

Relación entre la composición química y la actividad antioxidante del aceite esencial de *Ocimum basilicum* L. cultivado bajo diferentes tratamientos de fertilizante

Relationship between the chemical composition and the antioxidant activity of essential oil of *Ocimum basilicum* L. grown under different fertilizer treatments

Quím. Rubén Ramírez Montoya,^I MSc. Alberto Angulo Ortíz,^I Dr. Jesús Olivero Verbel,^{II} Dr. Gilmar Santafé Patiño^I

^I Universidad de Córdoba. Montería, Colombia.

^{II} Universidad de Cartagena, Campus Zaragocilla. Cartagena, Colombia.

RESUMEN

Introducción: la albahaca, *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae), es originaria del Asia meridional, principalmente de la India. Esta planta es conocida por sus propiedades medicinales. El aceite esencial es utilizado para el tratamiento de la depresión y otros problemas neurológicos, es considerada como una especie promisoría en cuanto al aprovechamiento industrial de su aceite esencial.

Objetivos: determinar las variaciones en el rendimiento, la composición química y actividad antioxidante del aceite esencial de *Ocimum basilicum* L., cultivada bajo distintos tratamientos de fertilizante.

Métodos: plantas de *Ocimum basilicum* L. se cultivaron bajo 3 tratamientos de fertilización diferentes. Un grupo control sin fuente orgánica o inorgánica, y 2 con diferentes concentraciones de fuente orgánica pero con la misma de inorgánica. El aceite esencial de las plantas adultas se obtuvo mediante destilación por arrastre con vapor y su composición química se determinó por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. La actividad antioxidante del aceite se midió usando el ensayo de 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo. Las comparaciones entre medias de diferentes grupos se hicieron utilizando ANOVA.

Resultados: el rendimiento del aceite esencial no fue influenciado por el tratamiento con fertilizantes, este presentó alta proporción de compuestos aromáticos (estragol y eugenol) y monoterpenos oxigenados (linalool y eucaliptol).

Hubo variación significativa en el contenido de eugenol y en la actividad antioxidante del aceite esencial de acuerdo con el tratamiento de fertilización.

Conclusiones: de acuerdo con la composición química, el aceite esencial de *Ocimum basilicum* es clasificado como de quimiotipo egipcio. Su actividad antioxidante *in vitro* hace de esta planta una fuente interesante para su aplicación como antioxidante natural, en particular, cuando es cultivada sin aplicación de fertilizante.

Palabras clave: *Ocimum basilicum* L., aceite esencial, Lamiaceae, fertilización.

ABSTRACT

Introduction: *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae) known as albahaca, is native from southern Asia, mainly from India. This plant is known for its medicinal properties. The essential oil is used to treat depression and other neurological problems, being considered as a promising species in terms of the industrial utilization of that oil.

Objectives: to determine variations in yield, chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of *Ocimum basilicum* L., grown under distinct fertilizer treatments.

Methods: *Ocimum basilicum* L. plants were grown under three different fertilizer treatments. A control group without organic or inorganic source, and two groups with different concentrations of organic sources but with the same concentration of inorganic source. The essential oil of adult plants was obtained. The steam distillation served to obtain the adult plant's essential oil and the gas chromatography coupled to mass spectrometry method determined its chemical composition. The antioxidant activity was measured using the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil assay. The comparisons of the means of the three groups were made with ANOVA.

Results: the yield of the essential oil was not influenced by the fertilizer treatment. It showed high proportion of aromatic compounds (estragole and eugenol) and oxygenated monoterpenes (linalool and eucalyptol). There was significant variation in the content of eugenol and in the antioxidant activity according to the fertilizer treatment.

Conclusions: according to the chemical composition, the essential oil of *Ocimum basilicum* is classified as the Egyptian chemotype. The *in vitro* antioxidant activity of the essential oil makes this plant an interesting natural antioxidant, in particular, when it is grown without fertilizer.

Key words: *Ocimum basilicum* L. essential oils, Lamiaceae, fertilization.

INTRODUCCIÓN

El género *Ocimum* incluye aproximadamente 150 especies, con una gran variación en el fenotipo, rendimiento de aceite esencial (AE), composición y actividad biológica.¹ Entre todas las especies, *Ocimum* spp., tiene la mayor importancia económica; es cultivada y utilizada en todo el mundo, debido a la continua y creciente demanda de sus productos (hojas frescas y secas) en los mercados

locales y extranjeros. Tradicionalmente, *Ocimum* se ha empleado en la medicina popular por sus propiedades estimulantes, carminativas y antiespasmódicas.^{2,3}

La albahaca dulce (*Ocimum basilicum* L.) es una de las especies considerada como promisorias para el aprovechamiento industrial de su aceite esencial,¹ dado que posee una producción mundial estimada en 43 toneladas/año con un valor de 2,8 millones de dólares.⁴ En la actualidad, en el mercado internacional existe una gran variación en la composición del aceite esencial (y aroma) entre los cultivos de albahaca.¹ Generalmente se encuentra constituido por linalol, geraniol, citral, alcanfor, eugenol, timol, y estragol, como compuestos mayoritarios.⁵ La producción mundial de aceite esencial de albahaca, está dominada por 2 quimiotipos principales: el europeo (albahaca dulce) y el egipcio. El aceite esencial europeo es el de más alta calidad y mejor aroma, contiene como componentes mayoritarios linalol y estragol.⁶

Existen diversos estudios que demuestran las propiedades biológicas del aceite esencial de *O. basilicum* L. Científicamente ha sido comprobada su utilidad en la industria alimentaria, medicinal y cosmética.⁷⁻⁹ Así mismo, los aceites esenciales de esta especie han mostrado variabilidad en su composición, con respecto a los diferentes factores agronómicos, ambientales, genéticos, técnicas de extracción, variedades y al estado nutricional de la planta, entre otros.¹⁰⁻¹³

En el presente estudio se determinó la influencia de la fertilización sobre el contenido, composición química y actividad antioxidante del aceite esencial de la especie *Ocimum basilicum* L. cultivada en la Universidad de Córdoba, Colombia.

MÉTODOS

Material vegetal

El material vegetal, *Ocimum basilicum* L., fue cultivado en parcelas establecidas en terrenos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Córdoba, ubicada en el departamento de Córdoba, municipio de Montería, a una altura sobre el nivel del mar de 20 m. La cosecha se hizo en el mes de septiembre de 2010, cuya precipitación fue 62,99 mm y la temperatura promedio de 28,1 °C. Se cultivó un total de 9 parcelas experimentales (A= 3,6 m² y 1 m de separación entre ellas), que correspondían a la aplicación de 3 tratamientos de fertilización por triplicado, los cuales se distribuyeron en 3 bloques completos al azar (cada tratamiento una vez por bloque). La siembra se hizo por trasplante de estacas de la planta de 10 cm de longitud, que fueron cosechadas luego de 3 meses de siembra (90 días). La fertilización aplicada en cada tratamiento (T) tuvo 3 niveles: T0: sin fertilizante (testigo absoluto), T1-T2: mezclas entre fuentes orgánica (FO) e inorgánica (FI). Los abonos inorgánicos se obtuvieron comercialmente, bajo estándares óptimos de calidad. El abono animal (FO) tuvo como origen estiércol de ganado. Las dosis aplicadas se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Dosis empleadas de fuentes orgánica e inorgánica para cada tratamiento

Tratamiento	Fuente orgánica (kg/m ²)	Fuente inorgánica (kg/m ²)		
		Úrea	Fosfato de amonio	KCl
T0	0	0	0	0
T1	0,280	0,016	0,020	0,015
T2	0,187	0,016	0,020	0,015

Extracción del aceite esencial

La extracción del aceite esencial para cada tratamiento (por triplicado), fue realizado empleando un equipo de destilación por arrastre con vapor de acero inoxidable, provisto de una resistencia de 2 000 watts de potencia y capacidad para 5 kg de material fresco. Se colocaron 1 000 g de partes aéreas de *O. basilicum* en el tanque extractor y se sometieron a una corriente de vapor a 100 °C, por un tiempo de 10 min. Luego la mezcla aceite esencial-agua se separó por decantación. Finalmente el aceite esencial obtenido fue secado con Na₂SO₄ anhidro. El peso del aceite esencial se registró para evaluar el rendimiento de extracción. Para el análisis cromatográfico se diluyeron 50 µL del aceite en 950 µL de diclorometano.

Identificación de los componentes

La identificación de los componentes de cada una de las muestras de aceite esencial se realizó utilizando un cromatógrafo de gases Agilent 7890^a, acoplado a un espectrómetro de masas Agilent 5975C, equipado con una columna capilar HP-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm), con fase estacionaria de 5 % fenilpolimetilsiloxano, el tiempo de corrida resultó de 47 min. El gas de arrastre utilizado fue el helio, con una velocidad de 1,2 mL/min. La caracterización se hizo tomando como referencia los patrones de fragmentación y por comparación con las librerías de espectros de masas NIST 8.0 y WILEY 8.1, incluidas en el software del equipo. Además se compararon los índices de retención de Kovats (IK) experimentales, obtenidos mediante el análisis cromatográfico de estándares de la serie de alcanos C8-C40, con los de referencia para cada componente.^{14,15}

Determinación de la actividad antioxidante in vitro

Para determinar la capacidad antioxidante de los aceites esenciales de *O. basilicum* L. obtenidos, se empleó una modificación del ensayo de decoloración del radical estable DPPH* (1,1-difenil-2-picril-hidrácilo), descrito por Álvarez y otros,¹⁶ para lo cual se utilizaron 40 µL de soluciones metanólicas del aceite esencial, a distintas concentraciones (250, 500, 1 000, 1 500, 2 000, 2 500, 3 000 y 3 500 ppm) y mezcladas con 1 960 µL de solución de radical DPPH* (absorbancia ajustada a 0,30 ± 0,05). La solución metanólica ajustada de DPPH* se empleó como blanco. Luego

de preparadas estas mezclas (por triplicado), se incubaron por un período de 30 min y posteriormente se leyeron las absorbancias en un espectrofotómetro UV-VIS a 517 nm. Como control positivo se utilizó el ácido ascórbico (AA), bajo las mismas condiciones descritas para los aceites esenciales. Para calcular los porcentajes de inhibición del radical DPPH*, en cada concentración se utilizó la ecuación:

$$\% \text{ de inhibición} = \left[\frac{Abs_0 - Abs_1}{Abs_0} \right]$$

Luego, por interpolación se calculó la CI₅₀ (concentración que inhibe 50 % del radical DPPH*) para cada aceite esencial obtenido. Finalmente, la CI₅₀ se relacionó con la registrada para el ácido ascórbico. Los resultados se expresaron por la equivalencia entre la capacidad antioxidante del ácido ascórbico y el aceite esencial (µmol ácido ascórbico/g aceite esencial).

Tratamiento estadístico

Todos los datos se presentaron como la media ± desviación estándar de 3 determinaciones. Con el fin de determinar la influencia de los tratamientos de fertilización sobre el rendimiento, la composición química y la actividad antioxidante del aceite esencial se utilizó ANOVA. Las diferencias entre las medias de grupos se consideraron significativas a p < 0,05. Los valores de CI₅₀ se calcularon mediante análisis de regresión lineal. Para el procesamiento de los datos se empleó el software estadístico SPSS, versión 19.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA.

RESULTADOS

Un cromatograma típico obtenido para el aceite esencial de *O. basilicum* es presentado en la figura. El contenido de aceite esencial obtenido mediante destilación por arrastre de vapor de las partes aéreas frescas de *O. basilicum* L. para cada tratamiento, no presentó diferencias significativas con respecto a la naturaleza del fertilizante (tabla 2).

Tabla 2. Rendimiento de aceite esencial para cada tratamiento de fertilización empleado en el cultivo de *Ocimum basilicum*

Tratamientos	T0	T1	T2
% de aceite esencial (g aceite/100 g de material vegetal)	0,10 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,07 ± 0,02

Diferencias no significativas entre las medias, p = 0,194.

La cantidad relativa de los componentes del aceite esencial obtenida para cada tratamiento de fertilización se presenta en la tabla 3; se observa que solo el contenido de eugenol en el aceite esencial presentó diferencias significativas. Por su parte, la actividad antioxidante de los aceites esenciales de *O. basilicum* L. mostró diferencias estadísticas respecto a los tratamientos de fertilización (tabla 4).

Tabla 3. Composición química del aceite esencial de *Ocimum basilicum* para cada tratamiento de fertilización

Pico	Índice de Kovats *	Compuesto identificado	T0	T1	T2
1	921	α -pineno	0,31 \pm 0,11	0,40 \pm 0,10	0,40 \pm 0,08
2	968	sabineno	0,36 \pm 0,10	0,47 \pm 0,13	0,44 \pm 0,06
3	971	β -pineno	0,65 \pm 0,19	0,83 \pm 0,22	0,82 \pm 0,14
4	989	β -mirceno	0,37 \pm 0,10	0,47 \pm 0,11	0,43 \pm 0,07
5	1004	α -felandreno	0,03 \pm 0,00	0,14 \pm 0,00	trazas
6	1029	limoneno	0,29 \pm 0,07	0,33 \pm 0,07	0,30 \pm 0,03
7	1031	eucaliptol (1,8-cineol)	5,53 \pm 1,49	4,95 \pm 0,72	5,59 \pm 0,62
8	1048	<i>trans</i> - β -ocimeno	0,76 \pm 0,17	1,08 \pm 0,75	1,09 \pm 0,23
9	1059	γ -terpineno	0,09 \pm 0,06	0,14 \pm 0,10	0,06 \pm 0,00
10	1067	<i>trans</i> -sabineno hidrato	0,11 \pm 0,06	0,10 \pm 0,08	0,07 \pm 0,02
11	1090	α -terpinoleno	0,10 \pm 0,02	0,11 \pm 0,06	0,10 \pm 0,00
12	1102	linalool	27,95 \pm 2,55	20,09 \pm 1,32	24,89 \pm 5,59
13	1147	D-alcanfor	0,25 \pm 0,02	0,14 \pm 0,05	0,22 \pm 0,09
14	1169	borneol	0,12 \pm 0,01	0,07 \pm 0,02	0,08 \pm 0,01
15	1179	terpinen-4-ol	0,20 \pm 0,18	0,27 \pm 0,32	0,10 \pm 0,00
16	1192	α -terpineol	0,47 \pm 0,08	0,32 \pm 0,10	0,33 \pm 0,08
17	1201	estragol	41,46 \pm 7,80	58,07 \pm 1,47	51,87 \pm 9,21
18	1213	pentil ciclopropano	0,08 \pm 0,00	0,06 \pm 0,00	0,06 \pm 0,01
19	1255	chavicol	0,33 \pm 0,10	0,50 \pm 0,46	0,16 \pm 0,08
20	1291	acetato de bornilo	0,32 \pm 0,10	0,13 \pm 0,02	0,19 \pm 0,05
21	1361	eugenol ^a	10,34 \pm 3,21	3,15 \pm 1,53	5,74 \pm 2,35
22	1396	β -elemeno	0,64 \pm 0,27	0,52 \pm 0,06	0,50 \pm 0,22
23	1406	metil eugenol	0,16 \pm 0,05	0,08 \pm 0,02	0,11 \pm 0,01
24	1426	β -cariofileno	0,10 \pm 0,01	0,09 \pm 0,01	0,06 \pm 0,00
25	1441	α -bergamoteno	1,78 \pm 0,58	1,22 \pm 0,21	1,38 \pm 0,57
26	1445	α -guaiano	0,14 \pm 0,05	0,12 \pm 0,01	0,14 \pm 0,04
27	1461	α -cariofileno	0,30 \pm 0,05	0,29 \pm 0,06	0,23 \pm 0,01
28	1471	biciclosesquifelandreno	0,20 \pm 0,06	0,19 \pm 0,06	0,14 \pm 0,03
29	1489	germacreno D	1,26 \pm 0,43	1,05 \pm 0,11	0,99 \pm 0,18
30	1505	biciclogermacreno	0,62 \pm 0,14	0,62 \pm 0,18	0,49 \pm 0,03
31	1514	δ -guaiano	0,36 \pm 0,13	0,31 \pm 0,02	0,35 \pm 0,07
32	1522	α -amorfenol	1,10 \pm 0,26	0,95 \pm 0,21	0,79 \pm 0,07

33	1530	<i>cis</i> -calameneno	0,14±0,05	0,11±0,04	0,10±0,03
34	1538	biciclo[4,4,0]dec-1-eno-2-isopropil-5-metil-9-metileno	0,10±0,01	0,05±0,01	0,06±0,00
35	1648	metil jasmonato	2,55±0,90	1,94±0,58	1,67±0,19

*: se determinó en columna HP-5MS; a: diferencia significativa entre las medias ($p < 0,05$).

Tabla 4. Actividad antioxidante de los aceites esenciales de *Ocimum basilicum*, respecto a los tratamientos de fertilización

Tratamientos	T0	T1	T2
µmol AA/g AE	470±6	158±12	191±14

Diferencias significativas entre las medias, $p < 0,001$.

DISCUSIÓN

Los rendimientos del aceite esencial de *O. basilicum* L. obtenidos para los diferentes tratamientos de fertilización (entre 0,07 y 0,1 %), se encuentran en el intervalo reportado (0,04 a 0,7 %), para esta especie en Colombia.¹⁷ En promedio, el mayor contenido de aceite esencial se obtuvo para el tratamiento T0 (0,1 %), seguido por T1 y T2 (0,07 %); aunque no hubo diferencias significativas entre estos, lo cual sugiere que la aplicación de los tratamientos con fertilizantes no altera la producción del aceite esencial sobre la planta, bajo las condiciones experimentales utilizadas en este estudio. Con relación a la composición química, se identificaron 35 compuestos en el aceite esencial a concentraciones relativas superiores o iguales que 0,1 %. Los compuestos aromáticos estragol y eugenol resultaron los predominantes, con un promedio de abundancia conjunta alrededor de 57 % en el aceite esencial, seguido de 30 % en los monoterpenos oxigenados linalool y eucaliptol. La calidad del aceite esencial de *O. basilicum* L. se encuentra ligada a las relaciones entre los componentes mayoritarios, cuyas concentraciones relativas deben ser por lo menos de 20 % en el total del aceite esencial, según lo sugiere Grayer.¹⁸ El mercado mundial para el aceite esencial de *O. basilicum* L, está dominado por 2 tipos: el europeo (Europa, región del Mediterráneo y EE. UU.), caracterizado por altas concentraciones de linalool y estragol en relación 2:1 o 3:1; y el tipo egipcio, similar al anterior pero con proporciones mayores de estragol en relación con el linalool.⁶ De esta forma, el quimiotipo establecido para el aceite esencial estudiado corresponde al egipcio, con una relación linalool/estragol promedio de 1:2. El principal uso de este quimiotipo es en perfumería y en la industria alimentaria como condimento.¹⁹

La aplicación de los fertilizantes en el presente estudio tuvo una influencia significativa en el contenido de eugenol. Este efecto se ha reportado para la aplicación de dosis crecientes de fertilizante NPK (nitrógeno-fósforo-potasio) en esta especie; aunque se ha sugerido que a distintas dosis de nitrógeno y potasio en fertilizantes, existe disminución en el contenido de eugenol en otras plantas, como por ejemplo el tomate.^{20,21}

En cuanto a los componentes mayoritarios estragol y linalool, en consonancia con lo observado, en algunos estudios realizados para *O. basilicum* y *Artemisia pallens* Wall, se concluye que la aplicación de dosis de fertilizante inorgánico, orgánico y algunas mezclas, tiene como consecuencia aumento en la proporción de estragol y disminución en el contenido de linalool.²²⁻²⁴

La composición química tuvo una influencia significativa en la actividad antioxidante del aceite esencial, la cual decreció en el orden T0>T2>T1. Estos resultados muestran la relación entre el porcentaje relativo del fenilpropano eugenol y la actividad antioxidante para cada tratamiento de fertilización; a mayor contenido de eugenol, mejor actividad antioxidante. Comportamiento similar ha sido observado en otros estudios.^{25,26} El aceite esencial de las partes aéreas de *O. basilicum* L. presentó, en general, buena capacidad antioxidante, lo que justifica el uso de esta especie como medicinal, condimentaria y como antioxidante en productos cárnicos. Finalmente, los resultados presentados permiten considerar el aceite esencial de esta variedad colombiana de *O. basilicum* L., como una fuente natural con potencial en la industria farmacéutica y de alimentos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Córdoba por la financiación y a Nerlis Pájaro, miembro del Grupo de Química Ambiental y Computacional de la Universidad de Cartagena, por su asistencia técnica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zheljzkov V, Cantrell C, Tekwani B, Khan S. Content, composition, and bioactivity of the essential oils of three basil genotypes as a function of harvesting. *J Agric Food Chem.* 2008;56(2):380-5.
2. Omer EA, Said-Al, Ahl HAH, Hendawy SF. Production, chemical composition and volatile oil of different Basil species/ varieties cultivated under Egyptian soil salinity conditions. *Res J Agr Biol Sci.* 2008;4(4):293-300.
3. Hussain AI, Anwar F, Sherazi STH, Przybylski R. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. *Food Chem.* 2008;108(3):986-95.
4. Lawrence BM. A planning scheme to evaluate new aromatic plants for the flavor and fragrance industries. En: Janick J, Simon JE, editors. *New Crops.* New York: Wiley; 1993. p. 620-7.
5. Govín E, Leal I, Fuentes L, Rodríguez C. Estudio farmacognóstico de *Ocimum basilicum* L. (albahaca blanca). *Rev Cubana Farm.* 2000;34(3):187-95.
6. Simon JE, Quinn J, Murray RG. Basil: A source of essential oils. En: Janick J, Simon JE, editors. *New crops.* Portland: Timber Press; 1990. p. 484-9.

7. Opalchenova G, Obreshkova D. Comparative studies on the activity of basil—an essential oil from *Ocimum basilicum* L.-against multidrug resistant clinical isolates of the genera *Staphylococcus*, *Enterococcus* and *Pseudomonas* by using different test methods. *J Microbiol Methods*. 2003;54(1):105-10.
8. Saggiorato A, Gaio I, Treichel H, de Oliveira D, Cichoski A, Cansian R. Antifungal activity of basil essential oil (*Ocimum basilicum* L.): Evaluation *in vitro* and on an Italian-type Sausage Surface. *Food Bioprocess Technol*. 2009:1-7.
9. Viyoch J, Pisutthanan N, Faikreua A, Nupangta K, Wangtorpol K, Ngokkuen J. Evaluation of *in vitro* antimicrobial activity of Thai basil oils and their micro-emulsion formulas against *Propionibacterium acnes*. *Int J Cosmet Sci*. 2006;28(2):125-33.
10. Hiltunen R, Holm Y. The genus *Ocimum* (Medicinal and Aromatic Plants-Industrial Profiles). Singapur: Harwood Academic Publishers; 2006. p. 39-57.
11. Oke F, Aslim B, Ozturk S, Altundag S. Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Satureja cuneifolia* Ten. *Food Chem*. 2009;112(4):874-9.
12. Āeavar S, Maksimoviā M, Šoliā M, Jerkoviā-Mujkiā A, Bešta R. Chemical composition and antioxidant and antimicrobial activity of two *Satureja* essential oils. *Food Chem*. 2008;111(3):648-53.
13. Razzaghi-Abyaneh M, Shams-Ghahfarokhi M, Yoshinari T, Bagher Rezaee M, Jaimand K, Nagasawa H, et al. Inhibitory effects of *Satureja hortensis* L. essential oil on growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus*. *Intern. J Food Microbiol*. 2008;123(3):228-33.
14. Adams RP. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. Carol Stream (Illinois): Allured Publishing Corporation; 1995. p. 469.
15. Runyoro D, Ngassapa O, Vagionas K, Aligiannis N, Graikou K, Chinou I. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of four *Ocimum* species growing in Tanzania. *Food Chemistry*. 2010;119(1):311-6.
16. Ālvarez E, Jimémez O, Posada C, Rojano B, Gil J, Garcia C, et al. Actividad antioxidante y contenido fenólicO de los extractos provenientes de las bayas de dos especies del generO *Vismia* (Guttiferae). *Vitae*. 2008;15(1):165-72.
17. Fonnegra R. Plantas medicinales aprobadas en Colombia. 2. ed. Medellín: editorial Universidad de Antioquia; 2007. p. 35-7.
18. Grayer RJ, Kite G, Goldstone F, Bryan S, Paton A, Putievsky E. Intraspecific taxonomy and essential oil chemotypes in sweet basil, *Ocimum basilicum*. *Phytochemistry*. 1996;43(5):1033-9.
19. Lewinsohn E, Ziv-Raz I, Dudai N, Tadmor Y, Lastochkin E, Larkov O, et al. Biosynthesis of estragole and methyl-eugenol in sweet basil (*Ocimum basilicum* L). Developmental and chemotypic association of allylphenol O-methyltransferase activities. *Plant Sci*. 2000;160(1):27-35.

20. Thakur A, De K, Rawat AK. Response of organic and inorganic plant nutrient sources on sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) for subtropical region. *Plant Archives*. 2011;11(1):253-5.
21. Wright D, Harris N. Effect of Nitrogen and potassium fertilization on tomato flavor. *J Agric Food Chem*. 1985;33:355-8.
22. Singh K, Kumar D, Patra D. Effect of NPK fertilizers on growth, oil yield and quality of French basil (*Ocimum basilicum* L.). *J Spices Arom Crops*. 2004;13(1):52-4.
23. Senthil T, Swaminathan V, Kumar S. Influence of nitrogen, phosphorus and biofertilizers on growth, yield and essential oil constituents in ratoon crop of davana (*Artemisia pallens* Wall.). *Elec J Env Agricult Food Chem*. 2009;8(2):86-95.
24. Prakasa E, Puttanna K, Ganesha R, Ramesh S. Nitrogen and potassium nutrition of French basil (*Ocimum basilicum* Linn.). *J Spices Arom Crops*. 2007;16(2):99-105.
25. Simon JE, Juliani HR. Antioxidant activity of Basil. En: Janick J, Whipkey A, editors. *New crops and new uses*. Alexandria: ASHS Press; 2002. p. 575-9.
26. Wang H, Yih K, Huang K. Comparative study of the antioxidant activity of forty-five commonly used essential oils and their potential active components. *J Food Drug Anal*. 2010;18(1):24-33.

Recibido: 18 de agosto de 2011.

Aprobado: 10 de octubre de 2012.

Alberto Angulo Ortíz. Universidad de Córdoba. Montería, Colombia. CP 354. Teléf.: 57(4)7860151 ext. 261. Correo electrónico: aanguloo@hotmail.com