

## Extracción nutrimental en lisianthus (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) cv. Mariachi Pink\*

### Nutritional extraction lisianthus (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) cv. Mariachi Pink

Ana María Castillo-González<sup>§</sup>, Edilberto Avitia-García<sup>1</sup>, Luis Alonso Valdez-Aguilar<sup>2</sup> y Jazmín Velázquez-Maldonado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo-Departamento de Fitotecnia. Carretera México-Texcoco, km 38.5. Chapingo, Estado de México, México. CP. 56230. (anasofiacasg@hotmail.com.). <sup>2</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Departamento de Horticultura. Calzada Antonio Narro 1923. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. CP. 25315. (luisalonso.valdez@uaan.mx). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: anasofiacasg@hotmail.com.

## Resumen

El lisianthus es una ornamental con alto potencial económico por lo atractivo de la flor, diversidad en colores y larga vida en florero; pero la información de sus requerimientos nutrimentales es muy escasa, lo que limita la elaboración de programas de fertilización adecuados, de bajo costo y bajo impacto ambiental. Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la acumulación y distribución de biomasa, así como la extracción y distribución nutrimental en lisianthus cv. Mariachi Pink. Para lo cual se realizaron muestreos a los 45 ddt (fin de la etapa de arrosamiento, con poco alargamiento del tallo), 60 ddt (fin del alargamiento de tallos y formación de brotes secundarios), 90 ddt (formación de botones florales y alargamiento de pedúnculos) y 140 ddt (apertura de la primera flor, punto de corte). El cultivo se desarrolló en invernadero y en suelo. La acumulación de biomasa y extracción nutrimental se incrementó con el desarrollo de la planta. La etapa de mayor acumulación de biomasa y extracción nutrimental fue la de formación de los botones florales (90 a 140 ddt). La biomasa total fue de 4.97 g planta<sup>-1</sup>, 231 g m<sup>-2</sup>. La extracción total en g m<sup>-2</sup> fue: N, 2.4; P, 0.46; K, 3.3; Ca, 0.8; Mg, 1; Fe, 0.017; Cu, 0.004; Zn, 0.02; B, 0.009 y Mn, 0.014. El orden de extracción fue: K > N > Mg > Ca > P > Zn > Fe > Mn > B > Cu. La parte aérea fue la que acumuló mayor biomasa y nutrientes.

## Abstract

The lisianthus is an ornamental with high economic potential for the attractiveness of the flower, diversity in colors and long life in vase; but the information on their nutritional requirements is very low, which limits the elaboration of adequate fertilization programs, low cost and low environmental impact. So the objective of this work was to evaluate the accumulation and distribution of biomass, as well as the nutritional extraction and distribution in lisianthus cv. Mariachi Pink. Sampling was done at 45 ddt (end of the arease stage, with little stem elongation), 60 ddt (end of stem elongation and formation of secondary shoots), 90 ddt (flower bud formation and elongation of Peduncles) and 140 ddt (opening of the first flower, cut-off point). The crop was developed in greenhouse and soil. The accumulation of biomass and nutritional extraction increased with the development of the plant. The stage of greatest accumulation of biomass and nutritional extraction was the formation of floral buds (90 to 140 ddt). The total biomass was 4.97 g plant<sup>-1</sup>, 231 g m<sup>-2</sup>. The total extraction in g m<sup>-2</sup> was: N, 2.4; P, 0.46; K, 3.3; Ca, 0.8; Mg, 1; Fe, 0.017; Cu, 0.004; Zn, 0.02; B, 0.009 and Mn, 0.014. The order of extraction was: K > N > Mg > Ca > P > Zn > Fe > Mn > B > Cu. The aerial part accumulated the highest biomass and nutrients.

\* Recibido: febrero de 2017  
Aceptado: marzo de 2017

**Palabras clave:** acumulación de biomasa, etapas de desarrollo, macronutrientes, micronutrientes, requerimientos nutrimentales.

## Introducción

La horticultura ornamental en México juega un papel importante en la diversificación de la agricultura, por lo que en la actualidad se busca la producción de especies con alto potencial productivo y económico. El lisianthus (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) es una buena opción; ya que es una flor que por su belleza, sus intensos colores y larga vida en florero, cada día cobra mayor importancia en el mercado (Mazuela *et al.*, 2007); esta ornamental es prácticamente nueva en el mercado nacional, con un gran potencial de comercialización, tanto para consumo interno como para exportación; así como para planta en maceta o de corte.

La superficie cultivada que se reporta en el país es de aproximadamente 4 ha, las zonas productoras son Arteaga, Coahuila; Zacatepec, Morelos; Villa Guerrero, Estado de México; Tecamachalco, Puebla y Guadalajara, Jalisco (SAGARPA-SICDE, 2010).

Los programas actuales de fertilización deben estar basados en la demanda de nutrientes de cada cultivo durante sus etapas fenológicas. Esta demanda está dada por su producción de biomasa y las concentraciones totales de nutrientes en los tejidos de la planta (Rodríguez *et al.*, 2001). Las curvas de extracción nutrimental determinan la cantidad de los elementos extraídos por una planta durante su ciclo de vida. Con esta información es posible conocer las épocas de mayor absorción de cada nutriente y se puede definir un programa de fertilización específico, para cubrir las necesidades de cada una de las especies, considerando tanto la cantidad como la fase fenológica apropiada (Bertsch, 2003); lo que reduce el uso de agroquímicos y mejora la eficiencia de utilización de nutrientes y agua, con un impacto ambiental muy bajo.

Por lo reciente del cultivo del lisianthus, se desconocen sus necesidades nutrimentales y en consecuencia, el manejo nutrimental es incompleto y algunas veces contradictorio, basado principalmente en la fertilización con nitrógeno,

**Keywords:** biomass accumulation, developmental stages, nutritional requirements, macronutrients, micronutrients.

## Introduction

The ornamental horticulture in Mexico plays an important role in the diversification of agriculture, so currently the production of species with high productive and economic potential is sought. The lisianthus (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) is a good choice; as it is a flower for its beauty, its bright colors and long vase life, every day becomes more important in the market (Mazuela *et al.*, 2007); this ornamental is practically new in the national market, with great potential of commercialization, so much for internal consumption as for export; as well as for plant pot or cutting.

The cultivated area that is reported in the country is approximately 4 ha, producing areas are Arteaga, Coahuila; Zacatepec, Morelos; Villa Guerrero, State of Mexico; Tecamachalco, Puebla and Guadalajara, Jalisco (SAGARPA-SICDE, 2010).

The current fertilization programs should be based on the nutrient demand of each crop during its phenological stages. This demand is given by its biomass production and total nutrient concentrations in plant tissues (Rodríguez *et al.*, 2001). The nutrition extraction curves determine the amount of elements extracted by a plant during its life cycle. With this information it is possible to know the periods of greatest absorption of each nutrient and a specific fertilization program can be defined to cover the needs of each of the species, considering both the quantity and the appropriate phenological phase (Bertsch, 2003); which reduces the use of agrochemicals and improves the efficiency of utilization of nutrients and water, with a very low environmental impact.

So recent crop lisianthus, are unaware of their nutritional needs and consequently the nutritional management is incomplete and sometimes contradictory, based mainly in fertilization with nitrogen, phosphorus and potassium (Gill *et al.*, 2003; Dole and Wilkins, 2005), in addition to the fact that this management is proposed for conditions very different from those of the national producers.

fósforo y potasio (Gill *et al.*, 2003; Dole y Wilkins, 2005), además de que dicho manejo se propone para condiciones muy diferentes a las de los productores nacionales.

Por lo que la presente investigación tuvo como objetivos: evaluar la acumulación y distribución de biomasa, la extracción y distribución nutrimental y determinar la etapa de mayor demanda nutrimental en lisianthus cv. Mariachi Pink.

## Materiales y métodos

**Localización.** El presente trabajo se realizó en un invernadero con cubierta de vidrio de la Universidad Autónoma Chapingo, el cual se localiza a una altitud de 2 240 m y a 19 °29' de latitud norte y 38° 53' de longitud oeste.

**Material vegetal.** Se utilizaron plantas de lisianthus cv. Mariachi Pink, obtenidas en semillero de la empresa Plántulas de Tetela S. de R. L. de C. V. El cultivo se estableció en suelo, cuyas características físicas, químicas y de fertilidad se presentan en el Cuadro 1. Cuando las plántulas presentaron 3 a 4 pares de hojas se trasplantaron en una cama baja de 1 x 3.8 x 0.4 m, distribuidas de la siguiente manera: 17 cm entre hileras y 12 cm entre plantas, lo que resultó en una densidad de 186 plantas en una superficie total de 4 m<sup>2</sup> (46.5 plantas m<sup>-2</sup>). Las plantas no se fertilizaron debido a que el suelo presentó buena fertilidad. La temperatura promedio en el invernadero fue de 23 °C y 62% de humedad relativa.

**Muestreos.** Cada muestreo consistió de 25 plantas (con competencia completa, que no estuvieran en orillas) seleccionadas aleatoriamente, en cada una de las cuatro etapas fenológicas identificadas a lo largo del ciclo del cultivo. El primer muestreo se realizó a los 45 días después del trasplante (ddt), fin de la etapa de arrosamiento, con poco alargamiento del tallo; el segundo a los 60 ddt, fin de la etapa de alargamiento de los tallos y formación de brotes secundarios; el tercero a los 90 ddt, formación de botones florales y alargamiento de pedúnculos, y el cuarto a los 140 ddt, apertura de la primera flor (punto de cosecha).

**Manejo de muestras.** Las plantas se separaron en parte aérea (tallos y hojas), raíz y flores, se secaron por separado hasta peso constante en una estufa con aire circulante a 65 °C en un horno marca Binder®.

Therefore in the present research had as objectives: to evaluate the accumulation and distribution of biomass, the extraction and nutritional distribution and to determine the stage of higher nutritional demand in lisianthus cv. Mariachi Pink.

## Materials and methods

**Location.** The present work was carried out in a greenhouse with glass cover of the Autonomous University Chapingo, which is located at an altitude of 2 240 m and 19 °29' north latitude and 38° 53' west longitude.

**Vegetal material.** The plants of lisianthus cv. Mariachi Pink were used, obtained in seedlings of the company Plántulas de Tetela S. de R. L. de C. V. The crop was established in soil, whose physical, chemical and fertility characteristics are presented in Table 1. When the seedlings presented 3 to 4 pairs of leaves was transplanted into a low bed of 1 x 3.8 x 0.4 m, distributed as follows: 17 cm between rows and 12 cm between plants, resulting in a density of 186 plants in an area of 4 m<sup>2</sup> (46.5 plants m<sup>-2</sup>). The plants were not fertilized because the soil had good fertility. The average temperature in the greenhouse was 23 °C and 62% of relative humidity.

**Cuadro 1. Características del suelo utilizado en el cultivo de lisianthus cv. Mariachi Pink en invernadero.**

**Table 1. Characteristics of the soil used in the cultivation of lisianthus cv. Mariachi Pink in greenhouse.**

Característica	Valor	Interpretación*
pH	7.12	Neutro
Materia orgánica (%)	5.38	Muy Alto
CE (dS m <sup>-1</sup> )	1.8	Adecuado
CIC (Cmol <sub>(+)</sub> kg <sup>-1</sup> )	20	Normal, alto
N (mg kg <sup>-1</sup> )	55.65	Moderadamente alto
P (mg kg <sup>-1</sup> )	235.05	Muy alto
K (mg kg <sup>-1</sup> )	656	Moderadamente alto
Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	4340	Moderadamente alto
Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	2369	Muy alto
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	31.49	Alto
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	3.33	Alto
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	19.57	Muy alto
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	58.49	Muy alto
B (mg kg <sup>-1</sup> )	2.41	Alto
Dap (g cm <sup>-3</sup> )	2.34	
Dr (g cm <sup>-3</sup> )	5.16	

\*= Castellanos *et al.* (2000).

Variables evaluadas. Una vez secas las muestras, en las 25 repeticiones de cada muestreo, se registró el peso seco (acumulación de biomasa) de cada órgano de la planta, en una balanza digital Ohaus®. En seguida, las muestras se molieron en un molino de acero inoxidable Wiley modelo 4 con tamiz del 20 y se procedió a hacer la determinación, por órgano, de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn y B. Para esto se formaron tres repeticiones mezclando la biomasa molida de cada órgano provenientes de ocho plantas por muestreo. La digestión de la biomasa se hizo con 4 mL de una mezcla de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y ácido perclórico (HClO<sub>4</sub>) en relación 2:1(v/v) y 2 mL de peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) al 30%; al final se aforó a 50 mL con agua desionizada. La determinación de nitrógeno se realizó por el método microkjeldahl y la de los elementos adicionales con un espectrofotómetro de emisión atómica de plasma por inducción acoplada ICP-AES de Varian (Australia). En todos los casos se siguió la metodología descrita por Alcántar y Sandoval (1999).

La unidad experimental estuvo constituida por una planta para el registro del peso seco, con un total de 25 repeticiones por órgano y muestreo. Para la determinación nutrimental se tuvieron tres repeticiones, igualmente por órgano y muestreo; la unidad experimental fue una muestra compuesta que se formó como se indicó anteriormente.

Con los datos de peso seco se calcularon la acumulación de biomasa total por órgano, el porcentaje que representó, el total por planta y por m<sup>2</sup>. Con los datos nutrimentales se calculó la extracción total de cada nutriente por órgano, por planta, el porcentaje y el total por m<sup>2</sup>. Las gráficas se elaboraron con el paquete SigmaPlot 12.5.

## Resultados y discusión

La acumulación de biomasa en la planta se fue incrementando a través de las etapas de estudio, el total registrado a los 45 ddt (0.32 g planta<sup>-1</sup>, 6.5%) se incrementó 15 veces a los 140 ddt, en donde alcanzó un total de 4.97 g planta<sup>-1</sup>. Durante la formación de los botones florales (90 ddt), la planta acumuló 28% de su biomasa; el restante 72% se formó durante el engrosamiento de los botones y alargamiento de los pedúnculos, con una tasa de acumulación de biomasa de 70.8 mg día<sup>-1</sup>. La biomasa de la parte aérea (tallos y hojas), se incrementó con el crecimiento, pero de 90 a 140 ddt, durante

Sampling. Each sampling consisted of 25 randomly selected plants (with complete competition, which were not on the banks), in each of the four phenological stages identified throughout the crop cycle. The first sampling was performed 45 days after transplant (ddt), end of the rosetting stage, with little elongation of the stem; the second at 60 ddt, end of the stage of elongation of the stems and formation of secondary shoots; the third at 90 ddt, formation of flower buds and elongation of peduncles, and the fourth at 140 ddt, opening of the first flower (harvest point).

Handling of samples. The plants were separated into aerial part (stem and leaves), flowers and roots, separately dried to constant weight in an oven with circulating air at 65 °C in an oven Binder®.

Variables evaluated. Once the samples were dry, the dry weight (biomass accumulation) of each organ of the plant was recorded on an Ohaus® digital balance in the 25 replicates of each sample. The samples were then ground in a Wiley mill of stainless steel model 4 with a mesh sieve number 20 and the determination of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn and B. For this, three replicates were formed by mixing the ground biomass of each organ from eight plants per sample. The digestion of the biomass is made with 4 mL of a mixture of sulfuric acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) and perchloric acid (HClO<sub>4</sub>) in 2:1 (v/v) and 2 mL of hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) at 30%; At the end it was vented to 50 mL with deionized water. The nitrogen determination was performed by the microkjeldahl method and the additional elements with a plasma atomic emission spectrophotometer by induction coupled ICP-AES from Varian (Australia). In all cases was followed the methodology described by Alcántar and Sandoval (1999).

The experimental unit consisted of a plant for recording dry weight, with a total of 25 repetitions per organ and sampling. For nutritional determination, three replications were done, also by organ and sampling; the experimental unit was a composite sample which was formed as indicated above.

With data were calculated the dry weight of total biomass accumulation per organ, the percentage representing the total per plant per m<sup>2</sup>. With the total nutritional data was calculated of each nutrient extraction by organ, plant, the percentage and total m<sup>2</sup>. The graphs were made with the SigmaPlot 12.5 package.

la formación y engrosamiento de los botones florales y alargamiento de los pedúnculos, la acumulación aumentó 71%, lo que se logró con una tasa de 55.4 mg de biomasa por día. En esta última etapa, las raíces acumularon 95% menos biomasa que la parte aérea; en tanto que las flores acumularon hasta tres veces más biomasa que las raíces (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Acumulación de biomasa por órgano y total en plantas de lisianthus cv. Mariachi Pink.**

**Table 2. Biomass accumulation by organ and total in plants of lisianthus cv. Mariachi Pink.**

Muestreo (ddt)	Parte aérea	Raíz	Flor (g planta <sup>-1</sup> )	Total	(%)
45	0.28	0.04	-	0.32	6.5
60	0.51	0.05	-	0.56	11.3
90	1.33	0.1	-	1.43	28.8
140	4.1	0.21	0.66	4.97	100

Donde: ddt= días después del trasplante; 45 ddt= fin de la etapa de arrosamiento; 60 ddt= fin de la etapa de alargamiento de los tallos y formación de brotes secundarios; 90 ddt= formación de botones florales y alargamiento de pedúnculos; 140 ddt= apertura de la primera flor, punto de corte. Los valores son el promedio de 25 observaciones.

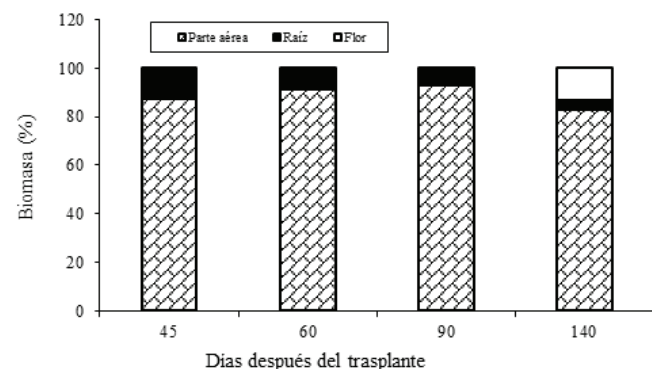
La parte aérea fue la que presentó el mayor porcentaje de acumulación de biomasa en la planta, en las cuatro etapas de evaluación; de los 45 a los 90 ddt, el porcentaje paso de 88 a 93%, con descenso a los 140 ddt a 82.7%. La raíz fue el órgano que menor biomasa acumuló, su mayor acumulación (12.5%) se presentó a los 45 ddt, a partir de los 60 ddt el porcentaje fue disminuyendo hasta los 140 ddt, en donde sólo representó 4.2% del total. En esta misma etapa las flores representaron el 13.2% (Figura 1). El orden de distribución de biomasa en los órganos de la planta fue: parte aérea > flores > raíz.

La disminución en la acumulación de biomasa registrada en parte aérea y raíz en la última etapa evaluada, se debe a la removilización de fotosintatos hacia los botones florales en desarrollo. La raíz es la estructura con menor fuerza de demanda en la planta, durante la fase de crecimiento vegetativo y floración se puede almacenar poco carbono en ella (Patrick, 1990). Sin embargo, en la primera etapa evaluada (40 ddt) que es cuando el crecimiento vegetativo es muy lento, es cuando el sistema radical se desarrolla (Melgares de Aguilar, 1996). En esta investigación se observó que la mayor acumulación de biomasa se presentó después del crecimiento vegetativo, lo que coincide con observaciones en diversos cultivares de nochebuena (Whipker y Hammer, 1997; Galindo-García *et al.*, 2015).

## Results and discussion

The accumulation of biomass in the plant was increasing through the study stages, the total registered at 45 ddt (0.32 g plant<sup>-1</sup>, 6.5%) increased 15 times to 140 ddt, where it reached a total of 4.97 g plant<sup>-1</sup>. During the formation of flower buds (90 ddt), the plant accumulated 28% of its biomass; the remaining 72% was formed during thickening of the buds and elongation of the stalks, with a biomass accumulation rate of 70.8 mg per day. The biomass of the aerial part (stem and leaves), increased with growth, but from 90 to 140 ddt, during the formation and thickening of flower buds and elongation of peduncles, accumulation increased 71%, which was achieved with a rate of 55.4 mg of biomass per day. In this last stage, the roots accumulated 95% less biomass than the aerial part; while the flowers accumulated up to three times more biomass than the roots (Table 2).

The aerial part presented the highest percentage of accumulation of biomass in the plant, in the four stages of evaluation; of the 45 to 90 ddt, the percentage step from 88 to 93%, with decrease to 140 ddt to 82.7%. The root was the organ with the lowest biomass accumulated, its greatest accumulation (12.5%) was presented at 45 ddt, from 60 ddt the percentage decreased to 140 ddt, where it represented only 4.2% of the total. In this same stage the flowers represented 13.2% (Figure 1). The order of distribution of biomass in the organs of the plant was: aerial part > flowers > root.



**Figura 1. Distribución relativa de la biomasa total en plantas de lisianthus cv. Mariachi Pink.** Los valores son el promedio de 25 observaciones.

**Figure 1. Relative distribution of total biomass in lisianthus cv. Mariachi Pink.** Values are the average of 25 observations.



Durante el ciclo del cultivo, la planta fue incrementando la acumulación de biomasa; de tal forma que en esta investigación, en un m<sup>2</sup> con una densidad de 46.5 plantas, la acumulación total fue de 231 g; de los cuales 30.69 g correspondieron a las flores, 9.77 g a las raíces y 190.65 g a los tallos con sus ramificaciones (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Acumulación de biomasa por órgano y total por m<sup>2</sup> en plantas de *lisianthus cv. Mariachi Pink*.**  
**Table 3. Organ biomass accumulation and total m<sup>2</sup> in *lisianthus cv. Mariachi Pink*.**

Muestreo (ddt)	Parte aérea	Raíz	Flor (g m <sup>-2</sup> )	Total
45	13.02	1.86	-	14.88
60	23.72	2.33	-	26.05
90	61.85	4.65	-	66.5
140	190.65	9.77	30.69	231.11

Donde: ddt= días después del trasplante; 45 ddt= fin de la etapa de arrosamiento; 60 ddt= fin de la etapa de alargamiento de los tallos y formación de brotes secundarios; 90 ddt= formación de botones florales y alargamiento de pedúnculos; 140 ddt= apertura de la primera flor, punto de corte.

La extracción nutrimental por la parte aérea (tallos y hojas) y raíz se incrementó con el desarrollo de la planta, pero a los 90 ddt fue muy notable el aumento. Esta tendencia de incremento continuó hacia los 140 ddt, etapa en la se observó la mayor acumulación nutrimental, ya que la planta casi duplicó o incluso triplicó, en el caso del Fe, la cantidad de elementos extraídos en la etapa anterior. La flor superó la extracción de la raíz, para la mayoría de los elementos, con excepción del Ca, Fe, Cu y Mn (Cuadro 4).

La extracción nutrimental total siguió el mismo estilo de la acumulación de biomasa; esto es, se incrementó con el avance del desarrollo de las plantas; de tal forma que al momento de la apertura de la primera flor (140 ddt), la planta presentó la mayor acumulación de todos los elementos (Figura 2). De los 90 a los 140 ddt, etapa de formación de flores, la planta presentó la mayor tasa de absorción nutrimental, con una extracción de 60 a 70% del total (Cuadro 4). El orden de extracción de macronutrientes fue: K> N> Mg> Ca> P; el de micronutrientes fue: Zn> Fe> Mn> B> Cu. Lo que indica que durante la formación y engrosamiento de los botones florales y alargamiento de los pedúnculos, la planta tuvo la mayor demanda nutrimental. Dicho comportamiento también se observó en dos cultivares de nochebuena de sol (Galindo-García *et al.*, 2015); en crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) (Valdez-Aguilar *et al.*, 2015) y en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) (Avitia-García *et al.*, 2014).

The decrease in accumulation of biomass recorded in aerial part and root in the last stage evaluated, is due to the remobilization of photosynthates towards the developing floral buds. The root is the structure with less demand force in the plant, during the phase of vegetative growth and flowering can store little carbon in it (Patrick, 1990). However, in the first stage evaluated (40 ddt) that is when the vegetative growth is very slow, is when the radical system develops (Melgares de Aguilar, 1996). In this investigation it was found that the greatest accumulation of biomass was submitted after vegetative growth, which is consistent with observations in various cultivars of poinsettia (Whipker and Hammer, 1997; Galindo-García *et al.*, 2015).

During the crop cycle, the plant increased the accumulation of biomass; so that in this research, a m<sup>2</sup> a density of 46.5 plants, the total accumulation was 231 g; of which 30.69 g corresponded to flowers, 9.77 g roots and 190.65 g stems with their ramifications (Table 3).

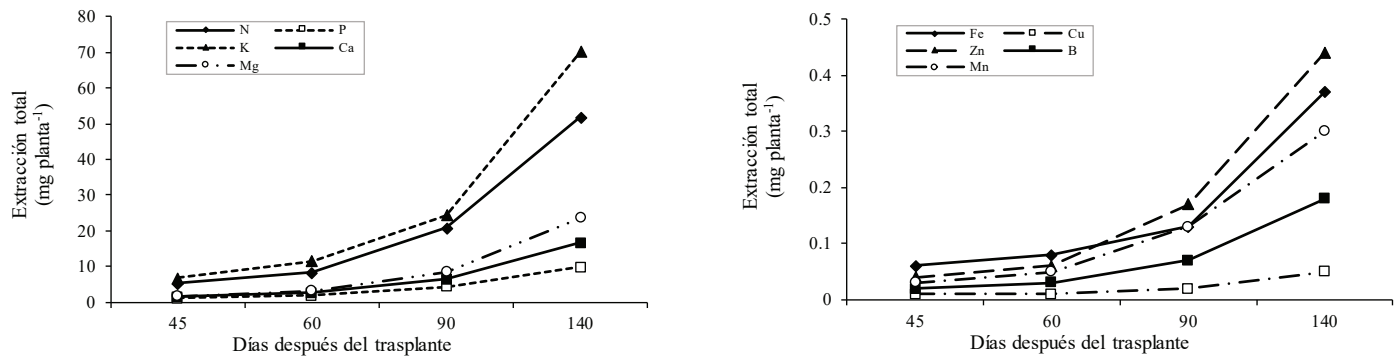
The nutritional extraction by the aerial part (stem and leaves) and root was increased with the development of the plant, but at 90 ddt the increase was very remarkable. This tendency of increase continued towards the 140 ddt, stage in which the greatest nutritional accumulation was observed, since the plant almost doubled or even tripled, in the case of Fe, the amount of elements extracted in the previous stage. The flower exceeded the root extraction, for most of the elements, with the exception of Ca, Fe, Cu and Mn (Table 4).

Total nutritional extraction followed the same behavior as biomass accumulation; that is, it increased with the advance of the development of the plants; so that at the time of opening of the first flower (140 ddt), the plant presented the greatest accumulation of all the elements (Figure 2). From 90 to 140 ddt, stage of flower formation, the plant presented the highest rate of nutritional absorption, with an extraction of 60 to 70% of the total (Table 4). The order of extraction of macronutrients was: K> N> Mg> Ca> P; of the micronutrients were: Zn> Fe> Mn> B> Cu. This indicates that during the formation and thickening of floral buds and elongation of peduncles, the plant had the highest nutritional demand. Such behavior was also observed in two cultivars of poinsettia sun (Galindo-García *et al.*, 2015); in chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) (Valdez-Aguilar *et al.*, 2015) and strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) (Avitia-García *et al.*, 2014).

**Cuadro 4. Extracción de macro y micronutrientes (mg planta<sup>-1</sup>) de lisianthus cv. Mariachi Pink cultivada en suelo bajo condiciones de invernadero.****Table 4. Extraction of macro and micronutrients (mg plant<sup>-1</sup>) of lisianthus cv. Mariachi Pink cultivated in soil under greenhouse conditions.**

Muestreo (ddt)	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	B	Mn
Parte aérea										
45	4.8	0.99	5.66	1.21	1.64	0.04	0.004	0.02	0.02	0.02
60	7.6	1.72	10.21	2.21	3.21	0.06	0.006	0.04	0.02	0.04
90	20	4.06	22.77	5.96	8.35	0.11	0.015	0.13	0.06	0.11
140	41	7.17	59.31	14.55	21.32	0.27	0.031	0.33	0.15	0.26
Raíz										
45	0.5	0.13	1.15	0.3	0.1	0.02	0.005	0.01	0.001	0.01
60	0.7	0.15	1.4	0.37	0.1	0.03	0.005	0.02	0.004	0.01
90	0.9	0.21	1.58	0.43	0.14	0.02	0.008	0.04	0.006	0.02
140	2.3	0.56	2.48	1.1	0.32	0.06	0.012	0.05	0.009	0.02
Flor										
140	8.58	2.12	8.33	1.11	2.04	0.04	0.01	0.06	0.028	0.02
Porcentaje del total de la planta										
45	10.2	11.4	9.7	9	7.4	16.2	20	9.1	11.1	10
60	16	19	16.6	15.4	14	21.6	20	13.6	16.7	16.7
90	40.3	43.4	34.7	38.1	35.9	35.1	46	38.6	38.9	43.3
140	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Donde: ddt= días después del trasplante; 45 ddt= fin de la etapa de arrosamiento; 60 ddt= fin de la etapa de alargamiento de los tallos y formación de brotes secundarios; 90 ddt= formación de botones florales y alargamiento de pedúnculos; 140 ddt= apertura de la primera flor, punto de corte. Los valores son el promedio de tres observaciones.

**Figura 2. Extracción total por planta de macro y micronutrientes en lisianthus cv. Mariachi Pink.****Figure 2. Total extraction by plant of macro and micronutrients in lisianthus cv. Mariachi Pink.**

Caberesaltar que el cultivar lisianthus evaluado, la extracción de Mg fue superior al Ca, cuando en la mayoría de las especies el Ca es requerido en mayor cantidad que el Mg. Este comportamiento también se observa en otras ornamentales como *Calathea* spp. y *Schlumbergera* (Dole y Wilkins, 2005).

It should be noted that in this evaluated lisianthus cultivar, the extraction of Mg was superior to that of Ca, when in most species the Ca is required in greater quantity than the Mg. This behavior is also observed in other ornamentals as *Calathea* spp. and *Schlumbergera* (Dole and Wilkins, 2005).

El K fue el elemento más extraído en este cultivar de lisianthus; en nochebuena fue el N (Galindo-García *et al.*, 2015); en crisantemo la extracción de N y K fue similar (Valdez-Aguilar *et al.*, 2015). Lisianthus tiene semejanza con los cultivos de frutales en cuanto a la mayor demanda de K que de N (Tagliavini *et al.*, 2000), como se ha observado en frambuesa roja (Pineda-Pineda *et al.*, 2008) y banano ‘Dominico’ (Castillo-González *et al.*, 2011).

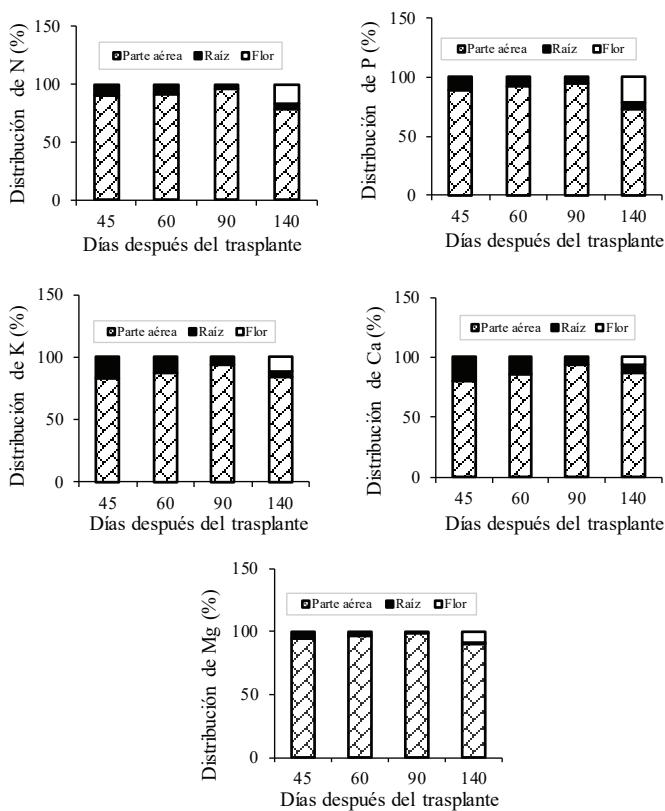
La parte aérea (tallo y hojas) presentó el mayor porcentaje de acumulación de todos los nutrientes en todas las etapas, con 80% o más del total acumulado por la planta, seguido por la flor, con excepción del Ca; la raíz fue la que presentó el menor porcentaje de macronutrientes, salvo el Ca cuyo porcentaje fue igual al de la flor (Figura 3).

En el caso de los micronutrientes (Figura 4), el mayor porcentaje de Fe, Zn, B y Mn se registró en la parte aérea en todas las etapas. El Cu a los 45 ddt se acumuló más en la raíz (56%) que en la parte aérea (44%), situación que fue cambiando con el desarrollo del cultivo.

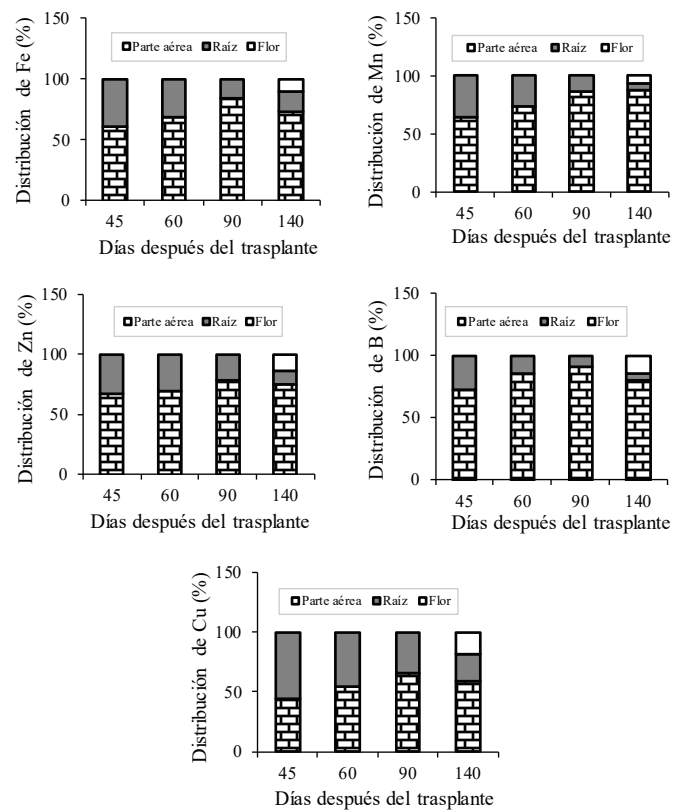
The K was the most extracted element in this cultivar of lisianthus; on poinsettia was the N (Galindo-García *et al.*, 2015); in chrysanthemum extraction of N and K it was similar (Valdez-Aguilar *et al.*, 2015). Lisianthus bears resemblance to fruit crops in terms of increased demand for K that of N (Tagliavini *et al.*, 2000), as noted in red raspberry (Pineda-Pineda *et al.*, 2008) and banana ‘Dominico’ (Castillo-González *et al.*, 2011).

The aerial part (stem and leaves) presented the highest percentage of accumulation of all nutrients in all stages, with 80% or more of the total accumulated by the plant, followed by the flower, with the exception of Ca; the root was the one that presented the lowest percentage of macronutrients, except the Ca whose percentage was equal to that of the flower (Figure 3).

In the case of micronutrients (Figure 4), the highest percentage of Fe, Zn, B and Mn was recorded in the aerial part at all stages. The Cu at 45 ddt accumulated more in the root (56%) than in the aerial part (44%), a situation that was changing with the development of the crop.



**Figura 3. Distribución relativa de macronutrientes en plantas de lisianthus cv. Mariachi Pink.**  
**Figure 3. Relative distribution of macronutrients in plants of lisianthus cv. Mariachi Pink.**



**Figura 4. Distribución relativa de micronutrientes en plantas de lisianthus cv. Mariachi Pink.**  
**Figure 4. Relative distribution of micronutrients in plants of lisianthus cv. Mariachi Pink.**



Al final del ciclo (140 ddt), la raíz presentó mayor porcentaje de Fe y Cu (17 y 23 %, respectivamente) que la flor (11 y 19%); la flor presentó 15% del B, en tanto que la raíz solo 5%. El Mn se acumuló en porcentajes muy cercanos en la raíz y la flor (7 y 6%, respectivamente). La raíz presentó un mayor porcentaje de nutrientes al inicio del ciclo (45 ddt), que al final (140 ddt), debido que en la primera etapa la parte aérea no crece porque está en la etapa de arrosamiento y el crecimiento del tallo es lento; en tanto que la raíz se encuentra en desarrollo (Melgares de Aguilar, 1996).

La extracción nutrimental por m<sup>2</sup> se muestra en el Cuadro 5, el K fue el macronutrientes de mayor extracción por el cultivo; mientras el P fue menos requerido. De los micronutrientes el Zn fue más extraído y el Cu el menos. Por lo que es necesario restablecerle al suelo al menos esas cantidades a través de la fertilización. Sin embargo, se debe considerar que la etapa de formación de los botones florales es más demandante de nutrientes durante el desarrollo fenológico.

At the end of the cycle (140 ddt), the root had a higher percentage of Fe and Cu (17 and 23%, respectively) than the flower (11 and 19%); The flower presented 15% of the B, while the root only 5%. The Mn accumulated in very close percentages in root and flower (7 and 6%, respectively). The root presented a higher percentage of nutrients at the beginning of the cycle (45 ddt), than at the end (140 ddt), because in the first stage the aerial part does not grow because it is in the stage of rosetting and the growth of the stem is slow; while the root is in development (Melgares de Aguilar, 1996).

The nutrient removal by m<sup>2</sup> is shown in Table 5, the K was, of macronutrients, the largest extraction cultivation; while P was the least required. Of the micronutrients the Zn was the most extracted and the Cu the least. So it is necessary to restore to the soil at least those amounts through fertilization. However, it should be considered that the stage of flower bud formation is the most demanding nutrient during phenological development.

#### Cuadro 5. Extracción total de nutrientes por m<sup>2</sup> en plantas de lisianthus cv. Mariachi Pink.

Table 5. Total extraction of nutrients per m<sup>2</sup> in plants of lisianthus cv. Mariachi Pink.

ddt	N (g m <sup>-2</sup> )	P (g m <sup>-2</sup> )	K (g m <sup>-2</sup> )	Ca (g m <sup>-2</sup> )	Mg (g m <sup>-2</sup> )	Fe (mg m <sup>-2</sup> )	Cu (mg m <sup>-2</sup> )	Zn (mg m <sup>-2</sup> )	B (mg m <sup>-2</sup> )	Mn (mg m <sup>-2</sup> )
45	0.25	0.052	0.32	0.07	0.08	2.85	0.44	1.68	1.04	1.34
60	0.39	0.087	0.54	0.12	0.15	3.85	0.5	2.96	1.3	2.5
90	0.97	0.198	1.13	0.3	0.4	6.07	1.07	7.88	3.05	5.86
140	2.41	0.458	3.26	0.78	1.1	17.16	3.8	20.41	8.6	13.7

Donde: ddt= días después del trasplante; 45 ddt= fin de la etapa de arrosamiento; 60 ddt= fin de la etapa de alargamiento de los tallos y formación de brotes secundarios; 90 ddt= formación de botones florales y alargamiento de pedúnculos; 140 ddt= apertura de la primera flor, punto de corte.

## Conclusiones

La etapa de mayor acumulación de biomasa y extracción nutrimental en lisianthus cv. Mariachi Pink, fue durante la formación y engrosamiento de los botones florales; así como la elongación de pedúnculos (90 a 140 ddt). El orden de extracción de macronutrientes fue: K> N> Mg> Ca> P, el de micronutrientes fue: Zn> Fe> Mn> B> Cu. La estructura de la planta que acumuló mayor biomasa y en consecuencia mayor cantidad de nutrientes en las diferentes etapas fenológicas fue la parte aérea. La extracción total de macronutrientes en g m<sup>-2</sup> fue: 2.4 de N, 0.46 de P, 3.3 de K, 0.8 de Ca y 1 de Mg; de micronutrientes en mg m<sup>-2</sup> fue: 17.2 de Fe, 3.8 de Cu, 20.4 de Zn, 8.6 de B y 13.7 de

## Conclusions

The stage of greater accumulation of biomass and nutritional extraction in lisianthus cv. Mariachi Pink, was during the formation and thickening of floral buttons; as well as elongation of stalks (90 to 140 dt). The order of extraction of macronutrients was: K> N> Mg> Ca> P, the of micronutrients was: Zn> Fe> Mn> B> Cu. The structure of the plant that accumulated the highest biomass and consequently the highest amount of nutrients in the different phenological stages was the aerial part. The total extraction of macronutrients in g m<sup>-2</sup> was: 2.4 of N, 0.46 of P, 3.3 of K, 0.8 of Ca and 1.0 of Mg; of micronutrient in mg m<sup>-2</sup> was: 17.2 of Fe, 3.8 of Cu, 20.4 of Zn, 8.6 of B and 13.7 of Mn. So the

Mn. La propuesta de fertilización bajo estas condiciones, es aplicar esas cantidades para el mantenimiento de la fertilidad del suelo; 40% se aplicará al inicio de la etapa de crecimiento vegetativo y 60% al inicio de la floración.

fertilization proposal, under the conditions of this research, is to apply these amounts for the maintenance of soil fertility; 40% will be applied at the beginning of the vegetative growth stage and 60% at the beginning of flowering.

## Literatura citada

*End of the English version*



- Alcántar, G. G. y Sandoval, V. M. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, México. 156 p.
- Avitia, G. E.; Pineda, P. J.; Castillo, G. A. M.; Trejo, T. L. I.; Corona, T. T. y Cervantes, U. E. 2014. Extracción nutrimental en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.). Rev. Mex. Cienc. Agríc. 5(3):519-524.
- Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. Asociación costarricense de la ciencia del suelo. San José, Costa Rica. 307 p.
- Castellanos, J. Z.; Uvalle, B. J. X. y Aguilar, S. A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelo y agua. Segunda edición. Colección INCAPA. Celaya. Guanajuato, México. 450 p.
- Castillo, G. A. M.; Hernández, M. J. A.; Avitia, G. E.; Pineda, P. J.; Valdéz, A. L. A. y Corona, T. T. 2011. Extracción de macronutrientes en banano 'Dominico' (*Musa* spp.). ΦYTON. 80: 65-72.
- Dole, M. J. and Wilkins, F. H. 2005. Floriculture principles and species. Second Edition. Pearson Prentice Hall. New Jersey, USA. 1023 p.
- Galindo, G. D. V.; Alia, T. I.; Valdez, A. L. A.; Colinas, L. M. T.; Villegas, T. O. G.; López, M. V.; Sainz, A. M. J. y Guillén, S. D. 2015. Extracción de macronutrientes y crecimiento en variedades de nochebuena de sol nativas de México. Rev. Fitotec. Mex. 38(3):305-331.
- Gill, S. A.; Blessington, T.; Dutky, E. M.; Balge, R.; Ross, D. S.; Rosenkranz, G.; Butler, B.; Klick, S. and Reeser, R. 2003. Production of Lisianthus as a cut flower. College of Agriculture and Natural Resources, Maryland Cooperative Extension, Maryland University State. FS-770. 12 p.
- Mazuela, P.; De La Riva, F. y Urrestarazu, G. M. 2007. Cultivo de lisianthus en perlita. Planta flor. 124:92-94.
- Melgares de Aguilar, C. J. 1996. El cultivo de lisianthus (II parte). Horticultura. 114:47-50.
- Patrick, J. W. 1990. Sieve element unloading: Cellular pathway, mechanism and control. Physiology Plantarum. 78:298-308.
- Pineda, P. J.; Avitia, G. E.; Castillo, G. A. M.; Corona, T. T.; Valdez, A. L. A. y Gómez, H. J. 2008. Extracción de macronutrientes en frambueso rojo. Terra Latinoam. 26(4):333-340.
- Rodríguez, S. J.; Pinochet, T. D. y Matus, B. F. 2001. Fertilización de los cultivos. LOM Ediciones. Santiago de Chile, Chile. 117 p.
- SAGARPA-SICDE. 2010. Alternativa de negocio florícola. <http://www.sicde.gob.mx/portal/bin/nota.php?accion=buscar&notaId=19141473054bc87b0400687>.
- Tagliavini, C.; Zavalloni, M. C.; Rombolà, A. D.; Quartieri, M.; Malaguti, D.; Mazzanti, F.; Millard, P. and Marangoni, B. 2000. Mineral nutrient partitioning to fruits of deciduous trees. Acta Horticulturae. 512:131-140.
- Valdez, A. L. A.; Hernández, P. A.; Alvarado, C. D. y Cruz, A. A. 2015. Diseño de un programa de fertilización para crisantemo en base a extracción de macronutrientes. Rev. Mex. Cienc. Agríc. Pub. Esp. Núm. 12:2263-2276.
- Whipker, B. E. and Hammer, P. A. 1997. Nutrient uptake in poinsettia during different stages of physiological development. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 122:565-573.