



## Biomass and macronutrient dynamics in mother and daughter corms in gladiolus (*Gladiolus x grandiflorus* Hort)

## Dinámica de biomasa y macronutrientes en cormos madre y cormos hijos de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort)

Gómez-Pérez, L.<sup>1</sup>, Valdez-Aguilar, L. A.<sup>1</sup> <sup>\*</sup>, Benavides-Mendoza, A.<sup>1</sup> <sup>\*</sup>, Juárez-Maldonado, A.<sup>2</sup>

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, <sup>1</sup>Departamento de Horticultura.

<sup>2</sup>Departamento de Botánica, Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. C. P. 25315.

### ABSTRACT

The production of gladiolus cut flowers of good quality largely relies on corm reserves and size; however, little attention has been paid to the understanding of the nutrient requirements for optimum quality of such organs. In the present study, it was evaluated the dynamics of biomass and the content of macronutrients in the mother and daughter corms as affected by the initial size of the mother corm. The biomass of the mother corm decreased after the transplant whereas, after flower harvest, that of the daughter corm increased. The content of N, K, Mg and S had a similar tendency as that of biomass, however, once the daughter corm appeared there was an increase in the content of these elements. A portion of P, Ca, Mg and S present in the mother corm was remobilized towards the daughter corm, nonetheless, in order to meet its demands, the daughter corm has to be supplemented through fertilization with 63.6, 52.9, y 38.0 kg ha<sup>-1</sup> N, 9.2, 8.4 y 5.8 kg ha<sup>-1</sup> P and 11.2, 11.3, and 7.7 kg ha<sup>-1</sup> K for daughter corms developed from mother corms of 3.8 g (3.5 cm diameter), 2.5 g (3.0 cm diameter) and 1.8 g (2.5 cm diameter), respectively. Calcium has to be supplemented at 2.9 - 5.0 kg ha<sup>-1</sup>, whereas Mg and S at 0.9 and 1.6 kg ha<sup>-1</sup>, respectively.

#### Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: April 20<sup>th</sup> 2017.

Accepted/Aceptado: January 31<sup>st</sup> 2018.

Available on line/Publicado: September 20<sup>th</sup> 2018.

### RESUMEN

La producción de flores de gladiolo depende en gran medida de las reservas y tamaño del cormo, sin embargo, poca atención se ha prestado al entendimiento de los requerimientos nutricionales de estos órganos. En el presente estudio se evaluó la dinámica de la biomasa y el contenido de macronutrientes en el cormo madre e hijo del gladiolo, en función del tamaño inicial del cormo madre. La biomasa del cormo madre disminuyó después del trasplante, mientras que después de la cosecha los cormos hijos acumularon biomasa. El contenido de N, K, Mg y S se comportó similar a la biomasa, pero después de la aparición del cormo hijo se observó un aumento en el contenido de estos minerales. Una parte del P, Ca, Mg y S contenidos en el cormo madre fueron remobilizados hacia los cormos hijos, sin embargo, para complementar los requerimientos del cormo hijo se debe suplementar un programa de fertilización que incluya 63.6, 52.9 y 38 kg ha<sup>-1</sup> de N; 9.2, 8.4 y 5.8 kg ha<sup>-1</sup> de P; y 11.2, 11.3 y 7.7 kg ha<sup>-1</sup> de K para cormos hijos desarrollados de cormos madre de 3.8 (3.5 cm de diámetro), 2.5 (3.0 cm de diámetro) y 1.8 g (2.5 cm de diámetro), respectivamente. El Ca debe suministrarse entre 2.9 y 5.0 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que para Mg y S entre 0.9 y 1.6 kg ha<sup>-1</sup> de cada uno.

### PALABRAS CLAVE

Geófitas ornamentales; nutrición vegetal; calidad de cormos.

#### \*Corresponding Author:

Luis A. Valdez-Aguilar, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Horticultura, Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. C. P. 25315. Phone: +52(844) 442 8790. E-mail: [luisalonso.valdez@uaaan.mx](mailto:luisalonso.valdez@uaaan.mx).

---

## KEY WORDS

---

Ornamental geophytes; plant nutrition; quality of corms.

---

### Introduction

The ornamental geophytes, also named ornamental bulbous, have an important contribution on ornamental industry, seeing that they are used for the production of cut flowers, plants in flowerpot, as well as gardening (Benschop *et al.*, 2010). This group of plants present a large morphologic diversity, development and growth habits, and in physiological response to environmental factors (De Hertogh and Le Nard, 1993). The bulbous species are found in more than 800 botanic genus, which are characterized for presenting sprouts of renovation in an underground organ for the storage of water, reserves, hormones, and nutrients (Hartman *et al.*, 2011; Kamentesky and Okubo, 2013); some examples of these underground organs are: the rhizome, tubers, and bulbs (Kamenetsky and Okubo, 2013).

The gladiolus (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) belongs to the iridaceae family and is native to Africa and Asia. It is one of the most important bulbous plants, since it is ranked in fifth place in the international flower trade and it has a big economic impact as a cut flower (Ahmed *et al.*, 2002). The gladiolus is widely cultivated in Mexico in opened-field conditions, because approximately 80 % of all cut flowers that are produced in Mexico correspond to this species (Ramos-García *et al.*, 2009).

The gladiolus is a summer bulb and requires a cold-heat-cold sequence in order to complete its cycle, from ending of dormancy, vegetative growth, blooming, senescence, and the formation of a new dormant corm (De Hertogh, 1996). The corm originally planted, known as 'mother corm' provides reserves for the initial development of the plant, and dies once the reserves are depleted. Nonetheless, prior blooming, a new corm is formed above the mother corm, known as 'daughter corm,' in addition to numerous little corms known as 'little corms.' The daughter corm has to be harvested and receive a treatment to eliminate dormancy, to be in conditions to produce another plant with flowers in the next season.

### Introducción

Las geófitas ornamentales, llamadas también bulbosas ornamentales, tienen una importante contribución en la industria ornamental, ya que se utilizan para la producción comercial de flores de corte, plantas en maceta, así como para jardinería (Benschop *et al.*, 2010). Este grupo de plantas presentan una gran diversidad morfológica, hábitos de crecimiento y desarrollo, y en respuestas fisiológicas a los factores ambientales (De Hertogh y Le Nard, 1993). Las especies bulbosas se ubican en más de 800 géneros botánicos, los cuales se caracterizan por presentar brotes de renovación en un órgano subterráneo para el almacén de agua, reservas, hormonas y nutrimentos (Hartmann *et al.*, 2011; Kamenetsky y Okubo, 2013); algunos ejemplos de estos órganos subterráneos son el rizoma, el tubérculo y el bulbo (Kamenetsky y Okubo, 2013).

El gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) pertenece a la familia de las iridáceas y es nativa de África y Asia. Es una de las bulbosas más importantes, ya que ocupa el quinto lugar en el comercio internacional de flores y tiene gran impacto económico como flor de corte (Ahmed *et al.*, 2002). El gladiolo es ampliamente cultivado en México en condiciones de cielo abierto, debido a que aproximadamente el 80 % de todas las flores cortadas que se producen en México corresponden a esta especie (Ramos-García *et al.*, 2009).

El gladiolo es una bulbosa de verano que requiere de una secuencia frío-calor-frío para completar su ciclo, desde la salida de dormancia, crecimiento vegetativo, floración, senescencia y la formación de un nuevo cormo en estado dormante (De Hertogh, 1996). El cormo originalmente plantado, conocido como "cormo madre", provee reservas para el desarrollo inicial de la planta, por lo que al agotarse causa la desintegración del mismo. Sin embargo, poco antes de iniciar la floración se forma un nuevo cormo por encima del cormo madre, conocido como "cormo hijo", además de numerosos cormos pequeños conocidos como "cormillos". El cormo hijo debe ser cosechado y recibir un tratamiento para eliminar la dormancia, y así estar en condiciones de producir otra planta con flores en el próximo ciclo.

El tamaño del cormo madre o hijo impacta marcadamente en la calidad de la planta que se va a desarrollar, pues entre más grande sea este, la cantidad de reservas, agua y nutrimentos será mayor. A pesar

The size of the mother corm or daughter corm has a remarkable impact on the quality of the plant that is developed because, the bigger it is, the greater the reserves, water and nutrients are. In spite of the importance that ornamental bulbous have on the floriculture market; now days, little data exists about nutrition programs of the daughter corms for these crops.

Mineral nutrients are essential for the growth and development of plants. They contribute to the regulation of processes that influence on yield and play an important role in the blooming, pollination, and tuber initiation, as reported in potatoes (*Solanum tuberosum* L.), an edible geophyte, as well as the control of processes of storage in the organs of demand (Engels, et al., 2012). Engelbrecht et al., (2008) pointed out that the nutrimental status exhibited by the bulbous plants at the beginning the new growth cycle, influences growth and blooming of plants. The nutrients have to be available and in sufficient quantity, as well as being in a balanced proportion according to the requirements of the plants (Wang et al., 2015).

The purpose of this study consisted on determining the effect that mother corm size has on the dynamics of N, P, K, Ca, Mg, and S during gladiolus cultivation, as well as the extraction of these nutrients by the daughter corm. This information would be useful to determine a program of fertilization to be applied during the development of daughter corm, in order to obtain propagules with greater nutrimental reserves, which will favor the growth and quality of the plants grown from such corms, in the next growing season.

## Materials and Methods

The study was performed in a greenhouse at Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, in Saltillo, Coahuila, Mexico. The average maximum and minimum temperature during the experiment was 37 °C and 15 °C, respectively. The average maximum and minimum relative humidity was 91 % and 44 %, respectively, while the photosynthetically active radiation was 466  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

The transplant of the corms was on April 28<sup>th</sup>, 2015; mother non dormant corms of three sizes were planted: 3.8, 2.5 and 1.8 g, which had an equatorial diameter of 3.5, 3.0 and 2.5 cm, respectively. The corms were placed

de la importancia que tienen las bulbosas ornamentales en el mercado de la floricultura, en la actualidad existe escasa información sobre los programas de nutrición de los cormos hijos para estos cultivos.

Los nutrimentos minerales son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Participan en la regulación de los procesos que influyen en el rendimiento y juegan un papel importante en la floración, polinización y la iniciación de los tubérculos, como se ha reportado en papa (*Solanum tuberosum* L.), una geofita comestible, así como el control de procesos de almacenaje en los órganos de demanda (Engels et al., 2012). Engelbrecht et al., (2008) mencionan que el estado nutrimental que los bulbos presentan al iniciar un nuevo ciclo de crecimiento influye en el crecimiento y la floración de las plantas. Los nutrimentos deben estar disponibles y en cantidad suficiente, al igual que en una proporción equilibrada de acuerdo a los requerimientos de la planta (Wang et al., 2015).

El objetivo del presente estudio consistió en determinar el efecto del tamaño del cormo madre en la dinámica del contenido de N, P, K, Ca, Mg y S durante el ciclo del cultivo de gladiolo, así como la extracción de estos nutrimentos por parte del cormo hijo. Esta información sería útil para determinar un programa de fertilización y aplicarse durante el desarrollo del cormo hijo, a fin de obtener propágulos con mayores reservas nutrimentales, lo que favorecerá el crecimiento y la calidad de las plantas desarrolladas a partir de tales cormos, en el siguiente ciclo de cultivo.

## Materiales y Métodos

El estudio se realizó en un invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila, México. La temperatura máxima y mínima promedio durante el desarrollo del experimento fue de 37 y 15 °C, respectivamente. La humedad relativa máxima y mínima promedio fue de 91 y 44 %, respectivamente, mientras que la radiación fotosintéticamente activa fue de 466  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

El trasplante de los cormos se efectuó el 28 de abril de 2015; se plantaron cormos madre no dormantes de 3 tamaños: 3.8, 2.5 y 1.8 g, los cuales tenían un diámetro ecuatorial de 3.5, 3.0 y 2.5 cm, respectivamente. Los cormos se colocaron en bolsas de polietileno de 10 L que contenían una mezcla de turba ácida y perlita (70 %:30 % v/v). Se plantaron 4

in polyethylene bags of 10 L that contained a mixture of sphagnum peat and perlite (70 %:30 % v/v). Four corms were planted in each container down to a depth of 7 cm, totally covered by the substrate. The plants grown from the mother corms were irrigated with a solution containing Steiner's formulation (Steiner, 1984) with a pH adjusted to 6.3 and an electrical conductivity of 2.5 dS m<sup>-1</sup>. The irrigation were provided when a tensiometer inserted in the substrate indicated a tension of 10 cb (Irrrometer MLT Model), adding enough water to allow for a leaching fraction of 25 to 30 %. The nutrient solution was prepared using calcium nitrate, potassium nitrate, phosphoric acid, sulfuric acid, and magnesium sulfate as sources. Once the plants from each of the three mother corm sizes developed, 11 destructive samples were conducted at 0, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 80, 92, 104, and 116 days after the transplant; each sample consisted of 4 replications and each one of 4 plants. After harvesting the floral stem, 80 after the transplant, the growth of daughter corms was allowed during 36 days.

Upon removing the mother corms, as well as the daughter corms, these were washed using distilled water to eliminate the substrate residues and the equatorial diameter was measured using a digital vernier (Lyman, 7832218 model). Next, they were placed in paper bags and were introduced in a drying oven at 70 °C (±2.0) for 72 hours (Novatech, HS45-AIA model), after which biomass was recorded using an analytic scale (A&D GF-200 model). The dry material was ground in a Thomas-Wiley mill (model 4, Arthur H. Thomas Company, Philadelphia P.A., U.S.A.).

A mineral analysis of the concentration of N, P, K, Ca, Mg, and S was conducted in the ground corms. The concentration of N was determined through semi-micro Kjeldhal (Fawcett, 1954), while as the concentration of P, K, Ca, Mg, and S was analyzed using a spectrometer of plasma emission coupled inductively (ICP-AES 725 Series Agilent; Mulgrave, Victoria, Australia) in samples digested in a mixture of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and HClO<sub>4</sub> plus H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Soltanpur *et al.*, 1996); in the case of S, the digesting was performed in a mixture of HNO<sub>3</sub> and HClO<sub>4</sub>. The calculations of the content of nutrients were done considering the accumulated biomass in the corms and the concentration of nutrients in them. The nutrimental content of the daughter corms was used, from which the mother corms's contribution was subtracted, to calculate the demand of fertilizers for a surface of an hectare, considering a population density of 250 thousand plants.

cormos en cada contenedor a una profundidad de 7 cm, cubriéndolos totalmente con el sustrato. Las plantas desarrolladas a partir del cormo madre se irrigaron con una solución conteniendo la formulación de Steiner (Steiner, 1984) con pH ajustado a 6.3 y una conductividad eléctrica de 2.5 dS m<sup>-1</sup>. Los riegos se proporcionaron cuando un tensiómetro insertado en el sustrato indicaba una tensión de humedad de 10 cb (Irrrometer Modelo MLT), agregando agua suficiente para permitir una fracción de lixiviado del 25 al 30 %. La solución nutritiva se preparó usando como fuentes el nitrato de calcio, nitrato de potasio, ácido fosfórico, ácido sulfúrico y sulfato de magnesio. A partir de las plantas desarrolladas de cada uno de los tres tamaños del cormo madre se realizaron 11 muestreos destructivos para extraer el cormo, mismos que se realizaron a los 0, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 80, 92, 104 y 116 días después del trasplante; cada muestreo consistió de 4 repeticiones y cada repetición de 4 plantas. Después de la cosecha del tallo floral, a los 80 días después del trasplante, se permitió el desarrollo de los cormos hijos durante 36 días.

Al retirar los cormos madre, así como los cormos hijos, estos se lavaron con agua destilada para eliminar los restos de sustrato y se les midió el diámetro ecuatorial con un vernier digital (Lyman, modelo 7832218). Posteriormente, se colocaron en bolsas de papel y se introdujeron en un horno de secado a 70 °C (±2.0) por 72 horas (Novatech, modelo HS45-AIA), luego de lo cual se registró la biomasa utilizando una balanza analítica (A&D modelo GF-200). El material seco obtenido se llevó a molienda en un molino marca Thomas-Wiley (Model 4, Arthur H. Thomas Company, Philadelphia P.A., U.S.A.).

En los cormos secos y molidos se realizó un análisis mineral de la concentración de N, P, K, Ca, Mg y S. La concentración de N se determinó mediante la metodología de semi-micro Kjeldhal (Fawcett, 1954), mientras que la concentración de P, K, Ca y Mg se analizaron con espectrómetro de emisión de plasma acoplado inductivamente (ICP-AES 725 Series Agilent; Mulgrave, Victoria, Australia) en muestras digestadas en una mezcla de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y HClO<sub>4</sub> mas H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Soltanpour *et al.*, 1996); en el caso del S, el digestado se realizó en una mezcla de HNO<sub>3</sub> y HClO<sub>4</sub>. Los cálculos del contenido de nutrimentos se realizaron considerando la biomasa acumulada en los cormos y la concentración de nutrimentos en los mismos. Se utilizó el contenido nutrimental de los cormos hijos, al cual se le sustrajo el aporte del cormo madre, para calcular la demanda de fertilizantes para una superficie de una

In each one of the 11 samplings, the data from the 4 samples was averaged out and the standard error of the mean as measurement of variability was estimated, and plotted using Sigma Plot v. 12.5 (Systat Software, San Jose, California, USA).

## Results and Discussion

### Biomass and diameter of corms

After the transplant, the mother corms, went through a loss of biomass, which happened mainly between the 15 and 25 days (Figure 1). At the time of the flower harvest (80 days after the transplant), the mother corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g had already decreased their original biomass by 40, 48, and 25 % respectively. The tendencies observed on the current study indicate that, as the aerial part of the gladiolus grow sustained by the reserves from the mother corm, it is disintegrated because its reserves are translocated towards the organs of demand (Ingels, 2010).

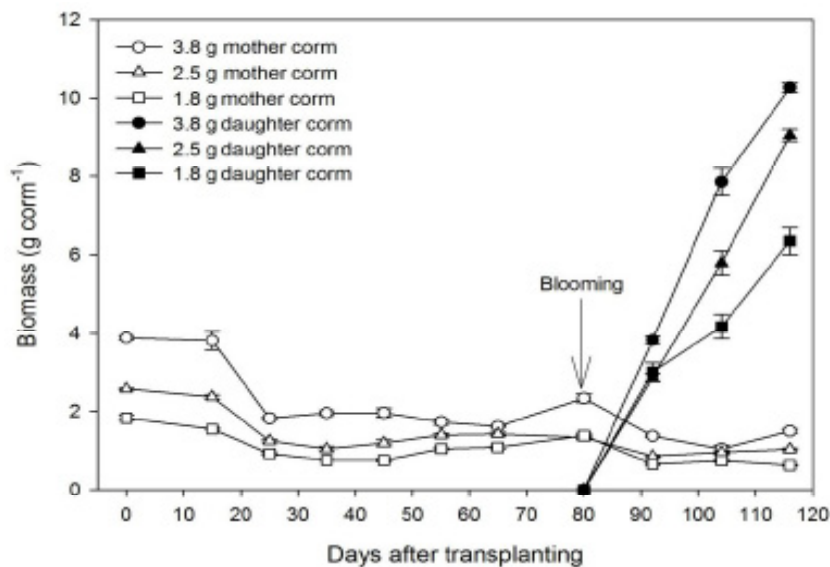
hectárea, considerando una densidad de población de 250 mil plantas.

En cada uno de los 11 muestreos, los datos resultantes de las 4 muestras se promediaron y se estimó el error estándar de la media como medida de variabilidad, para posteriormente ser graficados usando Sigma Plot v. 12.5 (Systat Software, San José, CA, USA).

## Resultados y Discusión

### Biomasa y diámetro de cormos

Posterior al trasplante, los cormos madre experimentaron una pérdida de biomasa, la cual ocurrió principalmente entre los días 15 y 25 (Figura 1). Al momento de la cosecha de flor (a 80 días después del trasplante), los cormos madre de 3.8, 2.5 y 1.8 g ya habían disminuido su biomasa original un 40, 48 y 25 %, respectivamente. Las tendencias observadas en el presente estudio confirman que, a medida que se desarrolla la parte aérea del gladiolo a partir de la biomasa del cormo madre, este se desintegra



**Figure 1.** Evolution of the mother corm and daughter corms' biomass in gladiolus plants (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) cv. Peter Pears developed from mother corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g. The bars indicate the standard error of the mean (n=4).

**Figura 1.** Evolución de la biomasa de cormo madre y cormo hijo en plantas de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) cv. Peter Pears desarrolladas a partir de cormos madre de 3.8, 2.5 y 1.8 g. Las barras indican el error estándar de la media (n=4).

The size and biomass of the mother corm are factors that reflect the availability of reserves in this organ, however, the reserves were not completely depleted during the growth of the plant, because after the flower harvest, another decrease was detected, which was of, in relation to the original biomass, 61, 60, and 66 % respectively, 116 days after the transplant (Figure 1). This second biomass decrease was due to the growth of the daughter corm, which starts to grow using the remaining reserves from the mother corm, since the gladiolus plants gradually enter senescence (Hartman *et al.*, 2011). Ninety two days after the transplant, the daughter corms biomass went on growing until reaching similar levels to the ones of the mother corm at the beginning of the study (Figure 1).

*Gladiolus* growers carry out the harvest of the floral allowing three leaves to remain attached to the mother corm; these leaves continue producing photoassimilates, a part of which will be stored in the daughter corm until completing the senescence of the shoot (Hartman *et al.*, 2011). The accumulation of reserves produced by the remaining leaves, as well as the translocation of reserves from the mother corm, allow for the daughter corms to have a much greater biomass than the daughter corms at transplant time. This was observed in the present study, because the average weight of the daughter corms at the time of harvest was of 10.2, 9.0, and 6.3 g, when the mother corms they grew from had an average of 3.8, 2.5, and 1.8 g, respectively (Figure 1). After a treatment to break dormancy, the daughter corms can be used for plantation of the next growing season (Larson, 1992).

Similarly, the daughter corms resulted with a larger diameter in comparison to the diameter of the mother corm when it was transplanted (Figure 2); the mother corms of 3.5 cm resulted in the daughter corms of 5.1 cm, while the ones of 3.0 and 2.5 cm resulted in daughter corms of 4.7 and 4.2 cm, respectively. The increase in biomass and diameter of daughter corms, in relation to the mother corm, has a significant effect on weight and diameter of the daughter corms from the gladiolus cv. White Friendship, because mother corms of 0.5 – 1.0, 1.0 – 1.5, and 1.5 – 2.0 cm of diameter resulted in daughter corms of 2.49, 2.74, and 3.18 cm and 8.02, 8.21, and 9.62 g, respectively (Noor-UI-Ain *et al.*, 2013).

debido a que sus reservas son translocadas hacia los órganos de demanda (Ingels, 2010), que durante las etapas iniciales del cultivo corresponde a la formación del follaje.

El tamaño y biomasa del cormo madre son factores que reflejan la disponibilidad de reservas de este órgano, sin embargo, las reservas no fueron agotadas durante el desarrollo de la planta, ya que después de la cosecha de la flor se detectó otra disminución, llegando a ser, en relación a la biomasa original, del 61, 60 y 66 %, respectivamente, a los 116 días después del trasplante (Figura 1). Esta segunda disminución se debió al desarrollo del cormo hijo, el cual empieza a formarse usando las reservas que restan del cormo madre y de los asimilados de las hojas que permanecen después de la cosecha de la inflorescencia, pues el gladiolo va entrando paulatinamente en una etapa de senescencia (Hartmann *et al.*, 2011). A los 92 días después del trasplante, la biomasa de cormos hijos continuó creciendo hasta llegar a niveles similares a las del cormo madre al inicio del estudio (Figura 1).

Los productores de gladiolo realizan la cosecha del tallo floral de tal forma que permanezcan de una a tres hojas adheridas al cormo madre; estas hojas continúan produciendo asimilados, una parte de los cuales serán almacenados en el cormo hijo hasta completar la senescencia de la parte aérea (Hartmann *et al.*, 2011). La acumulación de reservas producidas por las hojas remanentes, así como la translocación de reservas desde el cormo madre, permiten que los cormos hijos tengan una biomasa mucho mayor en comparación con la biomasa de los cormos madre al momento del trasplante. Lo anterior se observó en el presente estudio, pues el peso promedio de los cormos hijos al momento de la cosecha fue de 10.2, 9.0 y 6.3 g, y cuando se desarrollaron de cormos madre de 3.8, 2.5 y 1.8 g, respectivamente (Figura 1). Después de un tratamiento para romper la dormancia, los cormos hijos ya pueden ser utilizados para la plantación del próximo ciclo del cultivo (Larson, 1992).

Similarmente, los cormos hijos resultaron de mayor diámetro en comparación con el diámetro del cormo madre cuando este fue trasplantado (Figura 2); los cormos madre de 3.5 cm resultaron en cormos hijos de 5.1 cm, mientras que los de 3.0 y 2.5 cm resultaron en cormos hijos de 4.7 y 4.2 cm, respectivamente. Los incrementos en biomasa y diámetro de los cormos hijos, en relación al cormo madre, coinciden con otros reportes, indicando que el tamaño de los cormos madre influye significativamente en el peso

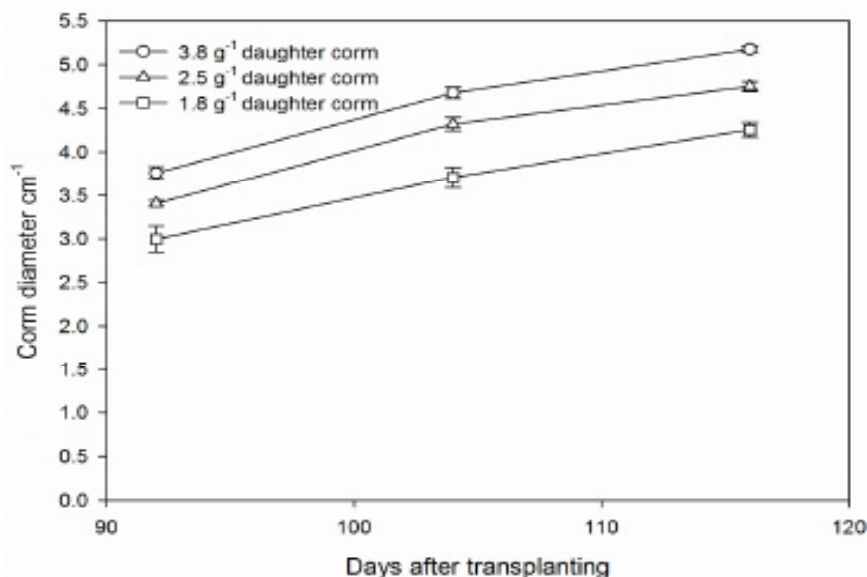


Figure 2. Diameter of the daughter corm in gladiolus plants (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) cv. Peter Pears grown from mother corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g. The bars indicate the standard error in the mean (n=4).

Figura 2. Diámetro del cormo hijo en plantas de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) cv. Peter Pears desarrolladas a partir de cormos madre de 3.8, 2.5 y 1.8 g. Las barras indican el error estándar de la media (n=4).

#### Nutritional dynamics

The size of the daughter corm is a factor that has to be considered by flower growers, because it is an indicator of reserves of carbohydrates, nutrients and water content, which determines its capacity to produce floral stems (De Hertogh and Le Nard, 1993) as well as their growth and quality (Noor-Un-Nisa *et al.*, 2016). However, it is also important to pay attention to the nutritional content of the daughter corms, because these nutrients constitute the reserves for initial growth of the plants the next growing season.

In the present study, at the time of the transplant, the content of N was 84.1, 65.5. and 46.2 mg by corm of 3.8, 2.5, and 1.8 g, respectively (Figure 3); however, at blooming time, the content of N in mother corm decreased by 34, 47, and 6 % respectively. After the harvest of flowers, the content of N decreased even more, reaching losing levels of 64, 63, and 68 % in the 3 sizes of corms, 116 days after the transplant (Figure 3). After the harvest of the floral stems, as mentioned before, begins the formation of the daughter corm, which also started to accumulate N; when the daughter

and diameter of the daughter corms of gladiolus cv. White Friendship, pues cormos madre de 0.5 – 1.0, 1.0 – 1.5 y 1.5 – 2.0 cm de diámetro resultaron en cormos hijos de 2.49, 2.74 y 3.18 cm, y 8.02, 8.21 y 9.62 g, respectivamente (Noor-Ul-Amin *et al.*, 2013).

#### Dinámica nutricional

El tamaño del cormo hijo es un factor que debe ser considerado por los floricultores, puesto que es indicador de las reservas de carbohidratos, nutrientes y agua que contiene, con lo cual se determina su capacidad para producir tallos florales (De Hertogh y Le Nard, 1993) así como el desarrollo y la calidad de los mismos (Noor-Un-Nisa *et al.*, 2016). Sin embargo, también es importante dar atención al contenido nutricional de los cormos hijos, pues estos constituyen las reservas para el crecimiento inicial de las plantas del siguiente ciclo de cultivo.

En el presente estudio, al momento del trasplante, el contenido de N fue de 84.1, 65.6 y 46.2 mg por cormo de 3.8, 2.5 y 1.8 g, respectivamente (Figura 3); sin embargo, al momento de la floración, el N del cormo madre disminuyó en un 34, 47 y 6 %, respectivamente. Posterior a la cosecha de flores, el contenido de N

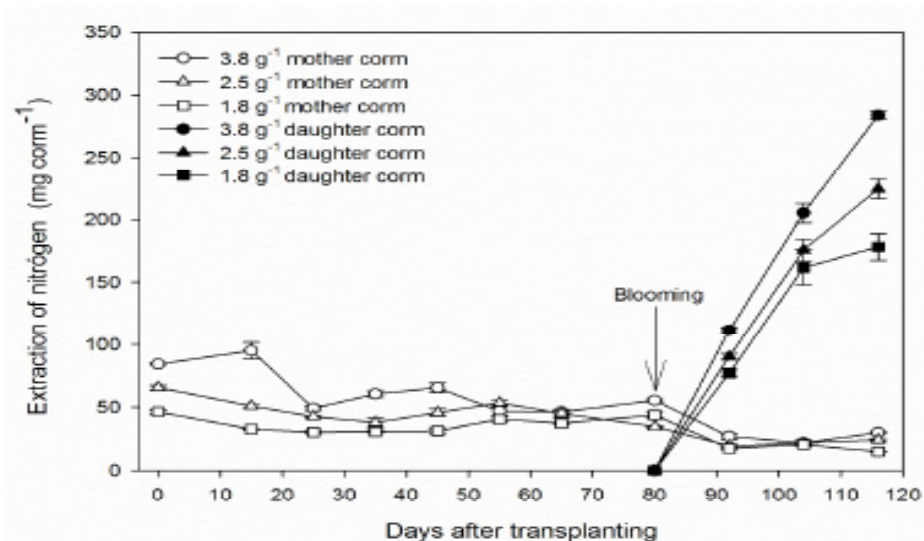


Figure 3. Dynamics of nitrogen in mother corm and daughter corm in gladiolus plants (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) cv. Peter Pears grown from mother corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g. The bars indicate the standard error of the mean (n=4).

Figura 3. Dinámica del nitrógeno en cormo madre y cormo hijo en plantas de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) cv. Peter Pears desarrolladas a partir de cormos madre de 3.8, 2.5 y 1.8 g. Las barras indican el error estándar de la media (n=4).

corms were harvested, they had already accumulated a total of 283.8, 224.6, and 178.1 mg of N when they were grown from mother corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g, respectively (Figure 3).

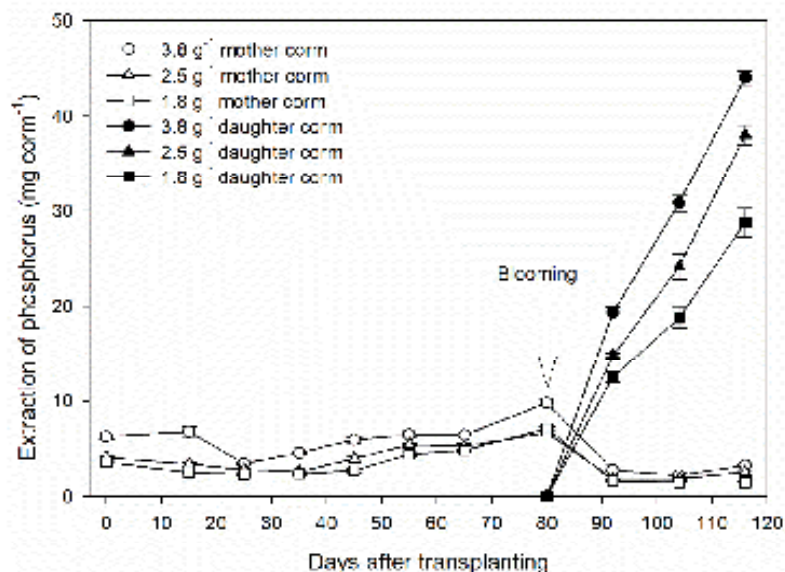
Regarding P, during the growing season, periods of decrease and recovery of this nutrient in the mother corm were observed (Figure 4). The P provided by the mother corm was of 6.2, 4.0, and 3.5 mg by corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g, respectively, nevertheless, at the time of flower harvest, the mother corms showed an accumulation of P, since, in relation to the original content, P increased by 57, 63, and 99 %, respectively (Figure 4). However, during the growth of the daughter corm, the content of P in the mother corm decreased by 67, 62, and an 80 % in corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g, respectively, in relation to P found at flower harvest (80 days after transplant) (Figure 4). This decrease was associated to the formation of the daughter corms, since they accumulated 44.0, 38.0, 28.8 mg of P when grown from mother corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g, respectively (Figure 4).

At the beginning of the study, K content in the mother corm was of 15.2, 9.4, and 6.1 mg by corm of 3.8, 2.5, and 1.8 g,

disminuyó aún más, llegando a niveles de pérdida del 64, 63 y 68 % en los 3 tamaños de cormo a los 116 días después del trasplante (Figura 3). Posterior a la cosecha del tallo floral, como se mencionó anteriormente, inicia la formación del cormo hijo, el cual también empezó a acumular N; cuando los cormos hijos se cosecharon, ya habían acumulado en total 283.8, 224.6 y 178.1 mg de N cuando fueron desarrollados a partir de cormos madre de 3.8, 2.5 y 1.8 g, respectivamente (Figura 3).

En cuanto al P, durante el ciclo de cultivo se presentaron periodos de disminución y recuperación de este nutrimento en el cormo madre (Figura 4). El P proporcionado por el cormo madre fue de 6.2, 4.0 y 3.5 mg por cormo de 3.8, 2.5 y 1.8 g, respectivamente; no obstante, al momento de la cosecha de flores, los cormos madre mostraron una acumulación de P, ya que, en relación al contenido original, el P se elevó en un 57, 63 y 99 %, respectivamente (Figura 4). Sin embargo, durante el desarrollo del cormo hijo, el contenido de P en el cormo madre disminuyó en un 67, 62 y 80 % en cormos de 3.8, 2.5 y 1.8 g, respectivamente, en relación al P que se encontraba al momento de la cosecha de la flor (a 80 días después del trasplante) (Figura 4). Esta disminución también se relacionó a la formación de los cormos hijos, pues estos acumularon 44.0, 38.0 y 28.8 mg de P cuando provenían de cormos madre de 3.8, 2.5 y 1.8 g, respectivamente (Figura 4).





**Figure 4. Dynamics of phosphorus in mother corm and daughter corms in gladiolus plants (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) cv Peter Pears grown from mother corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g. The bars indicate the standard error of the mean (n=4).**

**Figura 4. Dinámica del fósforo en cormo madre y cormo hijo en plantas de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) cv. Peter Pears desarrolladas a partir de cormos madre de 3.8, 2.5 y 1.8 g. Las barras indican el error estándar de la media (n=4).**

respectively (Figure 5). However, at the time of harvesting of the floral stem, the content of K in the mother corm decreased by 46, 47, and 27 % respectively. A decrease even more pronounced was observed during the growth of the daughter corm, because, in relation to the initial content, the K in the mother corm decreased 82, 75, and an 80 %, respectively (Figure 5). During the growth of the daughter corm, it accumulated K since at the time of harvest, their content was 50.8, 48.5, and 34.0 mg by corm when they grew from mother corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g, respectively (Figure 5).

Similar to the P, during growing season, periods of decrease and recovery were observed in the content of Ca in the mother corm (Figure 6). At transplant time, the content of Ca in the mother corm was 17.3, 11.8, and 7.6 mg by corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g, respectively. Considering the initial content of the mother corm, once the floral stems were harvested, a high accumulation of Ca was observed, even surpassing that of the initial content by 39, 12, and 46 % respectively (Figure 6). During the growth of the daughter corm, the content of Ca in the mother corm decreased to levels similar to the ones at transplant time (Figure 6). At the time of harvesting the daughter corms, 28.3, 22.8, and 16.0 mg of Ca were

Al inicio del estudio, el contenido de K en el cormo madre fue de 15.2, 9.4 y 6.1 mg por cormo de 3.8, 2.5 y 1.8 g, respectivamente (Figura 5). Sin embargo, al momento de la cosecha del tallo floral, el contenido de K en el cormo madre disminuyó en un 46, 47 y 27 %, respectivamente. Una disminución aún más pronunciada se presentó durante el desarrollo del cormo hijo, pues en relación al contenido inicial, el K en el cormo madre disminuyó en un 82, 75 y 80 %, respectivamente (Figura 5). Durante el desarrollo del cormo hijo, este acumuló K pues al momento de su cosecha contenían 50.8, 48.5 y 34.0 mg por cormo cuando fueron desarrollados a partir de cormos madre de 3.8, 2.5 y 1.8 g, respectivamente (Figura 5).

Similar al P, durante el ciclo de cultivo se presentaron periodos de disminución y recuperación en el contenido de Ca en el cormo madre (Figura 6). Al momento del trasplante, el contenido de Ca en el cormo madre fue de 17.3, 11.8 y 7.6 mg por cormo de 3.8, 2.5 y 1.8 g, respectivamente. Considerando el contenido inicial del cormo madre, una vez que los tallos florales fueron cosechados, se presentó una alta acumulación de Ca, llegando a superar el contenido inicial en un 39, 12 y 46 %, respectivamente (Figura 6). Durante el desarrollo del cormo hijo, el contenido de Ca en el cormo madre disminuyó a niveles similares al momento del trasplante (Figura 6). Al momento de la cosecha del cormo hijo se acumuló 28.3, 22.8 y 16.0 mg de

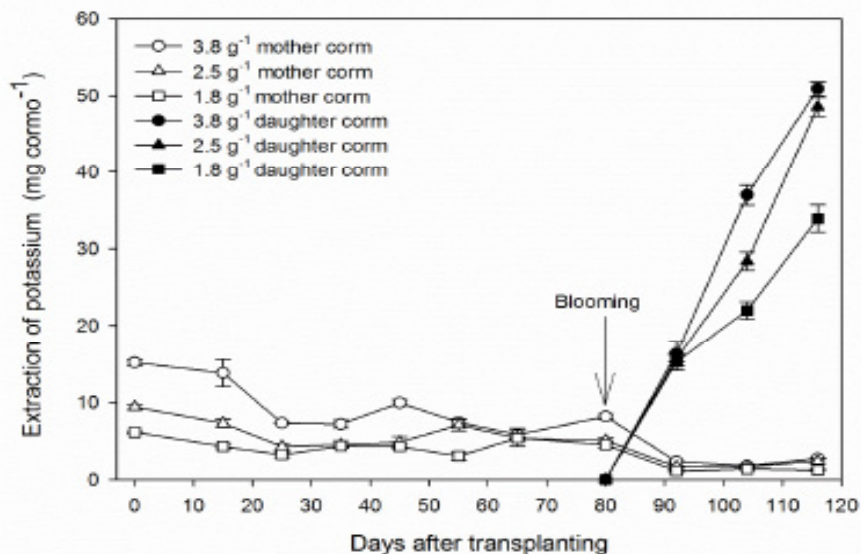


Figure 5. Dynamics of potassium in mother corm and daughter corm in gladiolus plants (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) cv. Peter Pears grown from mother corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g. The bars indicate the standard error of the mean (n=4).

Figura 5. Dinámica del potasio en cormo madre y cormo hijo en plantas de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) cv. Peter Pears desarrolladas a partir de cormos madre de 3.8, 2.5 y 1.8 g. Las barras indican el error estándar de la media (n=4).

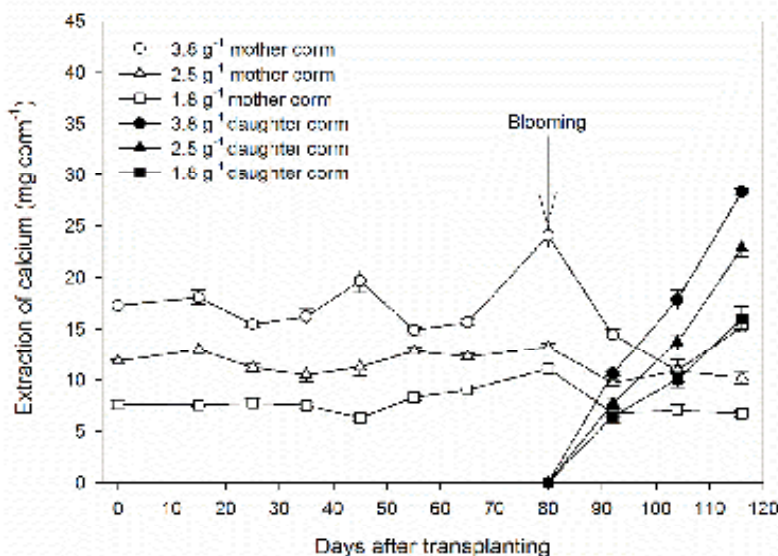


Figure 6. Dynamics of calcium in the mother corm and daughter corms in gladiolus plants (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) cv. Peter Pears grown mother corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g. The bars indicate the standard error of the mean (n=4).

Figura 6. Dinámica del calcio en cormo madre y cormo hijo en plantas de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) cv. Peter Pears desarrolladas a partir de cormos madre de 3.8, 2.5 y 1.8 g. Las barras indican el error estándar de la media (n=4).

accumulated when grown from mother corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g, respectively (Figure 6).

In liliium, it has been demonstrated that the supply of Ca for the leaves of the lower and mid part of the plant depend, despite that this element does not translocate by phloem (Hawkesford *et al.*, 2012), on the translocation of Ca from the mother bulb (Chang and Miller, 2003), while the leaves at the top of the plant depend on the Ca absorbed by roots (Chang and Miller, 2003). The tendencies observed in the current study show that the content of Ca in the mother corm of gladiolus did not decrease markedly during the first 45 to 65 days after the transplant, which suggests that, in this species the first leaves in growing should have been supplied by the Ca absorbed by the roots, implying that this nutrient did not move from the mother corm towards the growing leaves. Another possible explanation could be that Ca was indeed translocated from the mother corm towards the first growing leaves, but it is recovered immediately in the mother corm by the absorption of Ca by the roots. However, the reduction in the content of Ca in the mother corm observed, at the beginning of the daughter corm growth suggests that there is a removal of the nutrient, so that in gladiolus there is also a translocation of Ca from the mother corm, probably through the xylem, as it is the case of the liliium bulbs (Chang and Miller, 2003).

Initial content of Mg in the mother corms was of 2.9, 1.6, and 1.2 mg by corm of 3.8, 2.5, and 1.8 g, respectively (Figure 7). At the time of harvesting the floral stems, no variation in the content in this nutrient was detected, however, after the harvest, the mother corms lost a 57, 48, and 49 % of Mg, in relation to the initial content (Figure 7). When they were harvested, the daughter corms accumulated 8.1, 6.8, and 4.7 mg of Mg, when grown from plants that grew from mother corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g, respectively (Figure 7).

The content of S in the mother corms at transplant time was of 2.4, 1.6, and 1.2 mg by corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g, respectively (Figure 8). After the harvest of the floral stem, the daughter corms started to accumulate S, up to 8.1, 6.8, and 4.7 mg per corm, when grown by plants that grew from mother corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g, respectively. At 116 days after the transplant, the mother corm lost 48, 48, and 52 % of the S that they contained at the beginning of the study.

Ca cuando fueron desarrollados a partir de cormos madre de 3.8, 2.5 y 1.8 g, respectivamente (Figura 6).

En liliium, se ha demostrado que el abastecimiento de Ca para las hojas de la parte baja y media de la planta dependen, a pesar de que este elemento no se transloca por floema (Hawkesford *et al.*, 2012), de la translocación del Ca desde el bulbo madre (Chang y Miller, 2003), mientras que las hojas de la parte alta dependen del Ca absorbido por las raíces (Chang y Miller, 2003). Las tendencias observadas en el presente estudio muestran que el contenido de Ca en el cormo madre del gladiolo no disminuyó marcadamente durante los primeros 45 a 65 días después del trasplante, lo que sugiere que en esta especie las primeras hojas en desarrollarse debieron haber sido abastecidas por el Ca absorbido por las raíces, implicando que este nutrimento no se movilizó desde el cormo madre hacia las hojas en desarrollo. Otra posible explicación podría ser que el Ca sí fue translocado desde el cormo madre hacia las primeras hojas en desarrollo, pero este es recuperado inmediatamente en el cormo madre por la absorción de Ca por las raíces. Sin embargo, la reducción en el contenido de Ca en el cormo madre observada al inicio del desarrollo del cormo hijo sugiere que sí se presenta una removilización del nutrimento, por lo que en el caso del gladiolo también existe translocación de Ca desde el cormo madre, probablemente a través del xilema como en el caso de los bulbos de liliium (Chang y Miller, 2003).

El contenido de Mg inicial en los cormos madre fue de 2.9, 1.6 y 1.2 mg por cormo de 3.8, 2.5 y 1.8 g, respectivamente (Figura 7). Al momento de cosechar los tallos florales no se detectó variación en el contenido de este nutrimento, sin embargo, después de la cosecha, los cormos madre perdieron un 57, 48 y 49 % de Mg en relación al contenido inicial (Figura 7). Cuando se cosecharon, los cormos hijos acumularon 8.1, 6.8 y 4.7 mg de Mg, cuando fueron desarrollados de plantas que crecieron a partir de cormos madre de 3.8, 2.5 y 1.8 g, respectivamente (Figura 7).

El contenido de S en los cormos madre al momento del trasplante fue de 2.4, 1.6 y 1.2 mg por cormo de 3.8, 2.5 y 1.8 g, respectivamente (Figura 8). Después de la cosecha del tallo floral, los cormos hijos comenzaron a acumular S, llegando hasta 8.1, 6.8 y 4.7 mg por cormo, cuando fueron desarrollados por plantas que crecieron a partir de cormos madre de 3.8, 2.5 y 1.8 g, respectivamente. A los 116 días después del trasplante, el cormo madre llegó a perder 48, 48 y 52 % del S que este contenía al inicio del estudio.

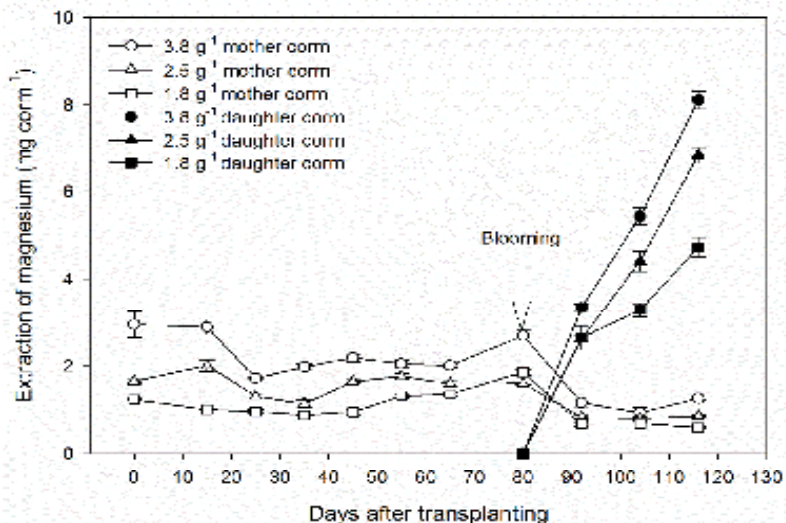


Figure 7. Dynamics of magnesium in the mother corm and daughter corms in gladiolus plants (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) cv. Peter Pears grown from mother corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g. The bars indicate the standard error of the mean (n=4).

Figura 7. Dinámica del magnesio en cormo madre y cormo hijo en plantas de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) cv. Peter Pears desarrolladas a partir de cormos madre de 3.8, 2.5 y 1.8 g. Las barras indican el error estándar de la media (n=4).

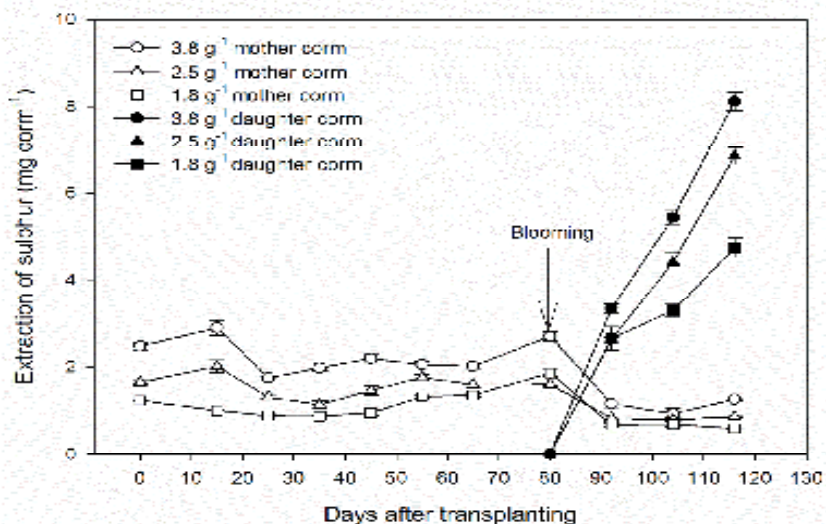


Figure 8. Dynamics of sulfur in the mother corm and daughter corm in gladiolus plants (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) cv. Peter Pears grown from mother corms of 3.8, 2.5, and 1.8 g. The bars indicate the standard error of the mean (n=4).

Figura 8. Dinámica del azufre en cormo madre y cormo hijo en plantas de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) cv. Peter Pears desarrolladas a partir de cormos madre de 3.8, 2.5 y 1.8 g. Las barras indican el error estándar de la media (n=4).

In general, the content of macronutrients decreased in the mother corm during growing season (Figures 3 – 8), as these nutrients, as well as the biomass (Figure 1), were translocated towards the shoot during the initial stages of the plant's growth, and later on to the formation of new corms. Similar results were reported by Ortega-Blu *et al.*, (2006) in liliium since at transplant time, N, P and K are accumulated in the bulb, but when the shoot starts to grow, the nutrients are translocated towards it. Similarly, it has been reported that N, P, and K have an effect on the weight of tulip (*Tulipa gesneriana* L.) bulbs, obtaining higher yield and quality of bulbs (Khan *et al.*, 2006).

In the current study, the daughter corms grown from the mother corms of 3.8 g showed a greater nutrient extraction while as in the corms of 2.5 g and 1.8 g the extraction was lower (Figures 3 – 8). The aforementioned is in agreement with the strategy of the ornamental geophytes, which consists in accumulating nutrients, carbohydrates and water in the underground storage organs, which allows them to survive in their natural habitat under stressful conditions, as they use the reserves for the development of sprouts and flowers (Miller, 1992).

During this study, the content of nutrients in the mother corm showed periods of loss and recovery, however, at the time of the harvest of the floral stem, and beginning of formation of the daughter corm, a slight increase of 6.4 and 9.2 mg was recorded in the content of N in the mother corms of 1.8 and 3.8 g, respectively (Figure 3). The increase was much more noticeable in the case of P (Figure 4), K (Figure 5), Ca (Figure 6), Mg (Figure 7) and S (Figure 8) in corms of 2.5 and 1.8 g. The increase in nutrient content may be associated with the shoot ceasing its growth as its flowers are ready for harvest, so that there is no need for traslocation of the uptaken nutrients, remaining stored in the mother corm.

#### **Fertilization program for daughter corms**

In order to obtain daughter corms with nutrient reserves, some flower growers make a last fertilizer application after finishing the harvest of flowers. However, this application is based on empiric knowledge that has not been validated by pertinent studies. Basing on the studies obtained in the current study, the adequate supply of nutrients for the formation of daughter corms that has to be applied after the harvest of flowers is the following

En general, el contenido de macronutrientos disminuyó en el cormo madre durante el ciclo del cultivo (Figuras 3 – 8), lo cual es debido a que estos nutrimentos, así como la biomasa (Figura 1), fueron translocados hacia la parte aérea durante las etapas iniciales del desarrollo de la planta, y posteriormente para la formación de nuevos cormos. Resultados similares fueron reportados por Ortega-Blu *et al.*, (2006) en liliium ya que al momento de la plantación la mayor acumulación de N, P y K se encuentra en el bulbo, pero cuando la parte aérea comienza a desarrollarse los nutrimentos se translocan hacia ella. Similarmente, se ha reportado que el N, P y K influyen en el peso de los bulbos de tulipán (*Tulipa gesneriana* L.) obteniéndose mayor rendimiento y calidad de bulbos (Khan *et al.*, 2006).

En el presente estudio, los cormos hijos desarrollados a partir de cormos madre de 3.8 g mostraron una mayor extracción de macronutrientos mientras que en los cormos de 2.5 g y 1.8 g la extracción fue menor (Figuras 3 – 8). Lo anterior concuerda con la estrategia de las geófitas ornamentales, que consiste en acumular nutrimentos, carbohidratos y agua en los órganos subterráneos de almacenamiento, lo que en su hábitat natural les permite sobrevivir en condiciones adversas, pues utilizan las reservas para el crecimiento de brotes y flores (Miller, 1992).

Durante el estudio, el contenido de nutrimentos en el cormo madre mostró periodos de pérdida y de recuperación, sin embargo, al momento de la cosecha del tallo floral e inicio de la formación del cormo hijo, se registró un ligero aumento de 6.4 y 9.2 mg en el contenido de N en los cormos madre de 1.8 y 3.8 g, respectivamente (Figura 3). Este aumento fue mucho más marcado en el caso del P (Figura 4), K (Figura 5), Ca (Figura 6), Mg (Figura 7) y S (Figura 8) para cormos madre de 3.8 g, y para P (Figura 4), Mg (Figura 7) y S (Figura 8) en el caso de cormos de 2.5 y 1.8 g. El aumento en el contenido nutrimental puede deberse a que la parte aérea de la planta concluye su desarrollo, pues las flores ya están listas para ser cortadas, lo que ocasiona una detención en la translocación, a lo cual los nutrimentos absorbidos ya no son transportados y se acumulan en el cormo madre.

#### **Programa de fertilización para cormos hijos**

Para obtener cormos hijos con reservas nutrimentales algunos floricultores realizan una última aplicación de fertilizante después de terminar la cosecha de flores. Sin embargo, esta aplicación está basada en conocimiento empírico que no ha sido validado por estudios pertinentes. Basándose en los resultados obtenidos en el presente estudio, el suministro de nutrimentos adecuado para la formación de cormos hijos que debe ser aplicado

(considering a density of 250 thousand plants ha<sup>-1</sup> and not adjusted by nutrient use efficiency:

A) For daughter corms grown from mother corms of 3.8 g: 63.6 kg ha<sup>-1</sup> N, 9.2 kg ha<sup>-1</sup> P, 11.2 kg ha<sup>-1</sup> K, 4.4 kg ha<sup>-1</sup> Ca, 1.6 kg ha<sup>-1</sup> Mg, and 1.6 kg ha<sup>-1</sup> S.

B) For daughter corms grown from mother corms of 2.5 g: 52.9 kg ha<sup>-1</sup> N, 8.4 kg ha<sup>-1</sup> P, 11.3 kg ha<sup>-1</sup> K, 5.0 kg ha<sup>-1</sup> Ca, 1.5 kg ha<sup>-1</sup> Mg and 1.5 kg ha<sup>-1</sup> S.

C) For daughter corms grown from mother corms of 1.8 g: 38 kg ha<sup>-1</sup> N, 5.8 kg ha<sup>-1</sup> P, 7.7 kg ha<sup>-1</sup> K, 2.9 kg ha<sup>-1</sup> Ca, 0.9 kg ha<sup>-1</sup> Mg and 0.9 kg ha<sup>-1</sup> S.

This information indicates that the N is the most demanded nutrient for the growth of the daughter corms, followed by P and K. Calcium, Mg and S were demanded in lower quantities. It has been reported that independent applications of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O equal to 46, 16, and 42 kg ha<sup>-1</sup> of N, P and K, respectively, result in a significant increase in weight and diameter of the daughter corms in gladiolus cv. Essential, planted at an approximate density of 133 thousand plants ha<sup>-1</sup>; however, when two or three nutrients were applied, the result was less satisfactory in these parameters (Bashir *et al.*, 2016). The difference among these results, with the ones obtained in the current study, can be due to the planting density used, as well as the size of the mother corm. The influence of N, P, and K in the size and weight of the daughter corms of gladiolus, has also been demonstrated by Verma *et al.*, (2014), and Khan and Ahmad (2004), while Vázquez *et al.* (2015) and Gangwar *et al.*, (2014) demonstrated it in amaryllis (*Hippeastrum hybridum*) and tuberose (*Polyantes tuberosa* L.), respectively.

## Conclusion

The biomass of the mother corm affected growth, development, and accumulation of nutrients of the daughter corm. The daughter corm is supplied by the mother corm, mainly P, Ca, Mg, and S, and by nutrients taken by the roots. According to our data, a fertilization program to feed the daughter corms has to include higher doses for those grown from larger corms. The mother corm is also a source of reserves for the daughter corm when it is still growing. Nitrogen is the most demanded nutrient by the daughter corms, followed by P and K.

después de la cosecha de flores es el siguiente (considerando una densidad de 250 mil plantas ha<sup>-1</sup> y sin ajustar por la eficiencia en el uso del nutrimento):

A) Para cormos hijos desarrollados de cormos madre de 3.8 g: 63.6 kg ha<sup>-1</sup> N, 9.2 kg ha<sup>-1</sup> P, 11.2 kg ha<sup>-1</sup> K, 4.4 kg ha<sup>-1</sup> Ca, 1.6 kg ha<sup>-1</sup> Mg y 1.6 kg ha<sup>-1</sup> S.

B) Para cormos hijos desarrollados de cormos madre de 2.5 g: 52.9 kg ha<sup>-1</sup> N, 8.4 kg ha<sup>-1</sup> P, 11.3 kg ha<sup>-1</sup> K, 5.0 kg ha<sup>-1</sup> Ca, 1.5 kg ha<sup>-1</sup> Mg y 1.5 kg ha<sup>-1</sup> S.

C) Para cormos hijos desarrollados de cormos madre de 1.8 g: 38 kg ha<sup>-1</sup> N, 5.8 kg ha<sup>-1</sup> P, 7.7 kg ha<sup>-1</sup> K, 2.9 kg ha<sup>-1</sup> Ca, 0.9 kg ha<sup>-1</sup> Mg y 0.9 kg ha<sup>-1</sup> S.

Esta información refleja que el N es el nutrimento más demandado para el desarrollo de los cormos hijos, seguido por P y K. El Ca, Mg y S fueron demandados en menor cantidad. Se ha reportado que aplicaciones independientes de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O equivalentes a 46, 16 y 42 kg ha<sup>-1</sup> de N, P y K, respectivamente, resultan en un aumento significativo del peso y diámetro de los cormos hijos en gladiolo cv. Esencial, plantado a una densidad aproximada de 133 mil plantas ha<sup>-1</sup>; sin embargo, cuando se aplicaron en combinación de dos o tres nutrimentos, el resultado fue menos satisfactorio en estos parámetros (Bashir *et al.*, 2016). La diferencia entre estos resultados con los obtenidos en el presente estudio pueden deberse a la densidad de plantación empleada, así como al tamaño del cormo madre. La influencia del N, P y K en el tamaño y peso de los cormos hijos de gladiolo se ha demostrado también por Verma *et al.*, (2014), y Khan y Ahmad (2004), mientras que Vázquez *et al.*, (2015) y Gangwar *et al.*, (2014) lo demostraron en amaryllis (*Hippeastrum hybridum*) y nardo (*Polyantes tuberosa* L.), respectivamente.

## Conclusión

La biomasa del cormo madre influyó en el crecimiento, desarrollo y acumulación de nutrimentos del cormo hijo. El cormo hijo se abastece de nutrimentos a partir del cormo madre, principalmente el P, Ca, Mg y S, y de la absorción nutrimental por parte de las raíces. De acuerdo a los datos obtenidos, un programa de fertilización para nutrir a los cormos hijos debe incluir dosis más elevadas para aquellos desarrollados de cormos más grandes. El cormo madre también es fuente de reservas para el cormo hijo cuando este se encuentra en desarrollo. El N es el nutrimento más demandado por los cormos hijos, seguido por P y K.

## References

- Ahmed, M. J., Akbar, Z., Kousar, N. and Khan, Z. A. (2002). Introduction and evaluation of exotic (*Gladiolus grandiflorus*), cultivars. *Asian Journal Plant Sciences* 1: 560–562. DOI: [10.3923/ajps.2002.560.562](https://doi.org/10.3923/ajps.2002.560.562)
- Bashir, M., Khan, I., Qadri, R. W. K., Tanveer, M., Zain, M. and Ahmad, I. (2016). Growth and corm production of *Gladiolus grandiflorus* L. 'Essential' under different NPK regimes. *Journal of Ornamental Plants* 6(1): 11–19. [https://www.researchgate.net/publication/304774250\\_Growth\\_and\\_Corm\\_Production\\_of\\_Gladiolus\\_grandiflorus\\_L\\_%27Essential%27\\_Under\\_Different\\_NPK\\_Regimes](https://www.researchgate.net/publication/304774250_Growth_and_Corm_Production_of_Gladiolus_grandiflorus_L_%27Essential%27_Under_Different_NPK_Regimes)
- Benschop, P., Kamenetskym, R., Le Nard, M., Okubo, H. and De Hertogh, A. (2010). The global flower bulb industry: Production, utilization, research. *Horticultural Reviews* 36: 1–115. DOI: [10.1002/9780470527238.ch1](https://doi.org/10.1002/9780470527238.ch1)
- Chang, Y. C. and Miller W. B. (2003). Growth and calcium partitioning in *Lilium* Star Gazer in relation to leaf calcium deficiency. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 128: 788–796. <http://journal.ashspublications.org/content/128/6/788.full.pdf+html>
- De Hertogh, A. (1996). Holland bulb forcer's guide. Fifth Edition. Hillegom, The Netherlands: Ed. Int. Flower Bulb Centre. <http://www.worldcat.org/title/holland-bulb-forcers-guide/oclc/35953203>
- De Hertogh, A. and Le Nard, M. (1993). The physiology of flower bulbs: A comprehensive treatise on the physiology and utilization of ornamental flowering bulbous and tuberous plants. Amsterdam, Holland: Ed. Elsevier Science, 812 pp. <https://catalog.hathitrust.org/Record/002641219>
- Engelbrecht, G. M., du Preez, C. C. and Spies, J. J. (2008). Response of *Lachenalia* growing in soil to nitrogen fertilisation during the pot plant phase. *South African Journal of Plant and Soil* 25: 92–98. DOI: [10.1080/02571862.2008.10639901](https://doi.org/10.1080/02571862.2008.10639901)
- Engels, C., Kirkby, E. and White, P. (2012). Mineral nutrition, yield and source–sink relationships. In: Marschner P, ed. Marschner's mineral nutrition of higher plants. Third Edition. London: Academic Press 85–133. DOI: [10.1016/B978-0-12-384905-2.00005-4](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00005-4)
- Fawcett, J. K. (1954). The semi-micro Kjeldahl method for the determination of nitrogen. *The Journal of Medical Laboratory Technology* 12: 1-22.
- Gangwar, A. P. S., Singh, J. P., and Yadav, I. P. (2014). Effect of nitrogen sources and phosphorus on bulbs and bulblets production of tuberose cv. Double. *HortFlora Res Spectrum* 3: 365–368. <http://oaji.net/articles/2015/11921444047481.pdf>
- Hartmann, H. T., Kester D. E., Davies F. T., and Geneve, R. (2011). Propagation by specialized stems and roots. In: Hartmann H.T, Kester D.E, Davies F.T, Geneve R, eds. Hartmann & Kester's plant propagation: Principles and practices. Eighth Edition. Upper Saddle River, N.J: Pearson Education 583–615.
- Hawkesford, M., Horst, W., Kichey, T., Lambers, H., Schjoerring, J., Møller I. S., and White, P. (2012). Functions of macronutrients. In: Marschner P, ed. Marschner's mineral nutrition of higher plants. Third Edition. London: Academic Press 135–189. DOI: [10.1016/B978-0-12-384905-2.00006-6](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00006-6)
- Ingels, J. E. (2010). Ornamental Horticulture. Science, operations, & management. Fourth Edition. New York: Ed. Delmar Cengage Learning, 687 pp. [http://gtu.ge/Agro-Lib/\[Jack\\_E\\_Ingels\]\\_Ornamental\\_horticulture.pdf](http://gtu.ge/Agro-Lib/[Jack_E_Ingels]_Ornamental_horticulture.pdf)
- Kamenetsky, R. and Okubo, H. (2013). Ornamental geophytes from basic science to sustainable production. Boca Raton, London: Ed. CRC Press, 697 pp. <https://www.taylorfrancis.com/books/9781439849255>
- Khan, F. U., Jhon A. Q., Khan F. A. and Mir. M. M. (2006). Effect of NPK and Zn on growth, flowering and bulb production in tulip under polyhouse conditions in Kashmir. *Journal of Horticultural Science* 1: 129–134. <http://www.sphindia.org/index.php/jhs/article/view/366/364>
- Khan, M. A. and Ahmad, I. (2004). Growth and flowering of *Gladiolus Hortulanus* L. cv. Wind Song as influenced by various levels of NPK. *International Journal of Agriculture & Biology*, 6: 1037–1039. [https://www.fspublishers.org/published\\_papers/28005\\_...pdf](https://www.fspublishers.org/published_papers/28005_...pdf)
- Larson, A. R. (1992). Introduction to floriculture. Second Edition. London: Ed. Academic press, 636 pp. <https://www.elsevier.com/books/introduction-to-floriculture/larson/978-0-12-437651-9>
- Miller, W. B. (1992). A review of carbohydrate metabolism in geophytes. *Acta Horticulturae*, 325: 239–246. DOI: [10.17660/ActaHortic.1992.325.29](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1992.325.29)

- Noor-ul-Amin., Khattak, A. M., Ahmad, I., Ara, N., Alam A., Ali, M. and Murad (2013). Corm and cormel size of gladiolus greatly influenced growth and development of subsequent corm production. *Pakistan Journal of Botany*, 45: 1407–1409. <https://www.researchgate.net/publication/281737733>
- Noor-Un-Nisa M., Wahocho, N. A., Miano T. F. and Leghari, M. H. (2016). Propagation of gladiolus corms and cormels: A review. *African Journal of Biotechnology*, 15: 1699–1710. DOI: [10.5897/AJB2012.1396](https://doi.org/10.5897/AJB2012.1396)
- Ortega-Blu, R., Correa-Benguria, M. and Olate-Muñoz, E. (2006). Determinación de las curvas de acumulación de nutrientes en tres cultivares de *Lilium* spp. Para flor de corte. *Agrociencia*, 40: 77–88. <http://www.redalyc.org/html/302/30240108/>
- Ramos-García, M., Ortega-Centeno, S., Hernández-Lauzardo, A. N., Alia-Tejagal, I., Bosquez-Molina, E. and Bautista-Baños, S. (2009). Response of gladiolus (*Gladiolus* spp) plants after exposure corms to chitosan and hot water treatments. *Scientia Horticulturae*, 121: 480–484. DOI: [10.1016/j.scienta.2009.03.002](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.03.002)
- Soltanpour, P. M., Johnson G. W., Workman, S. M., Jones J. B. and Miller, R. O. (1996) Inductively coupled plasma emission spectrometry and inductively couples plasma-mass spectrometry. In: Bartels J.M, Bhigam J.M., eds. Methods of soil analysis part 3 chemical Methods. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America, 91–139.
- Steiner, A. A. (1984). The Universal Nutrient Solution. In *ISOSC Proceedings sixth International Congress on Soilless Culture*. Wageningen, the Netherlands, 633-649 pp.
- Vázquez, C., Reed, S. T. and Dunn, C. (2015). Nitrogen fertilization as ammonium or nitrate-N on *Hippeastrum hybridum* bulb growth. *Agricultural Sciences*, 6: 1547–1554. DOI: [10.4236/as.2015.612148](https://doi.org/10.4236/as.2015.612148)
- Verma, R. P., Kumar, A., Verman, S. K., Verma, A. and Verma, P. K. (2014). Influence of nitrogen, planting geometry and corm size on vegetative growth and corm and cormel production of gladiolus cv. Nova Lux. *Environment & Ecology*, 32: 199–201. <https://www.researchgate.net/publication/264862532>
- Wang, C. X., Gu, F., Chen, J., Yang, H., Jiang, J., Du, T. and Zhang (2015). Assessing the response of yield and comprehensive fruit quality of tomato grown in greenhouse to deficit irrigation and nitrogen application strategies. *Agricultural Water Management*, 161: 9–19. DOI: [10.1016/j.agwat.2015.07.010](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.07.010)

**Cite this paper/Como citar este artículo:** Gómez-Pérez, L., Valdez-Aguilar, L. A., Benavides-Mendoza, A., Juárez-Maldonado, A. (2018). Biomass and macronutrient dynamics in mother and daughter corms in gladiolus (*Gladiolus x Grandiflorus* Hort). *Revista Bio Ciencias* 5, e323. doi: <http://dx.doi.org/10.15741/revbio.05.2018.07>

