

EVALUACIÓN AGRONÓMICA E INDUSTRIAL DE SIETE VARIEDADES DE ALBAHACA EN LA ZONA CAFETERA COLOMBIANA

Carlos-Julio Ramírez-Quimbayo*; Argemiro-Miguel Moreno-Berrocá**; Elizabeth Murillo-Perea***

RESUMEN

RAMÍREZ Q., C. J.; MORENO B., A. M.; MURILLO P., E. Evaluación agronómica e industrial de siete variedades de albahaca en la zona cafetera colombiana. Cenicafé 52(2):117-126.2001.

Se evaluaron el rendimiento y composición del aceite esencial y el comportamiento agronómico y crecimiento de siete variedades de albahaca: Bubikopf, Grosses Gruenes, Genoveser, Feinblaetrig, Lemon, Opal y Rubin, en condiciones de la zona cafetera colombiana. Se hizo prueba de germinación previa a su siembra, muestreos para determinar la acumulación de materia seca y la curva de crecimiento. Se extrajo aceite esencial durante cinco estados de floración mediante destilación por arrastre con vapor. Se determinó la composición química por cromatografía de gases y espectrometría de masas. La germinación varió entre 63,5 y 95,5% para Lemon y Feinblaetrig, respectivamente. Todas las variedades mostraron curvas de crecimiento sigmoideal y la altura de plantas fue diferente entre sí. Feinblaetrig, Grosses Gruenes y Genoveser, dieron mayores tasas de crecimiento del cultivo: 2,17; 2,09 y 2,01 g/planta/día, respectivamente. Se encontró como mejor época para la extracción de aceite esencial los primeros 40 DDF; luego aumentaron los sesquiterpenos y disminuyó el porcentaje de aceite por unidad de materia seca. Bubikopf, Genoveser, Opal y Rubin, produjeron aceite esencial tipo albahaca dulce. El perfil cromatográfico de Genoveser, Opal y Rubin es aceptado por las normas francesas de normalización de aceites esenciales tipo Linalool. Grosses Gruenes produjo aceite intermedio entre tipos Linalool y Estragol, mientras que Lemon mostró mayor porcentaje de Citral. La densidad relativa y el índice de refracción estuvieron en los rangos exigidos.

Palabras claves: Plantas medicinales, *Ocimum basilicum*, materia seca, flores, diversificación, aceites esenciales.

ABSTRACT

Essential oils have been very important in the pharmaceutical, cosmetic, perfumes and confectionery industries. However, very little is known about the agronomic aspects of its sources. Thus, in order to contribute with this knowledge, performance, agronomical behavior, growth and composition of essential oils of seven albahaca varieties (*Ocimum basilicum*L.): Bubikopf, Grosses Gruenes, Genoveser, Feinblaetrig, Lemon, Opal and Rubin were evaluated under Colombian Coffee zone conditions. Tests for germination percentage prior to planting as well as samplings to determine dry matter accumulation and growth rate were carried out. Essential oils were extracted by vapor distillation at 0, 20, 40, 60 and 80 days after flowering in order to establish their chemical composition by gas chromatography and mass spectrometry. Germination varied between 63.5 and 95.5% for Lemon and Feinblaetrig respectively; all varieties exhibited a sigmoidal-type growth curve and significantly different plant height among them. Feinblaetrig, Grosses Gruenes and Genoveser, showed the highest crop growth rates: 2.17, 2.09 and 2.01, respectively. Feinblaetrig, did not produce recoverable oil by vapor distillation. The best oil production occurred 40 DAF. After this time, sesquiterpenes increased and percentage oil per dry matter unit decreased. Bubikopf, Genoveser, Opal and Rubin, yielded essential sweet-albahaca-type oil. Genoveser, Opal and Rubin chromatographic profile compiles French standards for linalool type essential oils. Grosses Gruenes produced intermediate oil between Linalool and Estragol oil types, whereas Lemon showed higher citra percentage. Relative density and refraction index fit the French Normalization Association ranges.

Keywords: Medicinal plants, *Ocimum basilicum*, dry matter, flowers, diversification, essential oils.

* Becario Colciencias. Estudiante Facultad de Ingeniería Agronómica Universidad del Tolima.

** Investigador Científico I, Fitotecnia, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

*** Químico M.Sc., Profesor Asociado, Departamento de Química, Facultad de Educación, Universidad del Tolima.

Los aceites esenciales, son líquidos oleosos de olor pronunciado que se obtienen de plantas aromáticas (4). Están constituidos por hidrocarburos y sus derivados oxigenados como alcoholes, ésteres, aldehídos, cetonas, aminas y compuestos sulfurados, entre otros. Los terpenos constituyen la mayoría de los aceites esenciales (25); estos se dividen en monoterpenos, sesquiterpenos y diterpenos con esqueleto de 10, 15 y 20 carbonos, respectivamente. Los diterpenos, se encuentran en algunos aceites esenciales (ginger), pero no son de importancia comercial (11).

La albahaca (*Ocimum basilicum* L), se considera promisorio para explotarla en la zona cafetera como cultivo solo o intercalada con el café. El género *Ocimum*, comprende más de 30 especies distribuidas en el trópico y subtropico (17); la especie *O. basilicum* produce mayor cantidad de aceite esencial, con una producción mundial de 42,5 toneladas (9). Su aceite se extrae en el ámbito industrial por destilación con arrastre por vapor, que consiste en separar por medio de vapor de agua los aceites esenciales que contienen las plantas sometidas a este proceso (20, 19, 13). Al extraer el aceite esencial de albahaca en el laboratorio utilizando varios métodos (hidrodestilación, destilación por arrastre con vapor, codestilación-extracción y extracción con fluido supercrítico), se pudo establecer que el aceite que se obtiene por arrastre con vapor e hidrodestilación no presenta diferencias significativas en el contenido de quince componentes. Además, cuando el objetivo del análisis es determinar rendimientos no se debe utilizar el método de codestilación extracción, por la dificultad de separar completamente el solvente. Con la extracción por fluido supercrítico se encontró un deterioro en la calidad sensorial del aceite esencial obtenido (15, 5).

La técnica usual para analizar los aceites esenciales es la cromatografía de gases, aco-

plando a un espectrómetro de masas (10, 21, 22). Con esta técnica los componentes separados por el cromatógrafo de gases son bombardeados con partículas subatómicas para fragmentarlos. Los fragmentos que se obtienen son característicos de cada estructura y sirven para identificarlos. Los sistemas modernos de cromatografía de gases/espectrometría de masas, contienen bibliotecas con gran número de patrones de fragmentación (incluidos los de algunos aceites esenciales), con los cuales es posible identificar las moléculas presentes en una muestra de aceite esencial (11).

No es fácil generalizar, cuando se trata de explicar el efecto del medio ambiente y del manejo agronómico sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y composición del aceite esencial de algunas especies de plantas aromáticas. Esto, entre otras razones, se debe a que las variedades son el resultado de selecciones simples que ocasionan alto grado de variabilidad en su morfología, fisiología y, en particular, la composición de los aceites que producen; de tal suerte que se dificulta comparar los resultados obtenidos de una misma especie (11).

En la explotación comercial de aceites esenciales se debe considerar el uso de variedades adaptadas, el manejo agronómico y tres aspectos relacionados con la ontogenia de las plantas: 1. la formación de materia seca; 2. el contenido de aceite por unidad de biomasa y 3. la composición química (11). En general, el máximo contenido de aceite o la mejor composición química no coincide con la mayor producción de biomasa. Además, la fenología del cultivo y cada uno de los aspectos de su ontogenia es influenciado independientemente por cambios de los factores ambientales o del manejo agronómico.

El conocimiento del efecto del desarrollo y crecimiento de las plantas sobre el contenido y composición de los aceites esenciales es necesario para definir la época de cosecha. En la

mayoría de las especies, se busca optimizar la producción de biomasa y cosechar antes que se presente un deterioro en la cantidad y calidad del aceite. Para otras especies, un porcentaje del rendimiento de aceite debe sacrificarse con el fin de cumplir con los parámetros de calidad (12).

Las especies de las plantas de la familia Labiaceae presentan floración indeterminada, al producir flores nuevas en un período de varias semanas. Esto dificulta definir el momento de la cosecha porque existe una marcada influencia del desarrollo de la floración en el rendimiento y calidad del aceite. Experimentos realizados simultáneamente sobre la producción de biomasa y el contenido y composición del aceite esencial concluyen que su tendencia en el tiempo puede ser comparada. Sin embargo, el mayor contenido de aceite por unidad de biomasa coincide con la fase reproductiva (10,16, 23).

En *Ocimum basilicum* L., al estudiar el efecto del desarrollo de las plantas sobre la composición del aceite de cinco cultivares provenientes de diferentes partes de Europa, encontraron en todas las variedades mayor contenido de monoterpenos al inicio de la fase reproductiva (botones) e inicio de floración y mayor conte-

nido de sesquiterpenos en la floración tardía e inicio de formación de semilla. Los componentes del aceite esencial al inicio de la floración se ubicaron en las hojas, estado de completa floración y tardía en las inflorescencias (16). En cuanto a la floración, ésta se considera como el mejor momento para el procesamiento industrial porque se consigue la mayor concentración de aceite esencial y el mayor contenido de linalool en la planta (7, 8, 20).

En las condiciones de Palmira, Colombia, la floración de la albahaca se produce entre 137 y 197 días después de la siembra (6).

Esta investigación tuvo como propósito realizar el estudio agronómico e industrial de la albahaca en la zona cafetera colombiana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El estudio agronómico se realizó en la subestación experimental La Catalina, Pereira, Risaralda, a 4°45' de Latitud Norte, 75°45' de Longitud Oeste y 1.350m de altitud; en el Ecotopo cafetero 209A. La información climática durante el experimento, se presenta en la Tabla 1.

TABLA 1. Información climática durante la fase de campo, Subestación Experimental la Catalina, Pereira, Risaralda, 1996.

Fecha	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)	Brillo Solar (h)
	Mínima	Media	Máxima			
Enero	16,6	20,8	27,1	79,0	127,8	132,7
Febrero	17,0	21,0	27,0	80,0	227,4	99,3
Marzo	17,1	21,3	27,2	79,0	231,3	110,2
Abril	17,0	20,9	26,8	82,0	208,0	107,9
Mayo	17,1	20,8	26,5	83,0	282,5	93,8
Junio	17,1	21,0	26,3	86,0	283,6	101,1
Julio	16,7	21,6	27,3	78,0	69,8	160,4
Agosto	16,5	21,4	27,4	79,0	171,1	151,9
Septiembre	16,7	21,4	27,4	81,0	125,1	128,3
Octubre	16,5	20,5	26,9	83,0	281,4	143,5
Noviembre	16,6	20,6	26,5	82,0	57,0	142,5
Diciembre	17,0	20,9	26,3	83,0	157,2	113,8

Material vegetal. Se usó semilla de siete variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.): Bubikopf, Grosses Gruenes, Genoveser, Feinblaetrig, Lemon, Opal y Rubin.

Siembra. Posterior a la prueba de germinación, se hizo el almácigo con bolsas de polietileno de 8x13cm, las cuales se llenaron con 500g de la mezcla de suelo y lombricomposteo (3:1), donde se sembraron entre 5 y 7 semillas; 15 días después de la emergencia se dejaron dos plantas por bolsa.

Diseño de tratamientos. Se evaluaron dos factores experimentales: Variedades (siete) e inicio de la floración (Inicio, 20, 40, 60 y 80 días), del arreglo factorial de estos niveles resultaron 35 tratamientos.

Diseño experimental. Los tratamientos se distribuyeron en el campo siguiendo un ordenamiento espacial, de acuerdo al modelo de parcelas divididas en bloques completos al azar con 5 repeticiones donde las variedades fueron las parcelas principales y como subparcelas el número de días después de inicio de floración.

Unidad experimental. Consistió en una parcela de 2,00x2,00m, con 25 plantas a 40x40cm de las cuales seis fueron efectivas.

Variables de respuesta y extracción del aceite esencial. A partir del inicio de la floración se cortaron de 2 a 4 plantas a la altura del cuello de la raíz para la extracción de aceite esencial. A las plantas muestreadas se les separó el tallo principal y el resto de la planta se usó para la extracción del aceite esencial. Todas las muestras se empacaron en bolsas de papel debidamente rotuladas y se llevaron al laboratorio para la extracción por arrastre con vapor de agua, a presión atmosférica.

La muestra se depositó fresca en un balón de 6 litros por el que circulaba vapor de agua entre 96 y 100°C, durante 60 minutos. Luego se

condensó y el aceite esencial se separó por decantación, guardándose en viales de tapa rosca debidamente rotulados. El volumen de aceite obtenido se midió con una pipeta de 2ml y se pesó en una balanza de precisión. Los residuos de la extracción se secaron a 70°C hasta peso constante, a fin de calcular la eficiencia de la extracción con base en materia seca. Las muestras de aceite esencial se conservaron a -5°C. hasta cuando se analizaron.

Producción de materia seca. Desde el momento de la siembra en campo y cada 20 días hasta la senescencia de las plantas se muestreó una planta con ambiente completo. El ajuste de los datos de materia seca a curvas de crecimiento de las siete variedades de albahaca se realizó con el modelo no lineal propuesto por Subia *et al.* (27), el cual se describe a continuación:

$$Y_{(t)} = \frac{A}{1 + B e^{-ct}} + e_{(t)} \quad \llcorner \llcorner \llcorner$$

Donde:

- Y₍₀₎:** Promedio de la materia seca en el tiempo.
- t:** Tiempo en días después del transplante.
- A:** Valor máximo de materia seca en g./planta.
- B:** Parámetro de posición o desplazamiento de la curva.
- C:** Tasa relativa de crecimiento.
- e:** Base de los logaritmos naturales o Neperianos
- e₍₀₎:** Error aleatorio en el tiempo.

Análisis cualitativo del aceite esencial. El análisis cualitativo y cuantitativo del aceite esencial se hizo en el Laboratorio de Fitoquímica y Cromatografía de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia, con un cromatógrafo de gases Hewlett-Packard (HP)

5890 A Serie II, equipado con un detector de ionización de llama (FID) y un sistema de datos ChemStation-II y un cromatógrafo de gases Hewlett-Packard (HP) 5890 A Serie II, acoplado a un Detector Selectivo de Masas HP 5972 A, con un sistema de datos HP MS ChemStation.

Los espectros de masas que se encontraron por medio del Detector Selectivo de Masas (MSD), se identificaron por comparación con las bases de datos NBS75K (75.000 compuestos) y Wiley138 (138.000 compuestos).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características agronómicas de las variedades de albahaca. El porcentaje de germinación, el promedio de la altura de las plantas a los 40 DDF, el tamaño y color de las hojas y la duración del período vegetativo presentaron diferencias entre variedades (Tabla 2).

Análisis de crecimiento. Todas las variedades tuvieron un crecimiento de tipo sigmoideal. Las ecuaciones y sus gráficas que describen el crecimiento para cada una de las variedades se presentan en la Tabla 3 y la Figura 1. Las variedades de porte alto (Grosses Gruenes, Genoveser y Feinblaettrig) tuvieron la mayor

acumulación de materia seca, en contraste con las de porte bajo (Bubikopf, Lemon, Opal y Rubin) en las cuales hubo menor acumulación.

La tasa de crecimiento se determinó por medio de la primera derivada de la ecuación logística que describe el crecimiento y se obtuvo la siguiente fórmula:

$$Tc = \left(\frac{C}{A}\right)(Ay - y^2) \quad \langle\langle 2 \rangle\rangle$$

Donde:

- Tc** : Valor de la tasa de crecimiento.
- A** : Máximo valor de materia seca total o asíntota al modelo ajustado.
- C** : Tasa relativa de crecimiento.
- Y** : Valor de la materia seca en el tiempo t

En todas las variedades, la Tasa de Crecimiento para materia seca total, tuvo ajuste de tipo cuadrático (Figura 2). El máximo valor lo alcanzó la variedad Feinblaettrig con 2,17 g/planta/día a los 81,16 DDT; valores similares tuvieron las variedades Grosses Gruenes a los 83,56 DDT y Genoveser a los 96,30 DDT. Estos valores son inferiores a los encontrados por Echeverry (6) en condiciones del Valle del

TABLA 2. Algunas características agronómicas de siete variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.). Subestación Experimental la Catalina, Pereira, Risaralda, 1996.

VARIETADES	Características agronómicas de las plantas				
	Germinación (%)	Altura (cm)	Tamaño de la hoja (cm)	Color de las hojas	Período Vegetativo
Bubikopf	72.50	19.064	Pequeña	Verde claro	160
Grosses Gruenes	75.50	36.996	Grande	Verde oscuro	200
Genoveser	79.50	36.796	Grande	Verde oscuro	200
Feinblaettrig	95.50	30.996	Pequeña	Verde claro	180
Lemon	63.50	31.995	Mediana	Verde oscuro	160
Opal	73.00	24.262	Mediana	Morada	200
Rubin	68.25	20.998	Mediana	Morada	200

Cauca, probablemente a causa de menor radiación solar de la zona cafetera colombiana. Las variedades Opal y Rubin tuvieron las tasas más bajas con 0,96g/planta/día a los 86,87 días y 0,88g/planta/día a los 114,15 días respectivamente. Su lento crecimiento se debe al ataque endémico de *Fusarium spp* a la raíz y

Colletotrichum spp en tallos y hojas que afectaron su crecimiento.

Producción de aceite esencial. Se expresó en kg/ha de aceite esencial (kghaoil) y en porcentaje de aceite esencial por unidad de materia seca en la relación volumen a peso (porpsvp). La variable kghaoil involucra dos componentes directos del rendimiento de aceite esencial: la producción de materia seca y su concentración de aceite (porpsvp).

TABLA 3. Producción de materia seca de siete variedades de albahaca. Subestación experimental La Catalina, Pereira, Risaralda, 1996.

Variedades	Materia seca= $A/(1+Be^{-ct})$
Bubikopf	M. Seca= $63.793/(1+249.281e^{-0.0677t})$
Grosses Gruenes	M. Seca= $158.000/(1+87.577e^{-0.0535t})$
Genoveser	M. Seca= $186.458/(1+65.781e^{-0.0434t})$
Feinblaettrig	M. Seca= $163.818/(1+74.428e^{-0.0531t})$
Lemon	M. Seca= $89.274/(1+590.003e^{-0.0945t})$
Opal	M. Seca= $58.306/(1+437.687e^{-0.0700t})$
Rubin	M. Seca= $87470/(1+106.1091e^{-0.0408t})$

La variable días después del inicio de la floración (DDIF) afectó el rendimientos de aceite esencial (Kghaoil y porpsvp). Los resultados, permiten clasificar las variedades en cuatro grupos: Bubikopf, Grosses Gruenes y Feinblaettrig; Lemon que presentó el mayor rendimiento (24,88g/planta) a los 40 DDF. Opal

Figura 1. Curvas de crecimiento sigmoideal de siete variedades de albahaca. Subestación experimental La Catalina, Pereira, Risaralda, 1996.

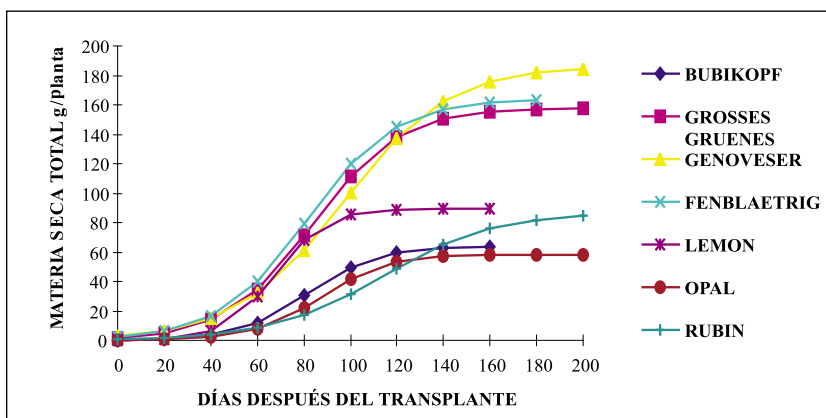
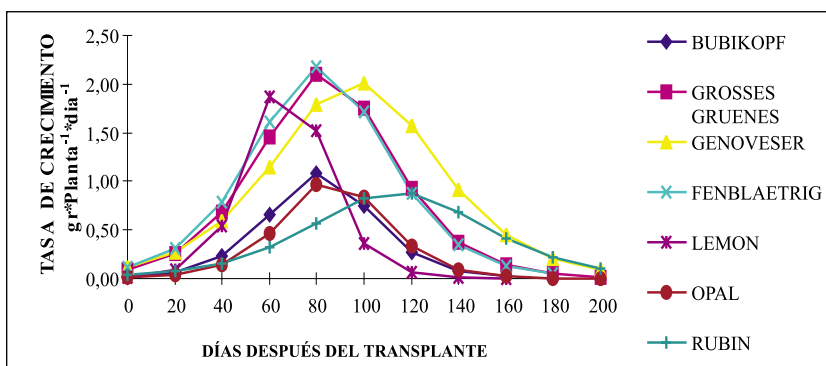


Figura 2. Tasa de crecimiento de siete variedades de albahaca. Subestación Experimental La Catalina, Pereira, Risaralda, 1996.



con una producción de 17.229kg/ha de aceite esencial a los 20 DDF y Rubin, que no presentó diferencias en khaoil, pero sí en porpsvp, porque la producción de materia resultó inversamente proporcional al porpsvp (Figura 3).

Los rendimientos de aceite esencial de cada una de las variedades estudiadas se observan en la Tabla 4. Los mayores porcentajes de aceite esencial por unidad de materia seca se presentan durante los primeros 40 días después de iniciada la floración (DDF). Estos resultados coinciden con los que obtuvo Randhawa (24) en Ludhiana, India, al evaluar el rendimiento de aceite esencial en 3 estados iniciales: estado vegetativo, 50% de floración y 100% de floración y observaron que en todos ellos el rendi-

miento de aceite fue igual. Los altos rendimientos encontrados en kg./ha de aceite esencial, a partir de los 40 DDF se deben al incremento en la producción de materia seca.

Composición química. Debido a los bajos porcentajes de aceite esencial por unidad de materia seca de la variedad Feinblaettrig, se decidió no incluirla en los análisis de cromatografía de gases ni de espectroscopía de masas. Los datos de las otras variedades se presentan en la Tabla 5.

Bubikopf, Genoveser, Opal y Rubin produjeron aceite esencial tipo albahaca dulce (3, 17), por tener altas proporciones de Linalool y Cineol. El aceite de la variedad Bubikopf no cumple con la norma NF T 75-244 (1), por su

Figura 3. Producción de materia seca y porcentaje de aceite esencial (porpsvp) en la variedad Rubin durante la floración, Subestación Experimental La Catalina, Pereira, Risaralda. 1996.

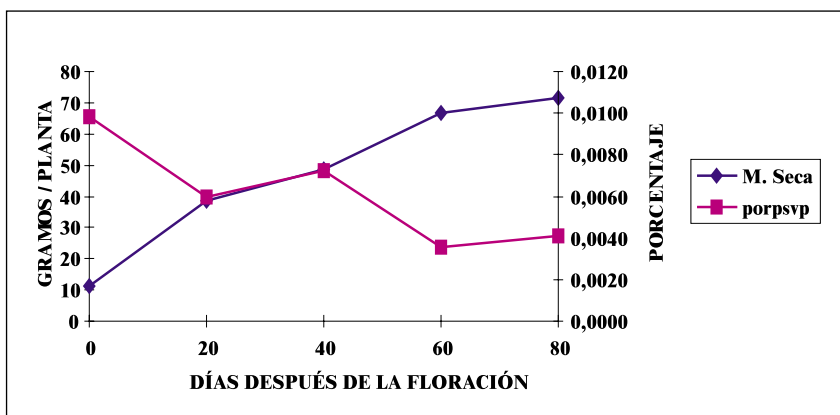


TABLA 4. Rendimientos (kg/ha) y porcentajes de aceite esencial de 7 variedades de albahaca, durante 5 estados de floración, Subestación Experimental la Catalina, Pereira, Risaralda, 1996.

VARIETADES	RENDIMIENTO kg/ha (DDF)					% ACEITE ESENCIAL (p/p) (DDF)						
	0	20	40	60	80	0	20	40	60	80	Media	
Bubikopf	22,63	16,35	20,13	22,14	43,63	1,13	0,89	0,87	0,62	0,90	0,88	
Grosses gruenes	15,59	16,04	16,92	17,95	16,62	0,66	0,83	0,53	0,47	0,47	0,59	
Genoveser	12,62	12,97	17,91	28,89	25,31	0,20	0,67	0,51	0,26	0,36	0,40	
Feinblaettrig	9,09	8,65	14,00	13,13		0,35	0,21	0,26	0,20		0,26	
Lemon	7,17	15,44	24,88	14,06	20,04	1,00	0,75	0,81	0,32	0,39	0,65	
Opal	5,99	17,22	8,48	16,18	2,69	0,82	1,14	0,43	0,57	0,21	0,63	
Rubin	6,64	8,11	13,34	7,06	10,44	0,85	0,53	0,63	0,29	0,37	0,53	
Media	11,39	13,54	16,52	17,06	16,96	0,72	0,72	0,58	0,39	0,45	0,56	

TABLA 5. Composición (%) del aceite esencial la variedad Bubikopf en floración. Laboratorio de Fitoquímica y Cromatografía, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia, 1997.

COMPUESTOS	Variedades					
	Bubikopf	G. Gruenes	Genoveser	Lemon	Opal	Rubin
a-Pineno	15.155	15.158	15.110	15.157	15.164	15.131
Sabineno	16.128	16.135		18.110	16.143	16.111
b-Pineno	18.107	18.105	18.058	19.487	18.114	18.083
b-Mirceno	19.490		19.442		19.498	19.467
l.8-cineol	21.839	21.817	21.771	21.814	21.845	21.817
t-Ocimeno	23.178		23.133	23.174		
Terpinen-4-ol			29.745		29.811	29.900
a-Terpinoleno		25.432	25.387		25.440	25.412
g-Terpinoleno	25.433					
Linalool	26.529	26.573	26.545	26.337	26.610	26.609
Canphor	28.546				28.564	28.541
a-Terpineol	31.200	31.235		31.208	31.207	31.182
n-Octil Acetato	32.476					
a-Fenčil Acetato	36.127		36.065			
Eugenol	39.658	39.622	39.586		39.633	39.605
b-Bourboneno	40.834					40.811
b-Elemento	41.218	41.176	41.141		41.225	41.195
1,2-Dimetoxi-4-Benceno	41.765					41.744
Zingibereno	43.163	43.150	43.139			
a-Guaiene	43.281					
t-b-Farnesano	43.922					43.896
2-Isopropil Biciclo(4.4.0)Dec-1-En	44.077					
b-Cubeno	45.165	45.152	45.113	45.102		45.144
1,5-Heptadieno	45.815					45.793
d-Guaieno	46.237		46.173			43.254
g-Cadineno	46.578	46.571	46.529			46.548
Veridiflorol	49.790					
a-Cubeno	50.731					50.701
e-Epibiclosexquifelandreno	51.777	51.775	51.733			51.740
t-b-Ocimeno		23.184				
Estragol		31.836				
Limoneno				25.710		
Fenchona				25.322	25.330	25.303
t-Octyne				29.912		
Alcanfor		28.547	28.512			
Nerol				33.343		
Geranial				34.061		
t-Geranial				34.716		
e-Citral				35.618		
Nerylacetato				39.918		
Ciclohexano				40.927		
Tetradecano				41.558	41.564	41.537
t-Cariofileno				42.429	42.410	42.382
a-Bergamoteno				43.144		43.122
a-Humuleno				47.780		
Oxidocariofileno				49.440		
Citral					34.609	34.585
b-Bourbonene					40.837	

bajo contenido de Linalool (menor al 45 %) y su elevado contenido de Cineol (mayor del 8 %).

Genoveser, Opal y Rubin, produjeron aceite esencial con perfil cromatográfico dentro de los límites exigidos por las normas de la Asociación Francesa de Normalización (1). Grosses Gruenes, produjo aceite intermedio entre tipos Linalool Estragol (Metilchavicol), por su alta proporción en estos dos compuestos. Citral, fué el principal componente del aceite de Lemon.

La variable días después de la floración (DDF), no afectó el contenido de los compuestos principales (linalool, estragol, citral y cineol) del aceite esencial de las variedades estudiadas. Estos resultados contrastan con los que informa Singh y Dorboloi (26), quienes encontraron que los mayores contenidos de metil-cinamato y linalool se obtuvieron cuando las inflorescencias se encontraban en estado de completa floración, floración temprana e inicio de floración, respectivamente.

En todas las variedades hubo mayor contenido de monoterpenos al inicio de la floración y aumentó a medida que las plantas entraron en la senescencia; Lemberkovics (18), obtuvo resultados similares.

Los valores de densidad relativa e índice de refracción del aceite esencial de las seis variedades se encuentran dentro de los rangos que exige la Asociación Francesa de Normalización.

AGRADECIMIENTOS

A Colciencias por su financiación, a la Doctora Helena Stashenko y su equipo en el laboratorio de cromatografía y fitoquímica, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

LITERATURA CITADA

1. ASSOCIATION FRANCAISE DE NORMALISATION. PARIS. FRANCIA. Huiles essentielles. Huile essentielle de basilic, type linalol (*Ocimum basilicum* L.) Paris, Association Francaise de Normalisation, 1992. 8p.
2. BARITAUX, O. Effects of drying and storage of herbs and spices on the essential oil. Par I. Basil, *Ocimum basilicum* L. Flavour and Fragrance Journal 7(5):267-271. 1992.
3. CENTRO DE COMERCIO INTERNACIONAL. UNTADG/ GATT. Aceites esenciales y oleoresinas: Estudio de distintos productores y de mercados importantes. Ginebra, 1986. s.p.
4. CHIEJ, R. Guía de plantas medicinales. Madrid. Editorial Grijalbo, 1983. 455 p.
5. DENYS, J.; JAMES, E. S. Comparison of extraction methods for rapid determination of essential oil content and composition of basil. Journal of the American Society for Horticultural Science 115 (3):458-462. 1996.
6. ECHEVERRY O., S. H.; MUÑOZ F., J. E.; TAMAYO C., C. H. Estudio del crecimiento y fenología de las especies de albahaca *Ocimum basilicum* L., *O. minimum* L. y *O. gratissimum* Hook. Acta Agronómica 40(1-2):51-63. 1990.
7. FLEISHER, Z. Volatiles of *Ocimum basilicum* L. traditionally grown in Israel: Aromatic plants of the Holly Land and the Sinai. Journal of Essential Oil Research 4(1):97-99. 1993.
8. GHOSH, M. L. Physiological and biochemical indexing of synthesis of essential oil in *Mentha* spp. grown in India. Acta Horticulturae 331:331-354. 1993.
9. GRAYER, R. J.; KITE, G. C.; GLDSTONE, F. J.; BRYAN, S. E.; PATON, A.; PUTIEVSKI, E. Intraspecific taxonomy and essential oil chemotypes in sweet basil, (*Ocimum basilicum*). Phytochemistry 43(5):1033-1039. 1996.
10. GRAYER, R. J.; KITE, G. C.; GLDSTONE, F. J.; BRYAN, S. E.; PATON, A.; PUTIEVSKI, E. Variations in yield parameters in a wild population of *Origanum vulgare* L.. Aromatics plants: Basic and applied aspects. The Hague: Martinus Nijhoff, 1982. p. 237-248.
11. HAY, R. K. M. Volatile oil crops: The biology, biochemistry and production. New York, Logman Scientific & Technical, 1993. 185 p.

12. HAY, R.; WALKER, A. An introduction to the physiology of crop yield. London, Longman, 1989. s.p.
13. HERRERA, P. DE.; STAM, M. Modernos conocimientos sobre la química de los aceites esenciales: Métodos de análisis. Madrid, 1970. 350 p.
14. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Seed science and technology: International Rules for Seed Testing. Suiza ISTA 13(2):520. 1985.
15. LACHOWICZ, K.J.; JONES, G.P.; BRIGGS, D.R.; BIENVENU, F.E.; PALMER, M.V.; TING, S.S.T.; HUNTER, M. Characteristics of essential oil from Basil (*Ocimum basilicum* L.) grown in Australia. Journal of Agricultural and Food Chemistry 44(3):877-881. 1996.
16. LAMMERINK, J.; WALLACE, A.; PORTER, N. Effects of harvest time and postharvest drying on oil from lavandin (*Lavandula x intermedia*). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 17:315-326. 1989.
17. LAWRENCE, B. M. A further examination of the variation of (*Ocimum basilicum* L.) In: LAWRENCE, B. M.; MOOKHERJEE, B. D.; WILLIS, B. J. (eds). Flavors and fragrances: a world perspective. Amsterdam, Elsevier, 1988. p. 161-170. (Developments in Food Science Vol. 18)
18. LEMBERKOVICS, E.; NGUYEN, H.; MAATHE, J.I.; TARR, K.; PETRI, G.; VITANYI, G. Formation of essential oil and phenolic compounds during the vegetation period in (*Ocimum basilicum*). Planta Medica 59 (Supl.):A700-A701. 1993.
19. LUNA L. Destilación de plantas aromáticas. Madrid, Ministerio de Agricultura, 1981. 12 p. (Hojas Divulgadoras).
20. MEDINA B., J.A. Extracción y caracterización cromatográfica de aceites esenciales en algunas plantas aromáticas. Medellín, Universidad de Antioquia, 1994. 124 p. (Tesis: Químico)
21. OEEZEK, T.; BEIS, S. H.; DEMIRCAKMAK, B.; BASER, K.H.B. Composition of the essential oil of *Ocimum basilicum* L. cultivated in Turkey. Journal of Essential Oil Research 9(7):203-205. 1995.
22. PINO, J.A.; RONCAL, E.; ROSADO, A.; GOIRE, I. The essential oil of *Ocimum basilicum* L. from Cuba. Journal of Essential Oil Research 6(1):89-90. 1994.
23. PUTIEVSKY, E.; RAVID, U.; DUDAI, N. Phenological and seasonal influences on essential oil of a cultivated clone of *Origanum vulgare* L. Journal of the Science of Food and Agriculture 43:225-228. 1988.
24. RANDHAWA, G. S.; GILL, B. S. Transplanting dates, harvesting stage, and yields of French basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants 3(1):45-56. 1989.
25. SILVA, K.T. De. A manual on the essential oil industry. Vienna: United Nations Industrial Development Organization, 1995. 232 p.
26. SINGH, R. S.; BORDOLOI, D. N. Changes in the linalool and methyl cinnamate amounts in a methyl cinnamate-rich clone of *Ocimum basilicum* at different growth stages. Journal of Essential Oil Research 3(6):475-476. 1991.
27. SUBIA, C.N. Ajuste de una función logística a la evolución de una población. Revista Politécnica 14(1):