

Desarrollo agrotecnológico de *Lippia alba* (Miller) N. E. Brown ex Britton & Wilson*

Sandra Patricia Guzmán Rivera

Ingeniera agrónoma
spgriver@usb.edu.co

Ricardo Cardozo Z.

Ingeniero agroindustrial

Vanessa García N.

Ingeniera agroindustrial

Grupo de Investigación *Desarrollo socioeconómico en comunidades rurales*
Universidad de San Buenaventura Cali

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo describir el comportamiento agronómico de *Lippia alba* (Mill.) bajo dos sistemas agroecológicos, uno se realizó en el Centro Experimental de la Universidad Nacional de Palmira (CEUNP), ubicado en el corregimiento de Villa Gorgona, en el departamento del Valle del Cauca, Colombia, y el otro ensayo se realizó en los terrenos de la empresa Inboma, ubicado en la ciudad de Pereira, departamento de Risaralda, Colombia. Se evaluaron diferentes densidades de siembra, el rendimiento de materia fresca, seca y aceite esencial. La planta *Lippia alba* se adapta bien agronómicamente en las dos condiciones evaluadas, pero en el CEUNP, caracterizado por estar ubicado a menor altitud, con mayores temperaturas y mayor luminosidad (T°24°C, %HR 77, y 1.008 msnm), presentó mejor desarrollo, mayor rendimiento de biomasa y aceite esencial, con una densidad de siembra de 20.000 plantas por Ha.

Palabras Claves: Plantas medicinales, agrotecnología, rendimiento, aceite esencial, producción.

Abstract

The purpose of the following research work is to describe the agronomic behavior of *Lippia alba* (Mill.) under two agro-ecological systems, one of them taking place at the *Centro Experimental de la Universidad Nacional de Palmira (CEUNP)*, located in Villa Gorgona, in the Department of Valle del Cauca, Colombia, and the other at the fields of *Inboma*, a company located in the city of Pereira, Department of Risaralda, Colombia. Different crop densities, and the yield of fresh and dry matter, and essential oil were evaluated. The *Lippia alba* plant adapts well agronomically under the two evaluated conditions, but at the *CEUNP*, which is located at a lower altitude, with higher temperatures and greater luminosity (T°24°C, %RH 77, and 1,008 masl.), it shows better development, a greater yield of biomass and essential oil, with a crop density of 20,000 plants per hectare.

Key Words: Medicinal Plants, Agro-technology, Yield, Essential Oil, Production.

* Este artículo es resultado del proyecto de investigación *Desarrollo de tecnología de cultivo de plantas medicinales y producción de fitoterápicos*, financiado por la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos, OEA, y la USB, radicado en el Grupo de Investigación *Desarrollo socioeconómico en comunidades rurales*, registrado por Colciencias e inscrito en el Centro General de Investigaciones, de la Universidad de San Buenaventura Cali.

Fecha de recepción: Octubre de 2003.

Aceptado para su publicación: Enero de 2004.

Introducción

Las plantas medicinales y aromáticas cumplen una función importante tanto como fuente de salud como de ingresos, contribuyendo al proceso de desarrollo. No obstante, la materia prima requerida no siempre se encuentra a disposición. En algunos casos, especies con valor medicinal se encuentran en poca cantidad o se vuelven escasas debido a los procesos de recolección y la falta de promoción de producción sostenible, lo cual plantea una amenaza tanto para la salud de la población como para las especies silvestres (Acosta, 1992).

El interés por el conocimiento de las plantas medicinales se ha intensificado, pero esta vez no es simplemente por comprender la sabiduría tradicional, sino integrarla a la validación científica por medio de estudios en diferentes niveles, que garanticen productos fitoterapéuticos de uso seguro y eficaz de tal manera que puedan ser utilizados por una mayor cantidad de la población (Martínez, *et. al.*, 2000).

La flora colombiana presenta una diversidad tal que justifica el interés de su estudio sistemático, con el objeto de detectar la presencia y abundancia de productos que puedan ser interesantes como materias primas de valor en diversos campos industriales o de aplicación farmacéutica.

Es importante destacar dentro de esta vegetación, la presencia de numerosas plantas aromáticas, endémicas o introducidas, que se han adaptado a nuestra geografía y clima. Algunas de ellas se utilizan como fuente de aceites esenciales, pero, sin embargo, existen otras aún no explotadas, cuyos extractos o

aceites podrían ocasionar la creación de nuevos productos para sustituir importaciones o generar nuevos renglones exportables.

En los países iberoamericanos, la medicina tradicional y popular aún juegan un papel muy importante en el cuidado de la salud. Con estos antecedentes, Riprofito (Red Iberoamericana de Productos Fitoterapéuticos), como parte del subprograma X del Cyted (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo), con el fin de cumplir su objetivo estratégico de Búsqueda y desarrollo de medicamentos, presentó el proyecto "Desarrollo de tecnología de cultivo de plantas medicinales y producción de fitoterápicos" a la Organización de Estados Americanos (OEA) a través de la Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo (AICD), para investigar 10 plantas medicinales iberoamericanas. Esta propuesta tiene como países participantes a Colombia, Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.

De las 10 plantas se seleccionó para esta investigación la planta *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br., perteneciente a la familia *Verbenaceae*, dado que sus compuestos activos presentan gran actividad antifúngica, antibactericida, actúa sobre diferentes sistemas del organismo aportando beneficios (Cáceres, 1996) y es una planta alternativa que se desarrolla muy bien en nuestro clima, se encuentra ubicada en jardines y orillas de cultivos, muy usada artesanal e industrialmente para la obtención de sus extractos.

Las plantas de la familia *Verbenaceae* llaman la atención de los investigadores no sólo por su alta diversidad botánica, su abundante y amplia distribución en todo el mundo, sino

también por su variable uso. La permanente búsqueda de nuevos productos y combinaciones de sustancias químicas de origen natural, con potencial aplicación en diferentes industrias, tales como la farmacéutica, de alimentos, textil, química orgánica y fina, cosmética y de perfumes (Stashenko, 2003), impulsan esta investigación hacia la obtención de materias primas de mejor calidad y con mayor rendimiento. La planta *Lippia alba*, fue cultivada bajo diferentes condiciones agroecológicas y de cultivo, con el propósito de obtener información más completa sobre su producción, que permitan su explotación a escala comercial.

En Colombia esta especie se ha empleado como antiespasmódica en infusión teiforme. También se usa como sedante, para la diabetes, diaforética, emenagoga, antiespasmódica y para trastornos digestivos (García-Barriga, 1975). Existe a nivel de varios países de América Latina una amplia información sobre su empleo como planta medicinal y su aceite esencial como saborizante en la industria de alimentos, señalándose, además, que las hojas han demostrado actividad contra hongos fitopatógenos (*Dreschlera oryzae*, *Fusarium moniliforme*) y contra insectos de granos almacenados. (Martínez, *et. al.*, 2000; Ming, 1998; Núñez-Meléndez, 1975; Cáceres, 1996; Grainge y Ahmed, 1988).

Lippia alba N. E. Brown ex Britton & Wilson, es una planta no muy común en condiciones naturales; se encuentra principalmente cultivada en patios y jardines como ornato por su fuerte aroma y por sus propiedades medicinales y culinarias (Martínez, *et. al.*, 2000). Es originaria de América del Sur (Brasil), se halla

distribuida desde el sur de Estados Unidos (Texas) hasta Sur América (Argentina) y en algunos países de las Antillas y es conocida en varios países con los nombres comunes de *prontoalivio*, *curalotodo*, *juanilama*, *salvia sija* (Ocampo, 2000).

Es una hierba perenne, erecta, algunas veces arbusto o subarbusto, hasta de dos metros de altura, con un fuerte olor a limón, lima o menta y densamente pubescente. Hojas opuestas o ternadas, aovadas u oblongas, de 2-7 cm de longitud, de agudas a obtusas en el ápice, la base cuneada o estrecha en el pecíolo, estrigoso-hirtulas a puberulas y más o menos rugosas en el haz, cinereo-tomentosas en el envés, margen aserrado, las bracteolas aovadas, de 3-5 mm, acuminadas. Inflorescencia axilar solitarias o raras veces en pares, de pedúnculo corto; flores pequeñas, sentadas, de color rosado, lila a violeta, algunas veces blancas o amarillentas en la superficie interna. Fruto pequeño, seco, incluido en el cáliz, dividido en dos pirenos en la madurez (Gupta, 1995 y Fuentes, *et. al.*, 2000).

Crece en alturas de hasta 1.800 msnm (Martínez, *et. al.*, 2000). Se puede encontrar en climas cálido húmedo, cálido seco y templado. Se desarrolla en regiones sin exceso de calor o frío, con temperaturas de hasta 32 °C, con alta intensidad lumínica (pleno sol). Debido a su rusticidad responde a diversos tipos de suelo como arcillosos y limosos con pH de 5-6. Esta condición hace que sus principios activos y calidad del aceite cambien presentando notables variaciones en el contenido de terpenos livianos y sesquiterpenos, de acuerdo con el origen de la planta. (Ocampo y Valverde, 2000; Ricciardi, *et. al.*, 2000).

La planta se caracteriza por su intenso y penetrante olor y contiene de 0.1 a 1.2% del aceite volátil. La composición química del aceite esencial de *Lippia alba* depende sensiblemente del origen geográfico de la planta, las condiciones de su cultivo, la edad y la parte de la planta empleada para la extracción, y de algunos factores geobotánicos; el mayor contenido de aceite esencial se obtiene al cosecharla en plena floración, lo que evidencian los trabajos sobre la composición química de *Lippia alba* realizados en Guatemala (Senatore, et. al., 2001), India (Bahl, et. al., 2000-2002), Uruguay (Lorenzo, et. al., 2001), Cuba (Pino, et. al., 1997) y Brasil (Zoghbi, et. al., 1998).

Domínguez (1928) en muestras de tallos foliáceos-floríferos (provincia de Buenos Aires); determinó que no contiene cianoglucósidos ni alcaloides y sí contiene vestigios de oxidasas y de saponinas. Además, citando a Peckolt, Heil. u. Nutzpflanzen bras [Ber deutsch. Pharm. Gesellsch (1904), XIV, 465], menciona que en hojas frescas se ha encontrado aceite esencial en un porcentaje de 0.123%.

Retamar (1982) citando a Fester, et. al., menciona que en las investigaciones sobre los aceites esenciales y sus particularidades, referentes a las variaciones fitoquímicas en plantas silvestres y cultivadas, se ha observado que dentro de una misma especie botánica podían producirse cambios en la composición química, aún en plantas localizadas a distancias cortas. Aparentemente las *verbénáceas* tienen mucha tendencia a tales variaciones fitoquímicas, en particular la especie *Lippia alba*, no habiendo ninguna diferencia morfológica entre plantas de distintas procedencia que permita la admisión de una variedad botánica distinta.

Señala, además, que la coexistencia fluctuante de la lippiona (1.2-epoxipulegona) con la piperitona es significativa en el aceite esencial de *Lippia alba* de la provincia de Entre Ríos, dado que en el destilado, a partir de materiales de las orillas de los ríos Paraná y Uruguay prevalece la lippiona, en tanto que en el aceite esencial de un arbusto cultivado en la Plaza Martín Fierro, de la Ciudad de Paraná (capital de Entre Ríos), se encontró principalmente la piperitona.

Esta subvariante es, al parecer, según Fester, debida al riego artificial y a la falta de calcio en la nutrición de la planta. Pero sorprendió a Fester que la *Lippia alba* de las islas del río Paraná y de la orilla de Santa Fe no tuviera lippiona ni piperitona y que, primordialmente, existiera la dihidrocarbona. En las plantas de cada lugar se observaron diferencias tanto cuantitativas como cualitativas en sus constituyentes, incluso en plantas situadas a poca distancia y aún en un mismo grupo de plantas pueden notarse diferencias de aroma: alcanforado, limonáceo o alcaravea. Estas particularidades se evidenciaron, además, en otras especies vegetales del mismo género y también en otros como labiadas.

Entre los componentes principales que se han encontrado en la planta, Hegnauer (1973) reporta los siguientes compuestos en diferentes partes de esta planta: aceite esencial, taninos y alcaloides desconocidos. En general los principales componentes del aceite esencial son: alcanfor, dihidrocarvona, cariofileno, 1.8-cineol, citral, acetato de citronelol, p-cimeno, metildecilcetona, geranial, limoneno, linalool, acetato de linalool, lippiona, mierceno, neral, metiloctil-cetona, a- y b-pineno, piperitona, sabineno y a-terpineol .

En Colombia se estudia el desarrollo agrotecnológico y fitoquímico de *Lippia alba*, en la cual participan a su vez la Universidad Nacional, sede Bogotá, y la Universidad de San Buenaventura Cali. El presente trabajo tuvo como objetivos describir el comportamiento agronómico de *Lippia alba* bajo dos sistemas agroecológicos que permitan generar información base para el desarrollo de tecnologías de cultivos a nivel piloto y comercial. Se evaluaron diferentes densidades de siembra, el rendimiento de materia fresca, seca y aceite esencial.

msnm, 3°25'43" de latitud norte y 76°26'01" de longitud oeste.

El segundo ensayo se realizó en los terrenos de la empresa Inboma, en la ciudad de Pereira, departamento de Risaralda, situada en la margen izquierda de la Cordillera Central, en un pequeño valle formado por el río Otún, a 4° 44'07" de latitud norte, 75° 38'27" de longitud oeste y 1.800 msnm de altitud (Tabla 1).

En cada lugar se tomaron muestras de suelos en los primeros 30 cm de profundidad, los cuales se enviaron para su análisis de caracterización al laboratorio de suelos de Corpoica, Palmira. Los resultados se presentan en las Tablas 2 y 3.

Metodología

Estudio agronómico

Se realizaron dos ensayos, uno en el Centro Experimental de la Universidad Nacional de Palmira (CEUNP), que se encuentra ubicado en el corregimiento de Villagorgona, en el departamento del Valle del Cauca, a 1.008

Densidades de siembra

En cada sitio se evaluaron tres densidades de siembra diferentes, como se presenta en las Tablas 4 y 5.

En un primer ensayo se contó con un total de 402 plantas en un área de 180 m² netos, sin tener en cuenta la distancia entre parcelas que fue de 1.50 metros entre ellas. Los tratamien-

Tabla 1

Información climática durante la fase de campo. Estación Meteorológica del Aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón. Palmira. Valle del Cauca. 2002 y Estación Meteorológica del Aeropuerto Matecaña. Pereira. Risaralda. 2002

MES	TEMPERATURA MEDIA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)		PRECIPITACIÓN (mm)		BRILLO SOLAR (h)	
	CEUNP	Pereira	CEUNP	Pereira	CEUNP	Pereira	CEUNP	Pereira
Marzo	24.4	22.4	76	72	81.9	185.7	174.5	156.1
Abril	23.7	21.4	79	78	140.4	379.4	152.9	128.9
Mayo	24.5	22.3	77	76	67.8	254.9	148.9	159.0
Junio	23.6	21.8	77	76	67.0	125.4	147.4	167.1
Julio	24.6	22.5	76	73	27.6	158.9	191.3	208.2
Agosto	24.9	23.2	71	67	62.8	80.5	221.1	219.0

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Tabla 2

Análisis de suelo. CEUNP Valle del Cauca. 2002

pH	M.O	P	S	Ca	Mg	K	Na	ClCe	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1:2;5	%	Ppm		C mol(+)/Kg					mg/Kg				
7.3	2.43	97.1	8.1	15.78	9.25	0.85	0.53	26.41	0.19	4.5	16.7	7.5	1.6

Fuente: Corpoica, laboratorio de suelos C.I. Palmira – Valle del Cauca

Tabla 3

Análisis de suelo. Inboma, Pereira, Risaralda. 2002

pH	M.O	P	S	Al+H	Ca	Mg	K	Na	ClCe	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1:2;5	%	ppm		C mol(+)/Kg					mg/Kg					
5.9	8.56	2.3	37.4	0.35	5.17	0.93	0.56	0.33	7.34	0.04	1.2	215.0	7.1	6.5

Fuente: Corpoica, laboratorio de suelos C.I. Palmira - Valle del Cauca.

tos se distribuyeron en el campo siguiendo un ordenamiento espacial de bloques completos al azar. Cada densidad de siembra (tratamiento) se replicó tres veces para un total de nueve repeticiones por sitio.

En un segundo ensayo se contó con un total de 456 plantas en un área de 216 m² netos, sin tener en cuenta la distancia entre parcelas que fue de 1.50 metros entre ellos. Los tratamientos se distribuyeron en el campo siguiendo un ordenamiento espacial de bloques al azar. Cada densidad de siembra (tratamiento) se replicó tres veces para un total de nue-

ve repeticiones por sitio. Las evaluaciones se hicieron en los tres surcos centrales de cada parcela.

Materiales

Obtención y preparación de los esquejes

El sistema de multiplicación que se utilizó fue por esquejes, siguiendo las recomendaciones de Lemes y Rodríguez (1994), Ocampo R. y Valverde R. (2000) y Martínez, *et. al.*, (2000). Se extrajeron los esquejes de plantas madres sanas de ocho meses de edad, de los cultivos de la empresa Inboma, ubicada a las afueras de Pereira, de 20 cm de longitud

Tabla 4Diseño de los tratamientos para densidades de siembra de *Lippia alba*. CEUNP. Ensayo 1.

Tratamiento	Distancia de siembra	Nº de plantas por repetición	Área por repetición
1	80 cm entre surcos y 50 cm entre plantas	50	20 m ²
2	90 cm entre surcos y 50 cm entre plantas	44	20 m ²
3	100 cm entre surcos y 50 cm entre plantas	40	20 m ²

Tabla 5Diseño de los tratamientos para densidades de siembra de *Lippia alba*. Inboma. Pereira. Ensayo 2.

Tratamiento	Distancia de siembra	Nº de plantas por repetición	Área por repetición
1	80 cm entre surcos y 50 cm entre plantas	60	24 m ²
2	90 cm entre surcos y 60 cm entre plantas	44	24 m ²
3	100 cm entre surcos y 50 cm entre plantas	48	24 m ²

que presentaban entre 3-5 nudos. Se cortaron en horas de la mañana, se envolvieron en papel periódico mojado para conservar la humedad y se empacaron en bolsas de polietileno. Para el ensayo 1 se transportaron hasta el CEUNP en donde se les aplicó hormonagro y se sembraron en bolsas negras de polietileno de 8x13 cm en un sustrato de tierra. Se dejaron a la sombra durante 30 días manteniendo el sustrato húmedo, se obtuvo un 97% de enraizamiento. Para el ensayo 2 la siembra en bolsas y su establecimiento durante el período de enraizamiento se realizaron en predios de la empresa Inboma siguiendo el mismo método del ensayo 1, obteniendo un 95% de enraizamiento.

Variables de respuesta

Altura de la planta

La altura promedio se determinó midiendo desde el suelo hasta la punta de la rama más alta, para lo cual se hacía necesario "abrazar" la planta para juntar las ramas y poder identificar cual de ellas era la más alta. Por cada repetición se le medía la altura a cinco plantas para un total de 15 plantas por tratamiento, las cuales se hallaban debidamente señaladas.

Peso de materia seca

La materia seca se obtuvo realizando cortes a los 2, 4 y 6 meses. Se cortó una planta por repetición para un total de tres plantas por tratamiento. De cada repetición se extrajo una submuestra de la planta, cuyo peso estaba relacionado con el total y que en la mayoría de los casos oscilaba entre 60 - 80 gr. Se introducía en bolsas de papel previamente pesadas y se sometían a un tratamiento de 60 °C hasta peso constante, así se obtenía el peso

seco de la submuestra (PSsm). Para conocer el peso seco de la muestra (PSm) se utilizó la siguiente ecuación:

$$PSm = \frac{PFm \times PSsm}{PFsm}$$

Donde:

PSm: Peso seco de la muestra.

PSsm: Peso seco de la submuestra.

PFm: Peso fresco de la muestra.

PFsm: Peso fresco de la submuestra.

Para conocer el peso seco total (PSt) se sumaron los pesos secos de las muestras.

Período de floración

La recolección y peso de las flores completamente abiertas fue el parámetro utilizado para establecer los períodos de floración en cada localidad y en cada tratamiento. La recolección de flores se hizo cada 20 días en el CEUNP y cada 30 días en Pereira.

Rendimiento del aceite esencial

Se determinó al momento del último corte. Se cosecharon hojas de cada repetición, se hizo una selección y se juntaron las hojas de las tres repeticiones de cada tratamiento. Se guardaron en una bolsa de polietileno a cual se le extrajo la mayor cantidad de aire para disminuir la cantidad de oxígeno presente en la misma; al siguiente día se llevó la muestra al laboratorio de Química de la Universidad de San Buenaventura Cali para la extracción del aceite esencial por medio del arrastre con vapor de agua. El rendimiento del aceite esencial (Rae) se determinó con la siguiente ecuación:

$$Rae = \frac{Pae}{Pfh} \times 100$$

Donde:

Pae: Peso del aceite esencial extraído.

Pfh: Peso fresco de las hojas.

Resultados y discusión

Altura de la planta

En el ensayo 1, densidades de siembra, realizado en el CEUNP, municipio de Candelaria, el comportamiento de esta variable es muy similar tal como se observa en la Figura 1. En los primeros 50 días las plantas crecieron desde 13.3 cm, –altura al momento del transplante– hasta un poco más de 100 cm a los 50 días en los tres tratamientos.

Hacia los 72 días el incremento de altura fue del 42.6%, 38.8 y 40.3, para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. De aquí en adelante la planta tuvo un crecimiento a una menor tasa (Figura 1). A los 133 días después del transplante, última fecha de lectura, el tratamiento 3 (100 cm entre surcos y 50 cm entre plantas) presentó la mayor altura con 169.71 cm, siguiéndole el tratamiento 1 con 166.51 y por último el tratamiento 2, no existiendo entre ellos una diferencia mayor a 5 cm.

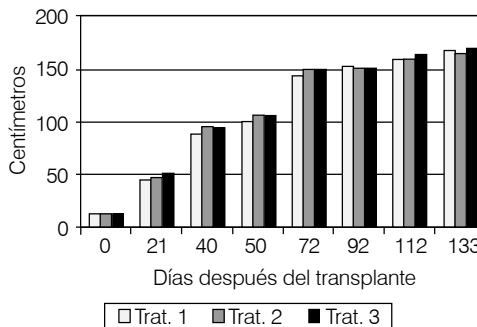
El análisis de variancia no presentó diferencias significativas al nivel del 5% entre los tratamientos, lo cual indica que las densidades de siembra utilizadas en el presente ensayo no tienen influencia en la altura de la planta.

En el ensayo 2, finca Imboma, Pereira, la tendencia del crecimiento de las plantas fue similar a las del CEUNP, pero con una altura de ellas menor a la misma edad después del transplante, tal como se señala en la Figura 2.

En Pereira, en una edad muy similar de la planta, 125 días después del transplante (DDT), comparada con 133 del CEUNP, Candelaria, existe una diferencia muy marcada de más de 50 cm para cada uno de los tratamientos. En Pereira se continuaron las lecturas hasta

Figura 1

Altura de la planta de *Lippia alba*, días después del transplante para cada uno de los tratamientos (CEUNP)



los 190 DDT, que fueron casi equivalentes a las alcanzadas en el CEUNP a los 50 días.

La mayor altura de las plantas en el CEUNP esté relacionado con las condiciones climáticas de las dos áreas (Tabla 1), especialmente la temperatura y luminosidad, que hace que haya una mayor acumulación de grados día y por lo tanto mayor desarrollo de la planta. Martínez, *et. al.*, (2000) señala que *Lippia alba* crece bien hasta los 1.800 msnm, con temperaturas que varían entre 15 y 25 °C y una precipitación anual de 700 a 1.500 mm.

Ocampo (1986) indica que esta planta se desarrolla mucho mejor en climas cálidos, secos y templados, con temperaturas de hasta

Figura 2

Altura de la planta de *Lippia alba* en centímetros, días después del transplante (Pereira)

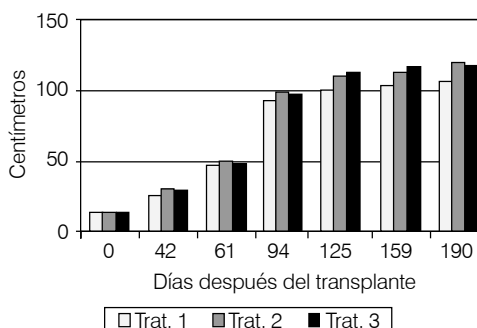


Tabla 6

Altura de las plantas de *Lippia alba* en el CEUNP y Pereira, días después del trasplante.

	Ceunp	Pereira	Ceunp	Pereira	Ceunp	Pereira	Ceunp	Pereira	Ceunp	Pereira
Días después del trasplante (DDT).										
	0	0	40	42	50	61	92	94	133	125
Trat 1	13.3	13.3	88.72	25.86	100.28	47.86	152.24	91.60	166.51	101.00
Trat 2	13.3	13.3	95.66	29.53	106.71	48.86	150.62	98.10	164.95	110.20
Trat 3	13.3	13.3	94.52	29.06	106.77	48.60	150.81	96.00	169.71	112.06

32 °C, con alta intensidad lumínica. Bandoni (2000) registra que en condiciones bajas del Caribe, con mayor humedad la *Lippia* crece continuamente produciendo mayor cantidad de ramas con hojas: En regiones con mayor altitud y frías, crece con mayor dificultad.

De un modo general, las temperaturas más altas tienden a favorecer un mayor desarrollo vegetativo de la planta, según Strasburguer (1987). En relación con la producción de aceites esenciales, Madueño Box (1973) afirma, con reservas, que hay una mayor producción en lugares más calientes

Esto se ve en la Tabla 6, donde se presentan fechas similares de alturas de plantas después del trasplante para los tres tratamientos, tanto en el CEUNP como en Pereira.

Esta diferencia en la altura de las plantas se ve claramente en la Figura 3, donde se presenta las lecturas de la altura de la plantas del tratamiento 1 para el CEUNP y Pereira y que tuvo la misma tendencia para los tratamientos 2 y 3, tal como se indicó anteriormente (Tabla 6).

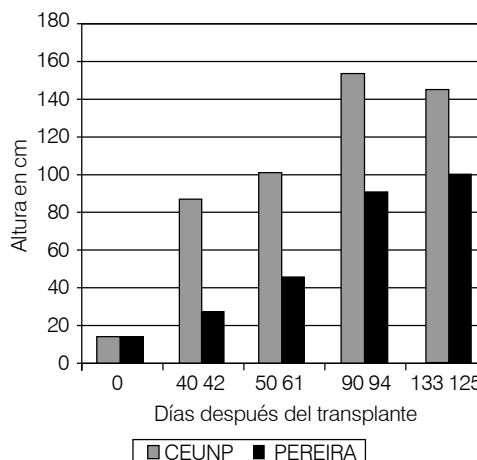
Rendimiento de aceite esencial

En las Figura 4 se presenta el rendimiento del aceite esencial para cada uno de los tratamientos en el CEUNP, a los tres meses del

trasplante en que se presentó la floración. En el CEUNP los rendimientos fueron muy similares, siendo las variaciones pequeñas (entre 0.1 y 0.15%), aunque hay una respuesta un poco mayor en el tratamiento 3. En Pereira, seguramente debido a que la planta presentó un desarrollo más lento, tal como se señaló en la variable altura de la planta, comparada con el CEUNP, los rendimientos de aceite esencial para esta época fueron menores que en Pereira (Figura 5) para los tratamientos 1 y 2 (32 y 26.7%), respectivamente, pero muy similar en el tratamiento 3, con una diferencia de sólo 9.2%.

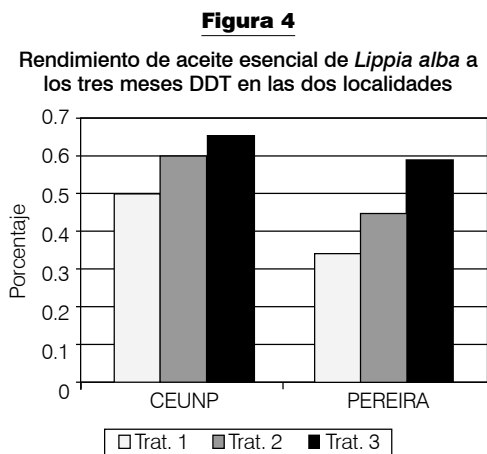
Figura 3

Altura de las plantas para el tratamiento 1 para cada una de las localidades

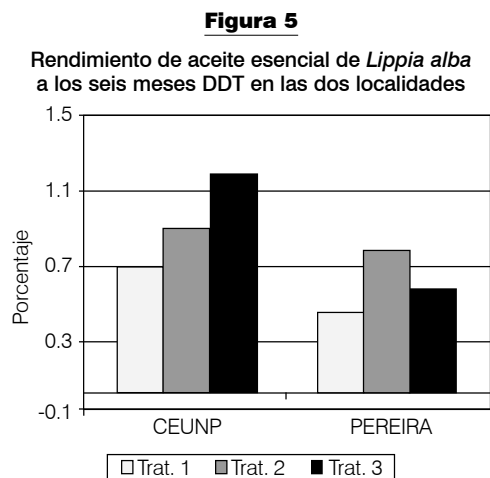


De acuerdo con la Figura 5, a los 6 meses hubo para ambas localidades un aumento en el porcentaje del aceite esencial, pues ya las plantas tenían un mayor desarrollo. Para los tratamientos 1 y 2 las diferencias del aceite esencial no fueron muy grande, 0.2 y 0.1%, respectivamente; pero para el tratamiento 3 esta diferencia fue de un 50% en relación con el rendimiento obtenido en Pereira, debido posiblemente a diferentes factores, como los contenidos de materia orgánica que fueron menores en el CEUNP. Estudios de Gottlier (1984) y Almeida (1988), afirman que el aceite esencial cumple una función fundamental en la defensa de la planta, con mayor síntesis de aceite cuando el medio en que se desarrolla es menos favorable, la planta tiene necesidad de defenderse. Igualmente en la investigación realizado por Ming (1988) los resultados del rendimiento del aceite mostraron una relación inversa con el abonamiento. A medida que se aumentaba la cantidad de materia orgánica incorporada al suelo, el rendimiento de aceite esencial disminuía. Otro posible factor es la mayor temperatura y luminosidad en CEUNP, que conforme Madueño Box (1973) hay una mayor producción de aceites esenciales en lugares más calientes.

Pino, *et al.*, (1997), en Cuba, utilizando los métodos de extracción con hexano y CO₂ supercrítico, obtuvieron rendimientos de aceite esencial de *Lippia alba* entre 4,67 y 1.67%. Seguramente esta diferencia de rendimiento en relación con el CEUNP y Pereira pudo deberse a las condiciones de las plantas y los métodos de extracción utilizados. Costa Rica reporta rendimientos en aceite esencial con densidades de siembra de 100 cm entre sur-



cos y 75 cm entre plantas de 1.2% Ocampo (2000). Cuba, con densidades de 90 y 40 cm entre surcos y plantas, respectivamente, reporta rendimientos de 1.9%. Fester, *et al.*, (1958) reporta rendimientos de aceite esencial en dos sitios de Argentina, en la ciudad de Entre Rios 0.5 a 1-4% y en Santa Fe 0.93 a 1.90 %. Lo que nos muestra que la producción de metabolitos secundarios y del aceite esencial está condicionada a diversos factores. Según Correa, *et al.*, (1991) los factores de orden genético y endógenos son los que definen la carga genética de cada especie y así cada especie tiene su composición química.



mica diferente. Los factores externos como temperatura, luminosidad, pluviosidad, latitud, altitud, factores técnicos de cultivos, abonamiento, irrigación, época de cosecha, método de extracción, también interfieren en forma significativa no sólo en los rendimientos de biomasa, aceite esencial, si no en la producción de metabolitos secundarios.

Época de floración

La recolección y peso de las flores fue el parámetro utilizado para establecer las épocas de floración en cada localidad y en cada tratamiento.

En el CEUNP, la floración se presentó un poco antes de los 50 días después del trasplante, continuando la producción de flores durante todo su desarrollo vegetativo, con dos picos definidos a los 72 y 133 DDT para los tratamientos 2 y 3. El tratamiento 1 inició su floración al mismo tiempo que los otros dos, pero los picos de floración se corrieron unos 20 días (92 y 152 días) debido al menor desarrollo de las plantas (Figura 6).

En Pereira, la floración se inició más tarde que en el CEUNP (Figura 7), después de los 120 DDT, pudiéndose establecer el primer pico de floración sólo hasta después de los 150 días.

Esta situación tan diferente está condicionada a la climatología de las dos zonas, como se señala en la tabla 1, que hace que en el CEUNP las plantas tengan crecimiento más acelerado y, por la tanto, una respuesta más rápida a sus componentes de desarrollo. La mejor respuesta a la floración en el pico la presentó el tratamiento 2, con más de un 20% de peso de las flores en relación con los otros tratamientos.

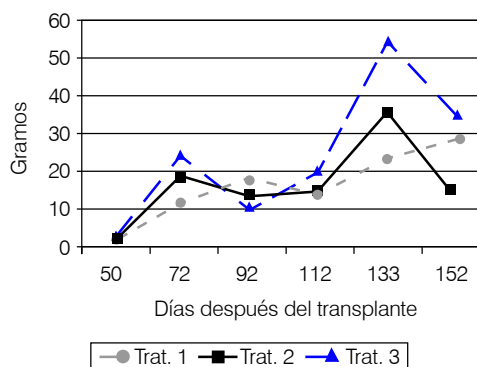
Aunque no está definida la altura de corte, ni el período en el cual se debe efectuar el primer corte, pues esto se encuentra ligado al desarrollo de la planta y esto a su vez a las condiciones climáticas del área de cultivo, se recomienda hacerlo cuando la planta esté en plena floración, lo cual resalta la importancia de este conocimiento en las diferentes zonas ecológicas donde quiera adelantarse el cultivo, con el fin de lograr una mayor eficiencia.

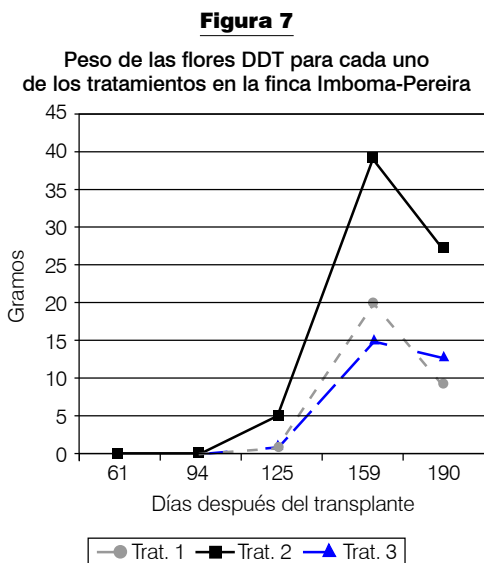
Efecto de la densidad de siembra en la producción de materia seca

En la Tabla 7 se muestran los resultados del contenido de materia seca a los 50, 70 y 90 días después del trasplante en el CEUNP, es de esperarse que haya un incremento a medida que aumenta la edad de la planta. Los rendimientos de materia seca en las mismas épocas para Pereira (Tabla 8) son menores (60 y 90 días), siendo para la densidad de 20.000 plantas por hectárea mayores al 50%. Esto está relacionado con el mayor desarrollo de la planta como se indicó anteriormente en la altura de la misma, lo cual resalta las mejores condiciones agroecológicas del CEUNP para el crecimiento y adaptación de esta especie.

Figura 6

Peso de las flores DDT para cada uno de los tratamientos en el CEUNP





Tomando como base la acumulación de materia verde por planta, por tratamientos y por localidades y el número de plantas por hectárea, se calculó el rendimiento en kilogramos por hectárea.

Se observa en forma general que a medida que la planta aumenta su desarrollo, después del trasplante, hay un aumento del rendimiento

pero que tiende a estabilizarse para el CEUNP a los 133 DDT; en Pereira, debido a su mayor ciclo de desarrollo, esto ocurrirá posteriormente.

Los rendimientos en Pereira para los tratamientos fueron inferiores a los del CEUNP en épocas similares, después del trasplante, 133 y 125, existiendo diferencias como el caso del tratamiento 3 (20.000 plantas/ha) del 46%, en que se tuvo un rendimiento de 17.725 kilogramos por hectárea.

Martínez, *et. al.*, (2000) señala que no hay un acuerdo sobre su rendimiento, pues depende de las condiciones climáticas, la densidad de población y el número de cortes que se realicen en el año. En Cuba el rendimiento de las cuatro recolecciones del primer año del cultivo fue de alrededor de 49 Ton/ha de follaje fresco. Indica, además, que el material cosechado a partir del segundo corte lo constituye un 40% de hojas y un 60% de tallos.

Tabla 7

Rendimiento de materia seca/planta a 50, 70 y 90 días de trasplante, en la localidad de Candelaria CEUNP.

Densidad de plantas/ha	Distancia entre surcos - plantas (cm)		Rendimiento de materia seca g/planta		
			50 días	70 días	90 días
22.222	50	90	60,1	79,3	108,6
25.000	50	80	52,4	94,3	181,4
20.000	50	100	90,3	146,2	214,2

Tabla 8

Rendimiento de materia seca / planta a 60, 90 y 120 días de trasplante, en la localidad de Pereira.

Densidad de plantas/ha	Distancia entre surcos - plantas (cm)		Rendimiento de materia seca g/planta		
			50 días	70 días	90 días
25.000	50	80	37,2	51,0	102,5
18.517	60	90	31,5	75,6	88,4
20.000	50	100	37,6	69,2	77,8

Esta diferencia tan amplia en el rendimiento se debe seguramente al mayor desarrollo vegetativo de la planta en un período de tiempo menor, como se registró en los datos de la altura de las plantas (Figuras 1 y 2). Lo anterior señala que las condiciones agroecológicas del CEUNP y regiones similares ofrecen mejores condiciones que las del área de Pereira para la obtención de volúmenes que permitan un proceso agroindustrial, esto unido a un mayor rendimiento de aceite esencial.

Aunque no hubo diferencias significativas en los rendimientos (0.05) en el CEUNP, entre los tratamientos 2 y 3, desde el punto de vista del rendimiento de aceite esencial, manejo agronómico y demás labores del cultivo, se recomienda el tratamiento 3 que corresponde a una distancia entre plantas de 50 y 100 cm entre surcos, para una densidad de 20.000 plantas por hectárea.

De acuerdo con los resultados del presente estudio, la *Lippia alba* se adapta a diferentes condiciones agroecológicas, aunque su rendimiento y producción de aceite esencial se ven afectados por ellas.

Esta planta, además, puede crecer en diferentes condiciones de suelo, como es el caso de Pereira, que corresponde a un suelo ácido pH 5.9, con altos contenidos de materia orgánica, azufre y hierro (Tabla 4), comparado con el suelo del CEUNP, municipio de Candelaria, que corresponde a un suelo casi neutro (pH 7,3) con bajo contenido de materia orgánica y alto en calcio (Tabla 3). Esta situación se ajusta a lo señalado por varios autores que indican que esta planta se puede adaptar a distintas condiciones. Ocampo (2000) y Bandom (2000) afirman que la *Lippia*

alba se adapta a diferentes suelos, desde arcillosos hasta arenosos y limosos, con pH entre 5 y 6. Que los suelos inundados no deben emplearse para este cultivo.

Conclusiones

La planta *Lippia alba* se adapta bien agrónomicamente en las dos condiciones evaluadas, pero en el CEUNP, municipio de Candelaria, departamento del Valle del Cauca (T°24,-% HR 77 y 1.008 msnm) presentó mejor desarrollo, rendimiento y mayor porcentaje de aceite esencial.

Se considera que para las condiciones agroecológicas del CEUNP, y similares, una densidad de siembra de 20.000 plantas por ha es la más adecuada.

El rendimiento de aceite esencial varió de acuerdo con la edad de la planta, aumentando a medida que se desarrolla, a los tres meses dio un rendimiento que varió en CEUNP entre 0.5 a 0.65%, mientras que en Pereira varió de 0.3 a 0.5% y a los seis meses se vio un notorio incremento en CEUNP de 0.7 a 1.2% y en Pereira aunque aumentó siguió siendo menor variando entre 0.5 a 0.8%.

La época de floración en el CEUNP inicia a los 50 días de transplante, alcanzando su máxima floración a los 72 días, cuando se recomienda realizar la primera cosecha, ya que en esta época hay la mayor concentración de aceites esenciales. La segunda cosecha se puede realizar a los 133 días cuando se observe otra producción de flores importantes. En Pereira la floración es más demorada y la

primera cosecha se puede realizar a los 150 días, cuando la planta alcanzó el mayor número de floración.

Bibliografía

- ACOSTA L. (1992). Proporciónese salud, cultive plantas medicinales. La Habana, Cuba: Editorial Científico - Técnica.
- ALMEIDA, F.S. (1988). A alelopatía e as plantas. Circular 53. IAPAR - Londrina. 60p.
- BAHL, J. R. et. al. (2002). *Linalool - rich essential oil quality variants obtained from irradiated stem nodes in Lippia alba*. In: *Flavour Fragr J.* No. 17. pp. 127-132.
- BAHL, J.R., et. al. (2000). *Composición of linalool rich essential oil from Lippia alba grown in Indian plains*. In: *Flavour Fragr J.* No. 15. pp. 199-200.
- BANDONI, A. (2000). *Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica. Su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores*. CYTED 1a. edición. Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de la Plata.
- CÁCERES, A. (1996). *Plantas de uso medicinal en Guatemala*. Guatemala: Editorial Universitaria. pp. 305-307.
- CRAVEIRO, A. A. et. al. (1981). *Essential oil from Brazilian Verbenaceae - genus Lippia*. J. Nat. Prod. Vol. XLIV, N. 5 sep/oct. pp. 598-601.
- CRAVEIRO A.A. et al. (1981). *Oleos esenciales de plantas do nordeste*. Ed. UFC Ceará, 106 p.
- CORREA JR, C.; MING, L. C. & SCHEFFER, M. C. (1991). *A importância do cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares*. S.O.B informa Vol. IX, No. 2 e v. X, n. 1, 1 sem., p. 23-4.
- DOMÍNGUEZ, Juan A. (1928). *Contribuciones a la materia médica argentina*. Buenos Aires: Ed. Peuser, No. 174. pp. 175-413.
- FESTER, G.A. et al. (1958). *Estudios de essenciais volateis del litoral y de la zona andina*. Bol Acad. Nac. Ciencias. No. 40 pp. 189-208.
- FESTER G.A., et. al. (1961). *Aceites esenciales de la República Argentina*. Córdoba, Argentina: Academia Nacional de Ciencias. pp. 56 - 113.
- FIDE, Gibson (1970). *Flora of Guatemala*. In: *Fieldiana Botany* No. 24(9) p. 208.
- GARCÍA-BARRIGA, H. (1975). *Plantas medicinales de Colombia*. 1a. edición. Bogotá: Imprenta Nacional. p. 557.
- GUPTA MAHABIR, P. (1995). *270 plantas medicinales iberoamericanas*. CYTED. Bogotá: Convenio Andrés Bello. pp. 557-600.
- GOTTLIER, O.R. (1984). *Phytochemistry and evolution of angiosperms*. Anais Acad. Brasil. Cienc. No. 56. pp. 43-50.
- GRAINGE, M. and AHMED, S. (1988). *Handbook of plants with pest-control properties*. New York.
- HEGNAUER, R. (1973). *Chemotaxonomie der Pflanzen*. Volumen 6. Stuttgart, Alemania: Birkhauser Verlag Basel und Stuttgart, pp. 673-674.
- LEMES, M. y Rodríguez, C. (1994). *Estudio de parámetros agrícolas en Lippia alba*. VI Jornada Científica Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT) Libro de resúmenes. La Habana, Cuba.
- LÓPEZ, A. (1992). *Evaluación de algunos métodos de secado para la deshidratación de Lippia citriodora*. Trabajo de grado presentado para optar al título de ingeniero agrónomo. Palmira, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- LORENZO, D., et. al. (2001). *Composition of a new essential oil type of Lippia alba (Mill.) N.E. Brown from Uruguay*. In: *Flavour Fragr. J.* No. 16. pp. 356-359.
- MADUEÑO BOX, M. (1973). *Cultivo de plantas medicinales*. 2a. edición. Madrid: Publicaciones de Extensión Agraria. 490 p.
- MARTÍNEZ, J. V.; BERNAL, H. Y.; CÁCERES, A. (2000). *Fundamentos de agrotecnología de cultivo de plantas medicinales iberoamericanas*. Convenio Andrés Bello - CYTED. Primera edición.
- Memorias. 1er. Seminario Internacional - 3ro. Nacional. (1999). *Plantas Medicinales y Aromáticas*.
- MING, L.C. (1998). *Plantas medicinais aromáticas e condimentares. Avances na pesquisa agronomica*. Volumen II. Sao Paulo, Brasil: Universidade Estadual Paulina, pp. 165-190.
- _____ . (1996). *Rooting of cuttings of Lippia alba (Mill.) N.E.BR.-Verbenaceae*. Sao Paulo, Brasil: Acta Horticulturae, Universidade Estadual Paulina, p. 643.
- MONTES DE OCA, G.; GARCIA, F.; SHOOMHOVEN A. V. (1978). *Efecto de cuatro aceites vegetales sobre Sitophilus oryzae y Sitotoga cerealella en maíz, sorgo y trigo almacenados*. In: *Rev. Colombiana de Entomología*. Vol. 4, No. 1,2. pp. 45-48.
- NÚÑEZ - MELÉNDEZ, E. (1975). *Plantas medicinales de Costa Rica y su folklore*. San José, Costa Rica: Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Universidad de Costa Rica. p.23.
- OCAMPO S., R. A. y VALVERDE R. (2000). *Manual de cultivo y conservación de plantas medicinales*. Tomo I. San José, Costa Rica: Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt", Ministerio de la Agricultura, pp. 97-100.
- PINEDO, M; et al. (1997). *Plantas medicinales de la amazonia peruana. Estudio de uso y cultivo*. Iquitos -

Desarrollo agrotecnológico de *Lippia alba* (Miller)..

- Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- PINO A., J. A.; et al. (1997). *Composición y propiedades antibacterianas del aceite esencial de Lippia alba (Mill.) N. E. Brown*. Provincia Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones de la Industria Alimenticia. pp. 10-24.
 - PINO, J.A.; et al. (1997). *Solvent extraction and supercritical carbon dioxide extraction of Lippia alba (Mill) N.E. Brown*. J. of Essential Oil Research. Vol. 9, No. 3, pp. 341-343.
 - RETAMAR, J.A. (1982). *Aceites esenciales de especies vegetales diversas, sus posibilidades químicas*. Santa Fé (República Argentina) Vol. I, 2da. parte - Cap. III - 187:188.
 - STASHENKO, E.; JARAMILLO B.; MARTÍNEZ R., J. (2003). *Comparación de la composición química y la actividad antioxidante in vitro de los metabolitos secundarios volátiles de plantas de la familia verbenaceae*. Bucaramanga, Colombia: Laboratorio de Cromatografía, Centro de Investigación en Biomoléculas. Facultad de Ciencias, Universidad Industrial de Santander.
 - SHOONHOVEN, A. V. (1978). *Use of vegetable oils to protect stored beans from Bruchid Attack*. J. Economic entomology. pp. 254-256.
 - SENATORE, F.; RIGANO, D. (2001). *Essential oil of two Lippia spp. (Verbenaceae) growing wild in Guatemala*. In: *Flavour Frag. J.* No. 16, pp. 169-171.
 - STRASBURGUER, E. (1987). *Textbook of botany*. Longman, London, 877 p.
 - Zoghbi, M. G. B. et. al. (1998). *Essential oils of Lippia alba (Mill) N.E. Br. Grown wild in the Brazilian amazon*. In: *Flavour Frag. J.* No. 13, pp. 47-48.