

## Magnesio y su relación con la calidad de *Lilium cv. Casablanca*\*

## Magnesium and its relationship with quality of *Lilium cv. Casablanca*

Clemente de Jesús García-Ávila<sup>1§</sup>, Ana María Castillo-González<sup>2</sup>, Edilberto Avitia-García<sup>2</sup>, María Teresa B. Colinas-León<sup>2</sup>, Libia Iris Trejo-Téllez<sup>3</sup> y Haidel Vargas-Madriz

<sup>1</sup>Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. C. Guillermo Pérez Valenzuela 127, Col. Del Carmen Coyoacán, Del. Coyoacán, México, D. F. C. P. 04100. <sup>2</sup>Postgrado de Horticultura, Departamento de Fitotecnia-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México- Texcoco km 38.5. Chapingo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. <sup>3</sup>Instituto de Edafología, Colegio de Postgraduados. Carretera México- Texcoco km 36. 5. Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. <sup>4</sup>Posgrado en Fitosanidad-Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México- Texcoco, km. 36.5. Montecillo, Estado de México. C. P. 56230. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: avilac@colpos.mx.

### Resumen

La aplicación de una concentración adecuada de magnesio ( $Mg^{2+}$ ) es esencial para producir plantas de calidad, porque es un auxiliar en el metabolismo del fósforo, respiración de la planta y activación de varios sistemas enzimáticos involucrados en el metabolismo energético; además, es necesario cuantificar la concentración de los nutrientes absorbidos por las plantas para determinar una buena fertilización. La presente investigación tuvo como objetivo determinar la concentración óptima de  $Mg^{2+}$  en relación a la calidad, vida de florero y estado nutricional en plantas de *Lilium cv. Casablanca*. El experimento se estableció en la Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México, en invernadero, con bulbos de 18/20 cm, bajo un diseño completamente al azar, con 10 tratamientos: 0, 2.06, 4, 6.17, 8.23, 10.29, 12.35, 16.46, 18.52 y 20.58 meq L<sup>-1</sup> de  $Mg^{2+}$  y 10 repeticiones. El número de hojas, altura, área foliar, diámetro (basal, medio y apical), longitud y ancho de tépalos, materia seca (tallo, hoja, flor, bulbo y total), número de flores y vida en florero, no se vieron afectados significativamente por los tratamientos. La concentración de elementos y sus relaciones se vieron afectadas por los tratamientos y órganos. Los bulbos usados aumentaron su concentración nutricional durante el ciclo del cultivo. Con la aplicación de 20.58 meq L<sup>-1</sup>

### Abstract

The application of an adequate concentration of magnesium ( $Mg^{2+}$ ) is essential to produce quality plants, because it is an auxiliary in phosphate metabolism, plant respiration and activation of several enzymes involved in energy metabolism; is also necessary to quantify the concentration of nutrients absorbed by plants to determine a good fertilization. This research aimed to determine the optimal concentration of  $Mg^{2+}$  in relation to quality, vase life and plant nutrient status in *Lilium cv. Casablanca*. The experiment was established at the Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, State of Mexico, in a greenhouse with 18/20 cm bulbs, under a completely randomized design with 10 treatments: 0, 2.06, 4, 6.17, 8.23, 10.29, 12.35, 16.46, 18.52 and 20.58 meq L<sup>-1</sup>  $Mg^{2+}$  and 10 replications. The number of leaves, height, leaf area, diameter (basal, middle and apical), length and width of tepals, dry matter (stem, leaf, flower, bulb and total), number of flowers and vase life were not significantly affected by the treatments. The concentration of elements and its relation were affected by the treatments and organs. The bulbs used increased its nutrient concentration during the crop cycle. With the application of 20.58 meq L<sup>-1</sup>  $Mg^{2+}$  was observed a greater

\* Recibido: septiembre de 2014  
Aceptado: diciembre de 2014

de  $Mg^{2+}$  se observó una mayor concentración de nutrientes en el bulbo al final del ciclo de cultivo. Los resultados indican que la demanda del cultivo de Mg es relativamente baja, pero necesaria en la producción de flores de corte o para el engorde de bulbos.

**Palabras clave:** bulbo nuevo y usado, concentración nutrimental, materia seca, vida en florero.

## Introducción

La concentración de un elemento esencial en los tejidos de las plantas es un criterio importante para el diagnóstico de suficiencia o deficiencia. Varios factores afectan la absorción o concentración de los nutrientes en los tejidos; entre estos factores los más importantes son: edad de la planta, parte analizada, especie cultivada y fertilidad del suelo (Fageria, 2009). El magnesio ( $Mg^{2+}$ ) es un macronutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de todas las plantas. Niveles adecuados en los suelos son importantes para producir los máximos rendimientos económicos. Como la deficiencia de calcio ( $Ca^{2+}$ ), la deficiencia de  $Mg^{2+}$  en la producción de cultivos es más común en suelos ácidos erosionados (Fageria y Souza, 1991). La deficiencia de  $Mg^{2+}$  también puede darse en suelos de estructura gruesa de regiones húmedas con baja capacidad de intercambio catiónico.

Debido a la variación en suelos erosionados y materiales parentales, el contenido de  $Mg^{2+}$  de los suelos varía ampliamente. Mengel y Kirkby (2001) reportaron que el contenido de  $Mg^{2+}$  de muchos de los suelos está generalmente en el intervalo de  $0.5 \text{ g kg}^{-1}$  para suelos arenosos a  $5 \text{ g kg}^{-1}$  para arcillosos. La cantidad adecuada de  $Mg^{2+}$  para el crecimiento de plantas varía según el tipo de suelo, especies de plantas y hasta entre cultivares de especies (Fageria y Souza, 1991; Fageria *et al.*, 2011). Aunque, el contenido de  $Mg^{2+}$  en el intervalo de 1 a  $2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  es suficiente para producir los máximos rendimientos económicos de especies cultivadas (Fageria, 2001, 2002). La disponibilidad y el comportamiento del  $Mg^{2+}$  en la nutrición de la plantas es similar a la del calcio ( $Ca^{2+}$ ); la diferencia entre estos elementos es la proporción en que la planta los demanda, los requerimientos de  $Mg^{2+}$  son mucho más bajos que los de  $Ca^{2+}$ .

La disponibilidad de  $Mg^{2+}$  para los cultivos es influenciada por muchos factores de suelos y plantas; como la concentración de  $Mg^{2+}$  en la solución del suelo, el grado de saturación de

concentration of nutrients in the bulb at the end of the crop cycle. The results indicate that the crop demand of Mg is relatively low, but necessary in the production of cut flowers and bulbs fatten.

**Keywords:** dry matter, new and used bulb, nutrient concentration, vase life.

## Introduction

The concentration of an essential element in plant tissues is an important diagnostic criterion of sufficiency or deficiency. Several factors affect the absorption or concentration of nutrients in tissues; among these the most important factors are: age of the plant, part analyzed, crop species and soil fertility (Fageria, 2009). Magnesium ( $Mg^{2+}$ ) is an essential macronutrient for the growth and development of all plant. Appropriate levels in soils are important to produce maximum economic yields. As the deficiency of calcium ( $Ca^{2+}$ ) and  $Mg^{2+}$  in crop production is more common in acid soils eroded (Fageria and Souza, 1991).  $Mg^{2+}$  deficiency can also occur in soils of coarse structure from humid regions with low cation exchange capacity.

Due to variation in eroded soils and parent materials, the content of  $Mg^{2+}$  of soils varies widely. Mengel and Kirkby (2001) reported that the content of  $Mg^{2+}$  of many soil is generally in the range of  $0.5 \text{ g kg}^{-1}$  for sandy soils to  $5 \text{ g kg}^{-1}$  for clay. The right amount of  $Mg^{2+}$  for plant growth varies with soil type, plant species and even among cultivars of species (Fageria and Souza, 1991; Fageria *et al.*, 2011). Although the content of  $Mg^{2+}$  in the range of 1 to  $2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  is enough to produce maximum economic yield of cultivated species (Fageria, 2001, 2002). The availability and performance of  $Mg^{2+}$  in the nutrition of the plant is similar to that of calcium ( $Ca^{2+}$ ); the difference between these elements is the rate at which the plant demands of it,  $Mg^{2+}$  requirements are much lower than those of  $Ca^{2+}$ .

The availability of  $Mg^{2+}$  for crops is influenced by many soil and plant factors; as the concentration of  $Mg^{2+}$  in the soil solution, the degree of saturation of  $Mg^{2+}$ , the presence of other cations like potassium ( $K^+$ ) and  $Ca^{2+}$ , soil pH, type of clay and plant species or genotypes (Fageria, 2009). The functions of  $Mg^{2+}$  in plants are many and the most important are as enzyme activator and as a component

Mg<sup>2+</sup>, la presencia de otros cationes como potasio (K<sup>+</sup>) y Ca<sup>2+</sup>, pH del suelo, tipo de arcillas y especies de plantas o genotipos de especies (Fageria, 2009). Las funciones del Mg<sup>2+</sup> en las plantas son muchas y las más importantes son como activador de enzimas y como componente de las moléculas de clorofila, por lo que está activamente involucrado en la fotosíntesis. El Mg<sup>2+</sup> es un auxiliar en el metabolismo del fosfato, respiración de la planta y la activación de varios sistemas enzimáticos involucrados en el metabolismo energético (Fageria y Gheyi, 1999).

El cultivo de *Lilium* spp. es una de las especies de importancia económica en la producción de flores de corte; sin embargo, hay pocos estudios sobre éstas y no destacan por sus exigencias nutrimentales (Ortega *et al.*, 2006), por lo tanto las recomendaciones de fertilización son limitadas y contradictorias (Dole y Wilkins, 2005). Por ello el objetivo de la presente investigación fue determinar la concentración óptima de Mg<sup>2+</sup> en relación a la calidad y vida de florero en plantas de *Lilium* cv. Casablanca.

## Materiales y métodos

Se plantaron bulbos de *Lilium* cv. Casablanca vernalizados, calibre 18/20; en contenedores de 5 litros de volumen, como sustrato se utilizó tezontle rojo, tamaño de partícula de 5 mm, sin esterilizar. Los bulbos se enjuagaron en agua corriente para eliminar el sustrato en el que venían protegidos y se colocó un bulbo por contenedor. El experimento se realizó en un invernadero de cristal, de la Universidad Autónoma Chapingo en Texcoco, Estado de México, con temperaturas promedio de 31.3 °C en el día y 12.7 °C por la noche; la humedad relativa máxima fue de 96.5% y la mínima de 35.3%. Se colocó una malla sombra (50% de sombreado) para reducir la luminosidad y promover el crecimiento vegetativo en los primeros 30 días del cultivo, una vez que comenzó a observarse la emergencia del botón floral se retiró. Los tratamientos (Cuadro 1) fueron concentraciones de Mg<sup>2+</sup> modificando la solución nutritiva Universal de Steiner (1984), considerando que en la literatura hay una gran variación en cuanto a la concentración óptima, se decidió generar una serie de soluciones nutritivas, basándose en los resultados anteriores como los obtenidos por Ortega *et al.* (2006).

of chlorophyll molecules, so it is actively involved in photosynthesis. Mg<sup>2+</sup> is an auxiliary in phosphate metabolism, plant respiration and activation of various enzymes involved in energy metabolism (Fageria and Gheyi, 1999).

The cultivation of *Lilium* spp. is a species of economic importance in the production of cut flowers; however, there are few studies on these and not noted for their nutritional requirements (Ortega *et al.*, 2006), therefore fertilizer recommendations are limited and contradictory (Dole and Wilkins, 2005). Therefore the aim of this research was to determine the optimal concentration of Mg<sup>2+</sup> in relation to the quality and vase life in plants of *Lilium* cv. Casablanca.

## Materials and methods

Vernalized *Lilium* cv. Casablanca bulbs were planted, 18/20 caliber; in container of 5 liters in volume, red tezontle was used as substrate, with particle size of 5 mm, without sterilization. The bulbs were rinsed in running water to remove the substrate in which they came protected and placed one bulb per container. The experiment was conducted in a glass greenhouse, from the Universidad Autónoma Chapingo in Texcoco, State of Mexico, with average temperatures of 31.3 °C in the day and 12.7 °C at night; maximum relative humidity of 96.5% and 35.3% minimum. A shade mesh (50% shade) was placed to reduce the brightness and promote vegetative growth in the first 30 days of the plant, once it began to show emergence of the flower bud was removed. Treatments (Table 1) were Mg<sup>2+</sup> concentrations modifying the universal nutrient solution Steiner (1984), considering that in literature there is a great variation regarding the optimal concentration, so it was decided to create a series of nutrient solutions, based on the results above as obtained by Ortega *et al.* (2006).

Experimental design. A completely randomized design with 10 replicates per treatment and as experimental unit a container with a plant of *Lilium* was used. The application of nutrient solutions was performed from the second week after planting; it was irrigated every other day applying 100 mL to each container in the first month; then 200 mL were applied to the same watering interval until flowering stems cut.

**Cuadro 1. Soluciones nutritivas usadas en el cultivo de *Lilium* cv. Casablanca.**  
**Table 1. Nutrient solutions used in the cultivation of *Lilium* cv. Casablanca.**

Mg <sup>2+</sup> (meqL <sup>-1</sup> ) <sup>ε</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	pH	CE (dSm <sup>-1</sup> )
	(meqL <sup>-1</sup> )						
0	7.88	10.12	10.8	0.9	6.3	5.6	2.2
2.06	7.41	9.53	11.4	0.95	6.65	5.5	2.3
4	7	9	12	1	7	5.5	2.3
6.17	6.49	8.34	12.6	1.05	7.35	5.4	2.3
8.23	6.02	7.75	13.2	1.1	7.7	5.5	2.7
10.29	5.56	7.15	13.8	1.15	8.05	5.5	2.5
12.35	5.1	6.55	14.4	1.2	8.4	5.4	2.6
16.46	5.05	6.49	16.8	1.4	9.8	5.5	2.7
18.52	5	6.48	18	1.5	10.5	5.4	3
20.58	5	6.42	19.2	1.6	11.2	5.4	3.1

Los tratamientos se complementaron con la solución de micronutrientes sugerida por Steiner (1984). <sup>ε</sup>Cabe mencionar que en este estudio se usó agua potable y la concentración de Mg<sup>2+</sup> que esta contenía fue considerada en la preparación de las soluciones nutritivas.

**Diseño del experimento.** Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 10 repeticiones por tratamiento y como unidad experimental un contenedor con una planta de *Lilium*. La aplicación de las soluciones nutritivas se realizó a partir de la segunda semana después de la plantación; se regó cada tercer día, aplicando 100 mL a cada contenedor en el primer mes; posteriormente se aplicaron 200 mL con el mismo intervalo de riego hasta el momento de corte de los tallos florales.

**Variables de calidad.** Para cada unidad experimental se evaluó altura de planta (A); número de hojas (NH); diámetro de tallo basal (DB), medio (DM) y apical (DA). Al final del cultivo se midió la A, NH y con un vernier digital el diámetro de la parte basal de la planta donde emergen las raíces adventicias, en la parte media del tallo y en la parte apical donde comenzó la inflorescencia; a los 103 DDE (cuando las plantas alcanzaron su madurez comercial) se contabilizó el número de flores por tallo (NF); se midió la longitud y el ancho de tépalos (LT y AT, respectivamente), para lo cual se seleccionó un tépalo al azar en la primera flor abierta de cada unidad experimental.

**Vida en florero.** Se seleccionaron cuatro unidades experimentales y las plantas se cortaron cuando los botones estaban próximos a la apertura floral; se colocaron en el laboratorio, en donde se tenía una temperatura máxima de 26.8 °C y una mínima de 14.6 °C; la humedad relativa máxima y mínima registrada fue de 82.8 y 43.6%, respectivamente; todos los tallos se cortaron con una

Quality variables. For each experimental unit plant height (A); number of leaves (NL); basal stem diameter (DB), middle (DM) and apical (DA) was evaluated. At the end A, NH and with a digital vernier the diameter of the basal part of the plant where adventitious roots emerge, in the middle part of the stem and the apical part where inflorescence began emerging was measured; at 103 DDE (when plants reached commercial maturity) the number of flowers per stem (NF) was recorded; length and width of tepals (LT and AT, respectively) were measured, for which a tepal was randomly selected in the first open flower of each experimental unit.

**Vase life.** Four experimental units were selected and plants were cut when the buttons were near anthesis; then placed in the laboratory, with a maximum temperature of 26.8 °C and minimum of 14.6 °C; the maximum and minimum relative humidity recorded was 82.8 and 43.6%, respectively; all stems were cut with a length of 60 cm. Finally each was placed in a 100 mL graduated cylinder with 80 mL of water; the loss of water by evaporation and transpiration was replenished daily until the end of the evaluation. For this was recorded the day they were cut and the day that wilted entirely the last flower, considering this time as days after cutting (DDC).

**Dry matter accumulation.** For this determination, six plants per treatment were randomly selected and each plant was sectioned in root with bulb, stem, leaves and flowers; total leaf area (AF) was determined with an integrator leaf area

longitud de 60 cm. Por último se colocó cada uno de ellos en una probeta de 100 mL con 80 mL de agua potable, la pérdida de agua por evaporación y transpiración se repuso diariamente hasta el final de la evaluación. Para esto se registró el día en que se cortaron y el día en que se marchitó en su totalidad la última flor, considerando este tiempo como días después del corte (DDC).

**Acumulación de materia seca.** Para esta determinación se seleccionaron al azar seis plantas por tratamiento y cada planta se seccionó en raíz con bulbo, tallo, hojas y flores; se determinó el área foliar total (AF) con un integrador de área foliar LI-COR modelo 3100. Posteriormente los órganos se lavaron por separado en agua potable y se enjuagaron con agua destilada. Se secaron en una estufa con circulación de aire forzado a 65 °C, hasta peso constante. Se registró la materia seca de tallo (MST), materia seca de hoja (MSH), materia seca de flor (MSF), materia seca de bulbo (MSB) y la materia seca total (MT) de cada unidad experimental.

**Análisis nutricional.** Se utilizaron los órganos de las seis plantas que se seleccionaron para determinar la acumulación de materia seca; todo el material se molió por separado en un molino de acero inoxidable Wiley, provisto de un tamiz de 20 mallas. Para el análisis nutricional se mezcló el material de dos plantas por tratamiento para tener un total de tres repeticiones; se pesaron 0.5 g de materia seca y se realizó una digestión húmeda con 4 mL de una mezcla de ácido sulfúrico y ácido perclórico en proporción 2:1, y 2 mL de peróxido de hidrógeno. La determinación de nitrógeno total (N) se hizo por el método de microkjeldhal (Alcántar y Sandoval, 1999). La concentración de P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> se determinó mediante un espectrofotómetro de emisión atómica de plasma por inducción acoplada (ICP-AES Liberty II Varian Australia Pty Ltd Victoria, Australia).

Con los datos de la concentración de los elementos se determinaron las relaciones entre elementos. Por último, se realizó una comparación nutricional entre bulbos (bulbo nuevo, BN, y bulbo usado, BU); al inicio del experimento se tomaron al azar tres bulbos (BN), del lote de bulbos comprados (cabe mencionar que estos no se sometieron a los tratamientos), los cuales se lavaron, secaron y pesaron para posteriormente determinar su concentración nutricional; se consideraron como BU a los utilizados para establecer el experimento; una vez que terminó el ciclo del cultivo, se sacaron de las macetas, separaron del tallo y se lavaron, secaron y pesaron para determinar su concentración nutricional de la forma antes mencionada.

LI-COR model 3100. Later the organs were separately washed in tap water and rinsed with distilled water. These were dried in an oven with forced air circulation at 65 °C to constant weight. The dry matter of stem (MST), leaf dry matter (MSH), flower dry matter (MSF), dry matter of bulb (MSB) and total dry matter (MT) for each experimental unit was recorded.

**Nutritional analysis.** Organs from the six plants that were selected to determine dry matter accumulation were used; all material was ground separately in a stainless steel Wiley mill fitted with a 20 mesh screen. For the nutritional analysis the material from two plants per treatment was mixed for a total of three replicates; 0.5 g of dry matter were weighed and performed a wet digestion with 4 mL of a mixture of sulfuric acid and perchloric acid in a proportion 2:1, and 2 mL of hydrogen peroxide. The determination of total nitrogen (N) was made by the method of microkjeldhal (Alcántar and Sandoval, 1999). The concentration of P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> and Mg<sup>2+</sup> was determined by inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy by (ICP-AES Liberty II Varian Australia Pty Ltd Victoria, Australia).

With the data from element concentration were determined the relations between elements. Finally, a nutritional comparison between bulbos (new bulb, BN, and used bulb, BU) was performed; at the beginning of the experiment three bulbos were randomly taken (BN), from the batch of purchased bulbos (note that these were not subjected to treatment), which were washed, dried and subsequently weighed to determine its nutrient concentration; As BU were considered those used to establish the experiment; once finished the crop cycle, were removed from the pots, stem removed and washed, dried and weighed to determine the nutrient concentration in the aforementioned manner.

With the data were performed analysis of variance and multiple comparisons of means, using the technique of Tukey ( $\alpha=0.05$ ) using the statistical package SAS V.9 (SAS Institute Inc., 2010).

## Results and discussion

Effect of Mg in the development of *Lilium cv. Casablanca*. The concentrations of Mg<sup>2+</sup> evaluated did not affect significantly ( $p \leq 0.05$ ) the development of *Lilium cv.*

Con los datos obtenidos se realizaron un análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias, mediante la técnica de Tukey ( $\alpha=0.05$ ), con el paquete estadístico SAS V.9 (SAS, Institute Inc., 2010).

## Resultados y discusión

Efecto del Mg en el desarrollo de *Lilium cv. Casablanca*. Las concentraciones de  $Mg^{2+}$  evaluadas no afectaron significativamente ( $p \leq 0.05$ ) el desarrollo de *Lilium cv. Casablanca*. De acuerdo a la comparación de medias (Cuadro 2) efectuada para determinar el efecto del  $Mg^{2+}$  en el DB, DM, DA, A, NH, NF, LT y AT, por lo que todas las concentraciones de  $Mg^{2+}$  produjeron estadísticamente el mismo efecto. Estos resultados pueden atribuirse a que el calibre del bulbo (18/20) en este cultivar es grande y que su exigencia de nutrimentos sea baja; según Beck (1984), este órgano es una excelente reserva de nutrimentos aún hasta la floración. Mientras que Miller (1993) mencionó que el bulbo es la fuente de energía para el crecimiento de brotes y raíces; además, *Lilium spp.* no destaca por sus exigencias nutrimentales (Dole y Wilkins, 2005).

Casablanca. According to the comparison of means (Table 2) performed to determine the effect of  $Mg^{2+}$  in DB, DM, DA, A, NH, NF, LT and AT, so that all concentrations of  $Mg^{2+}$  statistically produced the same effect. These results can be attributed to the bulb size (18/20) in this cultivar is large and its requirement of nutrients is low; according to Beck (1984), this organ is an excellent nutrient reserve yet to flowering. While Miller (1993) noted that the bulb is the energy source for the growth of shoots and roots; moreover, *Lilium spp.* does not highlight for their nutritional requirements (Dole and Wilkins, 2005).

Vase life. The treatments did not significantly influence vase life; the application of 8.23 and 0 meq  $L^{-1}$  of  $Mg^{2+}$  have the same effect; this indicates that the  $Mg^{2+}$  contained in the bulb is sufficient (Table 3).

Effect of magnesium in dry matter accumulation. Dry matter of stem, leaf, flower, bulb and total were not significantly affected by the application of different concentrations of  $Mg^{2+}$ . According to the comparison of means conducted for each of the variables (Table 4), the treatments are statistically equal; Ortega *et al.* (2006) observed in three cultivars of *Lilium spp.*

**Cuadro 2. Valores promedio de las variables agronómicas evaluadas con  $Mg^{2+}$  en respuesta a la concentración de la solución nutritiva en el cultivo hidropónico de *Lilium* híbrido cv. Casablanca.**

**Table 2. Mean values of agronomic variables assessed with  $Mg^{2+}$  in response to the concentration of the nutrient solution in the hydroponic growing of hybrid *Lilium cv. Casablanca*.**

Mg <sup>2+</sup> (meq L <sup>-1</sup> )	Variables de crecimiento							
	DB <sup>l</sup> (mm)	DM <sup>&amp;</sup> (mm)	DA <sup>s</sup> (mm)	A <sup>z</sup> (cm)	NH <sup>t</sup>	NF <sup>#</sup>	AT <sup>§</sup> (cm)	LT <sup>y</sup> (cm)
0	10.49 <sup>NS</sup>	8.02 <sup>NS</sup>	6.28 <sup>NS</sup>	127 <sup>NS</sup>	46.9 <sup>NS</sup>	4.7 <sup>NS</sup>	4.8 <sup>NS</sup>	12.8 <sup>NS</sup>
2.06	11.3	7.9	5.75	126.67	50.78	4.33	5	13.11
4	10	7.78	5.55	121.4	47.3	4.2	4.9	13.05
6.17	10.42	7.27	5.8	130.22	45.56	4.67	5	12.67
8.23	10.8	7.78	5.13	123.22	48.44	4.11	4.44	12.94
10.29	10.99	7.28	5.76	125	45.22	4.44	4.61	12.39
12.35	10.55	7.08	5.47	121.3	48.8	4.3	3.91	11.3
16.46	10.44	7.43	5.31	118.67	46.22	4	4.5	12
18.52	10.53	8.34	5.11	124.22	47.89	4.67	3.83	11.33
20.58	10.91	7.43	5.53	120.2	49.05	5	4.05	11.65
DMS <sup>∞</sup>	1.56	1.44	1.59	14.11	8.26	1.46	1.57	1.95
CV <sup>ε</sup> (%)	9.73	12.47	18.92	7.6	11.54	21.8	23.23	10.54

<sup>∞</sup>Diferencia mínima significativa; <sup>NS</sup>No significativo ( $p \leq 0.05$ ); <sup>ε</sup>coeficiente de variación. <sup>l</sup>diámetro basal. <sup>&</sup>diámetro medio; <sup>s</sup>diámetro apical; <sup>z</sup>altura; <sup>t</sup>número de hojas; <sup>#</sup>número de flores; <sup>§</sup>ancho de tépalo; <sup>y</sup>longitud de tépalo.

Vida en florero. Los tratamientos no influyeron significativamente en vida de florero; la aplicación de 8.23 y 0 meq L<sup>-1</sup> de Mg<sup>2+</sup> producen el mismo efecto; esto indica que el Mg<sup>2+</sup> que contiene el bulbo es suficiente (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Vida de florero de tallos de *Lilium* cv. Casablanca.**  
**Table 3. Vase Life of stems of *Lilium* cv. Casablanca.**

Mg <sup>2+</sup> (meq L <sup>-1</sup> )	0	2.06	4	6.17	8.23	10.29	12.35	16.46	18.52	20.58	DMS <sup>∞</sup>	CV <sup>ε</sup> (%)
DDC <sup>b</sup>	22.5 <sup>¶¶</sup>	19.5	19.5	21	23	20	21.25	19.5	21.0	20	14.13	7.05

<sup>b</sup>días después del corte; <sup>¶¶</sup>no significativo; <sup>∞</sup>diferencia mínima significativa; <sup>ε</sup>coeficiente de variación.

Efecto del magnesio en la acumulación de materia seca. La materia seca de tallo, hojas, flor, bulbo y total no fueron afectados de manera significativa con la aplicación de diferentes concentraciones de Mg<sup>2+</sup>. De acuerdo con la comparación de medias realizada para cada una de las variables (Cuadro 4), los tratamientos son estadísticamente iguales; Ortega *et al.* (2006) observaron en tres cultivares de *Lilium* spp. una importante variabilidad en materia seca entre órganos, particularmente en la materia seca acumulada en tallo y hojas; esto a pesar de que el crecimiento en altura fue bastante homogéneo.

significant variability in dry matter between organs, particularly in dry matter accumulated in stem and leaves; this despite the fact that height growth was fairly homogeneous.

Nutritional content. The application of Mg<sup>2+</sup> significantly affected the concentration of Mg and P (Table 5); positive interactions have been reported between P and Mg<sup>2+</sup> for many crop plants (Wilkinson *et al.*, 2000); on the other hand Spear *et al.* (1978) studied crops in nutrient solutions and Christenson *et al.* (1973) worked on soils; both reported interactions between K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> and Mg<sup>2+</sup> in the uptake by whole plants. These studies showed that K<sup>+</sup> and Ca<sup>2+</sup> reduced Mg<sup>2+</sup> content in plant tissue, but the effect depends on ion concentration and soil properties. In our study, the concentration of N, Ca<sup>2+</sup> and K<sup>+</sup> were not affected (Table 5). Concentrations

**Cuadro 4. Valores promedio de las variables de producción de biomasa evaluadas con Mg<sup>2+</sup> en respuesta a la concentración de la solución nutritiva en el cultivo hidropónico de *Lilium* híbrido cv. Casablanca.**

**Table 4. Average values of variables of biomass production evaluated with Mg<sup>2+</sup>, in response to concentration of the nutrient solution in hydroponics of hybrid *Lilium* cv. Casablanca.**

Mg <sup>2+</sup> (meq L <sup>-1</sup> )	AF <sup>μ</sup>	MST <sup>β</sup>	MSH <sup>ε</sup>	MSF <sup>γ</sup>	MSB <sup>δ</sup>	MT <sup>θ</sup>
	(cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )			(g planta <sup>-1</sup> )		
0.00	1810.4 <sup>NS</sup>	8.03 <sup>NS</sup>	7.95 <sup>NS</sup>	7.43 <sup>NS</sup>	10.41 <sup>NS</sup>	33.83 <sup>NS</sup>
2.06	1833.4	8.46	8.16	7.44	8.94	33
4.00	1705.2	7.62	6.97	6.57	10.18	31.33
6.17	1965.9	8.16	8.74	7.72	10.38	35
8.23	1736.9	7.92	7.54	7.22	9.3	31.98
10.29	1760.2	7.72	7.78	5.92	8.24	29.66
12.35	1700.2	7.17	7.27	6.18	10.41	31.03
16.46	1583.4	6.94	6.56	5.38	10.5	29.38
18.52	1737	7.34	7.34	5.46	6.18	26.32
20.58	1573.5	7.13	6.7	5.6	7.6	27.03
DMS <sup>∞</sup>	667.75	3.03	3.22	3.48	5.09	10.92
CV <sup>ε</sup> (%)	18.89	19.5	21.15	26.32	27.04	17.39

<sup>NS</sup>no significativo; <sup>∞</sup>diferencia mínima significativa; <sup>ε</sup>coeficiente de variación; <sup>μ</sup>área foliar; <sup>β</sup>materia seca de tallo; <sup>γ</sup>materia seca de hoja; <sup>δ</sup>materia seca de flor; <sup>θ</sup>materia seca de bulbo; <sup>¶</sup>materia seca total (tallo + hoja + flor + bulbo).

Contenido nutrimental. La aplicación de Mg<sup>2+</sup> afectó significativamente la concentración de Mg y P (Cuadro 5); han sido reportadas interacciones positivas entre P y

obtained in this study are within the sufficient parameters reported by Alcántar *et al.* (2009), Mills and Benton (1996), Betancourt *et al.* (2005) and Salisbury and Ross (1994).

Mg<sup>2+</sup> para muchos cultivos de plantas (Wilkinson *et al.*, 2000); por otro lado Spear *et al.* (1978) estudiaron cultivos en soluciones nutritivas y Christenson *et al.* (1973) trabajaron en suelos; ambos reportaron interacciones entre K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> en la absorción por plantas enteras. Estos estudios mostraron que K<sup>+</sup> y Ca<sup>2+</sup> reducen el contenido de Mg<sup>2+</sup> en el tejido vegetal, pero el efecto depende de la concentración de los iones y las propiedades del suelo. En nuestro estudio, la concentración de N, Ca<sup>2+</sup> y K<sup>+</sup> no fueron afectadas (Cuadro 5). Las concentraciones obtenidas en esta investigación están dentro de los parámetros de suficiencia reportados por Alcántar *et al.* (2009), Mills y Benton (1996), Betancourt *et al.* (2005) y Salisbury y Ross (1994).

The application of Mg<sup>2+</sup> at different concentrations showed a significant effect on the relationships between elements (Table 6); also can be seen from the results, some trends in the relationships between elements due to the increase or decrease of Mg<sup>2+</sup> in the nutrient solution; it can be seen that the relationship of N: Ca and K: Ca, had the lowest values in the solutions with less amount of Mg<sup>2+</sup> (0, 2.06, 4 meq L<sup>-1</sup>) and the increase of the values of these ratios is observed with the increase of Mg<sup>2+</sup> (6.17 - 20.58 meq L<sup>-1</sup>), indicating that the amount of N is in function of the concentrations of Mg<sup>2+</sup> and possibly Ca is displaced by the Mg that the plant absorbs. Otherwise note that for K: Mg, K: P, Ca: Mg and Ca: P ratios, with the highest values at low doses of Mg<sup>2+</sup> (0 to 4 meq L<sup>-1</sup>)

**Cuadro 5. Efecto de la concentración de Mg<sup>2+</sup> en la solución nutritiva en la concentración de N, P, K, Ca y Mg en plantas de *Lilium* cv. Casablanca cultivadas en condiciones de hidroponía.**

**Table 5. Effect of Mg<sup>2+</sup> concentration in nutrient solution in the concentration of N, P, K, Ca and Mg in *Lilium* cv. Casablanca grown under hydroponic conditions.**

Mg <sup>2+</sup> (meq L <sup>-1</sup> )	Concentración de nutrientes (g kg <sup>-1</sup> )				
	N <sup>a</sup>	P <sup>b</sup>	K <sup>11</sup>	Ca <sup>10</sup>	Mg <sup>6</sup>
0	9.50 <sup>NS</sup>	1.6b <sup>£</sup>	14.1 <sup>NS</sup>	4.5 <sup>NS</sup>	1.8d <sup>£</sup>
2.06	10.4	1.6b	14.3	4.6	2d
4	10.6	1.8b	13.5	4.5	2.1cd
6.17	12	1.7b	13.3	4.3	2.3cd
8.23	12	1.8b	14.4	4.1	2.1cd
10.29	10.7	1.8b	13.5	3.8	2.5bcd
12.35	9.6	1.8b	13.3	3.7	2.8abcd
16.46	10.8	1.8b	12.9	3.5	3.1abc
18.52	12.3	2.3a	14	3.7	3.6ab
20.58	12.5	2.3a	14.8	3.6	3.7a
DMS <sup>∞</sup>	3.5	0.3	2.7	1.2	1.1
CV <sup>£</sup> (%)	24.38	13.38	14.67	22.58	31.62

<sup>£</sup>Medias con letras diferentes entre columnas son diferentes estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). <sup>NS</sup>no significativo; <sup>∞</sup>diferencia mínima significativa; <sup>£</sup>coeficiente de variación; <sup>a</sup>nitrógeno; <sup>b</sup>fósforo; <sup>11</sup>potasio; <sup>10</sup>calcio; <sup>6</sup>magnesio.

La aplicación de Mg<sup>2+</sup> en diferentes concentraciones, mostró un efecto significativo en las relaciones entre elementos (Cuadro 6); además, se pueden observar en los resultados, algunas tendencias en las relaciones entre elementos debidas al aumento o disminución de Mg<sup>2+</sup> en las soluciones nutritivas; se puede observar que las relaciones de N:Ca y K:Ca, presentaron los valores más bajos en las soluciones con menor cantidad de Mg<sup>2+</sup> (0, 2.06, 4 meq L<sup>-1</sup>) y el aumento de los valores de éstas relaciones se observa con el incremento de Mg<sup>2+</sup> (6.17 - 20.58 meq L<sup>-1</sup>), indicando que la cantidad de N está en función de las concentraciones de Mg<sup>2+</sup> y que posiblemente el Ca es desplazado por el Mg que absorbe la planta. Caso

and as the concentration of Mg<sup>2+</sup> increases in nutrient solutions there is a decrease of the values for these ratios; these trends can infer that the concentration of Mg<sup>2+</sup> in the nutrient solution determines the concentration of K and Mg. These trends infer that there is no antagonism or synergism due to Mg<sup>2+</sup> concentrations in the nutrient solutions. Fageria (1983) reported that Mg absorption by rice plants decreased with high concentrations of Ca and Mg in nutrient solutions.

The results of the statistical analysis performed to determine the concentration of elements in stem, leaf, flower and bulb, due to ratios between N, Ca, Mg, K and P, indicate that there



contrario se observa para las relaciones K:Mg, K:P, Ca:Mg y Ca:P, con los valores más altos a dosis bajas de  $Mg^{2+}$  (0 - 4 meq L<sup>-1</sup>) y conforme se aumenta la concentración de  $Mg^{2+}$  en las soluciones nutritivas se da una disminución de los valores para estas relaciones; estas tendencias pueden inferir que la concentración de  $Mg^{2+}$  en la solución nutritiva, determina la concentración de K y Mg. Estas tendencias infieren que hay antagonismos o sinergismos debido a las concentraciones de  $Mg^{2+}$  en las soluciones nutritivas. Fageria (1983) reportó que la absorción de Mg por plantas de arroz decreció con concentraciones altas de Ca y Mg en soluciones nutritivas.

were significant differences. Table 7 shows the comparison of means of the estimated concentrations in the different organs. The higher ratio of K: N was observed in the stem, the lower in bulb. In N: Ca the flower had the highest ratio, compared with leaf and stem. For N: Mg flower had the highest ratio and lowest in leaf and bulb. In the N: P ratio the highest value was observed in leaf and the lowest in stem. In the K: Ca ratio flower outperformed bulb. The higher ratio of K: Mg was in stem compared to the bulb; Onho and Grunes (1985) reported that K reduces the concentration of Mg in stem, by reducing Mg translocation from the root to the stem on wheat plants.

**Cuadro 6. Relaciones entre N, P, K, Ca y Mg en respuesta a la concentración de  $Mg^{2+}$  en la solución nutritiva en *Lilium cv. Casablanca* en condiciones hidropónicas.**

**Table 6. Ratios between N, P, K, Ca and Mg in response to the concentration of  $Mg^{2+}$  in nutrient solution in *Lilium cv. Casablanca* under hydroponic conditions.**

Mg <sup>2+</sup> (meqL <sup>-1</sup> )	Relaciones									
	K <sup>11</sup> :N <sup>a</sup>	N:Ca <sup>10</sup>	N:Mg <sup>6</sup>	N:P <sup>1b</sup>	K:Ca	K:Mg	K:P	Ca:Mg	Ca:P	Mg:P
0	1.5ab <sup>ε</sup>	2.75b <sup>ε</sup>	5.54 <sup>NS</sup>	6.28ab <sup>ε</sup>	3.81ab <sup>ε</sup>	8.37a <sup>ε</sup>	9.32a <sup>ε</sup>	2.5a <sup>ε</sup>	3.13a <sup>ε</sup>	1.25ab <sup>ε</sup>
2.06	1.4ab	2.73b	5.68	6.52ab	3.73b	8.37a	8.82ab	2.46a	3.1a	1.29ab
4	1.29ab	2.81b	5.43	6.25ab	3.59b	7.23ab	7.81abc	2.25a	2.75abc	1.34ab
6.17	1.19ab	3.73ab	5.7	7.76a	3.91ab	5.99bc	8.71ab	1.91abc	2.98ab	1.16ab
8.23	1.58 <sup>a</sup>	3b	5.17	6.35ab	4.37ab	7.58ab	8.73ab	2.12ab	2.61abcd	1.41a
10.29	1.24ab	3.54ab	4.83	6.43ab	4.56ab	6.07bc	7.89abc	1.56bcd	2.41abcd	1.14ab
12.35	1.5ab	3.35ab	3.74	5.82b	4.92ab	5.62bc	7.79abc	1.42cd	2.3abcd	1.07ab
16.46	1.16ab	3.99ab	4.18	6.44ab	4.72ab	4.94c	7.39bc	1.21d	2.14bcd	0.99b
18.52	1.13b	4.78a	4.05	6ab	5.94 <sup>a</sup>	4.71c	6.62c	1.17d	1.98cd	1.08ab
20.58	1.22ab	4.3ab	4.51	6.14ab	5.54ab	5.78bc	6.93c	1.2d	1.86d	1.22ab
DMS <sup>∞</sup>	0.44	1.6	2.02	1.79	2.16	1.97	1.7	0.59	0.85	0.35
CV <sup>ε</sup> (%)	25.2	34.7	31.38	21.15	36.24	23.09	16.1	25.26	25.49	22.36

<sup>ε</sup>Medias con letra distinta entre columnas para cada variable, son diferentes estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). <sup>NS</sup>no significativo; <sup>∞</sup>diferencia mínima significativa; <sup>ε</sup>coeficiente de variación; <sup>a</sup>nitrogeno; <sup>b</sup>fósforo; <sup>1</sup>potasio; <sup>10</sup>calcio; <sup>6</sup>magnesio.

Los resultados del análisis estadístico realizado para determinar la concentración de los elementos en tallo, hoja, flor y bulbo, debido a las relaciones entre N, Ca, Mg, K y P, indican que hubo diferencias altamente significativas. En el Cuadro 7 se muestran la comparación de medias de las concentraciones estimadas en los diferentes órganos. La mayor relación de K:N se observó en tallo, la menor en bulbo. En N:Ca la flor presentó la mayor relación, en comparación con la de hoja y tallo. Para N:Mg en flor se tuvo la mayor relación y la menor en hoja y bulbo. En la relación N:P el mayor valor se observó en hoja y el menor valor en tallo. En la relación K:Ca la flor superó a bulbo. La mayor relación de K:Mg se tuvo en tallo, en comparación con el bulbo; Onho y Grunes (1985) reportaron que

Similarly Ologunde and Sorensen (1982), using a crop system in sand, grew sorghum with varying levels of K<sup>+</sup> and Mg<sup>2+</sup>, found that K<sup>+</sup> reduces the concentration of Mg<sup>2+</sup> substantially in stems, but the effect of Mg<sup>2+</sup> on K<sup>+</sup> was slightly antagonistic. For K: P ratio leaf recorded the highest value; in stem was recorded the highest value for the Ca: Mg ratio; regarding Ca: P ratio, the highest value was observed in leaf. The ratio of P: Mg, stem had the highest value. Ortega *et al.* (2006) reported that there were significant differences for the absorbed nutrients in the harvested organs, highlighting the higher extractions of K in shoots. Kawagishi and Miura (1996) reported that K did not show significant variations in bulb and in the aerial part during the growing season.

K reduce la concentración de Mg en tallo, al reducirse la translocación de Mg de la raíz al tallo en plantas de trigo.

Nutritional comparison between used and new bulb. The concentration of elements between bulbs did show statistically significant differences (Table 8). The average

**Cuadro 7. Relaciones entre N, P, K, Ca y Mg en tallo, hoja, flor y bulbo de *Lilium* cv. Casablanca.**  
**Table 7. Ratios between N, P, K, Ca and Mg in stem, leaf, flower and bulb of *Lilium* cv. Casablanca.**

Órgano	Relaciones									
	K <sup>II</sup> :N <sup>a</sup>	N:Ca <sup>IO</sup>	N:Mg <sup>6</sup>	N:P <sup>b</sup>	K:Ca	K:Mg	K:P	Ca:Mg	Ca:P	Mg:P
Tallo	1.7a <sup>£</sup>	2.17bc <sup>£</sup>	5.64a <sup>£</sup>	2.02d <sup>£</sup>	3.45ab <sup>£</sup>	9.12a <sup>£</sup>	3.25d <sup>£</sup>	2.73a <sup>£</sup>	0.98c <sup>£</sup>	2.8a <sup>£</sup>
Hoja	1.32b	1.95c	3.51b	11.27a	2.52bc	4.77b	14.87a	1.94b	6.03a	0.31c
Flor	1.41b	7.03a	6.47a	7.06b	9.73a	8.77a	9.55b	0.99d	1.07c	0.92b
bulbo	0.84c	2.83b	3.91b	5.24c	2.33c	3.21c	4.33c	1.46c	2.02b	0.74c
DMS <sup>∞</sup>	0.22	0.82	1.03	0.91	1.1	1.01	0.87	0.3	0.43	0.18
CV <sup>£</sup> (%)	25.2	34.7	31.38	21.15	36.24	23.09	16.1	25.26	25.49	22.36

<sup>£</sup>Medias con letra distinta entre columnas para cada variable, son diferentes estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). <sup>NS</sup>no significativo; <sup>∞</sup>diferencia mínima significativa; <sup>£</sup>coeficiente de variación; <sup>a</sup>nitrogeno; <sup>b</sup>fósforo; <sup>II</sup>potasio; <sup>IO</sup>calcio; <sup>6</sup>magnesio.

De manera similar Ologunde y Sorensen (1982), usando un sistema de cultivo en arena, crecieron sorgo con varios niveles de K<sup>+</sup> y Mg<sup>2+</sup>, encontraron que el K<sup>+</sup> reduce la concentración de Mg<sup>2+</sup> sustancialmente en tallos, pero el efecto del Mg<sup>2+</sup> sobre el K<sup>+</sup> fue ligeramente antagónico. Para la relación K:P en hoja se registró el valor más alto; en tallo se observó el mayor valor de la relación de Ca:Mg. Con respecto a la relación de Ca:P, el mayor valor se observó en hoja. En la relación de P:Mg el tallo presentó el valor alto. Ortega *et al.* (2006) reporta que hubo diferencias significativas para los nutrimentos absorbidos en los órganos a cosecha, destacando las mayores extracciones de K en la parte aérea. Kawagishi y Miura (1996), reportan que el K no presentó variaciones significativas en bulbo y en la parte aérea durante el desarrollo del cultivo.

Comparación nutricional entre bulbo usado y bulbo nuevo. La concentración de elementos entre bulbos si presentó diferencias estadísticas significativas (Cuadro 8). La materia seca promedio de los bulbos usados (BU) a los 103 DDE se redujo entre 60 y 75 %, en comparación con la materia seca del bulbo nuevo (BN), los cuales no fueron sometidos a los tratamientos (Cuadro 8). Ortega *et al.* (2006) determinaron en tres cultivares de *Lilium* spp. que la movilización de nutrimentos desde el bulbo hacia la parte aérea se da en los primeros días de crecimiento, debido a que esta es la estructura de reserva y que el bulbo a medida que envejece presenta una disminución en el contenido de nutrimentos. La cantidad de nutrimentos trasladados hacia la parte aérea va acompañada de una disminución en materia seca de los bulbos.

dry matter of used bulbs (BU) at 103 DDE was reduced from 60 to 75%, compared to the dry matter of the new bulb (BN), which weren't subjected to treatments (Table 8). Ortega *et al.* (2006) determined in three crops of *Lilium* spp. that mobilization of nutrients from the bulb to the aerial part occurs in the first days of growth, because this is the structure of reserve and as the bulb ages, shows a decrease in nutrient content. The amount of nutrients translocated to aerial parts is accompanied by a decrease in dry matter of the bulbs.

Artacho and Pinochet (2008) reported that the reduction in dry matter of new bulbs at 112 DDE was 40% in tulip bulbs. Toit *et al.* (2004) reported that the reduction in dry matter due to the consumption of starch and sugar exportation and initial nutrients to roots and leaves, considering the high correlation between the concentration of starch and dry matter of *Lanchenalia* bulbs. Concentrations of N and Ca in the bulb were not affected by Mg<sup>2+</sup>, according to the comparison of means. The treatment with 18.52 meq L<sup>-1</sup> of Mg<sup>2+</sup> showed the highest concentration of Mg<sup>2+</sup> in BU as compared to the treatment without Mg<sup>2+</sup> in BN. The highest concentration of K<sup>+</sup> was observed with the application of 8.23 meq L<sup>-1</sup> of Mg<sup>2+</sup> and the lowest with 2.06 and 10.29 meq L<sup>-1</sup> of Mg<sup>2+</sup>. The application of 18.52 meq L<sup>-1</sup> of Mg<sup>2+</sup> showed the highest concentration of P.

According to Ortega *et al.* (2006) near the point of harvest for crops of Navona and Fango the accumulation of nutrients in the bulb is minimal but at 100 DDE this situation is reversed, producing a rapid accumulation in the bulb in formation;

**Cuadro 8. Concentración de elementos en bulbos nuevos y usados de *Lilium* cv. Casablanca.**  
**Table 8. Concentration of elements in new and used bulbs of *Lilium* cv. Casablanca.**

Mg <sup>2+</sup> (meq L <sup>-1</sup> )	MS <sup>n</sup> (g)	Nutrimentos (g kg <sup>-1</sup> )				
		N <sup>a</sup>	P <sup>b</sup>	K <sup>U</sup>	Ca <sup>10</sup>	Mg <sup>6</sup>
BN	27.40a <sup>é</sup>	5.3 <sup>¶¶</sup>	0.9 <sup>¶¶</sup>	0.6d <sup>é</sup>	5.2bc <sup>é</sup>	0.9c <sup>é</sup>
0	10.42b	6.3	2.1	1.5c	5.8abc	1.2c
2.06	9.68b	5.8	3.1	2.2abc	4.3c	1.1c
4	10.18b	5.8	2.8	1.7bc	5.4bc	1.3bc
6.17	10.57b	7.2	2.6	1.3cd	5.7abc	1.2c
8.23	9.5b	8.3	3	2abc	8a	1.5abc
10.29	8.35b	6.3	2.7	1.7bc	4.6c	1.1c
12.35	10.42b	5.7	2.7	1.7bc	5.2bc	1.3bc
16.46	10.45b	6.8	2	1.7bc	5.3bc	1.1c
18.52	6.72b	10.1	3	2.8a	6.8abc	2a
20.58	7.6b	9.9	3.1	2.5ab	7.2ab	1.9ab
DMS <sup>∞</sup>	5.26	4.9	2.5	0.9	2.5	0.6
CV <sup>é</sup> (%)	16.34	23.7	33.88	17.35	14.97	15.95

<sup>é</sup>Medias con letra distinta entre columnas para cada variable, son diferentes estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). <sup>NS</sup>no significativo; <sup>∞</sup>diferencia mínima significativa; <sup>é</sup>coeficiente de variación; <sup>a</sup>nitrogeno; <sup>b</sup>fósforo; <sup>U</sup>potasio; <sup>10</sup>calcio; <sup>6</sup>magnesio.

Artacho y Pinochet (2008) mencionaron que la reducción de materia seca de bulbos nuevos a los 112 DDE fue de 40% en bulbos de tulipán. Toit *et al.* (2004) mencionaron que la reducción de materia seca se debe al consumo de almidón y exportación de azúcares y nutrimentos iniciales hacia raíces y hojas, considerando la alta correlación entre la concentración de almidón y la materia seca de los bulbos de *Lanthenalia*. Las concentraciones de N y Ca en el bulbo no fueron afectadas por el Mg<sup>2+</sup>, según la comparación de medias. El tratamiento con 18.52 meq·L<sup>-1</sup> de Mg<sup>2+</sup> mostró la mayor concentración de Mg<sup>2+</sup> en el BU, en comparación con la del tratamiento sin Mg<sup>2+</sup> en BN. La concentración más alta de K<sup>+</sup> se observó con la aplicación de 8.23 meq L<sup>-1</sup> de Mg<sup>2+</sup> y las menores con 2.06 y 10.29 meq L<sup>-1</sup> de Mg<sup>2+</sup>. La aplicación de 18.52 meq L<sup>-1</sup> de Mg<sup>2+</sup> mostró la mayor concentración de P.

Según Ortega *et al.* (2006), cerca del punto de cosecha, para los cultivares Navona y Fangio, la acumulación de nutrimentos en el bulbo es mínima, pero a los 100 DDE esta situación se revierte, produciéndose una rápida acumulación en el bulbo en formación; mientras que en el cultivar Miami, al momento de cosecha, el bulbo ya se encuentra en la etapa de acumulación de nutrimentos. La aplicación de Mg<sup>2+</sup> u otros elementos van a determinar las concentraciones presentes o absorbidas por el bulbo (Marschner, 1995; Wilkinson *et al.*, 2000; Fageria, 2009).

while Miami crop, at harvest, the bulb is already in the stage of accumulation of nutrients. The application of Mg<sup>2+</sup> or other elements will determine the present or absorbed concentrations by the bulb (Marschner, 1995; Wilkinson *et al.*, 2000; Fageria, 2009).

## Conclusions

The development of *Lilium* was not affected with the application of Mg<sup>2+</sup> so it is sufficient with the Mg<sup>2+</sup> contained in the bulb of this caliber (18/20 cm).

The application of 0 or 8.23 meq L<sup>-1</sup> of Mg<sup>2+</sup> in vase life produce the same effect, the difference is half day. With 20.58 meq L<sup>-1</sup> f Mg<sup>2+</sup> are obtained higher concentrations of N, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> and P in the bulb; so this treatment should be considered for bulb production.

It is concluded that the demand for Mg<sup>2+</sup> by *Lilium* is relatively low, but necessary in fattening bulbs; this for element concentrations observed in the dry matter.

*End of the English version*



## Conclusiones

El desarrollo del *Lilium*, no se vió afectado con la aplicación de  $Mg^{2+}$  por lo que es suficiente el  $Mg^{2+}$  que contiene el bulbo de este calibre (18/20 cm).

La aplicación de 0 u  $8.23 \text{ meq L}^{-1}$  de  $Mg^{2+}$  en vida de florero producen el mismo efecto, la diferencia es de medio día. Con  $20.58 \text{ meq L}^{-1}$  de  $Mg^{2+}$  se obtuvieron las concentraciones más altas de N,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  y P en el bulbo; por lo que se debe de considerar este tratamiento para la producción de bulbos.

Se concluye que la demanda de  $Mg^{2+}$  por parte del *Lilium* es relativamente baja, pero necesaria en el engorde de bulbos; esto por las concentraciones de elementos observadas en la materia seca.

## Literatura citada

- Alcántar, G. G. y Sandoval, V. M. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Guía de muestreo, preparación, análisis e interpretación. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C. Chapingo, Estado de México. Publicación especial Núm. 10. 156 p.
- Alcántar, G. G.; Trejo-Téllez, L. I.; Fernández, P. L. y Rodríguez, M. M. N. 2009. Elementos esenciales. *In*: Alcántar, G. G. y Trejo, T. L. I. (Ed.). Nutrición de cultivos. Ediciones Mundi-Prensa. México, D. F. 454 p.
- Artacho, V. P. y Pinochet, T. D. 2008. Producción de materia seca y absorción de nitrógeno del cultivo del tulipán (*Tulipa gesneriana* L.). *Agrociencia*. 42:37-45.
- Beck, R. 1984. The "hows" and "whys" of hybrid lilies. *Florist' Rev.* 175(4529):22-27.
- Betancourt, O. M.; Rodríguez, M. M. N.; Sandoval, V. M.; y Gaytán, A. E. 2005. Fertilización foliar una herramienta en el desarrollo del cultivo de *Lilium* cv. Stargazer. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*. 11:371-378.
- Christenson, D. R.; White, R. P. and Doll, E. C. 1973. Yields and magnesium uptake by plants as affected by soil pH and Ca level. *Agron. J.* 65:205-206.
- Dole, M. and Wilkins, H. 2005. *Floriculture: principles and species*. Second Edition Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, USA. 1022 p.
- Fageria, N. K. 1983. Ionic interactions in rice plants from dilute solutions. *Plant and Soil*. 70:309-316.
- Fageria, N. K. and Souza, C. M. R. 1991. Upland rice, common bean and cowpea response to magnesium application on a Oxisol. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 22:1805-1816.
- Fageria, N. K.; Baligar, V. C. and Jones, C. A. 2011. *Growth and mineral nutrition of field crops*. Third edition. CRC Press. Taylor and Francis Group. 586 p.
- Fageria, N. K. and Gheyi, H. R. 1999. *Efficient crop production*. Campina Grande, Brazil: Federal University of Paraiba. 547 p.
- Fageria, N. K. 2001. Response of upland rice, dry bean, corn and soybean to base saturation in cerrado soil. *Rev. Bras. Eng. Agri. Ambient.* 5:416-424.
- Fageria, N. K. 2002. Nutrient management for sustainable dry vean production in the tropics. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 33:1537-1575.
- Fageria, N. K. 2009. *The use of nutrients in crop plants*. CRC Press. Taylor and Francis Group. 430 p.
- Kawagishi, K. and Miura, T. 1996. Changes in nutrient content of spring-planted edible lili (*Lilium leichtlinii* Hook f. var. *maximowiczii* Baker). *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 65(2):339-347.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. Second edition. Academic Press. London, Great Britain. 889 p.
- Mengel, K. and Kirkby, E. A. 2001. *Principles of plant nutrition*. International Potash Institute, Bern. 849 p.
- Miller, W. 1993. *Lilium Longiflorum*. *In*: de Hertogh and Le Nard, M. (Eds.). *The physiology of flower bulbs*. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, Holanda. 331-422 pp.
- Mills, A. H. and Benton, J. Jr. 1996. *Plant Analysis Handbook II*. MicroMacro Publishing Athens, GA, USA. 422 p.
- Ohno, T. and Grunes, D. L. 1985. Potassium-magnesium interactions affecting nutrient uptake by wheat forage. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49:685-690.
- Ologunde, O. O. and Sorensen, R. C. 1982. Influence of K and Mg in nutrient solutions on sorghum. *Agron. J.* 74:41-46.
- Ortega, B. R.; Correa, B. M. y Olate, M. E. 2006. Determinación de las curvas de acumulación de nutrientes en tres cultivares de *Lilium* spp. para flor de corte. *Agrociencia*. 40:339-347.
- Salisbury, B. F. y Ross, W. C. 1994. *Fisiología vegetal*. Iberoamérica. México. 760 p.
- Statistical Analysis System (SAS) Institute. 2010. *SAS user's guide*. Statistics. Version 9.3. SAS Inst., Cary, NC. Quality and elemental removal. *J. Environ. Qual.* 19:749-756.
- Spear, S. N.; Edwards, D. G. and Asher, C. J. 1978. Response of cassava, sunflower and maize to potassium concentration in solution. III. Interactions between potassium, calcium and magnesium. *Field. Crops Res.* 1:375-389.
- Steiner, A. A. 1984. The universal nutrient solution in Proceedings of 6<sup>th</sup> International Congress on Soilless Culture. *Int. Soc. Soilless Cul.* Wageningen, the Netherlands. 633-650 pp.
- Toit, E.; Robbertse, P. and Niederwieses, J. 2004. Plant carbohydrate partitioning of *Lachenalia* cv. Ronina during bulb production. *Sci. Hort.* 102:433-440.
- Wilkinson, S. R.; Grunes, D. L. and Sumner, M. E. 2000. Nutrient interactions in soil and plant nutrition, in Sumner M. E. andbook of Soil Science. 89-112 pp.