

DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y EXTRACCIÓN DE NITRÓGENO, FÓSFORO, POTASIO, CALCIO Y MAGNESIO EN *Liatris callilepis*¹

Production of dry matter and extraction of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in *Liatris callilepis*¹

Juan Hirzel C.^{2*}, Emilio Ruz J.² y Flavia Schiappacasse³

ABSTRACT

Commercial flower production in Chile has become important in the last few years. Production technology associated to this area is still in development. In order to learn about biomass production and N, P, K, Ca, and Mg accumulation during the growing cycle of *Liatris callilepis* (L.) Willd., a study was conducted under production conditions, in an andisol Diguillin series (Typic Melanoxerands). In this study flower production and flower quality were evaluated, as well as nutrient extraction of whole plants including aerial part and roots (crown) under conditions of none, medium and high fertilization. Production evaluation was performed at different phenological stages: planting (day 0), stem appearance (day 21), spike development (day 45), spike coloration (day 67), stem harvest (day 71), crown harvest (day 160). Flower quality evaluation was done at the time of stem harvest. The results obtained indicated that *L. callilepis* had a sigmoid curve of development, and no significant differences were found in production under the three different fertilization conditions. Biomass production of the treatment without fertilization was 21.7 t ha⁻¹, with an absorption rate per hectare of 266 kg N, 32 kg P, 345 kg K, 180 kg Ca, and 91 kg Mg. Quality of floral stem was not affected by fertilization. Biomass production at the harvest of crowns responded to treatment with higher fertilization doses.

Key words: mineral nutrition, flower production, soil fertility.

RESUMEN

La producción comercial de flores en Chile ha adquirido gran importancia en los últimos años. La tecnología de producción asociada a este rubro aún está en desarrollo. Para conocer la producción de biomasa y acumulación de N, P, K, Ca y Mg durante el ciclo de crecimiento de *Liatris callilepis* (L.) Willd., se realizó un experimento bajo condiciones productivas, en un suelo andisol correspondiente a la serie Diguillín (Typic Melanoxerands). En este estudio se evaluó la producción y calidad de flores y la extracción de nutrientes en plantas completas incluyendo parte aérea y raíz (cormos), en condiciones de fertilización nula, media y alta. Las evaluaciones de producción se realizaron en los estados fenológicos de plantación (día 0), aparición de tallos (día 21), espiga en desarrollo (día 45), espiga coloreada (día 67), cosecha de vara floral (día 71) y cosecha de cormos (día 160). Las evaluaciones de calidad se realizaron al momento de la cosecha de la vara floral. Los resultados obtenidos indicaron que el liatris responde a una curva de crecimiento sigmoidea, y que en el suelo utilizado para este estudio no hubo diferencias significativas entre las tres condiciones de fertilización. La producción del tratamiento sin fertilización fue de 21,7 t ha⁻¹, con una absorción por hectárea de 266 kg N, 32 kg P, 345 kg K, 181 kg Ca y 90 kg Mg. La calidad de las varas florales no fue afectada por la fertilización. La producción de biomasa en la cosecha de cormos respondió al tratamiento con mayor dosis de fertilización.

Palabras clave: nutrición mineral, producción de flores, fertilidad de suelos.

¹ Recepción de originales: 21 de enero de 2002.

² Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Casilla 426, Chillán, Chile.
E-mail: jhirzel@quilamapu.inia.cl; eruz@quilamapu.inia.cl * Autor para correspondencia.

³ Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Casilla 747, Talca, Chile.

INTRODUCCIÓN

La producción de flores en Chile ha aumentado permanentemente, así en el año 1986 habían 1.356 ha y en el año 1999 ascendieron a 1.711 ha (Anuario del Campo, 1997; ODEPA, 2000). En Chile las especies de flores frescas de corte tradicionalmente cultivadas son clavel (*Dianthus caryophyllus* L.), crisantemo (*Chrysanthemum* sp.), gladiolo (*Gladiolo* sp.), ilusión (*Gypsophila elegans* L.) y rosa (*Rosa* sp.), y como no tradicionales se encuentra liliun (*Lilium* sp.), tulipán (*Tulipa* sp.), alstroemeria (*Alstroemeria* sp.), y liatris (*Liatris callilepis* (L.) Willd., entre otras. El liatris ocupó el segundo lugar en el volumen de flores exportadas el año 1993 y el cuarto lugar en el año 2000 (Cámara de Comercio de Santiago, 2001).

Esta flor pertenece a la familia Asteraceae, en la cual también se encuentran crisantemo, aster y gerbera. *Liatris spicata* y *Liatris callilepis* taxonómicamente son consideradas sinónimos, sin embargo, los propagadores suelen llamar *L. spicata* al material propagado por semillas, y *L. callilepis* a aquel propagado por cormo (Armitage, 1993). *Liatris* es cultivada bajo condiciones de invernadero y al aire libre (Stimart, 1988; Armitage, 1993). Su cultivo necesita un sistema de conducción que permita lograr varas erectas y de altura considerable.

En Chile, el manejo técnico del cultivo responde principalmente a un paquete tecnológico de origen norteamericano, el cual contiene pautas generales que involucran el uso de dosis medias de fertilización. Se han realizado pocos experimentos al respecto, y en este sentido, antecedentes nutricionales generados en los estados de Georgia y California, EE.UU., tratando de obtener un crecimiento vigoroso previo a la antesis, indican variabilidad en los resultados obtenidos respecto a contenidos de nutrientes (Armitage, 1993). Asimismo, Sotero y Fitzgerald (1983), trabajando con tres niveles de fertilización NPK en *L. pycnostachya* Michx. cv. Eureka, en Lincoln, Nebraska, EE.UU., encontraron que tasas de 3 kg 100 m⁻² de una mezcla de fertilizantes constituida por un 37% de N, 32% de P₂O₅ y 31% de K₂O,

equivalentes a dosis N:P₂O₅:K₂O de 111:96:93 kg ha⁻¹, fueron suficientes para obtener tallos florales de excelente calidad, propagados a través de cormos, en comparación al tratamiento testigo (sin fertilización) y al tratamiento con el doble de la dosis de fertilizantes antes señalada.

Con el propósito de obtener antecedentes básicos respecto de los requerimientos nutricionales de esta especie, se estudió la producción de biomasa y acumulación de N, P, K, Ca y Mg, utilizando dosis crecientes de fertilización con N, P y K.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la localidad de Copihue (36°05' lat. Sur; 71°47' long. Oeste; 165 m s n m) cercano a la ciudad de Parral, durante la época estival de la temporada 1994/95. La plantación de *L. callilepis* se realizó el 7 de diciembre de 1994, utilizando una densidad de 120 cormos de calibre 4-6 (4 a 6 cm de perímetro) por m², con tratamiento previo de frío (2 meses a temperaturas entre 0-2°C). Las parcelas experimentales tuvieron un largo de 3 m, ubicadas en una platabanda de 1,15 m de ancho (3,45 m² por parcela). Se consideró una separación de 0,5 m entre parcelas y 5 m entre el inicio de la platabanda y la primera parcela experimental. El suelo utilizado correspondió a un andisol de la Serie Diguillín (Typic Melanoxerand). El análisis químico de suelo previo a la realización del experimento se efectuó en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Foliar de la Universidad de Talca, e indicó un contenido de MO de 7,72% (Wakley y Black), pH de 6,3 (medido al agua), conductividad eléctrica de 0,083 dS m⁻¹, y disponibilidad de N (Keeney y Bremner), P (Olsen) y K (ac. amonio normal neutro) de 23; 7; y 255 mg kg⁻¹, respectivamente.

La temperatura media anual fue de 13,5°C, con una temperatura máxima media de 29,6°C en enero. La pluviometría anual fue de 806,8 mm, y la evaporación de 1.036,7 mm (Dirección Meteorológica de Chile, 1994). La desinfección de suelos se realizó con bromuro de metilo. El cultivo fue regado por goteo (cintas), con una frecuencia diaria y tiempos de riego entre 60 y 90 min, según la evapotranspiración en la temporada, llegando a

un volumen total de 3.205 m³ ha⁻¹. La conducción del cultivo fue realizada con mallas cuadradas apoyadas en tutores. Los controles fitosanitarios se realizaron principalmente en forma preventiva con mezclas fungicidas constituidas por captan (Captan, 1,0 kg ha⁻¹) y benlate (Benomil, 0,5 kg ha⁻¹) e insecticidas organofosforados Lorsban 4E (Clorpirifos, 1,0 L ha⁻¹) y Dimetoato 40 EC (Dimetoato, 1,0 L ha⁻¹). La duración del cultivo fue de 71 días. La cosecha se realizó en forma manual cuando la espiga presentó color violáceo y un par de flores abiertas. Posteriormente se llevó a cabo un proceso de selección y clasificación de las varas florales.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con tres tratamientos correspondientes a

un aporte de N, P y K bajo (aporte exclusivo del suelo y del agua de riego), medio y alto, respectivamente, y cuatro repeticiones. Los tratamientos realizados correspondieron a dosis de N, P₂O₅, K₂O equivalentes a 0, 0, 0; 350, 400, 40; y 700, 800, 80 kg ha⁻¹, representando condiciones de aporte nutricional bajo (tratamiento 1 o testigo), medio (tratamiento 2) y alto (tratamiento 3), respectivamente. La información recopilada permitió conocer el suministro de nutrientes por parte del suelo, cubrir la demanda del cultivo basándose en el paquete tecnológico utilizado por la empresa en donde se realizó el ensayo, y otorgar un nivel máximo de nutrientes que asegurara la ausencia de deficiencias nutricionales de los elementos estudiados. La estrategia de fertilización y tratamientos utilizados se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos de fertilización utilizada en el ensayo de *Liatrix callilepis*.
Table 1. Fertilization treatments used in the experiment with *Liatrix callilepis*.

Época	Método	Nutriente	Dosis (g m ⁻²)		
			Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Pre-plantación	Aplicación localizada	N	0	7	14
		P ₂ O ₅	0	40	80
Tallos en crecimiento	Solución al suelo	N	0	7	14
Aparición de espigas	Solución al suelo	N	0	7	14
Desarrollo de espiga	Solución al suelo	N	0	7	14
		K ₂ O	0	4	8
Espiga coloreada	Solución al suelo	N	0	7	14
Total		N	0	35	70
		P ₂ O ₅	0	40	80
		K ₂ O	0	4	8

Las variables analizadas fueron: peso seco acumulado y contenido de nutrientes en la planta entera (parte aérea y cormo) durante los estados fenológicos de aparición de tallos, espiga en desarrollo, espiga coloreada y cosecha de vara floral, utilizando cinco plantas por parcela en cada evaluación; peso seco acumulado y contenido nutricional en el cormo durante los estados fenológicos de cosecha de vara floral y cosecha

de cormos, utilizando cinco plantas por parcela en cada oportunidad; y número de varas cosechadas y largo de la vara floral, considerando cinco plantas por parcela para la última variable mencionada. Estos análisis se realizaron al momento de la cosecha de las varas florales.

Los análisis de MS acumulada se utilizaron para construir la curva de crecimiento del cultivo. Los

análisis nutricionales se utilizaron al momento de la cosecha de las varas florales para determinar la absorción total de nutrientes del cultivo. Para calcular la producción de MS y extracción de nutrientes por hectárea se asumió una densidad de 1.200.000 plantas, la cual fue obtenida a partir de la densidad de bulbos por m².

Los muestreos se realizaron en los siguientes estados fenológicos: preplantación (suelo y cormos); aparición de tallos (planta entera); espiga en desarrollo (planta entera y cormos); espiga coloreada (planta entera); cosecha de vara floral (planta entera, cormos, suelo); y cosecha de cormos (cormos), previo a la plantación, y a los días 21; 45; 67; 71; y 160 después de la plantación, respectivamente.

Los análisis de tejidos se realizaron a través de los métodos Kjeldahl (N); colorimetría del fosfovanado-molibdico (P); espectrofotometría de absorción y emisión atómica (K, Ca y Mg), en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la Universidad de Talca. Se realizó un análisis de agua

de riego (pozo profundo) al final de la temporada, el cual indicó un contenido de N de 18,5 mg kg⁻¹.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y test de diferencia mínima significativa entre medias (DMS), cuando fue necesario, para un 5% de significancia en ambas situaciones.

RESULTADOS

Acumulación de MS en planta entera

El rendimiento de MS para los cuatro estados fenológicos estudiados se presenta en la Figura 1. En general no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, excepto en los estados fenológicos correspondientes a desarrollo de espiga y espiga coloreada. La acumulación de MS total se incrementó desde la plantación (día cero) hasta cosecha de la vara floral. En el tratamiento 3 llama la atención el aumento de MS en el estado fenológico de espiga coloreada que alcanzó 27,8 t ha⁻¹ para luego disminuir a 22,7 t ha⁻¹, lo cual puede ser atribuible a error experimental.

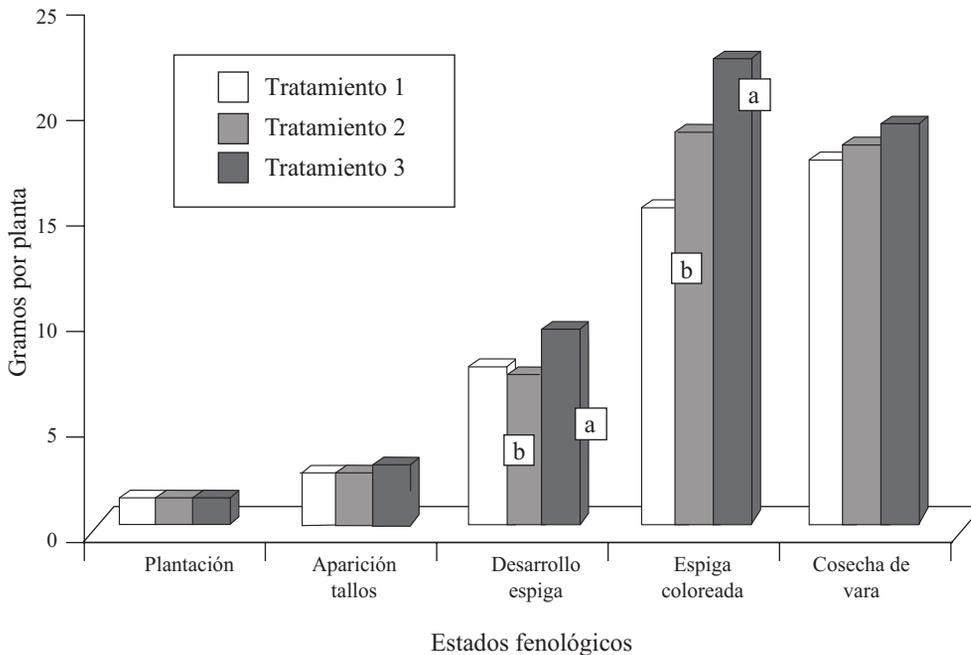


Figura 1. Acumulación de materia seca por planta en *Liatris callilepis* con tres tratamientos de fertilización (parte aérea y cormo).

Letras distintas indican diferencia estadística ($p < 0,05$) según test DMS.

Figure 1. Production of dry matter by plant in *Liatris callilepis* with three fertilization treatments (aerial plant and corm).

Desde plantación a aparición de tallos no se apreció un mayor crecimiento de la vara floral, lo cual indica que durante esta etapa la planta se nutre de las reservas que posee el cormo. Considerando una densidad de 1.200.000 plantas ha⁻¹, la acumulación de MS desde plantación hasta aparición de tallo en el tratamiento testigo fue de 2,6 t ha⁻¹, correspondiente a 12% del total de MS acumulada, incluido el peso seco del cormo al momento de la plantación. El incremento en MS fue de 6,3 t ha⁻¹, 30% del total de MS para el estado de espiga en desarrollo y 8,9 t ha⁻¹, 42% del total de MS para el estado de espiga coloreada. Finalmente, entre espiga coloreada y cosecha de vara floral, el incremento fue de 16% del total acumulado.

Acumulación de MS en cormos

En el Cuadro 2 se presenta la acumulación de MS en cormos en los diversos tratamientos de fertilización. Los resultados indican diferencias significativas (p < 0,05) entre tratamientos al momento de cosecha de cormos, obteniendo una mayor acumulación de MS en el tratamiento con la dosis más alta de fertilización. Al respecto, resultados similares fueron obtenidos en producción de bulbos de lilium con dos dosis de N (Van der Boon y Niers, 1986).

Absorción de N, P, K, Ca y Mg en planta entera

La absorción de los nutrientes evaluados al momento de la cosecha de vara floral se presenta en el Cuadro 3. A su vez, el gráfico de absorción de N, P, K, Ca y Mg obtenida en el tratamiento testigo se presenta en la Figura 2. Los resultados indicaron que existió diferencia significativa (p <

0,05) en la absorción de N y K. No obstante, sólo la extracción de N respondió a la mayor dosis de fertilización utilizada.

Respuesta a la fertilización con N, P y K

En general no hubo diferencias significativas entre los tres tratamientos de fertilización en la producción de MS ni en la absorción total de P, Ca y Mg. En N se encontraron diferencias significativas que respondieron a las dosis crecientes de fertilización (Cuadro 3). Este tipo de respuesta no fue observada en la absorción de K. En el Cuadro 4 se presentan las concentraciones y los contenidos de N, P y K de los cormos al momento de plantación, y a la cosecha de vara floral. Se presentaron diferencias significativas en la acumulación de MS y en la absorción de N en los cormos al momento de la cosecha de esta estructura vegetativa en otoño (p < 0,05).

Cuadro 2. Acumulación de materia seca en cormos de *Liatris callilepis* (g cormo⁻¹).

Table 2. Dry matter accumulation in corms of *Liatris callilepis* (g corm⁻¹).

Estado fenológico	Tratamientos		
	1	2	3
Desarrollo de espiga	1,17 a	1,38 a	1,22 a
Cosecha de vara	2,47 a	2,84 a	2,97 a
Cosecha de cormos	8,61 b	7,93 b	11,57 a

Letras distintas indican diferencia estadística (p < 0,05) según test DMS.

Cuadro 3. Absorción de N, P, K, Ca y Mg en planta entera de *Liatris callilepis* al momento de la cosecha de vara floral.

Table 3. Absorption of N, P, K, Ca, and Mg in the whole plant of *Liatris callilepis* at stem floral harvest.

Nutriente	Tratamientos					
	1		2		3	
	mg planta ⁻¹	kg ha ⁻¹	mg planta ⁻¹	kg ha ⁻¹	mg planta ⁻¹	kg ha ⁻¹
N	0,266 c	266	0,376 b	398	0,431 a	464
P	0,032 a	32	0,035 a	36	0,040 a	42
K	0,303 a	345	0,250 b	282	0,284 ab	323
Ca	0,162 a	181	0,175 a	197	0,158 a	177
Mg	0,078 a	90	0,085 a	98	0,077 a	89

Letras distintas indican diferencia estadística (p < 0,05) según test DMS.

Cuadro 4. Concentraciones y contenidos de N, P, K, Ca y Mg en los cormos de *Liatris callilepis* al momento de plantación y cosecha de vara floral.

Table 4. Concentrations and quantities of N, P, K, Ca and Mg in corms of *Liatris callilepis* at planting and stem floral harvest.

Peso seco y nutriente	Plantación		Cosecha de vara floral					
			Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	(%) ¹	(g) ²	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
Peso seco	---	1,194	---	2,47	---	2,84	---	2,97
N	3,7	0,044	1,25	0,031 c	1,67	0,047 b	2,01	0,060 a
P	0,42	0,005	0,19	0,005 a	0,22	0,006 a	0,22	0,007 a
K	1,27	0,015	1,01	0,025 a	1,19	0,034 a	0,91	0,027 a
Ca	0,91	0,011	0,52	0,013 a	0,39	0,011 a	0,35	0,010 a
Mg	0,25	0,003	0,49	0,012 a	0,36	0,010 a	0,31	0,009 a

Letras distintas indican diferencia estadística (p < 0,05), según test DMS.

¹ Concentración de nutrientes (promedio por cormo).

² Contenido de MS y de nutrientes en gramos (promedio por cormo).

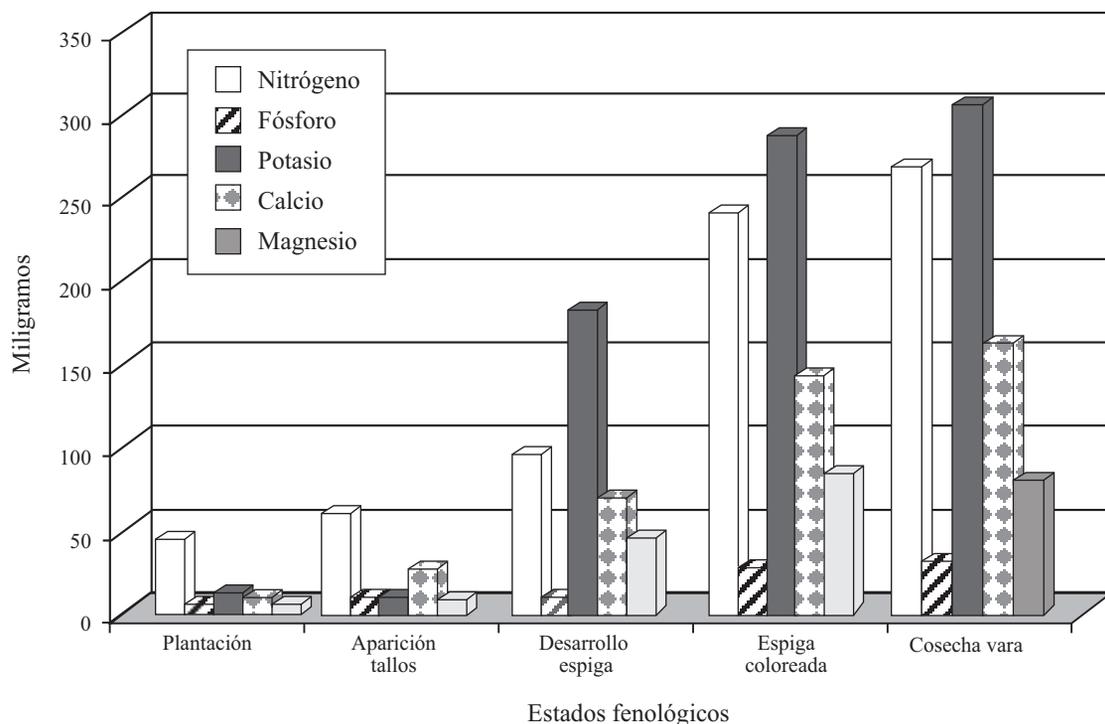


Figura 2. Absorción de nutrientes (mg planta⁻¹) de *Liatris callilepis* necesaria para alcanzar un buen nivel de productividad y calidad de varas florales.

Figure 2. Nutrient absorption (mg plant⁻¹) of *Liatris callilepis* needed to obtain a good level of productivity and quality of flower stems.

La producción de MS y calidad de varas florales obtenidas en este experimento, frente a diferentes dosis de fertilización con NPK y diferentes extracciones de nutrientes, concuerdan con lo señalado por Armitage (1993) en pruebas de campo realizadas en Atenas (Georgia), y Watsonville (California), EE.UU. No obstante, al calcular la extracción de NPK realizada por el testigo usando los antecedentes del Cuadro 3, se obtendrían valores de N y K superiores a los señalados por Sotero y Fitzgerald (1983) como suficientes para *L. pycnostachya* Michx. cv. Eureka en Lincoln, Nebraska, EE.UU., considerando iguales unidades de superficie.

Los resultados obtenidos sugieren que ocurrió una alta mineralización de N durante el período que duró el experimento. Por otra parte, el análisis de agua de riego (pozo profundo) al final de la temporada de cultivo indicó un valor promedio de 18,5 mg N L⁻¹, lo cual equivale a un aporte estimado al suelo de 59,3 kg N ha⁻¹. La substracción de este aporte al total de N absorbido por el tratamiento 1 (testigo) entrega un valor de 186 kg N ha⁻¹. Esto no explicaría totalmente la elevada absorción del testigo. Al respecto, Ruz (1992) señaló que en suelos volcánicos con características similares a los del presente estudio, se encontraron altas tasas de mineralización de N. Por otra parte, Rodríguez (1993) señaló que en suelos trumaos de las zonas regadas, el contenido total promedio de N asciende a 9.900 kg ha⁻¹ en los primeros 20 cm de suelo, de los cuales 77% corresponde al “pool” de N húmico, 21% al “pool” de N estabilizado y 2% al “pool” de N lábil.

Varios experimentos han señalado que el proceso de influencia de las plantas sobre la disponibilidad de N depende críticamente de la presencia en la rizósfera de agentes bióticos predadores de las bacterias responsables de la mineralización (Robinson *et al.*, 1989). Por su parte, Ruz (1992) en un experimento con diferentes combinaciones forrajeras, señaló que la mineralización de N se debió en parte a un efecto de mineralización de N “inducida por la raíz”. A su vez, Newman (1985, citado por Robinson *et al.*, 1989), señaló que compuestos ricos en C soluble liberados desde las raíces pueden conducir a una mayor actividad de

la población microbiana en la rizósfera, en comparación con suelos no cultivados. Robinson *et al.* (1989) señalaron que debido al C perdido desde las raíces de las plantas, la actividad microbiana incidiría en un aumento de la disponibilidad de N inorgánico en el entorno cercano a la raíz. En el mismo sentido se han realizado varias investigaciones para estudiar las diferencias en la liberación de C desde las raíces, considerando la especie de planta y su efecto sobre la población microbiana, inmovilización y mineralización de N en la rizósfera (Rovira, 1969, citado por Wheatley *et al.*, 1990; Martin, 1971, citado por Wheatley *et al.*, 1990; Cornish y Raison, 1977; Fisher y Gosz, 1986; Liljeroth y Baath, 1988).

El hecho que no se haya encontrado respuesta en el rendimiento de MS de liatris, pero sí en la absorción total de N, es indicativo que hubo un consumo de N sobre un nivel crítico, bajo el cual el rendimiento en peso seco es afectado (Havlin *et al.*, 1999). Lo anterior también fue confirmado por la acumulación de MS y la absorción de N, P, K, Ca y Mg durante los estados de desarrollo del cultivo (Cuadro 3 y Figuras 1 y 2). En general, la acumulación de MS no presentó diferencias significativas a excepción de los estados fenológicos correspondientes a desarrollo de espiga y espiga coloreada para los tratamientos 2 y 3 (Figura 1). La diferencia de tiempo entre los estados correspondientes a espiga coloreada y cosecha de vara floral fue sólo de 4 días, por lo tanto la disminución en peso seco para el tratamiento 3 fue más aparente que real.

En general, si bien hubo diferencias significativas en la absorción de algunos nutrientes (Cuadro 3), la acumulación de MS en la planta entera (Figura 1) no mostró diferencias significativas frente a un aumento de las dosis de fertilización.

Cosecha y calidad exportable de varas florales de liatris

En el Cuadro 5 se presenta el total de varas florales cosechadas y flores exportables. Al momento de la cosecha hubo en promedio 384 cormos, cada uno con su vara floral. No hubo diferencias significativas en el número de varas florales cosechadas al aumentar la tasa de fertilización. En el

Cuadro 6 se presentan las medidas de calidad de exportación de liatris. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos. A pesar de la tendencia a disminuir la longitud de la vara al aumentar la fertilización, la relación entre longitud de espiga y longitud de vara se mantuvo en 1/3. Los resultados concuerdan con la ausencia de diferencias significativas en el peso seco acumulado al momento de la cosecha de vara floral.

Efecto de la fertilización sobre la calidad de las varas florales

La calidad de las varas florales cosechadas en el ensayo no fue afectada por los tratamientos. No hubo diferencias en el número de varas cosechadas (Cuadro 5) ni en la longitud de las varas florales (Cuadro 6). Las varas florales tanto del tratamiento testigo como de aquellos fertilizados presentaron una apariencia similar en cuanto a

Cuadro 5. Varas de flores cosechadas y exportables por tratamiento en el ensayo de *Liatris callilepis*.

Table 5. Flowers harvested and exported by treatment in the experiment of *Liatris callilepis*.

Tratamiento	Número de varas florales cosechadas	Varas florales exportables (%) ²
1	350 (91,2) ¹ a	89,33
2	338 (88,0) a	86,20
3	323 (84,2) a	82,56

Letras distintas indican diferencia estadística ($p < 0,05$) según test DMS.

¹ Porcentaje de un promedio de 384 cormos (varas florales) por parcela.

² Se estimó que un 2% de las varas cosechadas se desechan en el proceso de clasificación.

Cuadro 6. Calidad de *Liatris callilepis* en cosecha de vara floral.

Table 6. Quality of *Liatris callilepis* at stem floral harvest.

Tratamiento	Largo de vara (cm)	Largo de espiga (cm)	Relación espiga: vara (%)
1	91 a	28,3	31,1
2	96 a	30,0	31,3
3	92 a	28,0	30,4

Letras distintas indican diferencia estadística ($p < 0,05$) según test DMS.

color, firmeza al tacto y rectitud de varas. Estos resultados difieren de lo encontrado para *lilium* por Van der Boon y Niers (1986), quienes señalaron que la intensidad del color verde fue mayor frente a la dosis más alta de N.

Observaciones

A pesar que en este estudio no hubo respuesta significativa a la aplicación de fertilizantes, se debe considerar la importante extracción de nutrientes asociada a las altas producciones. Por lo tanto, es difícil que esta tendencia se mantenga por períodos prolongados, aún en suelos de buena calidad. De esta manera la fertilización del cultivo de liatris debe suplir al menos la mínima absorción de N, P y K presentada como resultado de este experimento, la cual correspondió a 186 kg N, 22 kg P y 242 kg K. En estas cifras se encuentra descontado el aporte de los cormos al momento de la plantación.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que *Liatris callilepis* no manifestó respuesta a la fertilización con N, P y K, a pesar que se alcanzaron altos rendimientos y una consecuente alta extracción de nutrientes. Esto se explica por las buenas propiedades físico-químicas del suelo, y la eficiencia de la planta para absorber nutrientes.

La acumulación de MS del liatris responde a una curva de crecimiento sigmoidea. Esta acumulación, en términos porcentuales sería la siguiente: 12% desde plantación hasta aparición de tallos; 42% desde plantación hasta desarrollo de espiga; 84% desde plantación hasta espiga coloreada; completando el 100% al momento de cosecha de la vara floral.

Las necesidades nutricionales de N, P, K, Ca y Mg para alcanzar un buen nivel de productividad y de calidad de varas florales de *L. callilepis* propagadas a través de cormos, fueron de 266, 32, 345, 181, y 90 kg ha⁻¹, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- Anuario del Campo. 1997. Alternativas para la modernización y diversificación agrícola. p. 43. Publicaciones Lo Castillo S.A., Santiago, Chile.
- Armitage, A.M. 1993. Specialty cut flowers. 372 p. Varsity Press/Timber Press, Portland, Oregon, USA.
- Cámara de Comercio de Santiago. 2001. Declaraciones de exportación de la Aduana (Dirección Nacional de Aduanas de Valparaíso) publicadas en Microfichas de la revista Comercio, Años 1994-2001. Cámara de Comercio de Santiago. Santiago, Chile.
- Cornish, P., and R. Raison. 1977. Effects of phosphorus and plants on nitrogen mineralization in three grassland soils. *Plant Soil* 47:289-295.
- Dirección Meteorológica de Chile. 1994. Boletín Agrometeorológico Mensual (enero a diciembre) VI y VII Región. Dirección General de Aeronáutica Civil, Departamento de Meteorología Agrícola, Santiago, Chile.
- Fisher, F., and J. Gosz. 1986. Effects of plants on net mineralization of nitrogen in forest soil microcosms. *Biol. Fertil. Soils* 2:43-50.
- Havlin, J., J. Beaton, S. Tisdale, and W. Nelson. 1999. Soil fertility and fertilizers. An introduction to nutrient management. 6th ed. 501 p. Prentice-Hall, New Jersey, USA.
- Liljeroth, E., and E. Baath. 1988. Bacteria and fungi on roots of different barley varieties (*Hordeum vulgare* L.). *Biol. Fertil. Soils* 7:53-57.
- ODEPA. 2000. Exportaciones chilenas de flores frescas. Mercados Agropecuarios N° 91, p. 3-8. Ministerio de Agricultura, Oficina de Planificación Agrícola (ODEPA), Santiago, Chile.
- Robinson, D., B. Griffiths, K. Ritz, and R. Wheatley. 1989. Root-induced nitrogen mineralization: A theoretical analysis. *Plant Soil* 117:185-193.
- Rodríguez, J. 1993. La fertilización de los cultivos. Un método racional. 291 p. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.
- Ruz, E. 1992. Dynamic of N in three contrasting pastures grazed by sheep. 201 p. Ph.D. Thesis. Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- Sotero S., and J. Fitzgerald. 1983. Influence of the propagation method and fertilizer rate on growth and development of *Liatris pycnostachya*. *HortScience* 18:198-199.
- Stimart, D. 1988. Herbaceous perennials. Home and Garden. 3 p. Cooperative Extension Service. University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, USA.
- Van der Boon J., and H. Niers. 1986. Effect of nitrogen on bulb production, forcing quality of the bulb and vase life of the flower of liliun "enchantment". *In* Bogers, R., and B. Bergman (eds.). Fourth International Symposium on Flower Bulbs. Lisse, The Netherlands. Volume 1. *Acta Hort.* 177:249-254.
- Wheatley, R., K. Ritz, and B. Griffiths. 1990. Microbial biomass and mineral N transformations in soil planted with barley, ryegrass, pea or turnips. *Plant Soil* 127:157.