidad y calidad de aceite esencial de cordia, para cumplir dicho objetivo, hojas de esta especie fueron obtenidas de un cultivo de la hacienda Experimental Vale do Piranga, perteneciente a EPAMIG, en el mes de agosto del 2013, posteriormente el material vegetal fue seleccionado y llevado al secado. Las temperaturas establecidas fueron de 40, 50, 60 y 70 °C y de esta manera evaluar la cantidad y calidad del aceite esencial obtenido de hojas secas en comparación con el aceite obtenido de muestras frescas. En la extracción de aceite esencial de hojas de cordia, se usó un aparato tipo Clevenger y posteriormente se realizó el respectivo análisis cromatografico a gas (GC-MS – GCFID).

Puede concluirse que el contenido de aceite esencial fue afectado por las temperaturas del aire de secado, respecto al aceite esencial obtenido de hojas frescas y que dentro de los principios activos encontrados, solamente el α -humulene tuvo su concentración disminuida por influencia del proceso de secado cuando comparado con la planta fresca.

ABSTRACT

BERMEO, Adrián Santiago Orellana. M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2014. **Influence of drying air temperature on the amount and composition of essential oil of Cordia Verbenaceae.** Orientador: Evandro de Castro Melo. Co-advisers: Luiz Cláudio de Almeida Barbosa, Maira Christina Marques Fonseca, Paulo Roberto Cecon.

The *Cordia verbenacea* species, known as “Erva Baleeira” has been mostly studied by its pharmacologic properties since it has a curative potential as an anti-inflammatory, an analgesic, and an anti-ulcer gene; however, the effect of the drying process on this species has not been analyzed yet. The main purpose of this work was to evaluate the influence of the drying air temperature in the quantity and quality of the cordia’s essential oil; therefore, in order to reach that objective, some leaves of this plant species were collected during august of 2013 from the Experimental Vale do Piranga farm, which belongs to EPAMING. Consequently, the vegetal material was carefully selected and dried. The established temperatures for that process were 40, 50, 60, and 70 Celsius degrees, with the aim of evaluating the quantity and quality of the essential oil obtained from dried leaves compared to fresh leaves’ oil. A Clavenger type apparatus was used for the essential oil extraction from cordia leaves and afterward, the appropriate gas-chromatographic analysis was performed (GC-MS-GCFID).

In summary, the results of the study allow one to conclude that the content of the cordia’s essential oil was affected by the drying air temperatures while the one obtained from fresh leaves remained unaltered. In addition, between all the active principles found, only α -*humulene* had a deducted concentration due to the influence of the drying process compared to the fresh plant.

1. INTRODUCCIÓN

Las plantas medicinales y sus derivados constituyen desde hace siglos la base de la fitoterapia, que etimológicamente significa tratamiento a partir de plantas. El término “fitoterapia” viene de dos palabras griegas que son: *therapeia*, tratamiento y *phyton*, que significa vegetal (SCHEFFER, 1992), sin embargo con los avances en el área de la química, con la evolución de los procesos de extracción, fraccionamiento y purificación, se han remplazado los compuestos naturales por los obtenidos a partir de síntesis química, lo cuales tienen un elevado costo de inversión hasta ser aprobados para su comercialización como medicamentos (LOW et al., 1999).

A pesar de este panorama, el mercado de plantas medicinales ha ganado impulso en las últimas décadas debido a factores como el envejecimiento de la población mundial, el cambio de conciencia por parte de la población al preferir y usar plantas para prevenir y tratar la enfermedades y la menor tasa de efectos secundarios en comparación con los medicamentos convencionales. Según Global Industry Analysts se proyecta que el mercado de suplementos y medicamentos a base de plantas medicinales llegue a los 105 billones de dólares para el 2017 (REPORTLINKER, 2014).

En este contexto, Brasil es considerado como uno de los países con mayores perspectivas para la explotación económica de su biodiversidad en el mundo. Es el país con mayor número de especies animales y vegetales, aproximadamente el 10% y 20% respectivamente del total a nivel mundial. La mayoría de las plantas existentes se encuentran en países tropicales y se estima que cerca del 25% de estas son originarias de Brasil (BRAGA, 2002).

A pesar de que el Brasil tiene gran parte de la biodiversidad de las especies medicinales, en regla, importa más medicamentos de los que exporta. En el año 2012, las importaciones fueron de 6.000 y 8.726 millones de dólares para medicamentos e insumos farmacéuticos respectivamente, mientras que los valores reportados por concepto de exportaciones fueron de 1.200 millones de dólares en medicamentos y 2.089 millones de dólares para insumos farmacéuticos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA FARMOQUÍMICA E DE INSUMOS FARMACÊUTICOS, 2012).

Actualmente de acuerdo con la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria de Brasil existen 421 fármacos fitoterapéuticos en el mercado brasileño, de los cuales solo diez fueron producidos a partir de plantas nativas en el país (TERRA/ECONOMIA, 2013).

Sin embargo, el sector farmacéutico ha volcado sus esfuerzos en potencializar este sector del mercado, así pues se ha realizado investigaciones con diversas especies medicinales, aromáticas y condimentares nativas de Brasil. De entre ellas destaca la *Cordia verbenacea*, de la cual, a partir de sus hojas se obtiene aceite esencial para uso medicinal. Estudios recientes han mostrado que este aceite esencial tiene propiedades antiinflamatorias (SERTIÉ et al., 1988; BASILE et al., 1989; BRANDÃO, et al., 2005; BRANDÃO, et al., 2006; PASSOS et al., 2007), analgésicas (SERTIÉ et al., 2005), actividad antimicrobiana (CARVALHO JR. et al., 2004) y también se ha testado sus efectos en el tratamiento antitumoral (BENEDETTI, 2011).

Los principales compuestos del aceite esencial en bruto de *C. verbenacea* son: alpha-pineno, 1,8-cineol, delta-elemeno, beta-elemeno, trans-cariofileno, alpha-humuleno, alloaromadendreno y delta- cadineno; de los cuales, y a través de ensayos farmacológicos se evidenció que la actividad antiinflamatoria es dada por el principio activo alpha-humuleno (SANTOS et al, 2007).

Existen diversos factores que tienen efecto directo en la calidad final de los aceites esenciales obtenidos a partir de plantas medicinales, tales factores son: variaciones climáticas, tipo de suelo, época de cosecha, secado y almacenamiento (GOBBO-NETO & LOPES, 2007).

Siendo el secado, uno de los procesos post cosecha más empleado en la preservación de la calidad de un producto agrícola una vez cosechado, hace que este se vuelva indispensable como un paso previo en la elaboración de productos con base en plantas medicinales.

El secado se define como un proceso simultáneo de transferencia de calor y masa entre el producto y al aire de secado (BROOKER et al., 1992) y tiene como objetivo preservar la calidad del material vegetal, además que facilita la comercialización al permitir una oferta regular al mercado, así como en el almacenamiento y transporte.

Melo et al., (2004) verificó que la temperatura del aire de secado tiene influencia en la calidad y composición de los principios activos de los aceites esenciales de algunas especies medicinales, razón por la cual es necesario más investigaciones sobre secado de plantas medicinales, determinándose temperaturas y humedades relativas del aire de secado específicas para cada especie.

Existen diversos trabajos realizados con plantas medicinales, aromáticas y condimentares, donde se evalúa el efecto de la temperatura del aire de secado y su combinación con la velocidad de este mismo aire, así como, sobre la calidad química del aceite esencial. El grupo de investigación en Pre-procesamiento de Plantas Medicinales del Departamento de Ingeniería Agrícola de la UFV, viene trabajando con ese objetivo desde 1999.

En base a lo anteriormente descrito, el objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de la temperatura del aire de secado en la cantidad y composición química en aceite esencial de *C. verbenacea*.

2. REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importancia de las plantas medicinales

Las plantas medicinales se definen como aquellas que presentan actividad biológica y que poseen uno o más principios activos útiles para la salud, así púes se describe a la fitoterapia como el tratamiento y prevención de enfermedades haciendo uso de fármacos, suplementos y tés a base de plantas medicinales (SCHEFFER, 1992).

A nivel mundial se aprecia un cambio en los hábitos de consumo de la población, al elegir productos de origen natural. En este contexto, la preferencia por medicamentos obtenidos a partir de plantas medicinales viene ganando fuerza en el mercado mundial (RIBEIRO & GUIMARÃES, 2013). Según la Organización Mundial de la Salud el 80% de población en el mundo hace uso de remedios elaborados a base de plantas medicinales, en tanto que en el Brasil estudios muestran que más del 90% de población ha hecho al menos una vez uso de una planta medicinal en el tratamiento de alguna enfermedad (ABIFISA, 2007).

La elaboración de medicamentos a partir de plantas medicinales muestra una mejor relación costo/beneficio, haciéndolos más baratos y de fácil acceso por parte de la población en comparación con los fármacos obtenidos por vía sintética. (CORRÊA & ALVES, 2008).

El gobierno brasileño en los últimos años, observando el creciente mercado de medicamentos y suplementos a base de plantas medicinales se ha enfocado en incentivar este sector del mercado. Se cita que mediante ordenanza presidencial n° 971, firmada el 3 de mayo del 2006 (BRASIL, 2006a), se integra al Sistema Único de Salud, conocido por sus siglas como “SUS”, el uso de tratamientos fitoterapéuticos, de acupuntura, homeopáticos, entre otros, con el fin de que la población tengan opciones de bajo costo

para la prevención y tratamiento de enfermedades. Ese mismo año, mediante decreto presidencial n° 5813, firmado el 22 de junio del 2006 (BRASIL, 2006b), la Presidencia de la República del Brasil, establece como objetivo garantizar a la población brasileña el acceso y el uso racional de plantas medicinales y fitoterapéuticos, promoviendo el uso sustentable de la biodiversidad y el desarrollo de la cadena productiva, para lo cual se establecen las directrices para incentivar la producción en el campo, así como la investigación farmacéutica en esta área.

El acceso de la población a este tipo de medicamentos a base de plantas medicinales se lo realiza por medio de Políticas Estatales de Asistencia Farmacéutica, ejemplo de ello es el “Componente Verde da Rede de Farmácia Minas” que es una iniciativa que forma parte del “Programa Estadual de Plantas Mediciniais de Minas Gerais, en donde los usuarios del SUS tienen acceso a productos como: Plantas secas (medicamento vegetal), fitoterapéuticos modificados, fitoterapéuticos industrializados y medicamentos homeopáticos. Las plantas medicinales a ser usadas en la elaboración de este tipo de medicamentos, fueron seleccionadas según su disponibilidad en la región, así como las experiencia de los municipios y las comunidades indígenas en el uso de estas especies vegetales, en donde se puede destacar que la *Cordia verbenacea*, es una de las plantas seleccionadas para ser disponibilidad en este programa (GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE, 2013).

2.2 *Cordia verbenacea*

2.2.1 Características botánicas

La *Cordia* es una planta arbustiva de entre 1,5 a 2 metros de altura, presenta muchas ramificaciones, hojas aromáticas y persistente de 5 a 9 centímetros de longitud las cuales se muestran ásperas, de bordes dentados y color verde oscuro. Muestra también inflorescencias pequeñas de color blanco dispuestas en forma de racimo que se ubican en la parte superior terminal de la planta con una longitud de 10 a 15 centímetros, como se muestra en la figura 1 (LORENZI & MATOS, 2002).



Figura1. Fotografía de hojas e inflorescencias de erba- baleeira (*Cordia verbenacea*).

Pertenece a las Boragináceas, familia que cuenta con 100 géneros y más de 2.000 especies distribuidas en todo el planeta. (MELO & ANDRADE, 2007). Se las encuentra en áreas tropicales y subtropicales del Asia, Australia, África y América del Sur. En el continente americano la *Cordia* se localiza en la zona de la Mata Atlántica Brasileira, distribuida entre los 500 a 1000 metros sobre el nivel del mar, comprendiendo parte de la Amazonía y el litoral norte del estado de Sao Paulo, Paraná y Santa Catarina. Entre la población brasileña, la *Cordia* ha recibido varios nombres entre los cuales se mencionan:

catinga de barão, erva baleeira, maria milagrosa, maria preta, salicinia y catinga preta, por citar algunos ejemplos (LORENZI & MATOS, 2002).

2.2.2 Usos y aplicaciones

Se conoce que la *Cordia* ha sido utilizada como planta medicinal por pueblos indígenas del litoral brasileño de São Paulo en el siglo XVI. Ya en la actualidad, en medicina natural tradicional se elaboran infusiones y tés o a partir de hojas, también ha sido usada para el tratamiento de úlceras (LORENZI & MATOS, 2002; SOUZA et al., 2004) y en preparaciones a base de hojas maceradas para uso tópico en la aplicación sobre contusiones y cortes (RAMOS, 2005). Varios estudios a su vez han confirmado su efecto anti-inflamatorio (SERTIÉ et al., 1988; BASILE et al., 1989; BRANDÃO, et al., 2005; BRANDÃO, et al., 2006; PASSOS et al., 2007), analgésico (SERTIÉ et al., 2005), así como por su actividad antimicrobiana (CARVALHO JR. et al., 2004).

Recientemente se han realizado investigaciones para evaluar el potencial de esta planta medicinal en el tratamiento anti-tumoral, obteniéndose resultados alentadores (BENEDETTI, 2011).

2.2.3 Principio activo

Investigaciones han sido realizadas con el fin establecer el principio activo que atribuyen propiedades terapéuticas a la *Cordia*. Sertié et al (1988, 2005), establecieron que es el flavonoide artemetina, el principio activo responsable de las propiedades curativas de esta planta medicinal. Esta aseveración fue posteriormente descartada en nuevas investigaciones donde se comprobó que este flavonoide, no tienen ningún efecto terapéutico y que es el sesquiterpeno alpha humuleno (figura 2) el principio activo responsable por la acción antiinflamatoria de la *Cordia*, al bloquear la enzima Ciclo-oxigenasa 2, la cual está

relacionada a la producción de prostaglandinas que son sustancias que actúan en los procesos inflamatorios. La forma de acción del α -humuleno de es similar a los anti-inflamatorios y analgésicos de origen farmacéutico, como el diclofenaco (RAMOS, 2005; BRANDÃO, et al., 2006; OLIVEIRA. JR, 2006).

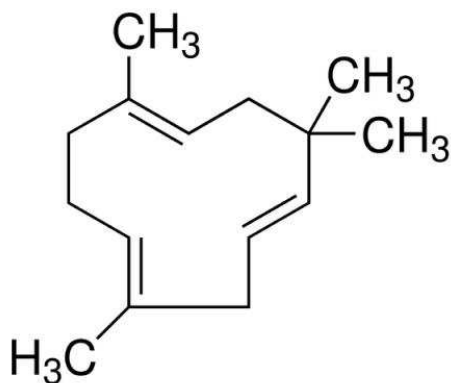


Figura 2. Estructura química del α - humuleno.

2.3 Metabolismo secundario de las plantas medicinales

Las plantas por medio de un conjunto de reacciones químicas, sintetizan y almacenan sustancias que son usadas para su manutención y correcto funcionamiento. Los compuestos producidos en estas reacciones se conocen como metabolitos primarios y metabolitos secundarios. Los metabolitos primarios se encuentran en toda célula vegetal y están relacionados con funciones vitales para la planta como es la respiración, fotosíntesis, transporte de solutos, síntesis de lípidos carbohidratos o proteínas, ejemplo de ello son los aminoácidos, nucleótidos, lípidos y azúcares (ÁVALOS, 2009). En tanto que los metabolitos secundarios, también conocidos como principios activos o productos naturales, no se encuentran en todo el reino vegetal, debido a que su presencia está restringida a una determinada familia de plantas, género e incluso especie, a más que se sintetizan en pequeñas cantidades (TAIZ & ZEIGER, 2009; SHILPA & LAKSHMI, 2010). La función de los metabolitos secundarios es de proteger a las plantas contra herbívoros y patógenos,

atraer polinizadores (olor, color, sabor) y como agentes de competición y de simbiosis entre plantas (TAIZ & ZEIGER, 2006).

Los metabolitos secundarios se dividen en tres grupos químicamente diferentes: terpenos, compuesto fenólicos y los compuestos nitrogenados. Los terpenos agrupan a las hormonas, pigmentos carotenoides, esteroides y sus derivados, látex y aceites esenciales. Se sintetizan a partir del Actil Coenzima A (Acetil – CoA), vía ruta del ácido mevalónico. Los compuesto fenólicos que son sustancias aromáticas y en donde se agrupan a las cumarinas, flavonoides, lignina y taninos, se sintetizan vía ruta del ácido chiquímico o ácido acético. Por último se tiene a los compuestos nitrogenados donde se encuentran los alcaloides que son sintetizados por aminoácidos (SANTOS, 1999).

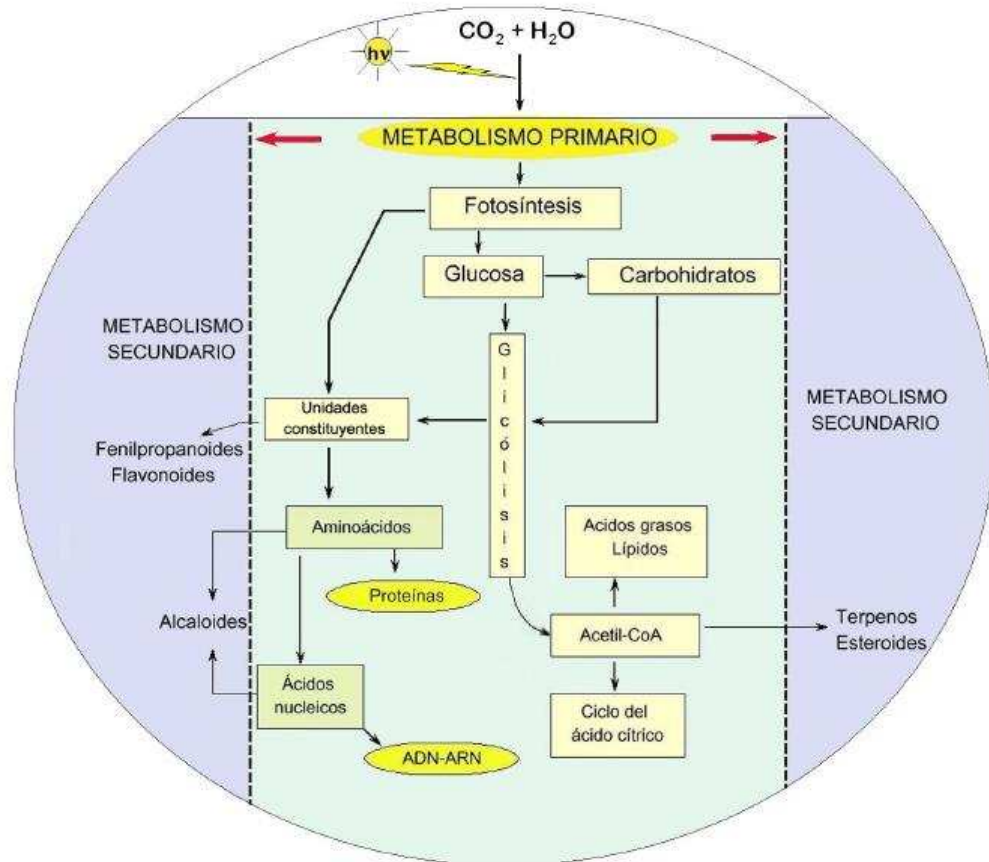


Figura 3. Elementos básicos del metabolismo primario en relación con el metabolismo secundario de plantas (ÁVALOS, 2009).

2.4 Aceite esencial

2.4.1 Definición

Los aceites esenciales son compuestos volátiles que son sintetizados por las plantas y se los encuentra almacenados en hojas, flores, cascaras, raíces y semillas. Muestran una estructura química heterogénea y compleja, provienen del metabolismo secundario y son producidos y almacenados en hojas, cascaras, raíces y semillas. El término “aceite esencial” es utilizado para referirse a líquidos aceitosos volátiles, dotados de un aroma fuerte, casi siempre agradable, son insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos (SIMOES et al., 2000; GOBBO-NETO & LOPES, 2007).

Los compuestos oxigenados como son los aldehídos, cetonas, alcoholes y ésteres son los responsables de su aroma característico y en la industria la calidad del aceite esencial está dada por el contenido de aldehídos (SILVA et al., 1997).

Las características sensoriales (color, sabor, aroma), propias de un aceite esencial, se deben a los componentes mayoritarios presentes en su estructura química, pero en algunos casos la presencia de algún compuesto químico específico puede definir estas características sensoriales e incluso conferir propiedades terapéuticas (ARAÚJO, 2004).

La producción de aceite esencial en plantas, es realizada por células especializadas que cuentan con enzimas para la elaboración de aceite, a más de contar con la función secretora necesaria. Estas células especializadas se pueden encontrar en cualquier órgano de la planta por lo que su ubicación puede ser interna, como es el caso de los ductos y cavidades secretoras, o externa, como los tricomas. Los tricomas son las estructuras vegetales externas de las plantas, responsables por la producción, concentración y secreción de los aceites esenciales (KELSEY *et al.*, 1984). Por otra parte los ductos y cavidades secretoras

internas liberan el aceite esencial hacia el interior de la planta, en espacios específicos semejantes a ductos (APPEZZATO-DA-GLORIA & CARMELLO-GUERREIRO, 2006).

2.4.2 Composición química del aceite esencial.

La cantidad de aceite esencial extraído de las hojas de Cordia por hidrodestilación, depende de la época de la cosecha y condiciones edafológicas en la que se desarrolló la planta. Los principales compuestos presentes en el aceite esencial de Cordia son: α -pineno, 1,8-cineol, δ -elemeno, β -elemeno, *trans*-cariofileno, α -humuleno, alloaromadendreno y δ -cadineno, siendo que el α -humuleno es el compuesto utilizado en fitomedicamentos como marcador químico por sus propiedades farmacológicas (SANTOS et al., 2007).

2.4.3 Factores que influyen la producción de aceite esencial

La producción de aceite esencial en plantas medicinales puede verse afectada debido a cambios en el medio ambiente que hacen que las plantas alteren su metabolismo (CROTEAU et al., 2000). Estos factores nunca actúan de manera aislada, más bien presentan interacciones entre sí. Ejemplo de estas interacciones son el índice de lluvias y la estación del año, altitud y temperatura, desarrollo vegetal y estación del año (GOBBONETO & LOPES, 2007).

Otros factores que llegan a alterar a producción de aceite esencial están ligados a la misma especie vegetal, ejemplo de eso es la edad de la planta, desarrollo foliar y el surgimiento de nuevos órganos. Los factores que influyen la producción de aceite esencial se dividen en factores bióticos y abióticos. Los factores bióticos son aquellos definidos por las interacciones entre planta-planta, planta-microorganismos, planta-herbívoros, en donde la

respuesta presentada por la especie vegetal varía dependiendo de las relaciones ecológicas inmediatas que esta demuestre (ANDRADE & CASALI, 1999).

Los factores abióticos, por otra parte, son todas las influencias que recibe la planta del medio ambiente en donde ella se desenvuelve. Estos factores pueden ser la temperatura, exposición al sol, vientos, humedad relativa del aire, presencia de agua y nutrientes en los suelos, ataque de patógenos o incluso, inducidos por la actividad humana como es el uso de maquinaria (GOBBO-NETO & LOPES, 2007; MORAIS, 2009).

2.5 Secado de plantas medicinales y condimentares

Uno de los principales procesos pos cosecha realizado con el fin de preservar la calidad de los productos agrícolas es el secado, que es definido como un proceso simultaneo de transferencia de calor y masa entre el producto y al aire de secado (BROOKER et al., 1992). Este proceso permite eliminar parcialmente el agua libre contenida en el producto, facilitando el posterior almacenamiento del mismo, disminuyendo la posibilidad de deterioración.

Una vez que se realiza la cosecha de las plantas, en estas se inicia el proceso de descomposición y con ello la degradación de los principios activos. Esta deterioración se debe a un aumento en la actividad enzimática. Dicho esto, la conservación de productos agrícolas por medio del secado se basa en el hecho de que al reducir la cantidad de agua presente en la planta, se reduce la actividad de agua y las reacciones químicas, es decir se disminuye la actividad enzimática, así como la proliferación de microorganismos.

El elevado contenido de agua presente en plantas, el cual varía entre 60% al 80% b.u. (base húmeda), hace que el secado sea un proceso fundamental para evitar la degradación del

material vegetal y en especial para preservar la calidad de los principios activos (REIS et al., 2003).

Según Farías (2003), el secado se debe realizar hasta que el producto tenga un contenido final de agua entre el 8% al 12% b.u. según la especie vegetal. Dentro de estos porcentajes la mayoría de las especies vegetales pueden ser almacenadas sin riesgos de deterioración (SILVA & CASALI 2000).

El secado en plantas medicinales debe realizarse correctamente, considerando la humedad relativa y la velocidad del aire de secado así como la temperatura. Un secado muy rápido puede llevar a la volatilización de los principios activos y un secado muy lento puede favorecer a la degradación del material vegetal y a la presencia de microorganismos (SILVA & CASALI, 2000).

Según Melo et al. (2004) la temperatura del aire de secado tiene efecto directo sobre la composición química de los principios activos en plantas medicinales. Mostró que se pueden emplear temperaturas de aire de secado a partir de los 40 °C para el secado, indicando a su vez que se deben realizar más estudios en esta área con el fin de establecer temperaturas de secado diferenciadas para cada especie.

Existen antecedentes de investigaciones realizadas con varias especies de plantas medicinales donde las temperaturas de secado empleadas fueron superiores a los 40 °C. A continuación se hace referencia a algunas de ellas.

Müller y Mühlbauer (1990) realizando secado de *Chamomilla recutita* redujeron el tiempo de secado de 52 horas a 3,5 horas al aumentar la temperatura del aire de secado de 30 °C a 50 °C, mostrando que el contenido de aceite esencial, se mantuvo en el rango del 15% al 25% independientemente de la temperatura utilizada durante el secado.

Baritoux *et al.* (1992), en secado de *Ocimum basilicum* L. compararon la composición química de aceite esencial obtenido de plantas sometidas a secado a 45 °C, con aceite proveniente de plantas frescas. Observaron que el patrón cromatográfico de la muestra seca se mostraba diferente al de la muestra fresca. También observaron en la muestra seca, que las concentraciones de metilchavicol y eugenol disminuyeron, mientras que las concentraciones de *trans*-bergamoteno, linalol y 1,8-cineole, tuvieron un aumento significativo en el contenido.

Hansen *et al.* (1993), experimentaron con secado de *Taxus* a 30, 40, 50 y 60 °C, para evaluar el rendimiento del principio activo taxol, siendo los tratamientos plantas enteras, hojas, tallos y muestras picadas en trozos pequeños. Determinaron que el contenido de taxol conseguido a partir de tallos no se vio afectado por las diferentes temperaturas. Para las muestras a partir de hojas, el rendimiento aumentó linealmente conforme aumento la temperatura. En las muestras de plantas enteras el contenido se mantuvo constante (0,014%) a temperaturas de 40, 50 y 60 °C; sin embargo, no sucedió lo mismo para el secado a 30 °C donde el rendimiento disminuyó 0,08%. Los autores justificaron que dicha reducción pudo deberse al prolongado tiempo de secado que pudo favorecer la actividad enzimática en las muestras, causando la degradación del principio activo.

Buggle *et al.* (1999), secaron plantas de *Cymbopogon citratus* a temperaturas de 30, 50, 70 y 90 °C hasta alcanzar una masa constante, con el objetivo de evaluar la cantidad y calidad del aceite esencial. Determinaron que el secado a 50 °C fue el tratamiento que mejor rendimiento proporcionó (1,43% m/v) en relación al resto de tratamientos. Los autores puntualizaron que si bien el secado a 30 °C proporcionó un rendimiento de 1,34% m/v, no es recomendable, ya que favoreció el desarrollo de hongos durante el proceso. Para los tratamientos a 70 °C y 90

°C, los rendimientos obtenidos mostraron ser menores en comparación a los obtenidos a 30 °C y 50 °C.

En el secado de *Cymbopogon winterianus* Jowitt, a 30, 40, 50, 60 y 70 °C se determinó que la temperatura de 60°C, fue la que mostró mejores resultados, tanto en el rendimiento como en la calidad de aceite esencial (ROCHA, *et al.*, 2000).

Randüz et al. (2001), para el secado de “alecrim pimenta” (*Lippia sidoides* Cham) determinaron que los principios activos presentes en el aceite esencial p-cimeno y timol, no presentan una diferencia significativa con respecto a las temperaturas empleadas (40, 50, 60 y 70 °C), pero hubo un aumento apreciable en la concentración de cariofileno para las temperaturas de 50, 60 y 70 °C.

Randüz et al. (2006), secaron *Menta x villosa* Huds, a 40, 50, 60 y 70 °C y concluyeron que la temperatura de secado igual a 50 °C es la recomendable, al obtener mayor cantidad de aceite esencial y concentración de principios activos.

Barbosa et al. (2006), concluyeron que para fines comerciales se puede secar *L. alba* desde 40 °C hasta 80 °C sin alterar la presencia de citral, el principio activo de interés.

Lemos (2008), determinó que se puede secar *Melaleuca alternifolia* Cheel a una temperatura de 80 °C sin alterar significativamente la calidad del aceite esencial.

Radünz et al., (2010), realizando secado de *Mikania laevigata* a temperaturas de 40, 50, 60, 70 y 80 °C, determinó que el secado a 50 °C presentó los mejores resultados para la extracción de aceite esencial al obtenerse un mayor rendimiento con respecto al resto de tratamientos.

Martinazzo, et al. (2013), evaluó el aceite esencial obtenido a partir de hojas de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf, después de un proceso de secado, determinando que hojas cortadas a un

tamaño de 2 cm. y sometidas a temperaturas de 45 y 50 °C presentaron mayor rendimiento de aceite esencial.

Observando el efecto de la temperatura sobre el contenido de aceite esencial y sus constituyentes en plantas medicinales, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la influencia de la temperatura del aire de secado sobre el contenido y la composición química de aceite esencial de *Cordia* con el fin de establecer parámetros de secado para maximizar la calidad del producto para su uso en la industria.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Material vegetal

Fueron utilizadas hojas de *Cordia*, provenientes de una plantación localizada en la hacienda Experimental Vale do Piranga, perteneciente a EPAMIG (Figura 4). Las condiciones agronómicas de la plantación fueron las siguientes: distancia entre planta y surco 1,0 X 1,0 m, suelo arcilloso rojo-amarillo con una profundidad de 0-20 cm y pH 5,6. La cosecha fue realizada el día 18 de agosto del 2013 (invierno), a las 9 horas de la mañana. Posteriormente el material colectado fue identificado, pesado y colocado en sacos plásticos para ser transportado al Laboratorio de Plantas Medicinales del Departamento de Engenharia Agrícola, de la Universidad Federal de Viçosa. Las hojas fueron seleccionadas, descartando partes enfermas y dañadas. Fueron tomadas aleatoriamente tres muestras aun frescas para determinar: contenido de agua, cantidad de aceite esencial y para análisis cromatográficos. Este material sirvió como “testigo” para el experimento, y el material restante fue almacenado en cámara climática B.O.D. a 5 °C, hasta ser requeridas para el proceso de secado a diferentes temperaturas.

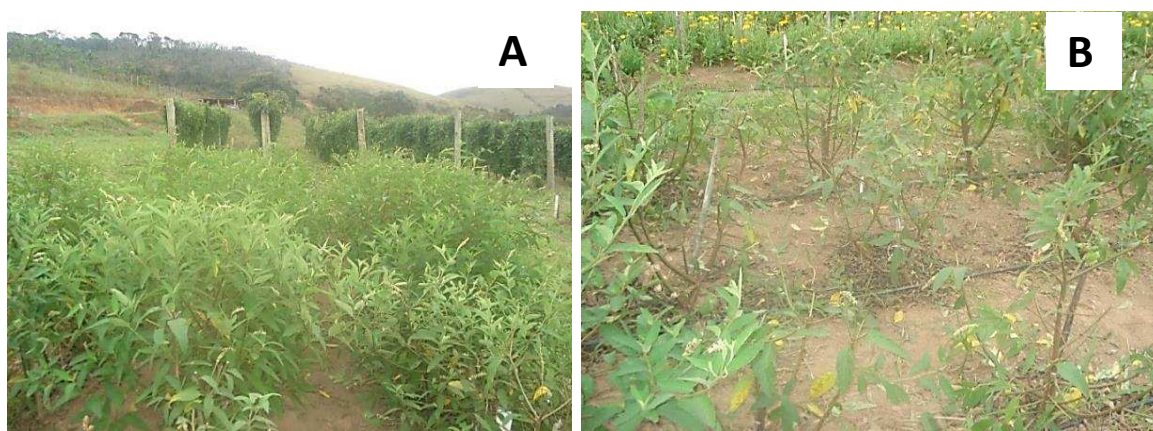


Figura 4. Cultivo de *Cordia verbenacea*: (A) Antes de la cosecha. (B) Después de la cosecha.

3.2 Determinación del contenido de agua

A la falta de una metodología definida en Brasil para la determinación del contenido de agua aplicado a plantas medicinales, este fue determinado por método gravimétrico propuesto por ASE (2000). Usándose 25 g de hojas de Cordia, a tres repeticiones colocadas en una estufa con circulación forzada de aire a una temperatura de $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 horas.

El contenido de agua en las muestras fue calculada por diferencia de masa y expresada en porcentaje de contenido de agua (g de agua/100 g de muestra fresca).

$$\% \text{ Contenido de Agua} = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100 \quad (1)$$

Dónde:

M_i = Masa de la muestra fresca, g.

M_f = Masa de la muestra seca, g.

3.3 Secado

El secado fue realizado en el Laboratorio de Secado de Plantas Medicinales, situado en el área de Almacenamiento y Pre-procesamiento de Productos Agrícolas en el Departamento de Engenharia Agrícola, en la Universidad Federal de Viçosa.

Los ensayos de secado fueron realizados usando cuatro temperaturas: 40, 50, 60 y 70 °C. Cada ensayo fue ejecutado con tres repeticiones. Se usó el secador de plantas medicinales empleado por Barbosa (2005), Martinazzo (2006), Lemos (2008), Radünz et al. (2010) y Rocha (2011). El equipo de secado cuenta con un sistema de ventilación forzada con un sistema de control que por medio de un inversor de frecuencia, permitió establecer un flujo de aire de secado de 1 m s^{-1} , este flujo pasó por cinco bandejas de dimensiones 0,25 x 0,25

x 0,15 m, cada una con fondo de malla metálica. Para el proceso de secado fue utilizada únicamente la bandeja número tres, como se muestra en las figuras 5 y 6 a continuación:



Figura 5. Secador de plantas medicinales: (1, 2, 3, 4, 5) Bandejas. (6) Cámara de secado (conjunto de bandejas). (7) Anemómetro de palas. (8) Termómetro. (9) Ventilador. (10) Ducto de aire de secado con sistema de calentamiento por resistencias eléctricas.

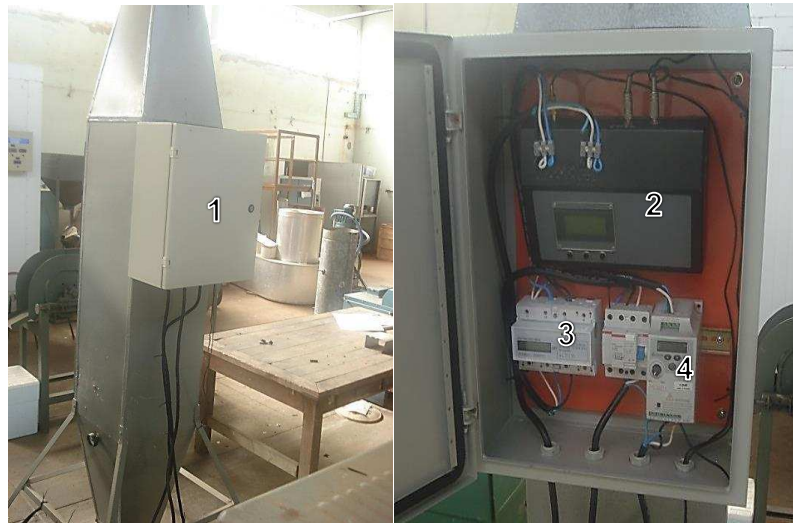


Figura 6. Secador de plantas medicinales: (1) Caja de control. (2) Control de la temperatura y velocidad del aire de secado. (3) Medidor de consumo de energía eléctrica. (4) Inversor de frecuencia del motor del ventilador.

Para determinar la masa final en la cual se deberá detener el proceso de secado, se realizó un cálculo matemático que se muestra en la ecuación 2. Considerándose el contenido de agua

determinado por método gravimétrico, se estableció un 10% en base húmeda como contenido final de agua.

$$m_f = m_i * \left(\frac{100 - X_i}{100 - X_f} \right) \quad (2)$$

Dónde:

m_f = Masa final, g.

m_i = Masa inicial, g.

X_i = Contenido inicial de agua en base húmeda, %.

X_f = Contenido final de agua en base húmeda, %.

Se establecieron muestras de 300 g para cada ensayo y se eligió al azar el orden de las temperaturas de secado. Se realizó la lectura del consumo de energía eléctrica al inicio y al final del secado, mientras que la lectura de la temperatura, velocidad del aire de secado y la pérdida de masa de las hojas de *Cordia*, fueron realizadas a intervalos de 2 minutos durante todo el proceso. La pérdida de masa a lo largo del secado fue medida con una balanza analítica Marck 4100. Culminado el secado, las muestras fueron retiradas, colocadas en fundas plásticas de polietileno de 40 μm de espesor y almacenadas en una cámara climatizada tipo B.O.D a 5 °C hasta dar inicio al proceso de extracción de aceite esencial. Conociendo la temperatura del aire de secado, así como la temperatura y humedad relativa del aire ambiente, se calculó la humedad del aire de secado en el plenum, haciendo uso del programa Grapsi (MELO et al., 2004).

3.4 Extracción de Aceite Esencial

La extracción de aceite esencial de *Cordia* fue realizada en los laboratorios del Departamento de Química de la Universidad Federal de Viçosa. Se usó el método de extracción por hidrodestilación usando un equipo conocido como Clevenger.

El equipo tipo Clevenger (figura 7), está compuesto por una manta de calentamiento donde se coloca un balón de destilación de capacidad de 2000 mL, el mismo que se acopla a un tubo de destilación. Para la extracción fueron colocados 100 g de hojas frescas en un balón de destilación adicionándose 1000 mL de agua destilada, esto para las repeticiones que servirán de testigo. Lo mismo se realizó para muestras que fueron sometidas a proceso de secado, con la única diferencia de que fueron colocados 30 g de hojas secas en el balón de destilación (MARTINS, 2000). El tiempo de extracción fue de 3 horas, marcados a partir de observarse la ebullición del agua destilada.



Figura 7. Dos aparatos tipo Clevenger en proceso de hidrodestilación de hojas de *C. verbenacea*.

Cumplido el tiempo de extracción, se retiró el hidrolato para realizar la separación entre el aceite esencial y el agua. Para esto se usó el solvente orgánico pentano (3 x 20 mL) en un embudo de separación de 500 mL. El producto de la separación (fase orgánica) fue colectado

en un Erlenmeyer de 125 mL para luego adicionar sulfato de magnesio anhidro en exceso, agitando y dejando reaccionar por 5 minutos, para eliminar el agua que aun estuviese presente en la muestra. Se realizó un filtrado y la solución restante fue colocada en un balón de 200 mL; esta muestra fue colocada en un rota vapor a 39 °C, para reducir el solvente logrando su separación del aceite esencial.

El aceite esencial fue depositado en un frasco de vidrio de 5 mL de capacidad (previamente tarado) y fue sometido a un flujo de nitrógeno gaseoso para eliminar el solvente restante que pudiese encontrar aun. El aceite fue pesado en una balanza analítica para establecer la masa final y posteriormente fue tapado y envuelto en papel aluminio para ser almacenado a 4 °C hasta ser realizada la cromatografía.

3.5 Cromatografía

La determinación de los compuestos químicos presentes en el aceite esencial de *Cordia* fue realizada en los laboratorios del Departamento de Química de la UFV – LASA siguiendo el procedimiento descrito por Adams (2007).

Se utilizó un cromatografo gaseoso acoplado a un espectrofotómetro de masas (GC-EM) modelo CG 17A y QP 5000 Shimadzu. La columna cromatografía empleada fue la DB-5 de 30 metros de longitud, con un diámetro de 0,25 mm y con una película interior de 0,25 µm de espesor como fase estacionaria. Gas Helio fue usado como transportador a razón de 1,8 mL min⁻¹, relación de Split de 1:5, tiempo de corte de solvente de 5 minutos. Temperatura del inyector de 220 °C y temperatura del detector de 240 °C. Se programó la cromatografía para que en un inicio la temperatura en el horno fuese de 40 °C por un lapso de 2 minutos, posteriormente se incrementó la temperatura a razón de 3 °C min⁻¹ hasta llegar a 240 °C,

manteniéndose a esta temperatura por un periodo de 2 minutos, contabilizándose un tiempo final de análisis de 80,67 minutos.

Únicamente fueron detectados en el espectrofotómetro de masas los iones con razón de carga de masa m/z entre 40 y 500. El volumen de muestra utilizada para ser colocada en el inyector fue de 1 μL , en una concentración de 10.000 ppm, usándose como solvente diclorometano.

Para la identificación de los compuestos químicos se realizó una comparación de los espectros obtenidos experimentalmente con los disponibles en la base de datos del equipo, los mismos que, a su vez, fueron verificados y ratificados haciendo uso de la ecuación de Índice de Retención de Kovats, que se muestra a continuación en la ecuación 3 (LANÇAS, 1993):

$$IK = 100 \times NC + 100 \times \left(\frac{\log t'_{RX} - \log t'_{RZ}}{\log t'_{R(Z+1)} - \log t'_{RZ}} \right) \quad (3)$$

Dónde:

IK : Índice de Kovats (adimensional)

NC: Número de carbonos del hidrocarboneto inmediatamente anterior al componente evaluado.

t'_{RX} : Tiempo de retención ajustado al del componente evaluado.

t'_{RZ} : Tiempo de retención ajustado al del hidrocarboneto, inmediatamente anterior al componente evaluado.

$t'_{RZ(Z+1)}$: Tiempo de retención ajustado al del hidrocarboneto, inmediatamente, posterior al componente evaluado.

Para la realización del cálculo fue necesario inyectar una mezcla de hidrocarbonatos (C8 – C24), donde los tiempos de retención de ellos sirvieron como base para el cálculo del Índice de Kovats. La cuantificación de los componentes del aceite esencial fue realizada en un cromatografo a gas acoplado a un detector por ionización de llamas (CG – 17A) QP 5000 Shimadzu. La columna cromatográfica empleada fue la SPB-5 de 30 metros de longitud, con un diámetro de 0,25 mm y con una película interior de 0,25 μm de espesor como fase estacionaria. Nitrógeno fue usado como transportador a un flujo de 1,8 mL min^{-1} , relación de Split de 1:30, tiempo de corte de solvente de 5 minutos. Temperatura del

inyector de 220 °C y temperatura del detector de ionización de llamas 240 °C. Se programó el cromatografo para que la temperatura de la columna fuese en un inicio de 40 °C por un lapso de 4 minutos, posteriormente se incrementó la temperatura a razón de 3 °C min⁻¹ hasta llegar a 220 °C manteniéndose a esta temperatura por un periodo de 2 minutos, contabilizándose un tiempo final de análisis de 64 minutos.

El volumen de muestra colocada en el inyector fue de 1 µL, en una concentración de 10.000 ppm, usándose como solvente diclorometano. Los constituyentes químicos del aceite esencial fueron cuantificados por el método de normalización donde la interacción de todas la áreas generadas por los picos cromatográficos equivalen al 100% y el porcentaje de cada uno de los picos es proporcional a su área.

3.6 Diseño experimental y análisis estadísticos

El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorio, realizado con tres repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: planta fresca (testigo) y cuatro temperaturas de secado (40, 50, 60, 70 °C). Para el análisis estadístico se utilizó paquete estadístico R (R CORE TEAM, 2013), donde se aplicó el test Turkey a 5% de significancia para contrastar las medias de la cantidad de aceite esencial obtenido de todos los tratamientos. Se usó el paquete estadísticos SAEG[®], versión 9.1 (SAEG, 2007), donde se aplicó el test Dunnett a 5% de significancia para comparar las medias de las concentraciones de compuestos químicos observados en los tratamientos de secado a diferentes temperaturas con respecto a la media obtenida de la planta fresca (testigo).

Para analizar el efecto del factor cuantitativo (temperatura del aire de secado) sobre las características consideradas (Contenido de aceite esencial y composición química) se utilizó un análisis de regresión simple.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Contenido de agua en plantas de *C. verbenacea*

El contenido inicial de agua de las hojas frescas de *Cordia* determinado por el método gravimétrico fue de 2,7 b.s. (73% b.h.). Con base a este dato y estableciendo un contenido final de agua igual 0,11 b.s. (10% b.h.) se hizo uso de la ecuación 2 (página 19), determinándose que la masa final a la que se debería finalizar para detener el proceso de secado sería de 90 g para todos los tratamientos.

4.2 Parámetros de secado

En la tabla 1 se presentan los contenidos inicial y final de agua en base seca de las muestras de *Cordia* los valores medios de humedad relativa del aire de secado en el plenum, tiempo total de secado en los ensayos de secado a 40, 50, 60 y 70 °C y consumo eléctrico final para cada tratamiento.

Tabla 1. Valores medios de contenidos inicial y final de agua, humedad relativa del aire de secado en el plenum y el tiempo medio de secado para cuatro temperaturas de secado.

Temperatura del aire de secado (°C)	Parámetros Evaluados					
	Contenido inicial de agua* (decimal b.s.)	Contenido final de agua (decimal b.s.)	Humedad relativa del aire ambiente (%)	Humedad relativa del aire plenum (%)	Tiempo de secado (min)	Consumo Eléctrico (kWh)
40	2,70 ± 0,00	0,11± 0,02	57 ± 7,3	23 ± 0,9	119 ± 28	4,63 ± 1,45
50	2,70± 0,00	0,11± 0,01	47 ± 3,7	14 ± 1,1	77 ± 17	4,23 ± 1,62
60	2,70± 0,00	0,10± 0,02	52 ± 6,7	9 ± 0,7	46 ± 5	4,77 ± 1,20
70	2,70± 0,00	0,11± 0,00	55 ± 6,1	5 ± 0,5	28 ± 2	3,40 ± 0,62

± Desviación típica. * Todas las muestras vienen de un mismo lote, por tal motivo tienen el mismo contenido de agua inicial.

Como se aprecia en la tabla 1, el aumento de la temperatura del aire de secado de 40 °C a 70 °C, llevó a una disminución en la humedad relativa del aire de secado en el plenum de 23% a 5%, lo que a su vez provocó la reducción del tiempo de secado de 119 a 28 minutos, respectivamente. La reducción de la humedad relativa del aire de secado así como del tiempo, también es descrito en los experimentos de secado realizados por Martins (2000) quien trabajó con la especie *Cymbogopon citratus* (D.C) STAPF y constataron una reducción de 44 a 35% en la humedad relativa del aire de secado y de igual manera en el tiempo de secado, que pasó de 305 a 105 minutos para temperaturas de 40 y 60 °C respectivamente. Radünz et al. (2006), realizando secado de hojas de *Menta x villosa* Huds, verificaron que el tiempo de secado cambió de 5,17 a 0,45 horas. De igual manera la humedad relativa del aire de secado fue de 30,69 a 4,53% cuando la temperatura del aire se secado aumento de 40 a 80 °C. Lemos (2008), que trabajó con la especie *Melaleuca alternifolia* Cheel observó que con un aumento de la temperatura de 40 a 80 °C durante el secado, la humedad relativa en el plenum descende de 31 a 5%, mientras que el tiempo de secado pasa de 135 a 30 minutos. Respecto al consumo eléctrico, es evidente que con el aumento de la temperatura, hay una disminución en el tiempo de secado, lo que corresponde a un menor consumo de energía por tratamiento que pasó de 4,63 a 3,4 kWh. Esto representa un ahorro del 26,6% al comparar el secado a 40 °C con respecto al de 70 °C.

La variación del contenido de agua en las hojas de *Cordia* durante el proceso de secado para temperaturas de 40, 50, 60 y 70 °C, se muestra en la figura 8.

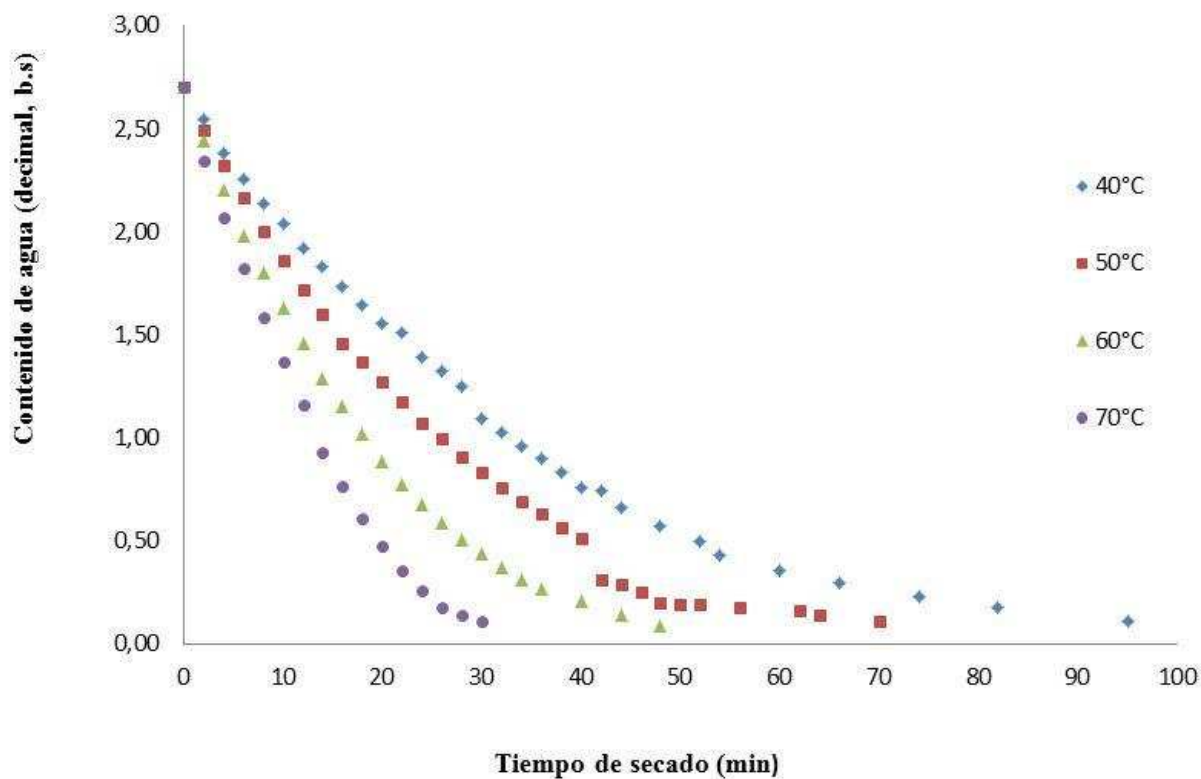


Figura 8. Valores medios observados del contenido de agua en hojas frescas de *C. verbenacea* sometidas a proceso de secado a varias temperaturas, en función del tiempo de secado.

Al observar la figura anterior, se aprecia que la pérdida de agua, en hojas de cordia durante el secado, es acelerada a los 70 °C, mostrando una marcada diferencia en relación al secado a 40 °C. Comportamiento similar se muestra en trabajos realizados con otras plantas medicinales (RADÜNZ et al., 2001; BARBOSA, 2005; MARTINAZZO, 2006; LEMOS, 2008).

4.3 Cantidad y composición del aceite esencial

4.3.1 Cantidad de aceite esencial

En la tabla 2, se observan los resultados obtenidos en la extracción de aceite esencial de hojas frescas (Testigo) y hojas sometidas a proceso de secado a diferentes temperaturas.

Tabla 2. Cantidad de aceite esencial extraído de hojas frescas de *C. verbenacea* sometidas a proceso de secado a varias temperaturas, comparadas entre sí por el teste Turkey a 5 % de significancia.

Repetición	Testigo	Tratamiento			
		40 °C	50 °C	60 °C	70 °C
1	0,83	0,75	0,64	0,69	0,63
2	0,88	0,75	0,63	0,71	0,63
3	0,85	0,76	0,65	0,70	0,63
medias	0,85^d	0,75^c	0,64^a	0,70^b	0,63^a

Como muestra la tabla anterior, el contenido del tratamiento testigo está de acuerdo con los observados por Souza et al. (2011), trabajando con la misma especie, que obtuvo un contenido de aceite entre 0,82 y 0,90% b.s. para hojas frescas cosechadas entre 9 y 12 horas del día. En el presente experimento las muestras testigos también fueron cosechadas a las 9 horas del día.

Las repeticiones de la tabla 2, después de sometidas al Análisis de Varianza (ANOVA) del paquete estadístico R (R CORE TEAM, 2013), con un nivel de significancia α igual al 5%, para un diseño completamente aleatorio, se obtuvo el siguiente resultado:

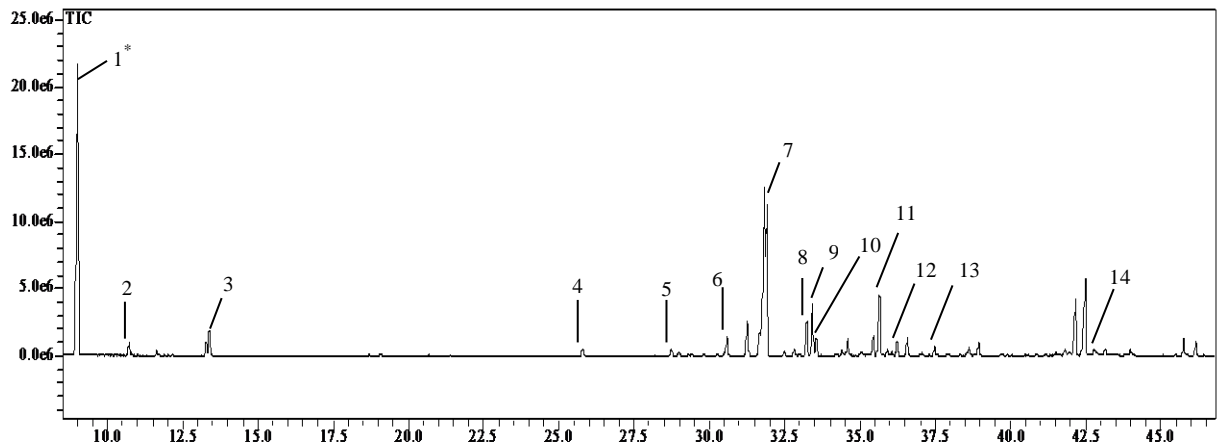
	Grados de libertad	Sumas de los Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculado	<i>p-value</i> <i>Pr(>F)</i>
Tratamiento	4	0,10104	0,025260	145,7	8,07e-09 ***
Residuos	10	0,00173	0,000173		

Como el *p-value* fue menor que α (0,05), se concluye que hubo una diferencia significativa entre por lo menos dos medias de los tratamientos para este nivel de significancia. Por lo tanto, en tabla 2, las medias con diferentes letras son distintas entre sí, en cambio, con mismas letras son iguales por el Test de Tukey a un nivel de significancia del 5%. Se puede observar, en dicha tabla, que la cantidad de aceite esencial fue afectada negativamente en todos los tratamientos respecto a la planta fresca, cuando contrastados por el referido test de medias. Entre los tratamientos también hubo diferencia, excepto entre los tratamientos a 50 °C y 70 °C, que son iguales entre sí, respecto a la cantidad de aceite esencial, pero distintos en lo que se refiere a la curva de secado.

En trabajos realizados con otras especies de plantas medicinales, se apreció que el aumento de la temperatura en el aire de secado puede ocasionar una reducción en el rendimiento de aceite esencial. (BARBOSA, 2006; LEMOS, 2008). Debido a que el aceite esencial en esta especie se encuentra almacenado en tricomas glandulares localizados en las hojas tanto en las superficies anterior y posterior, como lo constató Ventrella y Marinho (2008), es probable que la reducción en el contenido de aceite se deba a la volatilización parcial del mismo durante el secado.

4.3.2 Composición del aceite esencial

Una vez realizadas las extracciones del aceite esencial, se realizó la cuantificación e identificación de los compuestos químicos por análisis cromatográfica, obteniéndose lo siguiente:



*Pico correspondiente al compuesto químico mostrado en la tabla 3. El orden indicado es presentado con fines explicativos y no necesariamente es el mismo al encontrado en la cromatografía original (Ver anexo 1).

Figura 9. Cromatograma del aceite esencial obtenido de hojas frescas de *C. verbenacea*, por medio de cromatografía gaseosa, mostrando los picos generados por sus constituyentes principales.

En la figura 9, se observa el perfil el cromatograma de aceite esencial obtenido a partir de hojas frescas de *Cordia* (testigo), el mismo que se muestra similar al descrito por Santos et al. (2007), quienes también realizaron cuantificación e identificación de los componentes químicos del aceite esencial de la misma especie vegetal.

En la tabla 3 se muestra la composición química del aceite esencial de *Cordia* extraída de hojas frescas (testigo) y de las hojas sometidas al proceso de secado a diferentes temperaturas (40, 50, 60 70 °C). En dicha tabla se observó concentraciones traza para algunos principios activos. Esto puede deberse a que dichos compuestos experimentaron una volatilización como resultado del aumento de la temperatura del aire de secado (VENSKUTONIS & LARSEN, 1996). Esto también fue observado en otras investigaciones realizadas con diferentes especies de plantas medicinales (MARTINS, 2000; LEMOS, 2008; RADÜNZ et., 2010; ROCHA, 2011). En general, se identificó el 86,37% de los constituyentes químicos presentes en el aceite esencial de *Cordia*. Omitiéndose los compuestos químicos cuyas concentraciones fueron traza, se realizó el respectivo análisis

estadístico haciendo uso del paquete SAEG[®], versión 9.1 (SAEG, 2007) cuyo resultado se muestra en la tabla 4. Dicha tabla presenta los principios activos de aceite esencial de *Cordia*, que estuvieron presentes en todos los ensayos de secado y que fueron contrastados con la muestra testigo por test de Dunnett a 5% de significancia.

Tabla 3. Composición química de aceite esencial extraído de hojas de *C. verbenacea* frescas (Testigo) y de hojas sometidas a proceso de secado a diferentes temperaturas (40, 50, 60 y 70 °C).

PICO	Compuestos químicos en el aceite	IK ²	Testigo	Tratamientos de secado ¹			
				40 °C	50 °C	60 °C	70 °C
1*	α -pineno	932	35,03±13,79 ³	32,38±3,33	30,06±4,33	30,67±3,43	29,93±0,71
2	Sabineno	969	1,00±0,37	1,91±0,67	t	1,87±0,63	t
3	1,8-cineolo	1026	2,11±0,03	1,86±0,01	2,07±0,64	2,43±0,19	2,08±0,21
4	Bornyl acetato	1287	0,34±0,08	0,38±0,06	0,37±0,10	0,38±0,03	0,35±0,01
5	α -terpinyl acetato	1346	0,30±0,01	t	t	t	t
6	β -elemeno	1389	0,71±0,09	0,90±0,25	0,80±0,08	0,73±0,28	0,91±0,09
7	α -santaleno	1416	18,60±8,57	22,60±2,43	17,13±1,20	21,87±5,25	24,37±1,34
8	α -humuleno	1452	0,32±0,01	0,15±0,05	0,18±0,08	0,14±0,03	0,16±0,01
9	β -farneseno	1454	0,47±0,03	t	0,30±0,15	0,24±0,05	0,29±0,01
10	β -santaleno	1457	2,57±0,14	t	t	t	t
11	β -sisaboleno	1505	1,62±0,44	3,81±1,17	3,25±1,50	2,17±1,00	3,02±0,50
12	β -sesquiphellandreno	1521	1,70±0,91	t	t	t	t
13	Nerolidol	1561	1,31±0,18	0,70±0,31	t	t	t
14	Bergamotol, Z- α -trans	1690	0,66±0,08	t	t	t	t
Total identificación (%)			86,37	90,49	80,81	84,84	90,98
Tiempo de secado (min)				119	77	46	28

¹ Media de las extracciones independientes.

² Índices de Kovals calculados por los tiempos de retención obtenidos en CG-EM.

³ Media \pm Desviación típica.

t Cantidades traza.

* El orden indicado es presentado con fines explicativos y no necesariamente es el mismo al encontrado en la cromatografía original (Ver anexo 1).

Tabla 4. Contenido de los constituyentes químicos de aceite esencial extraído de hojas frescas de *Cordia verbenacea* sometidas a proceso de secado a diferentes temperaturas de secado.

TRATAMIENTOS	COMPONENTES DE ACEITE ESENCIAL (%RELATIVO)						
	α -pineno	1,8-cineolo	Bornyl acetato	β -elemeno	α -santaleno	α -humuleno	β -bisaboleno
TESTIGO	35,03	2,11	0,34	0,71	18,60	0,32	1,62
40 °C	32,38 ^{ns}	1,86 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,90 ^{ns}	22,60 ^{ns}	0,15*	3,81 ^{ns}
50 °C	30,06 ^{ns}	2,07 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,80 ^{ns}	17,13 ^{ns}	0,18*	3,25 ^{ns}
60 °C	30,67 ^{ns}	2,43 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,73 ^{ns}	21,87 ^{ns}	0,14*	2,17 ^{ns}
70 °C	29,93 ^{ns}	2,08 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,91 ^{ns}	24,37 ^{ns}	0,16*	3,02 ^{ns}
Coefficiente de Variación	21,32	14,76	18,13	22,51	22,43	23,27	36,22

^{ns} No significativo y * Diferencia significativa en relación al testigo por test Dunnett a 5% de significancia.

Como se muestra en la tabla 4, las concentraciones de los principios activos en el tratamiento testigo, se presentan en menores proporciones en comparación con el trabajo presentado por Gomes (2010), quien investigó la misma especie vegetal. La concentración de los constituyentes químicos pudo verse afectada por condiciones climáticas asociadas a la época del año en la que se realizó la colecta del material vegetal. La cosecha fue realizada en el mes de Agosto del 2013, época de invierno. Hay que considerar que las condiciones en las que las plantas fueron cultivadas, la época del cultivo, horario de la cosecha, estado de desarrollo de la planta, aspectos nutricionales del suelo, estación del año, son factores que en su conjunto crean estrés sobre las plantas y consecuentemente repercuten en la concentración de los principios activos (CROTEAU et.al, 2000; GOBBONETO & LOPES, 2007; SILVA et al., 2010). Por otra parte hay que considerar que el almacenamiento previo de las muestras en cámara climática tipo B.O.D. a 5 °C, antes de realizar el proceso de secado, pudo provocar un daño por frío en el material vegetal que comprometió la presencia y concentración de principios activos.

En referencia a los resultados presentados en la tabla 4, las temperaturas del aire de secado de 40 a 70 °C, no tuvieron influencia sobre los principios activos α -pineno, 1,8-cineole, Bornyl acetato, β -elemeno, α -santaleno y β -bisaboleno del aceite esencial de Cordia; es decir sus concentraciones no fueron afectadas por el proceso de secado cuando comparadas con la muestra testigo. En referencia al α -humuleno, el principal marcador químico del aceite esencial de Cordia, se observa que su concentración fue influenciada por la temperatura de aire de secado. La concentración de α -humuleno disminuyó en todos los tratamientos de secado respecto a la muestra testigo al alrededor de 49% por el test Dunnett a 5% de significancia.

Haciendo el respectivo análisis de regresión, se estableció que no hubo diferencia estadística significativa para la cantidad de aceite esencial en relación a la temperatura de secado. El valor medio de la cantidad de aceite esencial fue de 0,68%.

Mismo análisis de regresión fue aplicado para los principios activos presentes en el aceite esencial determinándose que no hubo diferencia estadística significativa para cada uno de los constituyentes químicos. Los valores medios observados fueron los siguientes: α -pinene con 30,70%, 1,8-cineole con 2,10 %, bornyl acetate con 0,37%, β -elemene con 0,83%, α -Santalene con 21,50%, α -humulene con 0,16% y β -bisabolene con 3,06%.

5. CONCLUSIONES

Tomando como referencia las condiciones de secado bajo las cuales fueron sometidas las hojas de *Cordia verbenacea* y bajo las cuales se desarrolló el presente trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

1. El contenido de aceite esencial fue afectado por las temperaturas del aire de secado, respecto al aceite esencial obtenido de hojas frescas.
2. Dentro de los principios activos presentes en todos los tratamientos, solamente el α -humuleno tuvo su concentración significativamente disminuida por influencia del proceso de secado cuando comparado con la planta fresca.
3. Para obtener la mayor cantidad de aceite esencial con la mayor concentración de α -humuleno, se recomienda hacer el secado con temperatura del aire a 40 °C.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA FARMOQUÍMICA E DE INSUMOS FARMACÊUTICOS – MERCADO. **Informações de 2012**. Disponible en: <http://www.abiquifi.org.br/mercado_estatisticas.html#2>. Acceso en: 12 de diciembre 2013.

ABIFISA - Associação Brasileira das Empresas do Setor Fitoterápico, **Suplemento Alimentar e de Promoção da Saúde. Net**. Disponível em: <<http://www.abifisa.org.br>>. Acesso em: 15 jul. 2007.

ADAMS, R.P. **Identification of essential oil components by Gas Chromatography mass spectroscopy**. DuPage: Allured Publishing Corporation, 2007. 469 p.

ANDRADE, F. M. C.; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e aromáticas: relação com o ambiente, colheita e metabolismo secundário**. Viçosa: UFV – Departamento de Fitotecnia, 1999. 139p.

Alternative Medicine Industry: Market Research Reports, Statistics and Analysis. **ReporLinker** Online, USA, Enero, 2014. Disponible en: <<http://www.reportlinker.com/ci02242/Alternative-Medicine.html>>. Acceso: 07 enero, 2014

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal**. Viçosa/MG - Brasil: Editora UFV, 2006.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática. 3. ed.** Viçosa/MG - Brasil: Editora UFV, 2004. 416 p.

ASAE STANDARDS. **Standards Engineering Practices Data: Moisture measurement forages**, Michigan - USA: American Society of Agricultural Engineers, 2000, 569 p.

ÁVALOS, G. A. Metabolismo secundario de plantas Departamento de Biología Vegetal I (Fisiología Vegetal). Facultad de Biología. Universidad Complutense. Madrid: Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal. 2 (3): 119-145, 2009 ISSN: 1989-3620.

BASILE, A. C.; ERIÉ, J. A. A.; OSHIRO, T.; CALY, K. D. V.; PANIZZA, S. Topical anti-inflammatory activity and toxicity of *Cordia verbenacea*. **Fitoterapia**, Milan, v. 60, n. 3, p. 260-263, 1989.

BARBOSA, F. F. **Avaliação do tempo de residência no campo e da temperatura do ar de secagem sobre o teor e sobre a composição química do óleo essencial de ervacidreira- brasileira (*Lippia alba* (Mill) N. E. Brown)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BARBOSA, F.F.; BARBOSA, L.C.A.; MELO, E.C.; BOTHELO, F.M.; SANTOS, R.H.S. Influencia da temperatura do ar de secagem sobre o teor e a composição química do óleo essencial de *Lippia Alba* (Mill) N.E. Brown. **Química Nova**, Viçosa – MG, v. 29, n. 6, p. 1221-1225, 2006.

BARITAU, O.; RICHARD, H.; TOUCHE, J.; DERBESY, M.. Effects of drying and storage of herbs and spices on the essential oil. Part I. Basil, *Ocimum basilum* L. **Flavour and Fragrance Journal**, v.7, p.267-271, 1992.

BENEDETTI, E.P. Avaliação da Atividade Antitumoral do Extrato Bruto e Supercrítico de *Cordia verbenacea*, 2011. 88 f. Tese (mestre em Bioquímica), Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-graduação em Bioquímica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

BRAGA, S. O uso sustentável da biodiversidade amazônica. In: VELLOSO, J.P.R.; ALBUQUERQUE, R.C. **Amazônia vazia de soluções?: Desenvolvimento moderno baseado na biodiversidade**. Rio de Janeiro: José Olympio, 2002.

BRANDÃO D.C., BRANDÃO G. C., KORUKIAN M., GARCIA R. J., BONFIGLIOLI R., NERY C. A. S., GAMBA R. Avaliação clínica de eficácia e segurança do uso de extrato padronizado da *Cordia verbenacea* em pacientes portadores de tendinite e dor miofascial. **RBM. Rev. Bras. Med**, v.62, No. 2. Fevereiro, 2005.

BRANDÃO D. C., BRANDÃO G. C., FARIA P. A., JESUS-GARCIA R. Estudo fase III, duplo-cego, aleatório, comparativo para avaliar a eficácia e tolerabilidade da *Cordia verbenacea* e do diclofenaco dietilamônio em pacientes portadores de contusões, entorses, trauma e lesões musculares, com início inferior à 24hs. **Rev.Bras.Med**, v.63. No. 8. Agosto, 2006.

BRASIL, 2006. Portaria nº 971 de 3 de maio de 2006. Aprovada a política nacional de práticas integrativas e complementares no sistema único de saúde. **Diário oficial da União**, Brasília, 4 de maio de 2006a.

BRASIL, 2006. Decreto nº 5813 de 22 de junho de 2006. Aprovada a política nacional de práticas integrativas e complementares no sistema único de saúde. **Diário oficial da União**, Brasília, 23 de junho de 2006b.

BROOKER, D.B.; BAKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. Oilseeds-Drying in: **Drying and storage of grains and oil seeds**. New York: AVI Book Pub., 1992. Cap. 3, 450p.

BUGGLE, V.; MING, L.C.; FURTADO, E.L.; ROCHA, S.F.R; MARQUES, M.O.M.; Influence of different drying temperatures on the amount of essential oils and citral content in *Cymbopogon citrates* (DC) Stapf. Poaceae. **Acta Horticulture**, n.500, p, 71-74, 1999.

CARVALHO JR., P. M.; RODRIGUES, R. F. O.; SAWAYA, A. C. H. F.; MARQUES, M. O. M.; SHIMIZU, M. T. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential

oil of *Cordia verbenacea* DC. **Journal of Ethnopharmacology**, Shannon, v. 95, p. 297-301, 2004.

CORRÊA C.C.; ALVES A. Estrutura, Evolução e Dinâmica dos Sistemas Agroalimentares e Cadeias Agroindustriais. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Rio Branco – Acre, 20 a 23 de julho de 2008.

CROTEAU, R.; KUTCHAN, T. M.; LEWIS, N. G. Natural products (secondary metabolites). In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. cap. 24, p. 1250-1315.

FARIAS, M.R. Avaliação da qualidade de matérias-primas vegetais. In: SIMÕES C. M. O. et al. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5 ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora de UFSC, 2003. 1104 p.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, Ribeirão Preto – SP, Brasil, v.30, n.2, p.374-381, 2007.

GOMES, P.A. **ÓLEO ESSENCIAL DA ERVA-BALEEIRA (*Cordia verbenacea* L.) de ÁREAS NATIVAS**. 2010. 60f. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE. DELIBERAÇÃO CIB-SUS/MG Nº 1.490, DE 19 DE JUNHO DE 2013. **Net**, Belo Horizonte, 10 de julho de 2013. Sección institucional. Disponible en:<<http://www.saude.mg.gov.br/sobre/institucional/deliberacao-cib-susmg?start=240>>. Acceso en: 12 de febrero de 2104.

HANSEN, R.C.; KEENER, H.M.; ELOHLY, H.N.; Thin layer drying of cultivated taxus clippings. **Transactions of the ASAE**, v.36, n.5, p.1387-1391, 1993.

KELSEY, R.G.; REYNOLDS, G.W. & RODRIGUEZ, E. The chemistry of biologically active constituents secreted and stored in plant glandular trichomes. In: Rodriguez, E.; Healey, P., L. & Meth, I. **Biology and Chemistry of Plant Trichomes**. New York and London: Plenum Press, 1984. p.187-241.

LANÇAS, F.M. **Cromatografia em fase gasosa**, São Carlos: Editora Acta, 1993, 254 p.

LEMOS, D.H. **Influencia da temperatura do ar de secagem no teor e na composição química do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel**. 2008. 55f. tesis (Maestría en Ingeniería Agrícola) – Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad Federal de Viçosa, Viçosa - MG.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas. 3 ed.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 512 p.

LOW, T.; RODD, T.; BERESFORD, R. Segredos e virtudes das plantas medicinais. Rio de Janeiro: Editora Reader's Digest, 1999. 416p.

MARTINS, P.M. **Influência da temperatura e da velocidade do ar de secagem no teor e da composição química do óleo essencial de capim- limão (*Cymbopogon citratus* (D.C) STAPF).** Viçosa, MG. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Viçosa, 2000.

MARTINAZZO, A. P. **Secagem, armazenamento e qualidade de folhas de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf. 2006. 156 f.** Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola)- Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MARTINAZZO, A.P.; MELO, E.C.; DEMUNER, A.J.; AMORIM BERBERT, P. **Avaliação do óleo essencial folhas de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf após o processo de secagem,** Santiago de Chile – Chile, n. 12, p. 523-536, mar. 2013

MELO, E. C.; LOPES, D. C.; CORRÊA, P. C. GRAPSI – Programa Computacional para o cálculo das propriedades psicrométricas do ar. **Engenharia na Agricultura**, v.12, p.154-162, 2004.

MELO, E.C.; RADÜNZ, L.L.; MELO, R.C.A. Influência do processo de secagem na qualidade de plantas medicinais. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.12, n.4, p.307-315, 2004.

MELO, J.I.M.; ANDRADE, W.M. Boraginaceae s.l. A. Juss. em uma área de Caatinga da ESEC Raso da Catarina, BA, Brasil. **Acta bot. Bras**, São Paulo, SP, v.21, n.2, p. 369-378, 2007.

MORAIS, L.A.S. Influência dos Fatores Abióticos na Composição Química dos Óleos Essenciais. **Hortic. bras.**, Jaguariúna-SP, v. 27, n. 2, 2009.

MÜLER, J.; MÜHLBAUER, W. Effects of drying on the essential oil of *Chamomile recutita*. In: International Joint Symposium of: Biology and Chemistry of Active Natural Substances. 1990, Bonn. **Anais**. Bonn, 1990. P.155.

OLIVEIRA JÚNIOR, E.M. et al. Estudo piloto de avaliação da influência do ultrassom na estabilidade do alfa-humuleno e trans-cariofileno presentes no fitomedicamento antiinflamatório, creme de *Cordia verbenacea* 5 mg/g. **Med Reabil**, v.25, n.2, p.50-54, 2006.

PASSOS, G. F.; FERNANDES, E. S.; DA CUNHA, F. M. F.; FERREIRA, J.; PIANOWSKI, L. F.; CAMPOSAS, M. M.; CALIXTO, C. J. B. Anti-inflammatory and anti-allergic properties of the essential oil and active compounds from *Cordia verbenacea*. **Journal of Ethnopharmacology**, Shannon, v. 110, p. 323-333, 2007.

Plantas medicinais têm potencial inexplorado no Brasil. **Terra Economia**. Online, 31 de Maio 2013. Disponível em: <<http://economia.terra.com.br/brasil-rural/plantas-medicinais-tem-potencial-inexplorado-no-brasil.html>>. Acesso: 22 de Julio 2013.

RAMOS, C. *Cordia verbenacea*: planta contra a inflamação, **Phytomédica** – revista de phytomédica aché, São Paulo, n. 1, p. 1-2, 2005.

RADÜNZ, L.L.; MELO, E.C.; MACHADO, M.C.; SANTOS, R.R, SANTOS, R. SECAGEM EM CAMADA DELGADA DE FOLHAS DE *Lippia sidoides* Cham. In: XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA, 31 de julho a 03 de agosto de 2001, Foz do Iguaçu, Paraná.

RANDÜZ, L.L.; MELO, E.C.; BARBOSA, L.C.A.; SANTOS, R.H.S.; BARBOSA, F.B.; MARTINAZZO, A.P.; Influência da temperatura do ar de secagem no rendimento do óleo essencial de hortelã-comum (*Menta X Villosa* Huds). **Revista Engenharia na Agricultura**, v.14, n.4, p.250-257, 2006.

RANDÜNZ, L. L.; MELO, E. C.; ROCHA, P. P.; BERBERT, P. A.; GRACIA, L. M. N. Study of essential oil from guaco leaves submitted to different drying air temperature. **Engenharia na Agricultura**, v.18, n.3, p.241-247, 2010.

R Core Team 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena. Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

REIS, M. S.; MARIOT, A.; STEENBOCK, W. Diversidade e domesticação de plantas medicinais. In: SIMÕES, C.M.O *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5.ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora UFRGS/ Editora UFSC, p. 43-74, 2003.

RIBEIRO JR, J.I. **Análise Estatística no SAEG**. Viçosa-MG: Editorial UFV, 2001. 301 p.

RIBEIRO, K. S.; GUIMARÃES, A. L. A. O uso de medicamentos à base de plantas medicinais por médicos do SUS no município de Teresópolis/RJ. **Revista Agroambiental**, Pouso Alegre, Edição Especial n. 1, p. 61-65, 2013.

ROCHA, S.F.R.; MING, L.C.; MARQUES, M.O.M. Influência de cinco temperaturas de secagem no rendimento e composição do óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.3, n.1, p.73-78, 2000.

ROCHA, R.P. **AValiação do teor e da composição do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* e *Thymus vulgaris* submetidos a processos de secagem e armazenamento**. 2011. 167f. teses (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa – MG.

SAEG Sistema para Análises Estatísticas, versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SANTOS, R.I. Metabolismo básico de origem dos metabólitos secundários. In: SIMÕES, C. M. O., SCHENKEL, E. P., GOSMANN, G., MELLO, J.C.P., MENTZ, L.A., PETROVICK, P. R. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. Porto Alegre, Florianópolis: Ed. Universidade UFRGS, Ed. UFSC, 1999. 821p.

SCHEFFER, M.C. Roteiro para estudo de aspectos agronômicos das plantas medicinais selecionadas pela fitoterapia do SUS-PR/ CEMEPAR. SOB INFORMA, v. x, n. 2, v. XI, n. 1. Curitiba, p. 29 – 31, 1992.

SÉRTIE, J.A.A.; BASILE, A.C.; PANIZZA, S.; MATIDA, A.K.; ZELNIK, R. Pharmacological assay of *Cordia verbenacea*; Part 1. Anti-inflammatory activity and toxicity of the crude extract and the leaves. **Planta Médica**, v. 1, p. 7-10, 1988.

SERTIE, J.A., WOISKY, R.G., WIEZEL, G., Rodrigues, M. Pharmacological assay of *Cordia verbenacea*. PartV. Oral and topical anti-inflammatory activity, analgesic effect and fetus toxicity of a crude leaf extract. **Phytomedicine**, v. 12, p. 338–344, 2005.

SHILPA, K.V.K.; LAKSHMI, B.S. An alternate method of natural drug production: Eliciting secondary metabolite production using plant cell culture. **J Plant Sci**, v. 5, p. 222-247, 2010.

SIMÕES, C.M.O., SCHENKEL, E.P., GOSMANN, G., MELLO, J.C.P., MENTZ, L.A.A., PETROVICK, P.R.. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5 ed. Florianópolis/Porto Alegre: Editora UFRGS/ Editora UFSC, 2000.

SILVA, F.P.T.; LIBERAL, E.M.; PESSOA, F.L.P. Uso do fluido supercrítico na extração de produtos naturais. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos (SBCTA)**, v. 31, n. 1, p. 48–61, 1997.

SILVA, F. da; CASALI, V. W. D **Plantas Medicinais e Aromáticas: Pós - Colheita de Óleos Essenciais**. Viçosa-MG: UFV, DFT, 2000.135 p.

SILVA, J.S.; AFONSO, L.A.D.; DONZELLES, L.S.M.; MARTINS NOGUEIRA R. SECAGEM E SECADORES. In: SILVA, J.S. **SECAGEM E ARMAZENAGEM DE PRODUTOS AGRICOLAS**. Viçosa-MG: Editorial Aprenda Fácil, 2008. Cap. 5, p. 109-110.

SILVA, M.B.; MORANDI, M.A.B.; PAULA JR, T.J.; VENZON, M.; FONSECA, M.C.M. Extratos de plantas e seus derivados no controle de doenças e pragas. In: VENZO, M.; PAULA JR, T.J.; PALLINI, A. **Controle Alternativo de Pragas e Doenças na Agricultura Orgânica**. Viçosa, MG. UR.EPAMIG – ZM. 2010. P. 232.

SOUZA, G. C.; HAAS, A. P. S.; VON POSER, G. L.; SCHAPOVAL, E. E. S.; ELISABETSKY, E. Ethnopharmacological studies of antimicrobial remedies in the south of Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, Shannon, v. 94, p. 135-143, 2004.

SOUZA, M.F., MANGANOTTI, S.A., SOUZA P.N.S, MEIRA, M.R., MATOS, C.C., MARTINS, E.R. Influência do horário de coleta, orientação geográfica e dossel na produção de óleo essencial de *Cordia verbenacea* DC. **Revista Biotemas**, Florianópolis – SC, v.24, n. 1, p. 9, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology. 4. ed.** Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates Inc., 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; trad. SANTAREM *et al.* **Fisiologia Vegetal. 4ª ed.** Porto Alegre: Artmed, 2009.

VENTRELLA, M.C.; MARINHO, C.R.; Morphology and histochemistry of glandular trichomes of *Cordia verbenacea* DC. (Boraginaceae) leaves. **Revista Brasil. Bot.**, v. 31, n. 3, p. 457-467, jul-set. 2008.

VENSKUTONIS R, POLL L & LARSEN M. Influence of Drying and Irradiation on the Composition of Volatile Compounds of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). **Flavour and Fragrance Journal**, 11:123-128. 1996.

7. ANEXOS

1- Contenido de aceite esencial de *Cordia verbenacea* obtenido de hojas frescas.

R1	
Muestra	102,18
Contenido de humedad (73%)	74,59
Peso de muestra descontando humedad	27,59
ACEITE OBTENIDO	
Peso frasco de vidrio + aceite	5,0406
Peso frasco de vidrio	4,8337
Total aceite obtenido	0,2069
RENDIMIENTO OBSERVADO	
Rendimiento obtenido (%) BASE SECA	0,75
Rendimiento obtenido (%) BASE HUMEDA	0,20
RENDIMIENTO OBSERVADO PROMEDIO (%) EN BASE SECA	0,83

R2	
Muestra	101,09
Contenido de humedad (73%)	73,80
Peso de muestra descontando humedad	27,29
ACEITE OBTENIDO	
Peso frasco de vidrio + aceite	5,0493
Peso frasco de vidrio	4,8090
Total aceite obtenido	0,2403
RENDIMIENTO OBSERVADO	
Rendimiento obtenido (%) BASE SECA	0,88
Rendimiento obtenido (%) BASE HUMEDA	0,24

R3	
Muestra	100,19
Contenido de humedad (73%)	73,14
Peso de muestra descontando humedad	27,05
ACEITE OBTENIDO	
Peso frasco de vidrio + aceite	5,0754
Peso frasco de vidrio	4,8464
Total aceite obtenido	0,2290
RENDIMIENTO OBSERVADO	
Rendimiento obtenido (%) BASE SECA	0,85
Rendimiento obtenido (%) BASE HUMEDA	0,23

2- Contenido de aceite esencial de *Cordia verbenacea* obtenido de hojas secadas a 40 °C.

R1	
Muestra	30,7229
Contenido de humedad (10%)	3,0723
Peso de muestra descontando humedad	27,6506
ACEITE OBTENIDO	
Total aceite obtenido	0,2064
Rendimiento obtenido (%) BASE HUMEDA	0,67
Rendimiento obtenido (%) BASE SECA	0,75
RENDIMIENTO PROMEDIO 40 °C (%) BASE HUMEDA	0,68
RENDIMIENTO PROMEDIO 40 °C (%) BASE SECA	0,75

R2	
Muestra	29,9135
Contenido de humedad (10%)	2,9914
Peso de muestra descontando humedad	26,9222
ACEITE OBTENIDO	
Total aceite obtenido	0,2012
Rendimiento obtenido (%) BASE HUMEDA	0,67
Rendimiento obtenido (%) BASE SECA	0,75

R3	
Muestra	29,6899
Contenido de humedad (10%)	2,9690
Peso de muestra descontando humedad	26,7209
ACEITE OBTENIDO	
Total aceite obtenido	0,2034
Rendimiento obtenido (%) BASE HUMEDA	0,69
Rendimiento obtenido (%) BASE SECA	0,76

3- Contenido de aceite esencial de *Cordia verbenacea* obtenido de hojas secadas a 50 °C.

R1	
Muestra	30,1314
Contenido de humedad (10%)	3,0131
Peso de muestra descontando humedad	27,1183
ACEITE OBTENIDO	
Total aceite obtenido	0,1761
Rendimiento obtenido (%) BASE HUMEDA	0,58
Rendimiento obtenido (%) BASE SECA	0,65
RENDIMIENTO PROMEDIO 50 °C (%) BASE HUMEDA	0,58
RENDIMIENTO PROMEDIO 50 °C (%) BASE SECA	0,64

R2	
Muestra	30,125
Contenido de humedad (10%)	3,0125
Peso de muestra descontando humedad	27,1125
ACEITE OBTENIDO	
Total aceite obtenido	0,1707
Rendimiento obtenido (%) BASE HUMEDA	0,57
Rendimiento obtenido (%) BASE SECA	0,63

R3	
Muestra	29,9486
Contenido de humedad (10%)	2,9949
Peso de muestra descontando humedad	26,9537
ACEITE OBTENIDO	
Total aceite obtenido	0,1745
Rendimiento obtenido (%) BASE HUMEDA	0,58
Rendimiento obtenido (%) BASE SECA	0,65

4- Contenido de aceite esencial de *Cordia verbenacea* obtenido de hojas secadas a 60 °C.

R1	
Muestra	30,1794
Contenido de humedad (10%)	3,0179
Peso de muestra descontando humedad	27,1615
ACEITE OBTENIDO	
Total aceite obtenido	0,1746
Rendimiento obtenido (%) BASE HUMEDA	0,58
Rendimiento obtenido (%) BASE SECA	0,64
RENDIMIENTO PROMEDIO 60 °C (%) BASE HUMEDA	0,62
RENDIMIENTO PROMEDIO 60 °C (%) BASE SECA	0,69

R2	
Muestra	29,4331
Contenido de humedad (10%)	2,9433
Peso de muestra descontando humedad	26,4898
ACEITE OBTENIDO	
Total aceite obtenido	0,1893
Rendimiento obtenido (%) BASE HUMEDA	0,64
Rendimiento obtenido (%) BASE SECA	0,71

R3	
Muestra	29,8427
Contenido de humedad (10%)	2,9843
Peso de muestra descontando humedad	26,8584
ACEITE OBTENIDO	
Total aceite obtenido	0,1883
Rendimiento obtenido (%) BASE HUMEDA	0,63
Rendimiento obtenido (%) BASE SECA	0,70

5- Contenido de aceite esencial de *Cordia verbenacea* obtenido de hojas secadas a 70 °C.

R1	
Muestra	30,2334
Contenido de humedad (10%)	3,0233
Peso de muestra descontando humedad	27,2101
ACEITE OBTENIDO	
Total aceite obtenido	0,1728
Rendimiento obtenido (%) BASE HUMEDA	0,57
Rendimiento obtenido (%) BASE SECA	0,64
RENDIMIENTO PROMEDIO 60 °C (%) BASE HUMEDA	0,57
RENDIMIENTO PROMEDIO 60 °C (%) BASE SECA	0,63

R2	
Muestra	30,1609
Contenido de humedad (10%)	3,0161
Peso de muestra descontando humedad	27,1448
ACEITE OBTENIDO	
Total aceite obtenido	0,1705
Rendimiento obtenido (%) BASE HUMEDA	0,57
Rendimiento obtenido (%) BASE SECA	0,63

R3	
Muestra	30,0286
Contenido de humedad (10%)	3,0029
Peso de muestra descontando humedad	27,0257
ACEITE OBTENIDO	
Total aceite obtenido	0,1703
Rendimiento obtenido (%) BASE HUMEDA	0,57
Rendimiento obtenido (%) BASE SECA	0,63

6- Cromatografías obtenidas del análisis de aceite esencial de *Cordia verbenacea* de hojas frescas.

Pico	TR	IA Calculado	IA Tabelaado	Identificação	TR	R1	R2	R3	Concentración Media (%)	Desv. Pad.
						Conc. (%)	Conc. (%)	Conc. (%)		
1	9,023	932	932	alpha.-Pinene	9,042	50,8462	25,4983	28,7517	38,17	13,79
2	10,711	970	969	Sabinene	10,855	1,3991	0,9452	0,6649	1,17	0,37
5	13,385	1028	1026	1,8-Cineole	13,613	2,1114	2,1375	2,0852	2,12	0,03
6	25,791	1286	1287	Bornyl acetate	26,317	0,3372	0,4180	0,2564	0,38	0,08
7	28,733	1350	1346	alpha.-Terpinyl acetate	30,500	0,3041	0,2960	0,3122	0,30	0,01
8	30,587	1392	1389	beta.-Elemene	30,465	0,7596	0,7622	0,6053	0,76	0,09
9	31,263	1407		NI	32,045	2,3514	2,2639	2,1549		
12	31,922	1422	1416	alpha.-Santalene	32,346	14,3460	28,4603	12,9952	21,40	8,57
14	33,239	1453	1452	alpha.-Humulene	33,233	0,3172	0,3260	0,3084	0,32	0,01
15	33,432	1458	1454	beta.-Farnesene	33,506	0,4662	0,4363	0,4960	0,45	0,03
16	33,556	1461	1457	beta.-Santalene	33,800	2,7259	2,4447	2,5409	2,59	0,14
18	34,591	1485		NI	34,151	4,2467	4,5292	3,7617		
19	35,442	1505	1498	alpha.-Selinene			0,6370		0,64	
20	35,650	1510	1505	.beta. bisabolene	35,667	1,9976	1,136	1,7321	1,57	0,44
21	35,909	1517		NI	35,679	1,2589	0,3322	1,3429		
22	36,237	1525	1521	beta.-Sesquiphellandrene	36,509	0,8817	2,6817	1,5297	1,78	0,91
23	36,569	1533		NI	36,392	4,2684	4,7569	3,8232		
24	37,482	1556	1561	Nerolidol	37,276	1,3118	1,4870	1,1366	1,40	0,18
25	38,631	1584	1582	Caryophyllene oxide						
30	42,785	1691	1690	Bergamotol, Z-.alpha.-trans	43,428	0,6552	0,7368	0,5735	0,70	0,08
31		1701		NI	43,785	0,8520	0,8799	0,8024		
32		1724		NI	44,529	0,5772	0,6063	0,5295		
33		1772		NI	46,445	0,4507	0,8008	0,3826		
Concentración media total obtenida (%)									86,37	

7- Cromatografías obtenidas del análisis de aceite esencial de *Cordia verbenacea* de hojas secadas a 40 °C.

Pico	IA Calculado	IA Tabelaado	Identificação	TR	R1 Conc. (%)	R2 Conc. (%)	R3 Conc. (%)	Concentración Media (%)	Desv. Pad.
1	924		NI						
2	931	932	alpha.-Pinene	9,167	29,6423	36,0921	31,4047	32,38	3,33
3	970	969	Sabinene	10,913	1,8179	2,6237	1,2949	1,91	0,67
5	991	988	beta.-Myrcene	11,941	0,3986	0,5108	0,3436	0,42	0,09
7	1028	1026	1,8-Cineole	13,611	1,854	1,864	1,8637	1,86	0,01
8	1285	1287	Bornyl acetate	26,339	0,3087	0,4366	0,3918	0,38	0,06
9	1336	1335	delta.-Elemene	29,699	0,1831	0,2165	0,2223	0,21	0,02
10	1355	1350	Citronellyl acetate	29,967	0,2647	0,0936	0,3472	0,24	0,13
11	1374	1374	.alpha.-Copaene	30,496	0,4588	0,3967	0,7476	0,53	0,19
12	1388		NI	30,867	0,0845	0,1052	0,1609		
13	1391	1389	.beta.-Elemene	31,280	0,8793	0,6555	1,1615	0,90	0,25
14	1406	1411	alpha.-Bergamotene	32,076	1,9311	1,8054	1,7060	1,81	0,11
16	1420	1423	alpha.-Santalene	32,507	24,950	20,1042	22,7338	22,60	2,43
18	1443	1440	(Z)-.beta.-Farnesene	32,972	0,8313	2,5118	1,3543	1,57	0,86
19	1453	1452	alpha.-Humulene	33,267	0,1956	0,1019	0,1576	0,15	0,05
21	1460	1458	allo-Aromadendrene	33,562	0,3267	0,1425	0,2579	0,24	0,09
22	1480		NI	33,883	2,8423	3,2252	3,2042		
23	1484		NI	34,180	4,7504	6,3845	6,9026		
24	1496	1498	alpha.-Selinene	35,058	1,3246	1,0782	2,2215	1,54	0,60
25	1504	1508	germacrene A	35,303	0,7700	0,4139	0,7883	0,66	0,21
26	1509	1505	beta. bisabolene	35,744	2,8966	5,1247	3,4193	3,81	1,17
27	1516		NI	36,080	1,7499	1,3262	2,6310		
28	1520		NI	36,573	3,9494	-----	-----		
29	1524	1522	delta.-Cadinene		-----	1,0809	2,8004	1,08	
30	1532		NI	36,934	1,1424	0,6353	1,7349		
31	1555	1561	Nerolidol	37,305	1,0007	0,3812	0,7154	0,70	0,31
33	1583	1582	(-)-Caryophyllene oxide	38,667	0,1998	-----	-----	0,20	
31	1591		NI	39,174	1,2938	1,3120	1,2090		
32	1665		NI	39,648	0,9891	1,9800	0,6587		

Continuación - Cromatografías obtenidas del análisis de aceite esencial de <i>Cordia verbenacea</i> de hojas secadas a 40 °C									
33	1674		NI	40,433	0,2729	0,2705	0,2622		
34	1682		NI	41,108	0,3728	0,1840	0,3472		
35	1771		NI	41,786	0,4692	0,2457	0,2498		
36	1782		NI	42,121	0,2778	0,2597	0,2093		
				TOTAL	88,428	91,5625	91,5016		
					Concentración media total obtenida (%)			90,49	

8- Cromatografías obtenidas del análisis de aceite esencial de *Cordia verbenacea* de hojas secadas a 50 °C.

Pico	IA Calculado	IA Tabelaado	Identificação	TR	R1	R2	R3	Concentración Media (%)	Desv. Pad.
					Conc. (%)	Conc. (%)	Conc. (%)		
2	931	932	alpha.-Pinene	9,136	33,2026	31,8492	25,1220	30,06	4,33
3	970		NI	9,608	0,1545	0,1474	-----		
4	972	974	beta.-Pinene	10,891	2,0206	2,1015	0,6227	1,58	0,83
5	991	988	beta.-Myrcene	11,898	0,4505	0,4249	0,2200	0,37	0,13
6	1026		NI	12,349	0,0570	0,0503	-----		
7	1028	1028	1,8-Cineole	13,611	2,4393	2,4344	1,3333	2,07	0,64
8	1285	1084	Bornyl acetate	26,305	0,4125	0,4336	0,2490	0,37	0,10
9	1336		NI	28,770	0,1693	0,1460	-----		
10	1355		NI	29,320	0,1538	0,1002	-----		
11	1374	1374	alpha.-Copaene	29,668	0,2327	0,1005	0,1645	0,17	0,07
12	1389		NI	30,247	0,0938	-----	0,0469		
13	1391	1391	beta.-Elemene	31,149	0,8849	0,7393	0,7769	0,80	0,08
14	1416		NI	32,028	1,7082	1,9198	2,7213		
15	1420	1416	alpha.-Santalene	32,469	16,353	18,519	16,525	17,13	1,20
16	1431	1431	beta.-Gurjunene	32,924	1,5396	1,6086	0,2188	1,12	0,78
17	1453	1452	alpha.-Humulene	33,213	0,1323	0,1359	0,2694	0,18	0,08
18	1457	1454	beta.-Farnesene	33,528	0,2287	0,2018	0,4687	0,30	0,15
19	1460	1458	allo-Aromadendrene	33,844	3,0168	3,4950	1,8817	2,80	0,83
20	1480		NI	34,153	5,2662	5,1102	-----		

Continuación Cromatografías obtenidas del análisis de aceite esencial de <i>Cordia verbenacea</i> de hojas secadas 50 °C.									
21	1484		NI	34,683	0,0833	-----	5,0416		
22	1496	1498	alpha.-Selinene	35,019	1,3719	1,1330	1,0377	1,18	0,17
23	1504	1508	germacrene A	35,263	0,5961	0,5385	1,0936	0,74	0,31
24	1509	1505	beta.-Bisabolene	35,712	3,5648	4,5591	1,6111	3,25	1,50
25	1524	1522	delta.-Cadinene	36,040	1,6421	1,4845	1,4156	1,51	0,12
26	1532		NI	36,360	1,7372	1,6245	1,6753		
27	1579		NI	36,521	0,7110	0,5941	0,2942		
28	1583		NI	36,708	0,5692	0,4360	0,7072		
29	1591		NI	36,888	1,3553	0,8599	0,1658		
30	1674		NI	37,260	0,6590	0,6062	0,6972		
31	1682		NI	37,750	0,1027	0,0984	0,1397		
				TOTAL	80,9097	81,4522	64,4994		
					Concentración media total obtenida (%)			80,81	

9- Cromatografías obtenidas del análisis de aceite esencial de *Cordia verbenacea* de hojas secadas a 60 °C.

				R1	R2	R3	Concentración Media (%)	Desv. Pad.
Pico	IA Calculado	IA Tabeado	Identificação	Conc. (%)	Conc. (%)	Conc. (%)		
1	932	932	alpha.-Pinene	28,2456	30,0612	33,0986	30,67	3,43
2	970	969	Sabinene	1,2634	1,8314	2,5205	1,87	0,63
3	1026		NI	0,2788	0,3618	0,4498		
4	1028	1028	1,8-Cineole	2,2439	2,4238	2,6193	2,43	0,19
5	1286	1284	Bornyl acetate	0,4124	0,3778	0,3635	0,38	0,03
6	1355	1350	Citronellyl acetate	0,4749	0,4952	0,7817	0,58	0,17
7	1374	1374	alpha.-Copaene	0,1342	0,1090	0,1179	0,12	0,01
8	1391	1389	beta.-Elemene	0,8961	0,8892	0,4014	0,73	0,28
19	1407	1411	alpha.-Bergamotene	1,6968	1,645	1,556	1,63	0,07
10	1421	1416	alpha.-Santalene	26,3208	23,2033	16,0786	21,87	5,25
11	1444	1440	trans-.beta.-Farnesene	1,4267	1,1040	2,0742	1,43	
12	1453	1452	alpha.-Humulene	0,1703	0,1455	0,1013	0,14	0,03
13	1457	1454	beta.-Farnesene	0,2655	0,2732	0,1868	0,24	0,05

14	1432		NI	6,5382	5,3047	6,1020			
15	1481	1484	Germacrene D	1,4945	1,5067	1,5594	1,52	0,03	
16	1485		NI	0,6918	0,6855	0,4670			
17	1497	1498	alpha.-Selinene	2,5302	2,6979	3,6488	2,96	0,60	
18	1505	1508	germacrene A	2,0128	1,9150	1,4136	1,78	0,32	
19	1510	1505	beta. bisabolene	3,2739	1,9341	1,3164	2,17	1,00	
20	1516		NI	0,8199	0,8484	0,6991			
21	1520		NI	0,7303	0,8401	0,5153			
22	1524		NI	0,4456	1,3875	1,9747			
23	1533		NI	0,1640	0,7693	0,5097			
24	1555		NI	1,4775	0,1093	0,0814			
25	1584		NI	0,9995	0,4953	0,3316			
26	1592		NI	0,1391	0,1196	0,1035			
27	1674		NI	0,4466	0,6190	0,8968			
28	1683		NI	0,3222	0,6286	0,6903			
29	1772		NI	0,3406	0,9015	0,6181			
30	1783		NI	3,0316	0,1062	0,1648			
			TOTAL	89,2877	83,7891	81,4421			
				Concentración media total obtenida (%)			84,84		

10- Cromatografías obtenidas del análisis de aceite esencial de *Cordia verbenacea* de hojas secadas a 70 °C.

Pico	IA Calculado	IA Tabelaado	Identificação	TR	R1 Conc. (%)	R2 Conc. (%)	R3 Conc. (%)	Concentración Media (%)	Desv. Pad.
2	931	932	alpha.-Pinene	9,119	30,4517	30,2047	29,1186	29,93	0,71
3	970		NI	9,633	0,1503	-----	-----		
4	972	974	BETA.-PINENE	10,901	2,1221	1,3543	1,1220	1,53	0,52
5	1026		NI	11,910	0,3605	-----	0,2099		
6	1028	1026	1,8-Cineole	13,618	2,3130	1,9905	1,9297	2,08	0,21
7	1283	1284	Bornyl acetate	26,314	0,3609	0,3440	0,3434	0,35	0,01
8	1336		NI	29,683	0,1702	0,1931	0,1305		
9	1374	1374	alpha.-Copaene	30,474	0,6935	0,3746	0,4448	0,57	0,18

10	1389		NI	30,867	0,1046	0,0861	0,0947		
11	1391	1389	beta.-Elemene	31,153	0,9252	0,8173	0,9880	0,91	0,09
12	1407	1410	Cedrene α->	32,025	1,7814	1,5701	1,4962	1,62	0,15
13	1420	1416	alpha.-Santalene	32,605	22,8304	25,0588	25,2288	24,37	1,34
14	1431	1430	.beta.-copaene	32,934	1,5991	0,9616	0,5250	1,03	0,54
15	1453	1452	alpha.-Humulene	33,233	0,1481	0,1730	0,1714	0,16	0,01
16	1457	1454	.beta.-Farnesene	33,533	0,2971	0,2815	0,3046	0,29	0,01
17	1461		NI	33,846	2,7670	3,3199	2,7677		
18	1481	1484	Germacrene D	35,029	1,6005	1,4015	1,5282	1,51	0,10
19	1485		NI	35,275	0,7386	0,7792	0,7510		
20	1497	1498	alpha.-Selinene	35,716	3,4910	2,2211	2,1028	2,60	0,77
21	1505	1508	Germacrene A	36,048	1,8742	1,7228	2,1173	1,90	0,20
22	1510	1505	beta.-Bisabolene	36,400	2,6066	3,5812	2,8830	3,02	0,50
23	1524	1522	delta.-Cadinene	36,899	2,5319	1,0148	2,1409	1,77	1,07
24	1533		NI	37,761	0,1483	0,1913	0,1894		
25	1555	1559	Germacrene B	38,157	0,4892	0,5344	0,5954	0,54	0,05
26	1579		NI	38,633	0,1314	0,1459	-----		
27	1584	1582	Caryophyllene oxide	39,145	1,3402	1,1946	1,0964	1,21	0,12
28	1592		NI	39,619	0,8648	1,1310	1,1136		
29	1632		NI	41,084	0,5006	0,3469	0,6206		
30	1649	1644	Torreyol	41,755	0,5268	0,4971	0,4936	0,50	0,00
31	1665		NI	42,089	0,2220	0,3181	0,3930		
32	1674		NI	42,467	0,5811	0,7630	4,3831		
33	1682		NI	42,722	2,3422	3,0968	5,0114		
34	1772		NI	43,026	3,3828	4,7947	0,5758		
35	1782		NI	43,434	0,3894	0,6728	0,6468		
				TOTAL	90,3099	91,1367	91,5176		
					Concentración media total obtenida (%)			90,98	

11- Resultados obtenidos del programa de estadística ESAEG.

Análise de Variância

RENDIMENTO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
TRATAMENTOS	4	0.6236944E-02	0.1559236E-02	20.929	.00008
Resíduo	10	0.7450200E-03	0.7450200E-04		
Coeficiente de Variação =		4.504			

DUNNETT

Variável = **RENDIMENTO** (0.7450200E-04)

TRAT	Dados	Médias	Diferenças	DMS	5%
1	3	0.2254	0.0000	0.02	A
40	3	0.2037	-0.0217	0.02	B
50	3	0.1738	-0.0516	0.02	B
60	3	0.1841	-0.0413	0.02	B
70	3	0.1712	-0.0542	0.02	B

D(0.05, 10)= 2.470 DMS = 0.0174

α -PINENE

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
TRATAMENTOS	4	56.54169	14.13542	0.312	*****
Resíduo	10	453.1400	45.31400		
Coeficiente de Variação =		21.321			

1,8-CINEOLE

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
TRATAMENTOS	4	0.5040971	0.1260243	1.301	0.33377
Resíduo	10	0.9687401	0.9687401E-01		
Coeficiente de Variação =		14.759			

BORNYL ACETATE

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
TRATAMENTOS	4	0.4585323E-02	0.1146331E-02	0.264	*****
Resíduo	10	0.4336609E-01	0.4336609E-02		
Coeficiente de Variação =		18.129			

β -ELEMENE

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
TRATAMENTOS	4	0.1043269	0.2608172E-01	0.786	*****
Resíduo	10	0.3319728	0.3319728E-01		
Coeficiente de Variação = 22.509					

 α -SANTALENE

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
TRAT	4	105.9820	26.49551	1.204	0.36763
Resíduo	10	220.0145	22.00145		
Coeficiente de Variação = 22.428					

 α -HUMULENE

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
TRATAMENTOS	4	0.6379694E-01	0.1594923E-01	8.119	0.00349
Resíduo	10	0.1964442E-01	0.1964442E-02		
Coeficiente de Variação = 23.273					

D U N N E T T

Variável = **α -HUMULENE** (0.1964442E-02)

TRAT	Dados	Médias	Diferenças	DMS	5%
1	3	0.3181	0.0000	0.09	A
40	3	0.1517	-0.1664	0.09	B
50	3	0.1792	-0.1389	0.09	B
60	3	0.1390	-0.1791	0.09	B
70	3	0.1642	-0.1540	0.09	B

D(0.05, 10)= 2.470 DMS = 0.0894

 β -BISABOLENE

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
TRATAMENTOS	4	9.153390	2.288348	2.263	0.13445
Resíduo	10	10.11088	1.011088		
Coeficiente de Variação = 36.225					

Procedimento = Seleção
 Objetivo = Criar subconjunto de dados
 Seleção = TRAT >=40
 Subtítulo =
 Observações Lidas = 5
 Observações Seleccionadas = 4

Procedimento = Modelos Pré-definidos 1
 Objetivo = Regressão linear simples e múltipla
 Dependentes = ALPIN CINE BORN BELE ALSAN ALHUM BBIS
 Independentes = TRAT

Estadísticas Simples

Nome	Média	Desvio-Padrão
ALPIN	30.7067	1.1374
TRAT	55.0000	12.9099

Modelo = Linear
Dependente = ALPIN 59
Independente TRAT 59

Parâmetros da Regressão

Nome	Coeficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.345273E+02				
TRAT	-0.694667E-01	0.383173E-01	-1.812934	-0.788476	0.1058
R2	0.621694				
R2 ajustado	0.432541				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	2.412809	2.412809	3.29	0.2115
Independente	2	1.468213	0.7341067		

Modelo = Quadrático
Dependente = ALPIN 59
Independente TRAT 59

Parâmetros da Regressão

Nome	Coeficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.473840E+02				
TRAT	-0.557133E+00	0.455719E+00	-1.222537	-6.323697	0.2182
TRAT ²	0.443333E-02	0.412927E-02	1.073636	5.553490	0.2387
R2	0.824264				
R2 ajustado	0.472792				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	3.198987	1.599493	2.35	0.4192
Independente	1	0.6820356	0.6820356		

Modelo = Raiz Quadrada

Dependente = ALPIN 60

Independente TRAT 60

Parâmetros da Regressão

Nome	Coeficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.884925E+02				
TRAT½	-0.148400E+02	0.122068E+02	-1.215716	-11.465491	0.2191
TRAT	0.939804E+00	0.830900E+00	1.131068	10.667171	0.2304
R2	0.847332				
R2 ajustado	0.541996				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	3.288515	1.644257	2.78	0.3907
Independente	1	0.5925076	0.5925076		

Estatísticas Simples

Nome	Média	Desvio-Padrão
CINE	2.1067	0.2362
TRAT	55.0000	12.9099

Modelo = Linear

Dependente = CINE 60

Independente TRAT 60

Parâmetros da Regressão

Nome	Coeficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.154567E+01				
TRAT	0.102000E-01	0.107415E-01	0.949587	0.557452	0.2213
R2	0.310753				
R2 ajustado	-.033871				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	0.5202000E-01	0.5202000E-01	0.90	*****
Independente	2	0.1153800	0.5769000E-01		

Modelo = Quadrático
Dependente = CINE 61
Independente TRAT 61

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.251433E+01				
TRAT	0.164200E+00	0.106115E+00	1.547377	8.973884	0.1826
TRAT ²	-0.140000E-02	0.961509E-03	-1.456044	-8.444209	0.1916
R2	0.779092				
R2 ajustado	0.337276				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	0.1304200	0.6521000E-01	1.76	0.4700
Independente	1	0.3698000E-01	0.3698000E-01		

Modelo = Raiz Quadrada
Dependente = CINE 61
Independente TRAT 61

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.138886E+02				
TRAT ^{1/2}	0.424428E+01	0.331694E+01	1.279579	15.789184	0.2112
TRAT	-0.278455E+00	0.225780E+00	-1.233304	-15.218175	0.2169
R2	0.738656				
R2 ajustado	0.215969				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	0.1236511	0.6182554E-01	1.41	0.5112
Independente	1	0.4374892E-01	0.4374892E-01		

Estadísticas Simples

Nome	Média	Desvio-Padrão
BORN	0.3683	0.0169
TRAT	55.0000	12.9099

Modelo = Linear

Dependente = BORN 62
Independente TRAT 62

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.412333E+00				
TRAT	-0.800000E-03	0.731817E-03	-1.093170	-0.611577	0.1942
R2	0.374026				
R2 ajustado	0.061039				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	0.3200000E-03	0.3200000E-03	1.20	0.3884
Independente	2	0.5355556E-03	0.2677778E-03		

Modelo = Quadrático

Dependente = BORN 62
Independente TRAT 62

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.267333E+00				
TRAT	0.470000E-02	0.115164E-01	0.408115	3.593013	0.3767
TRAT ²	-0.500000E-04	0.104350E-03	-0.479157	-4.218466	0.3578
R2	0.490909				
R2 ajustado	-.527273				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	0.4200000E-03	0.2100000E-03	0.48	*****
Independente	1	0.4355556E-03	0.4355556E-03		

Modelo = Raiz Quadrada
Dependente = BORN 63
Independente TRAT 63

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.892167E-01				
TRAT½	0.137922E+00	0.340089E+00	0.405547	7.176985	0.3774
TRAT	-0.101801E-01	0.231494E-01	-0.439757	-7.782400	0.3681
R2	0.462438				
R2 ajustado	-0.612686				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	0.3956413E-03	0.1978207E-03	0.43	*****
Independente	1	0.4599143E-03	0.4599143E-03		

Estatísticas Simples

Nome	Média	Desvio-Padrão
BELE	0.8358	0.0868
TRAT	55.0000	12.9099

Modelo = Linear
Dependente = BELE 63
Independente TRAT 63

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.852333E+00				
TRAT	-0.300000E-03	0.475009E-02	-0.063157	-0.044614	0.4777
R2	0.001990				
R2 ajustado	-.497014				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	0.4500000E-04	0.4500000E-04	0.00	*****
Independente	2	0.2256333E-01	0.1128167E-01		

Modelo = Quadrático
Dependente = BELE 64
Independente TRAT 64

Parâmetros da Regressão

Nome	Coeficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.290650E+01				
TRAT	-0.782167E-01	0.275570E-01	-2.838358	-11.631883	0.1078
TRAT ²	0.708333E-03	0.249694E-03	2.836803	11.625511	0.1079
R2	0.889692				
R2 ajustado	0.669075				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	0.2011444E-01	0.1005722E-01	4.03	0.3321
Independente	1	0.2493889E-02	0.2493889E-02		

Modelo = Raiz Quadrada
Dependente = BELE 64
Independente TRAT 64

Parâmetros da Regressão

Nome	Coeficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.882933E+01				
TRAT ^{1/2}	-0.219360E+01	0.928643E+00	-2.362162	-22.205319	0.1275
TRAT	0.148888E+00	0.632116E-01	2.355387	22.141639	0.1278
R2	0.848322				
R2 ajustado	0.544967				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	0.1917915E-01	0.9589577E-02	2.80	0.3895
Independente	1	0.3429178E-02	0.3429178E-02		

Estatísticas Simples

Nome	Média	Desvio-Padrão
ALSAN	21.4917	3.0905
TRAT	55.0000	12.9099

Modelo = Linear
Dependente = ALSAN 65
Independente TRAT 65

Parâmetros da Regressão

Nome	Coeficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.159513E+02				
TRAT	0.100733E+00	0.153557E+00	0.655999	0.420795	0.2896
R2	0.177068				
R2 ajustado	-.234398				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	5.073602	5.073602	0.43	*****
Independente	2	23.57976	11.78988		

Modelo = Quadrático
Dependente = ALSAN 65
Independente TRAT 65

Parâmetros da Regressão

Nome	Coeficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.737097E+02				
TRAT	-0.209010E+01	0.153250E+01	-1.363851	-8.731005	0.2014
TRAT ²	0.199167E-01	0.138860E-01	1.434300	9.182004	0.1938
R2	0.730823				
R2 ajustado	0.192470				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	20.94055	10.47027	1.36	0.5188
Independente	1	7.712820	7.712820		

Modelo = Raiz Quadrada
Dependente = ALSAN 65
Independente TRAT 65

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.255079E+03				
TRAT½	-0.657581E+02	0.400720E+02	-1.641001	-18.697973	0.1742
TRAT	0.457297E+01	0.272765E+01	1.676522	19.102714	0.1712
R2	0.777157				
R2 ajustado	0.331472				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	22.26818	11.13409	1.74	0.4721
Independente	1	6.385191	6.385191		

Estatísticas Simples

Nome	Média	Desvio-Padrão
ALHUM	0.1592	0.0169
TRAT	55.0000	12.9099

Modelo = Linear

Dependente = ALHUM 66

Independente TRAT 66

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.164667E+00				
TRAT	-0.100000E-03	0.920748E-03	-0.108607	-0.076571	0.4617
R2	0.005863				
R2 ajustado	-.491205				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	0.5000000E-05	0.5000000E-05	0.01	*****
Independente	2	0.8477778E-03	0.4238889E-03		

Modelo = Quadrático

Dependente = ALHUM 66

Independente TRAT 66

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.140500E+00				
TRAT	0.816667E-03	0.160407E-01	0.050912	0.625334	0.4838
TRAT ²	-0.833333E-05	0.145344E-03	-0.057335	-0.704222	0.4818
R2	0.009121				
R2 ajustado	*****				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	0.7777778E-05	0.3888889E-05	0.00	*****
Independente	1	0.8450000E-03	0.8450000E-03		

Modelo = Raiz Quadrada

Dependente = ALHUM 67

Independente TRAT 67

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.343884E-01				
TRAT ^{1/2}	0.547384E-01	0.458481E+00	0.119391	2.853035	0.4622
TRAT	-0.382278E-02	0.312082E-01	-0.122493	-2.927157	0.4612
R2	0.019835				
R2 ajustado	*****				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	0.1691453E-04	0.8457264E-05	0.01	*****
Independente	1	0.8358632E-03	0.8358632E-03		

Estatísticas Simples

Nome	Média	Desvio-Padrão
BBIS	3.0633	0.6803
TRAT	55.0000	12.9099

Modelo = Linear

Dependente = BBIS 67

Independente TRAT 67

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.495533E+01				
TRAT	-0.344000E-01	0.282298E-01	-1.218572	-0.652762	0.1736
R2	0.426098				
R2 ajustado	0.139147				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	0.5916800	0.5916800	1.48	0.3472
Independente	2	0.7969200	0.3984600		

Modelo = Quadrático

Dependente = BBIS 68

Independente TRAT 68

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.152503E+02				
TRAT	-0.424900E+00	0.298603E+00	-1.422960	-8.062749	0.1950
TRAT ²	0.355000E-02	0.270564E-02	1.312073	7.434443	0.2073
R2	0.789126				
R2 ajustado	0.367377				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	1.095780	0.5478900	1.87	0.4592
Independente	1	0.2928200	0.2928200		

Modelo = Raiz Quadrada

Dependente = BBIS 68

Independente TRAT 68

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.439024E+02				
TRAT ^{1/2}	-0.107101E+02	0.925771E+01	-1.156884	-13.833678	0.2269
TRAT	0.693997E+00	0.630161E+00	1.101302	13.169039	0.2347
R2	0.754573				
R2 ajustado	0.263719				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	1.047800	0.5239001	1.54	0.4954
Independente	1	0.3407999	0.3407999		