

Efecto de la fertilización en la producción de materia seca y extracción de nutrientes en tres accesiones de *Lippia origanoides* H.B.K.

Effect fertilization on dry matter production and extraction of nutrients in three accessions of *Lippia origanoides* H.B.K.

Johannes Delgado-Ospina^{1*}, Juan Carlos Menjivar-Flores², Manuel S. Sánchez O.², y Carmen Rosa Bonilla-Correa³

¹Facultad de Ingeniería y Administración, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. ²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. ³Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
*Autor para correspondencia: jdelgadoo@unal.edu.co

Rec.: 10.04.12 Acept.: 03.12.12

Resumen

En las casas de vegetación de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira (930 m.s.n.m. y 26 °C), se estudió la relación entre la nutrición de plantas de las accesiones Patía, Cítrica y Típica de *Lippia origanoides* H.B.K., los niveles de extracción de nutrientes y la producción y distribución de materia seca (MS). Para el efecto se determinaron las concentraciones de elementos foliares, los niveles de absorción y extracción de N, P, K, Mg y Ca y su relación con la producción de cada accesión. Se utilizó un diseño en parcelas divididas con once tratamientos y tres repeticiones, las unidades experimentales consistieron en una planta sembrada en sustrato (turba). Los elementos se aplicaron con ferti-riego utilizando solución nutritiva de Hoagland y Arnon modificada. Los resultados mostraron que la accesión Patía presentó los mayores rendimientos de MS (292.0 ± 0.1 g/planta) cuando la concentración original de Mg (49 mg/lit) en la solución cambió para 30 mg/lit; en la accesión Cítrica fueron más altos (287.1 ± 0.1 g/planta) con 72 mg/lit de Mg y en la accesión Típica el rendimiento fue mayor (255.2 ± 0.1 g/planta) con la aplicación de 30 mg/lit de Mg. En términos de absorción de nutrientes, el K fue el elemento más requerido (13.9 kg/t), seguido de Ca (7.9 kg/t).

Palabras clave: Absorción de sustancias nutritivas, aceites aromáticos, nutrientes foliares, plantas aromáticas, plantas medicinales, producción, soluciones nutritivas.

Abstract

An experiment under greenhouse conditions at the Universidad Nacional de Colombia, campus Palmira to evaluate the relationship among plant nutrition, levels of nutrient uptake and dry matter production of three accessions of *Lippia origanoides* (Patía, Cítrica and Típica), was carried out. Also, concentrations of foliar nutrients, absorption and extraction rates (of 5 elements N, P, K, Mg and Ca) and their relationship with the production of each accession were evaluated. A split plot design with 11 treatments and three replications was used. The experimental units consisted of a plant planted in substrate (peat). Fertilization was due by fertirigation using the modified Hoagland and Arnon nutrient solution. The Patía accession showed the maximum dry matter yield (292.0 ± 0.1 g plant⁻¹) with the treatment 8 (Mg decreased), the Cítrica accession yielded 287.1 ± 0.1 g plant⁻¹ with the treatment 9 (Mg increase) and

finally Típica accession ($255.2 \pm 0.1 \text{ g plant}^{-1}$) with the treatment 8. In terms of absorption of nutrients, potassium is the most required element (13.9 kg t^{-1}), followed by calcium (7.9 kg t^{-1}).

Key words: Aromatic plants, essential oils, foliar nutrients, medicinal plants, nutrient solutions, nutrient uptake, production.

Introducción

La riqueza de la biodiversidad en Colombia ha sido poco aprovechada, a pesar de las enormes posibilidades derivadas de las tendencias actuales en la demanda por productos orgánicos y naturales. Por su amplia diversidad y contenido de metabolitos secundarios, muchas especies de plantas tropicales presentan usos potenciales en campos como medicina, cosmética, agrobiología, industria de alimentos y bebidas, entre otros.

En algunos países en desarrollo, el 80% de la población utiliza la medicina natural basada en principios activos y extractos de plantas para atender sus necesidades primarias en salud (WHO, 2002). En Colombia, la demanda por estos recursos y las oportunidades de uso son cada vez mayores, así como la oferta basada en la productividad de los suelos, la variedad de pisos térmicos y el conocimiento sobre estas plantas. No obstante, la producción es baja y en ocasiones se basa en el conocimiento local.

Lippia origanoides H.B.K. (Orégano criollo) es una planta aromática y medicinal, originaria de algunos países de América Central y del Caribe (México, Guatemala, Cuba) y del norte de Suramérica (Venezuela, Brasil y Colombia) (Pascual et al., 2001). En México se conoce como orégano y en la farmacopea de este país se considera como un sustituto del orégano común (*L. graveolens* Kunth).

Lippia origanoides se utiliza como condimento debido a su parecido con el orégano. El aceite esencial y las hojas de esta planta empleados en cocimiento son carminativas y mejoran el funcionamiento gastrointestinal, poseen propiedades antiespasmódicas, como sedantes y tónicos del sistema nervioso, entre otros usos. El aceite esencial presenta actividad bacteriostática contra *Nocardia* sp. (Méndez et al., 2007) y antimicrobial contra algunas especies de cándida, *Staphylococcus aureus* entre otros, e inhibitoria contra *Trichophyton rubrum* T544 (Oliveira et al., 2007).

Morais et al. (1972) y Gallino (1987) observaron que el timol es el aceite esencial más abundante en plantas de *L. origanoides*, mientras que el carvacrol sólo se halla en trazas o está ausente. Oliveira et al. (2007) encontraron en plantas de esta especie 38.6% de carvacrol y 18.5% de timol, lo que indica la existencia de dos quimiotipos. Stashenko et al. (2007) en Colombia hallaron dos quimiotipos en *L. origanoides*: α -cimeno y 1,8-Cineol para el quimiotipo I y timol para el quimiotipo II. El quimiotipo I aparentemente es un tercer quimiotipo para *L. origanoides*, el cual no contiene ni timol ni carvacrol.

Los requerimientos de nutrientes por las plantas varían con la especie, el nivel de producción, el tipo, la fertilidad del suelo y el clima, entre otros factores, por lo que se hace necesario precisar los niveles de extracción para establecer planes de fertilización y alcanzar los niveles máximos de crecimiento vegetativo y reproductivo. Los niveles de extracción de nutrientes son ampliamente conocidos en cultivos comerciales como maíz, trigo, arroz, soja, girasol, caña, entre otros, no obstante para plantas medicinales o aromáticas la información en este sentido es escasa (IPNI, 2009).

En Colombia se han hecho estudios sobre los componentes totales y activos de los aceites esenciales en dos quimiotipos de *L. origanoides* (Stashenko et al., 2007), pero aún no se conocen estudios sobre nutrición que indiquen los requerimientos del cultivo, ni la relación entre los niveles de fertilización y el rendimiento de materia seca. Por tanto, la presente investigación tuvo como objetivo determinar los niveles de extracción y absorción de nutrientes de tres accesiones de *L. origanoides* y la relación entre los niveles aplicados y el rendimiento de materia seca (MS).

Materiales y métodos

El ensayo tuvo lugar en las casas de vegetación y laboratorios de la Universidad Nacional

de Colombia sede Palmira, localizados en el municipio de Palmira, departamento de Valle del Cauca, a 930 m.s.n.m. con temperatura promedio de 26 °C y 65% de humedad relativa. Se utilizaron tres accesiones de *L. origanoides* (Patía, Cítrica y Típica) existentes en la colección in vivo de Plantas Medicinales Nativas, Aromáticas y Condimentarias de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

Las plantas se multiplicaron por material vegetativo (estacas) en semilleros antes de ser trasplantadas a recipientes que contenían 2 kg de sustrato (turba) previamente esterilizado con agua hirviendo. Se utilizó un diseño en parcelas divididas, donde las parcelas principales fueron las accesiones y las subparcelas los tratamientos. En total se tuvieron once tratamientos, tres accesiones y tres repeticiones para un total de 99 plantas. Para las evaluaciones de rendimiento de MS, las concentraciones foliares y la extracción de nutrientes se utilizó solución nutritiva de Hoagland y Arnon (1950) modificada (Cuadro 1).

El riego se aplicó cuando el contenido de humedad en la turba era 20% inferior que la capacidad de campo, nivel que se mantuvo constante para evitar pérdidas de nutrientes por lixiviación. Las soluciones nutritivas se prepararon de acuerdo con los tratamientos con el uso de reactivos grado analítico de Panreac Química Sau (ACS-ISO Y PRS-Codex) en agua destilada, ajustando el pH a 6.5 con NaOH.

Las plantas fueron podadas dos meses después de trasplantadas a los recipientes, a una altura de 35 cm para proceder a separar sus componentes de hojas, flores y tallos. Luego de este corte de uniformización, las dosis de la solución nutritiva se ajustaron para corregir los síntomas de deficiencias observadas en las plantas. Pasados tres meses de este corte las plantas fueron cosechadas y se tomaron muestras de tejidos para análisis de hojas, flores, tallos y raíces de cada tratamiento.

Las muestras obtenidas fueron colocadas en estufa a 65 °C durante 48 h antes de determinar la biomasa seca en cada parte de la planta y la biomasa total producida. Posteriormente fueron pasadas por un molino de cuchillas Ika Labortechnik M20 de 2 mm y antes de los análisis correspondientes. Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza (Anova) y pruebas de medias, regresión y correlación, usando el software SAS (2007) versión 9.1.3.

El nitrógeno (N) se determinó por el método Kjeldahl, en el laboratorio de análisis del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT; el fósforo (P) por colorimetría con el método de molibdato-vanadato de amonio según la NTC 234; y el potasio (K), el magnesio (Mg) y el calcio (Ca) por espectrofotometría de absorción atómica según la NTC 5151, en un equipo Varian AA 140.

Cuadro 1. Tratamientos y concentración de nutrientes en solución nutritiva de Hoagland y Arnon modificada.

Tratamiento (no.)	Elemento modificado	Concentración original (mg/lit)	Concentración modificada (mg/lit)
1	Control (Hoagland y Arnon)		
2	N	210	158
3	N	210	262
4	P	31	23
5	P	31	39
6	K	235	176
7	K	235	294
8	Mg	49	30
9	Mg	49	72
10	N/K	210/235	252/188
11	N/K	210/235	168/282

Resultados y discusión

Rendimientos de materia seca

Los mejores rendimientos de las accesiones Patía y Típica (292.0 y 255.2 g/planta, respectivamente) se obtuvieron con el tratamiento 8 (30 mg/lt de Mg), mientras que para la accesión Cítrica (287.1 g/planta) se obtuvieron con el tratamiento 9 (72 mg/lt de Mg) (Cuadro 2).

Los nutrientes que más influyeron en la producción de MS fueron N y P; así, cuando se modificaron los niveles de estos con respecto al control se produjo una reducción significativa de la producción ($P \leq 0.05$), por el contrario cuando se redujeron la dosis de Mg y K en la solución no se observaron diferencias ($P > 0.05$) en producción de MS respecto al tratamiento testigo.

En la accesión Patía, los mayores rendimientos de MS total de la planta se obtuvieron en los tratamientos modificados de K y Mg (tratamientos 6, 7 y 8), aunque las diferencias en relación con el tratamiento testigo no fueron significativas ($P > 0.05$). El mayor rendimiento para esta accesión se obtuvo con el tratamiento 8 (30 mg/lt de Mg) (292 g/planta). Por otro lado, se encontró que las dosis de K modificadas no ejercieron influencia sobre la producción de MS total de la planta, mientras que la reducción en las dosis de Mg incrementó el rendimiento en comparación con el tratamiento testigo. Los menores rendimientos se dieron en los tratamientos 2, 10 y 11, lo que muestra que cuando el N es deficiente o cuando su relación con respecto a K no es la adecuada, el rendimiento de la planta se reduce. Las modificaciones de P en los tratamientos 4 y 5 y el aumento de Mg en el tratamiento 9 también influyeron negativamente en el rendimiento de las plantas con respecto al tratamiento control (Cuadro 3).

En esta misma accesión Patía, el mayor rendimiento de hojas se obtuvo con el tratamiento 8 (30 mg/lt de Mg) (93.1 g/planta) lo que representa 32% de la producción de MS total, valor que es inferior al encontrado por Dordas (2009) en plantas de orégano, donde las hojas alcanzan 50% de la producción total de MS. Los tallos (142.9 g/planta) en el mismo tratamiento 8 representaron 49% de la MS total. En esta accesión, las flores que

también contienen aceites esenciales, presentaron el mayor rendimiento en el tratamiento 6 (176 mg/lt de K) (7.1 g/planta), seguido por el tratamiento 8 (30 mg/lt de Mg) (6.8 g/planta) que representan sólo el 3% de la MS total de la planta. Para las raíces los mayores rendimientos de MS se observaron en el tratamiento 1 (control) y en los tratamientos 6 a 8 (Cuadro 3).

En la accesión Cítrica los mayores rendimientos de MS se presentaron con los tratamientos 1 (control) y los tratamientos 5 a 10 ($P > 0.05$) (Cuadro 4). Aunque el rendimiento más alto de MS total (287.1 g/planta) se obtuvo con la aplicación de Mg en el tratamiento 9 (72 mg/lt) éste no fue diferente de los rendimientos en los tratamientos 1, 5 a 8 y 10, lo que indica que los cambios en las concentraciones de K y Mg, el aumento de solo P, o el aumento del N con reducción de K en el tratamiento 10 no influyen en la producción de la planta. Los menores rendimientos se presentaron en los tratamientos 2 y 4 lo que muestra que cuando el N y el P no son adecuados el rendimiento de MS se reduce. Además, el incremento en la concentración de N (tratamiento 3) y la reducción de este nutriente respecto a K (tratamiento 11) igualmente afectaron de forma negativa el rendimiento de las plantas con respecto al control. El mayor rendimiento de hojas de esta accesión (95.4 g/planta) se obtuvo en el tratamiento 9 (72 mg/lt de Mg) representando el 33% de la materia seca total; en el mismo tratamiento los tallos constituyen el 47% de la materia seca total, las flores el 5% y las raíces el 15%.

En la accesión Típica el mayor rendimiento de MS total se presentó en el tratamiento 8 (30 mg/lt de Mg) (255.2 g/planta) y el menor en el tratamiento 2 (158 mg/lt de N) lo que muestra que la reducción de N en la solución afecta negativamente ($P \leq 0.05$) el rendimiento de la planta (Cuadro 5). Los mayores rendimientos de MS de hojas (92.1 g/planta) de esta accesión se presentaron en el tratamiento 8 (30 mg/lt de Mg) equivalentes a 36% de la MS total; en los tallos el mayor rendimiento de MS (120.6 g/planta) se obtuvo en el tratamiento 1 (control) y representó 46% de la MS total; en las flores los mayores rendimientos (20.5 g/

Cuadro 2. Producción de MS total por accesiones de *L. origanoides* con diferentes niveles de fertilización empleando solución de Hoagland y Arnon modificada.

Trat. (no.)	Elemento modificado	Concentración (mg/lt)	Materia seca total (g/planta - accesión)			
			Patía	Cítrica	Típica	Media
1	Control	Hoagland y Arnon	259.6 a*	245.0 a	248.6 a	251.1 ± 18.9 a
2	N	158	162.8 c	118.5 c	183.4 b	154.9 ± 82.4 c
3	N	262	219.2 b	180.2 b	237.9 a	212.5 ± 73.2 b
4	P	23	205.9 b	157.9 c	208.0 a	190.6 ± 70.4 b
5	P	39	181.8 b	231.0 a	220.5 a	211.1 ± 64.3 b
6	K	176	251.5 a	264.2 a	246.8 a	254.2 ± 22.5 a
7	K	294	262.2 a	241.3 a	221.9 a	241.8 ± 50.1 a
8	Mg	30	292.0 a	274.4 a	255.2 a	273.9 ± 45.7 a
9	Mg	72	175.8 b	287.1 a	194.0 a	219.0 ± 148.4 a
10	N/K	252/188	124.5 c	265.0 a	211.3 a	200.3 ± 176.1 b
11	N/K	168/282	132.5 c	205.0 b	203.6 a	180.4 ± 103.0 c
Media			206.2±16.8 α	224.5±16.1 α	221.0±7.1 α	

*Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

Cuadro 3. Producción de MS en las plantas de la accesión Patía de *L. origanoides* con diferentes niveles de fertilización empleando solución de Hoagland y Arnon modificada.

Tratamiento (no.)	Elemento modificado	Concentración (mg/lt)	Producción de MS (g/parte de planta)				
			hojas	tallos	raíces	flores	total
1	Control	Hoagland y Arnon	75.8 b	121.9 a	58.25 a	3.7 a	259.6 a
2	N	158	52.9 c*	74.1 c	31.9 b	3.9 a	162.8 c
3	N	262	73.2 b	107.4 b	34.9 b	3.7 a	219.2 b
4	P	23	71.6 b	98.0 b	30.6 b	5.8 a	205.9 b
5	P	39	61.4 b	85.0 b	31.0 b	4.4 a	181.8 b
6	K	176	80.3 a	119.5 a	44.7 a	7.1 a	251.5 a
7	K	294	81.7 a	132.1 a	43.4 a	5.0 a	262.2 a
8	Mg	30	93.1 a	142.9 a	49.2 a	6.8 a	292.0 a
9	Mg	72	68.3 b	82.7 b	24.2 c	0.6 b	175.8 b
10	N/K	252/188	47.2 c	57.3 c	19.1 c	0.9 b	124.5 c
11	N/K	168/282	40.5 d	63.3 c	25.6 c	3.0 a	132.5 c
Media			67.8±10.7	98.6±19.2	35.7±8.0	4.1±1.4	206.2±37.4

*Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

Cuadro 4. Distribución de la materia seca en partes de la planta de la accesión Cítrica de *L. origanoides* con diferentes niveles de fertilización empleando solución de Hoagland y Arnon modificada.

Tratamiento (no.)	Elemento modificado	Concentración (mg/lt)	Producción de MS (g/parte de planta)				
			hojas	tallos	raíces	flores	total
1	Control	Hoagland y Arnon	74.5 b*	110.8 a	45.0 a	14.7 a	245.0 a
2	N	158	43.0 d	53.0 c	16.5 c	6.0 b	118.5 c
3	N	262	58.6 c	89.8 b	20.2 b	11.5 a	180.2 b
4	P	23	59.7 c	69.2 c	20.7 b	8.2 b	157.9 c
5	P	39	76.3 b	109.4 a	30.9 b	14.4 a	231.0 a
6	K	176	83.5 a	116.5 a	49.4 a	14.8 a	264.2 a
7	K	294	79.5 a	112.6 a	37.7 a	11.5 a	241.3 a
8	Mg	30	89.6 a	125.6 a	48.9 a	10.4 a	274.4 a
9	Mg	72	95.4 a	136.0 a	44.5 a	11.2 a	287.1 a
10	N/K	252/188	82.2 a	120.3 a	49.2 a	13.4 a	265.0 a
11	N/K	168/282	60.7 c	98.2 b	34.3 b	11.9 a	205.0 b
Media			73.0±10.5	103.8±16.6	36.1±8.4	11.6±1.8	224.5±35.8

*Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

Cuadro 5. Distribución de la materia seca en partes de la planta de la accesión Típica de *L. origanoides* con diferentes niveles de fertilización empleando solución de Hoagland y Arnon modificada.

Tratamiento (no.)	Elemento modificado	Concentración (mg/lt)	Producción de MS (g/parte de planta)				
			hojas	tallos	raíces	flores	total
1	Control	Hoagland y Arnon	80.3 a*	120.6 a	33.9 a	13.7 b	248.6 a
2	N	158	63.4 b	80.9 b	28.5 a	10.5 b	183.4 b
3	N	262	77.4 a	113.0 a	35.1 a	12.5 b	237.9 a
4	P	23	68.9 b	99.7 a	29.2 a	10.2 b	208.0 a
5	P	39	76.4 a	100.6 a	29.8 a	13.6 b	220.5 a
6	K	176	84.5 a	111.3 a	36.2 a	14.7 b	246.8 a
7	K	294	78.6 a	99.4 a	38.0 a	5.8 c	221.9 a
8	Mg	30	92.1 a	117.8 a	32.8 a	12.5 b	255.2 a
9	Mg	72	65.9 b	80.9 b	26.7 a	20.5 a	194.0 a
10	N/K	252/188	72.2 b	102.2 a	24.9 a	11.9 b	211.3 a
11	N/K	168/282	56.2 c	96.5 a	32.4 a	18.5 a	203.6 a
Media			74.2±6.9	102.1±8.9	31.6±2.8	13.1±2.7	221.0±15.9

*Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

planta) se obtuvieron en el tratamiento 9 (72 mg/lt de Mg), que conjuntamente con el tratamiento 11, representaron 5% de la MS total.

Concentraciones de elementos en tejido foliar

Las concentraciones de K fueron más bajas en hojas de la accesión Cítrica y las de Ca en la accesión Típica (Cuadro 6) ($P \leq 0.05$). Los estudios relacionados con concentración de elementos foliares en plantas de *L. origanoides* son escasos, por lo que es necesario hacer referencia a estudios con plantas de características similares a esta especie. Las concentraciones foliares en las plantas de *L. origanoides* fueron más altas que aquellas encontradas en especies similares (Bergmann, 1992, citado por Dordas, 2009). Cuando se comparan con la concentración foliar de Ca (15.3 g/kg) de plantas de *Origanum vulgare* sp. *hirtum* se observa que el rango en las accesiones de *L. origanoides* (22.1 - 25.9 g/kg) en el presente estudio se encuentran por encima de dicho valor. Igual sucede con la concentración de Mg (3.3 - 4.7 g/kg) cuando se compara con el valor 2.4 g/kg hallado en las mismas plantas (Dordas, 2009). Lo an-

terior sugiere que los requerimientos de Ca y Mg son mayores para la producción de *L. origanoides* que para orégano.

Las concentraciones foliares en accesiones de *L. origanoides* (4.17 - 4.50 g/kg) en este estudio fueron menores que las encontradas por Schroeder et al. (2005) en plantas de *L. turbinata* (6.5 g/kg), no obstante las concentraciones de K (16.6 - 19.6 g/kg) fueron más altas. La concentración foliar promedio de N varió entre 9 y 11.1 g/kg, valor que está por debajo del reportado para plantas de *L. alba* Miller (10.6 - 23.3 g/kg) con dosis de fertilizantes nitrogenados más altas que las aplicadas en el presente estudio (Hernández et al., 2004).

No obstante que *L. origanoides* presenta distribución restringida a zonas de vida semiáridas con suelos secos y pobres en nutrientes (Albesiano et al., 2003), muestran concentraciones superiores de Ca, Mg y K comparados con plantas similares, y su adaptación a este tipo de ambiente les permite un desarrollo adecuado con bajos niveles de estos elementos.

Cuadro 6. Concentración de nutrientes en las hojas de accesiones de *L. origanoides* sometidas a fertilización con solución nutritiva de Hoagland y Arnon (tratamiento control).

Accesión	Concentración (g/kg de MS)				
	N	P	K	Mg	Ca
Patía	10.31 ± 0.01 a*	4.17 ± 0.03 a	19.62 ± 0.01 a	3.297 ± 0.002 a	25.22 ± 0.02 a
Cítrica	11.14 ± 0.01 a	4.50 ± 0.03 a	16.56 ± 0.01 b	4.714 ± 0.003 a	25.89 ± 0.02 a
Típica	9.02 ± 0.01 a	4.37 ± 0.03 a	17.83 ± 0.01 ab	3.553 ± 0.003 a	22.15 ± 0.02 b

*Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

Extracción de nutrientes

La absorción se refiere a la cantidad total de nutrientes que toman las plantas durante sus primeras fases de desarrollo y que para el caso de *L. origanoides* se concentran principalmente en las hojas. La absorción y extracción de nutrientes presentaron valores diferentes para un mismo elemento; así, el K fue el nutriente con mayor requerimiento de absorción del cultivo, seguido por el Ca; mientras que los mayores requerimientos en extracción de las hojas correspondieron a Ca seguido por el K. El N es el tercer elemento que más demandó el cultivo, tanto en absorción como en extracción (Cuadro 7). El P y el Mg fueron los elementos con las menores demandas, no obstante, como se sabe, estos son necesarios para la producción de MS y para garantizar una concentración aceptable de aceites esenciales en la planta.

El análisis de varianza mostró diferencias ($P \leq 0.05$) en las concentraciones de los elementos nutritivos en cada una de las accesiones (Cuadro 7). La accesión Patía presentó

las menores absorciones de N, Mg y Ca, mientras que la accesión Cítrica reveló los mayores niveles de absorción y extracción de N y Mg, elementos que influyen tanto en la producción de MS como en la concentración de aceites esenciales. La accesión Típica presentó los menores niveles de absorción de N y Mg y la menor extracción de Ca, igualmente fue la accesión con mayores niveles de absorción y extracción de P, lo que sugiere la necesidad de aplicarlo cuando se cultiva en suelos con contenidos bajos de este nutriente.

En este estudio, la extracción de nutrientes del cultivo correspondió, en promedio, a 55% de la absorción total, lo que ocurre en los primeros cuatro meses de edad. Estos nutrientes se acumulan en las hojas —la parte aprovechable de la planta— mientras que el 45% restante permanece en las partes estructurales como tallos y raíces. Esta información es de gran utilidad cuando se programan planes de fertilización de este tipo de cultivos, porque brindan un balance nutricional oportuno y evitan las pérdidas de fertilizante.

Cuadro 7. Cantidad de nutrientes absorbidos por el cultivo y extraídos por las partes de cosecha en plantas de *L. origanoides* sometidas a fertilización con solución nutritiva de Hoagland y Arnon modificada.

Accesión	Absorción (kg/t MS) (prom. \pm $\times 10^{-2}$)					Extracción (kg/t MS) (prom. \pm $\times 10^{-2}$)				
	N	P	K	Mg	Ca	N	P	K	Mg	Ca
Patía	5.59 \pm 1b*	1.75 \pm 2a	13.9 \pm 1a	1.49 \pm 8b	10.585 \pm 03b	3.008 \pm 04a	1.18 \pm 1a	5.726 \pm 04a	0.96 \pm 4a	7.358 \pm 04 ab
Cítrica	6.74 \pm 1a	2.01 \pm 2a	13.8 \pm 1a	2.44 \pm 4a	11.526 \pm 04a	3.386 \pm 04a	1.14 \pm 1a	5.033 \pm 03b	1.43 \pm 4a	7.869 \pm 04 a
Típica	5.55 \pm 1b	2.27 \pm 2a	13.9 \pm 1a	1.77 \pm 4b	11.542 \pm 04a	2.915 \pm 03a	1.40 \pm 1a	5.763 \pm 04a	1.15 \pm 4a	7.158 \pm 04 b

*Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

Conclusiones

- Las accesiones de *L. origanoides* Patía, Cítrica y Típica presentan bajos niveles de extracción respecto a otras especies referenciadas.
- El nitrógeno y el fósforo fueron los elementos que más influyeron en la producción de biomasa aérea de *L. origanoides*.
- Los resultados mostraron que, las accesiones de *L. origanoides* presentaron los mayores rendimientos de MS en los tratamientos donde se modificó la concentración

original de Mg. En términos de absorción y extracción de nutrientes, el K es el elemento más requerido, seguido de Ca.

Referencias

- Albesiano, S.; Rangel, Ch. J.; y Cadena, A. 2003. La vegetación del cañón del río Chicamocha (Santander, Colombia). *Caldasia* 25(1):73 - 99.
- Dordas, C. 2009. Foliar application of calcium and magnesium improves growth, yield, and essential oil yield of oregano (*Origanum vulgare* spp. *hirtum*). *Industrial Crops and Products* 29:599 - 608.

- Gallino, M. A. 1987. Una verbenacea essenziera ricca in Timolo: *Lippia origanoides* H.B.K. *Essenze Deriv. Agrum.* 57(4):628 - 629.
- Hernández V., H.; Bonilla C., C.; y Sánchez O., M. 2004. Efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de biomasa y calidad de aceite esencial en *Lippia alba* (Miller), Pronto Alivio. *Acta Agronómica* 53(1):45 - 52.
- Hoagland, D. R.; y Arnon, D. I. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station. Circular 347. The College of Agriculture, University of California. Berkeley, California. 32 p.
- IPNI (International Plant Nutrition Institute). 2009. Latin America Southern Cone. *Archivo Agronómico* N° 3: Requerimientos nutricionales de los cultivos. Disponible de internet: <URL:http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/> [Citado 20 agosto 2009; 13:00]
- Méndez, R.; Serrano, J.; Chataing, B.; Jiménez, D.; Mora, D.; Rojas, L.; Usubillaga, A.; y O'Callaghan, J. 2007. Estudio comparativo de la actividad biológica del aceite esencial *Protium heptaphyllum* (Aubl.) March y el aceite esencial *Lippia origanoides* H.B.K. sobre tres especies de *Nocardia* sp. *Salud & Desarrollo Social* 2:49 - 52.
- Morais, A. A.; Mourão, J. C.; Gottlieb, O. R.; Silva, M. L.; Marx, M. C.; Maia, J. G.; y Magalhães, E. M. 1972. Óleos essenciais da Amazônia contendo Timol. *Acta Amaz.* 2(1):45 - 46.
- Oliveira, D. R.; Leitão, G. G.; Bizzo, H. R.; Lopes, D.; Alviano, D. S.; Alviano, C. S.; y Leitão, S. G. 2007. Chemical and antimicrobial analyses of essential oil of *Lippia origanoides* H.B.K. *Food chem.* 101:236 - 240.
- Pascual, M. E.; Slowing, K.; Carretero, E.; Mata, D. S.; y Villar, A. 2001. *Lippia*: traditional uses, chemistry and pharmacology. A review. *J. Ethnophar.* 76:201 - 214.
- SAS: User's guide statistics, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2007.
- Schroeder, M. A.; López, A. E.; y Sauer, M. V. 2005. Efecto de la fertilización en *Lippia turbinata* Gris. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas.* Universidad Nacional Del Nordeste. Facultad de Ciencias Agrarias. Resumen A-032. Corrientes, Argentina.
- Stashenko, E. E.; Martinez, J. R.; Tunarosa, F.; y Ruiz, C. 2007. Estudio comparativo por GC-MS de metabolitos secundarios volátiles de dos quimiotipos de *Lippia origanoides* H.B.K., obtenidos por diferentes técnicas de extracción. *Sci. Tech.* 33(05):325 - 328.
- WHO (World Health Organization). 2002. *Traditional Medicine Strategy: 2002-2005.* Geneva, 2002. 70 p. (document WHO/EDM/TRM/2002.1).