

PRODUCCIÓN ORGANOMINERAL DE TULIPÁN (*Tulipa gesneriana* L.) PARA FLOR DE CORTE

**María de las Nieves Rodríguez-Mendoza¹; Berenice Osorio-Rosales¹; Libia I. Trejo-Téllez¹;
María de Lourdes Arévalo-Galarza²; Ana María Castillo-González³.**

¹Nutrición Vegetal. Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco. km 36.5, Montecillo, Edo. de México, C. P. 56230. MÉXICO.
Correo-e: marinie@colpos.mx (¹Autora para correspondencia); tlibia@colpos.mx; bereor@colpos.mx.

²Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco. km 36.5, Montecillo, Edo. de México. C. P. 56230. MÉXICO.
Correo-e: larevalo@colpos.mx.

³Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
C. P. 56230. MÉXICO. Correo-e: anasofiacasg@hotmail.com

RESUMEN

Bajo condiciones de invernadero se evaluó el desarrollo de plantas de tulipán (*Tulipa gesneriana* L.) cv Golden Apeldoorn a la aplicación de solución Steiner en diferentes concentraciones, y la aplicación de nutrientes orgánicos a la raíz (Aminofit Extra®) y al follaje (miel de abeja a 2 %). Al corte de la flor se encontraron diferencias del grosor de tallo, intensidad del verde en follaje y contenido nutrimental entre los tratamientos. En vida de florero, las plantas testigo tuvieron seis días de vida, las regadas con solución Steiner 12 días, y las adicionadas con miel de abeja al follaje 15 días. Se concluye que la combinación de solución de Steiner al 100 % y la fertilización foliar de miel de abeja incrementan la calidad de la flor.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: cv. Golden Apeldoorn, fertilización orgánica, fertilización foliar, miel de abeja.

ORGANO-MINERAL PRODUCTION OF TULIP (*Tulipa gesneriana* L.) FOR CUT FLOWERS

ABSTRACT

An evaluation was made of tulip plants (*Tulipa gesneriana* L.) cv Golden Apeldoorn under greenhouse conditions, with the application of Steiner solution in different concentrations, and the application of organic nutrients to the root (Aminofit Extra®) and to foliage (bee honey at 2 %). In the cut flower, differences were found in stem thickness, intensity of green in foliage and nutrient content among treatments. In vase life, the control plants lasted six days, those irrigated with Steiner solution (100 %), 12 days, and those with honey applied to the foliage, 15 days. It is concluded that the combination of Steiner solution at 100 % and foliar fertilization with honey increases flower quality.

ADDITIONAL KEY WORDS: cv. Golden Apeldoorn, organic fertilization, honey.

INTRODUCCIÓN

El tulipán (*Tulipa gesneriana* L.), considerado flor de especialidad por sus pétalos de colores muy vistosos, tiene una demanda importante en el mercado actual tanto nacional como internacional: México es el tercer país que exporta esta flor a Estados Unidos, con un ingreso de divisas de 23 millones de euros, compitiendo con países como Colombia, Ecuador y Holanda (Buschman, 2005).

Las casas comerciales donde se adquieren los bulbos recomiendan dosis bajas de fertilizantes, argumentando que la reserva nutrimental que hay en el bulbo es suficiente para el desarrollo del cultivo. Aunque Boshi *et al* (1994) mencionan que durante el desarrollo el tulipán almacena reservas en el tallo para florecer y tener larga vida de florero, se tienen evidencias de que el nitrógeno en los bulbos es insuficiente para cubrir completamente la demanda en el periodo de crecimiento, por lo que es importante suministrar alguna fuente externa de N, P y K sin llegar al exceso que repercute en la calidad de la flor (Artacho y Pinochet, 2008). Cuando hay deficiencias nutrimentales es posible que los tallos no desarrollen con vigor, se presenten más largos y delgados y se curven con facilidad (Bañón *et al.*, 1993).

La incorporación de fertilizantes foliares como complemento a la nutrición ha sido una herramienta de gran utilidad que permite corregir en forma rápida deficiencias nutrimentales en cultivos potencialmente económicos (Kolota y Osinska, 2001). La experiencia de 10 años con fertilización foliar hecha a base de miel de abeja al 2 % como complemento a la nutrición mineral, ha demostrado que incrementa la calidad de frutas y hortalizas; en el caso específico de ornamentales aumenta el vigor y color de la flor, así como el control de patógenos (Betancourt *et al.*, 2005; Gómez *et al.*, 2006; Joseph *et al.*, 2002). Esta combinación de la solución mineral y aplicación de compuestos orgánicos como la miel de abeja o aminoácidos (aminofit) conforman una nutrición organomineral.

Los componentes principales de la miel como glucosa, fructosa, proteínas, aminoácidos, enzimas, ácidos orgánicos (Sepúlveda, 1993) y la presencia de hormonas, vitaminas, minerales y otros constituyentes orgánicos, le confieren a este producto un gran potencial que merece ser estudiado (Villegas *et al.*, 2001).

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de la combinación de nutrición mineral y orgánica

INTRODUCTION

The tulip (*Tulipa gesneriana* L.), considered a specialty flower for its attractively colored petals, has an important demand in today's market at both the national and international level. Mexico is the third country that exports this flower to the United States, with an income of 23 million Euros, competing with countries such as Colombia, Ecuador and Holland (Buschman, 2005).

The commercial houses where the bulbs are acquired recommend low doses of fertilizers, arguing that the nutrimental reserve existing in the bulb is sufficient for the development of the crop. Although Boshi *et al.* (1994) mention that during its development, the tulip stores reserves in the stem for flowering and has a long vase life, there is evidence that the nitrogen in the bulbs is insufficient for completely covering the demand in the growth period, thus it is important to supply some external source of N, P and K without an excess that would affect flower quality (Artacho and Pinochet, 2008). When there are nutrimental deficiencies it is possible that the stems do not develop with vigor, become longer and thinner and curve easily (Bañón *et al.*, 1993).

The incorporation of foliar fertilizers as a complement to nutrition has been a tool of great usefulness in rapidly correcting nutrimental deficiencies in crops with economic potential (Kolota and Osinska, 2001). The experience of 10 years with foliar fertilization based on bee's honey at 2 % as complement to mineral nutrition has been demonstrated to increase the quality of fruits and garden vegetables; in the specific case of ornamental plants, it increases flower vigor and color, as well as the control of pathogens (Betancourt *et al.*, 2005; Gómez *et al.*, 2006; Joseph *et al.*, 2002). This combination of the mineral solution and application of organic compounds such as honey or amino acids (aminofit) comprise an organo-mineral nutrition.

The principal components of honey such as glucose, fructose, proteins, amino acids, enzymes, organic acids (Sepúlveda, 1993) and the presence of hormones, vitamins, minerals and other organic components, give this product great potential which merits study (Villegas *et al.*, 2001).

The objective of the present work was to study the effect of the combination of mineral and organic nutrition to the root and foliar organic nutrition in crop development, stem quality and vase life in tulip for cut flower.

MATERIALS AND METHODS

The investigation was carried out in a zenithal type greenhouse with a metallic structure and milky white plastic cover located at the Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, in Montecillo, State of Mexico, at 98° 53' 3" latitude west and 19° 29' latitude north, at 2,220 m. The experiment was established in November and was harvested at

a la raíz y nutrición orgánica foliar en el desarrollo del cultivo, la calidad de tallos y vida en florero de tulipán para flor de corte.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en un invernadero de tipo cenital de estructura metálica y cubierto con plástico blanco lechoso ubicado en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, localizado en Montecillo, Estado de México, a 98° 53' 3" latitud norte y 2,220 m. El experimento se estableció en noviembre y se cosechó a finales de enero de 2008; durante ese periodo se registró una temperatura mínima de 1.5 °C y máxima de 22 °C. Se colocó malla sombra de 50 % que corresponde a 165.4 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ y se midió en promedio una humedad relativa de 84 %. Los bulbos de tulipán utilizados fueron del cv Golden Apeldoorn de calibre 11-12. La siembra de éstos (que previamente fueron sometidos a un proceso de pelado, retirando la túnica y desinfección con benomil 2 g·L⁻¹) se llevó a cabo en macetas de 7" con sustrato a base de una mezcla de perlita, tezontle y turba de pantano (relación 1:1:0.83). En total se instalaron diez tratamientos que comprendieron cuatro concentraciones de la solución Steiner (25, 50, 75 y 100 %) a partir de la solución reportada por Steiner (1984), la aplicación a la raíz de Aminofit Extra® (aminoácidos encapsulados biosintéticos) al 0.01 % en la solución Steiner completa y la aplicación foliar de miel de abeja al 2 % (Cuadro 1). Cada tratamiento se conformó de 14 macetas (unidad experimental) con tres bulbos en cada una, teniendo un total de 42 repeticiones por tratamiento. El diseño experimental fue completamente al azar. El tratamiento de fertilización foliar con miel de abeja al 2 % se aplicó cada siete días por la mañana a punto de goteo; por las

the end of January of 2008; during this period a minimum temperature of 1.5 °C was registered, and a maximum temperature of 22 °C. Shadow mesh of 50 % was placed, corresponding to 165.4 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, and an average relative humidity of 84 % was measured. The tulip bulbs were of cv Golden Apeldoorn, of caliber 11-12. The bulbs (previously subjected to a peeling process, removing the tunic and disinfecting with benomil 2 g·L⁻¹) were planted in pots of 7" with substrate based on a mixture of perlite, tezontle and swamp peat (ratio 1:1:0.83). A total of ten treatments were installed, which included four concentrations of Steiner solution (25, 50, 75 and 100 %), departing from the solution reported by Steiner (1984), the application of Aminofit Extra® (biosynthetic encapsulated amino acids) at 0.01 % in the complete Steiner solution and the foliar application of honey at 2 % (Table 1). Each treatment was comprised of 14 pots (experimental unit) with three bulbs in each one, and with a total of 42 replicates per experiment. The experimental design was completely randomized. The foliar treatment with honey at 2 % was applied every seven days in the morning by drip; due to the characteristics of the honey, no adhesive or surfactant was used.

In each treatment, the floral stems were cut at the moment the flower opened (15 per treatment) to evaluate plant height (with metric tape from the base of the stem to the floral bud) with a digital Vernier (Stainless Hardened), SPAD readings in the mid superior region of the three leaves of the plant, using a portable Minolta SPAD-502 meter. Once the agronomic evaluations had been made, the plant material was placed in a forced air oven for 72 hours at 70 °C, was ground for foliar analysis, total nitrogen was determined applying the microKjeldhal method, phosphorus, iron and magnesium were determined by means of ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer) Model Liberty II Sequential, Varian.

The vase life of the tulip stems was evaluated in a well lighted room (643.43 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) with a minimum temperature of 15 °C and maximum of 28 °C. The plants of five pots per treatment were selected, the floral stems were cut

CUADRO 1. Tratamientos establecidos en la producción organomineral del tulipán cv. Golden Apeldoorn

TABLE 1. Treatments established in the organo-mineral production of tulip cv. Golden Apeldoorn.

Número de tratamiento	Solución Steiner (%)	Aminofit extra® (%) a la raíz	Fertilización foliar con miel de abeja (%)
1	agua	0	0
2	agua	0	2
3	25	0	0
4	25	0	2
5	50	0	0
6	50	0	2
7	50	0.01	0
8	50	0.01	2
9	100	0	0
10	100	0	2

características de la miel, no se utilizó ningún adherente ni surfactante.

En cada tratamiento, al momento en que se abrió la flor se cortaron los tallos florales (15 por tratamiento) para evaluar altura de planta (con cinta métrica desde la base del tallo hasta el botón floral), diámetro superior (en el punto donde se inicia el botón floral) con un vernier digital Stainless Hardened, lecturas SPAD en la región media superior de las tres hojas que tenía la planta, utilizando un medidor portátil Minolta SPAD-502. Una vez realizadas las evaluaciones agronómicas, el material vegetal se colocó en estufa de aire forzado por 72 horas a 70 °C, se molió para análisis foliar, se determinó nitrógeno total aplicando el método microKjeldhal, fósforo, hierro y magnesio mediante AES-ICP (Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer) Modelo Liberty 11 Secuencial marca Varian.

La vida en florero de los tallos de tulipán se evaluó en un cuarto bien iluminado ($643.43 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) con una temperatura mínima de 15 °C y máxima de 28 °C. Se seleccionaron las plantas de cinco macetas por cada tratamiento, se cortaron los tallos florales y se colocaron en recipientes de plástico con 500 ml de agua de la llave con pH 7.4; el acomodo de los recipientes fue completamente al azar. Para evaluar el consumo de agua (ml) de los tallos por día, cada 48 horas se sacaba el tallo del recipiente, se medía el gasto de agua y se recuperaba el consumo, observando los cambios visibles de maduración de las flores, considerando el término de su vida útil cuando dos de sus pétalos se encontraban marchitos. Para el análisis de los datos se utilizó el Sistema de Análisis Estadístico SAS (Statistical Analysis System: SAS, V8, 1999) para aplicar la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), y análisis de contrastes ortogonales para cada una de las variables evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el desarrollo del cultivo, en el invernadero se presentaron temperaturas muy por debajo de la mínima reportada por Nard *et al.* (1997), que es de 10 °C; durante varios días se presentaron temperaturas de 4 °C, observándose que el desarrollo en los tallos era mucho más lento. Vidale (2001) reporta que la temperatura ideal para el desarrollo del tulipán está entre 17 y 25 °C, valores muy arriba de lo que se presentó en nuestras condiciones; a pesar de esto se observaron diferencias en la altura entre los tratamientos, hasta de 7.59 cm entre el tallo más corto y el más largo, el análisis estadístico mostró diferencias significativas entre la aplicación de la solución de Steiner al 25 y 50 % (Cuadro 2). Para hablar del vigor de las plantas debe haber una relación directa entre largo y grosor. Las plantas que fueron regadas sólo con agua presentaron

and placed in plastic recipient with 500 ml of tap water with pH 7.4; the arrangement of the recipients was completely randomized. To evaluate water consumption (ml) of the stems per day, the stem was removed from the water every 48 hours, water expenditure was measured and consumption was recovered, observing the visible changes in maturation of the flowers, considering the end of their useful life when two of their petals were wilted. For the analysis of the data, the Statistical Analysis System (SAS, V8, 1999) was used to apply the Tukey test ($P \leq 0.05$), and orthogonal contrasts analysis for each one of the variables evaluated.

RESULTS AND DISCUSSION

During crop development, in the greenhouse, temperatures were far below the minimum reported by Nard *et al.* (1997), which is 10 °C; during various days there were temperatures of 4 °C, observing that the development of the stems was much slower. Vidale (2001) reports that the ideal temperature for tulip development is between 17 and 25 °C, values which are much higher than those under our conditions; even so differences were observed in the height among treatments, as much as 7.59 cm between the shortest and the longest stem, the statistical analysis showed significant differences between the application of the Steiner solution at 25 and 50 % (Table 2). To speak of plant vigor, there should be a direct relationship between length and thickness. The plants that were irrigated only with water presented stems as tall as those obtained with nutritive solution at 50 %, but the first were rachitic, less rigid and visibly curved, which in vase life is a disadvantage; therefore, some florists, in the preparation of flower arrangements, resort to reinforcing the flower with wire, so that the curvature of the stem does not increase.

When Aminofit Extra® at 0.01 % was added in the irrigation or honey was applied to the foliage, stem length decreased, but apical diameter increased, resulting in a stronger stem, thus satisfying the quality norm for commercialization, which is a height of more than 45 cm (Centro Internacional de Bulbos de Flor, 2004).

The continuous supply of minerals in each irrigation permitted the dosage of the nutrients and better use by the crop, demonstrated by the different heights and thickness of the floral stems that were presented among treatments. De Hertog and Barrett (1998) proved that in forced production of tulip, in particular of cv Golden Apeldoorn, a single application of NPK in doses of 28-8.8-16.6 kg·ha⁻¹ increased plant height but delayed flowering, thus they recommend that the application of fertilizer be dosed throughout crop development. Lee and Suh (2005) demonstrated how the height of the tulip in this same variety is directly related to the amount of nitrogen and potassium that is supplied, as well as which high doses of nitrogen have repercussions in stem height and days to flowering.

Apical diameter developed as a function of the nutri-

CUADRO 2. Crecimiento de tallos florales de tulipan cv Golden Apeldoorn en diferentes concentraciones de solución nutritivas y aplicaciones de Aminofit® a la raíz y fertilización foliar con miel de abeja.

TABLE 2. Growth of floral stems of tulip cv. Golden Apeldoorn in different concentrations of nutritive solution and applications of Aminofit® to the root and foliar fertilization with honey.

Tratamientos Aplicados a las plantas	Altura de tallo (cm)	Diámetro apical (mm)	Lecturas SPAD
Agua	57.93 ab ^z	4.43 e	50.08 bcde
Agua+ FFMA	54.88 abcd	5.63 d	47.88 e
Sol. Steiner 25 %	51.18 d	5.71 cd	54.16 ab
Sol. Steiner 25 % + FFMA	51.28 cd	6.16 abcd	54.06 ab
Sol. Steiner 50 %	58.77 a	5.88 bcd	49.67 cde
Sol. Steiner 50 %+ FFMA	55.84 abc	6.22 abcd	52.04 abcde
Sol. Steiner 50 % + Aminofit Extra®	55.42 abcd	5.71 cd	49.38 de
Sol. Steiner 50 % + Aminofit Extra® + FFMA	56.88 ab	6.34 ab	53.41 abcd
Sol. 100 %	53.82 bcd	6.27 abc	55.10 a
Sol. 100 %+ FFMA	56.12 ab	6.64 a	55.71 a

^aMedias con igual letra dentro de columna no son diferentes entre sí según la prueba de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

^zMeans with the same letters are not significant according to Tukey's test at ($P \leq 0.05$)

tallos tan altos como los obtenidos con solución nutritiva al 50 %, pero los primeros fueron raquíuticos, menos rígidos y visiblemente curvados, lo que en vida de florero es una desventaja; por eso algunos floricultores, en la preparación de arreglos florales, acuden al anillamiento de la flor con un alambre, para que de esta forma no se incremente la curvatura del tallo.

Cuando se agregó Aminofit Extra® al 0.01% en el riego o se aplicó al follaje miel de abeja, disminuyó la longitud del tallo pero se incrementó el diámetro apical haciendo un tallo más fuerte, éstos cumplieron con la norma de calidad para comercialización que es una altura mayor a los 45 cm (Centro Internacional de Bulbos de Flor, 2004).

El suministro continuo de los minerales en cada riego permitió la dosificación de los nutrimentos y un mejor aprovechamiento por el cultivo, comprobado por las diferentes alturas y grosor de los tallos florales que se presentaron entre los tratamientos; De Hertog y Barrett (1998) comprobaron que en la producción forzada del tulipán, en especial del cv Golden Apeldoorn, una sola aplicación de NPK en dosis de 28-8.8-16.6 kg·ha⁻¹ incrementó la altura de la planta pero retrasó la floración, por lo que recomiendan que la aplicación del fertilizante sea dosificada a lo largo del desarrollo del cultivo. Lee y Suh (2005) demostraron cómo la altura del tulipán en esta misma variedad, está directamente relacionada con la cantidad de nitrógeno y potasio que se suministra, así como qué dosis altas de nitrógeno repercuten en la altura del tallo y los días a floración.

El diámetro apical se desarrolló en función de la nutrición suministrada a las plantas. A mayor concentración de la solución nutritiva y fertilización foliar, más grueso

tion supplied to the plants. The higher the concentration of nutritive solution and foliar fertilization, the thicker the apical diameter. The plants that were irrigated only with water were the thinnest; the single application of honey increased apical diameter by 27 %, over the control plants (water). These results demonstrate that the reserves existing in the bulb are not sufficient for the development of the plant, given that the application of foliar fertilizer favored the development of the floral stem. With the application of the Steiner solution at 100 % and the foliar fertilization with honey, stem thickness increased by 81 % with respect to the control plants (Table 2). Irrigation with organo-mineral solution (Steiner at 50 % + Aminofit®) and the foliar application of honey favored stem thickness by only 11 %.

Taller and thicker stems improved the quality of cut flowers, and increased resistance of the stem to placement. The same response applying foliar fertilization with honey was found by Betancourt *et al.* (2005) in flowers of *Lilium* cv. Stargazer. In tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) also increased stem thickness of the seedling with foliar applications of honey, thus favoring transplanting (Villegas *et al.*, 2001).

The SPAD readings which indirectly determine levels of nitrogen and chlorophyll should be considered in function of the cultivar under evaluation, the physiological age of the leaf where the reading is to be made, the position and the hour of evaluation (Cavins and Dole, 2002). It is important not to make comparisons of SPAD readings which are not of the same crop, given that the cultivar Golden Apeldoorn, due to its phenotypic characteristics, presents a grayish light green color in its leaves, in contrast to other cultivars of the same species that present a more intense green. The highest SPAD readings were obtained when the plants were irrigated with Steiner solution at 100 % without and with foliar application of honey (55.10 and 55.71); these treatments have the highest nitrogen levels (Table 3).

Nitrogen concentration is related with the differences in

fue el diámetro apical. Las plantas que se regaron sólo con agua, fueron las más delgadas; la sola aplicación de miel de abeja incrementó en 27 % el diámetro del tallo apical sobre las plantas testigo (agua). Estos resultados demuestran que las reservas que hay en el bulbo no son suficientes para el desarrollo de la planta, ya que aplicar el fertilizante foliar orgánico favoreció el desarrollo del tallo floral. Con la aplicación de la solución de Steiner al 100 % y la fertilización foliar con miel de abeja, se incrementó el grosor del tallo en 81 % en comparación con las plantas testigo (Cuadro 2). El riego con solución organomineral (Steiner a 50 % + Aminofit®) y aplicación foliar de miel de abeja favoreció sólo en 11 % el grosor del tallo.

Tallos más altos y gruesos favorecieron la calidad de la flor de corte, y se incrementó la resistencia del tallo al acame. La misma respuesta aplicando la fertilización foliar con miel de abeja, fue encontrada por Betancourt *et al.* (2005) en flores de *Lilium cv Stargazer*. En tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) también se incrementó el grosor del tallo de la plántula con aplicaciones foliares de miel de abeja, favoreciendo con ello el trasplante (Villegas *et al.*, 2001).

Las lecturas SPAD que de forma indirecta determinan niveles de nitrógeno y clorofila deben ser consideradas en función del cultivar en evaluación, la edad fisiológica de la hoja donde se va a hacer la lectura, la posición y la hora de evaluación (Cavins y Dole, 2002). Es importante no hacer comparaciones de lecturas SPAD que no sean del mismo cultivo, ya que el cultivar Golden Apeldoorn por sus características fenotípicas presenta un color verde claro grisáceo en sus hojas, a diferencia de otros cultivares de la misma especie que presentan verde más intenso. Las mayores lecturas SPAD se obtuvieron

the greenness of the leaves as a function of the treatments applied, and just as what was reported by Rodríguez *et al.* (1998), it was possible to measure the chlorophyll and correlate the units as a function of the nutrition of the plants. The combination of the foliar fertilization and the application of nutritive solution to the root permitted, as mentioned by Trejo-Téllez *et al.* (2007), the observation of the efficiency of the fertilization to the foliage when the total requirements are not supplied through the root.

In the nutrimental analysis, highly significant differences were found (Table 3); when the Steiner solution was applied at 100 % the nitrogen concentration increased by as much as 1.15 % with respect to the control, and when the same solution was combined with foliar fertilization, the increase was only 0.72 %. Artacho and Pinochet (2008) found nitrogen concentrations similar to those obtained in the present research, and confirm the importance of dosage of nitrogen throughout the cultivation. The highest concentrations of this mineral coincide with the highest values of SPAD readings, demonstrating once more how the nitrogen concentration level is associated with the mineral nutrition and physiological state of the plant (Rodríguez *et al.*, 1998).

The highest concentration of phosphorus appeared in the plants where the Steiner solution was applied at 100 % and FFMA (4571.4 mg·kg⁻¹). The orthogonal contrasts analysis shows significant statistical differences between the plants irrigated only with water and the foliar application of honey. There are no statistical differences in the concentration of magnesium. In the literature specific nutrimental levels for tulip are not reported. However, the values obtained in the present investigation are within the medium interval of bulbous flowers such as lilies and gladiolas (Mills and Benton-Jones, 1996).

Iron uptake was favored in all the treatments where the nutritive solution was applied (Table 3), and the orthogonal contrasts analysis (Table 4) shows that the concentration of nitrogen, phosphorus and magnesium is principal

CUADRO 3. Concentración de nitrógeno (N), fósforo (P), hierro (Fe) y magnesio (Mg) en plantas de tulipán cv. Golden Apeldoorn con nutrición organomineral.

TABLE 3. Concentration of nitrogen (N), phosphorus (P), iron (Fe) and magnesium (Mg) in tulip plants cv. Golden Apeldoorn with organomineral nutrition.

Tratamiento	N (%)	P (mg·kg ⁻¹)	Mg (mg·kg ⁻¹)	Fe (mg·kg ⁻¹)
Tratamiento de comparación (agua)	2.55 bc	3150.0 bc	2336.0 a	62.60 b
Agua + FFMA	3.07 ba	3002.2 c	2532.2 a	95.00 b
Solución Steiner 25 %	2.76 bc	3339.6 bc	2699.6 a	123.20 ba
Solución Steiner 25 % + FFMA	2.04 c	3108.6 bc	2584.4 a	69.60 b
Solución Steiner 50 %	2.41 bc	3578.4 bc	2758.6 a	125.60 ba
Solución Steiner 50 % + FFMA	2.65 bc	3238.4 bc	2690.0 a	68.40 b
Solución Steiner 50 % + Aminofit extra®	2.51 bc	3605.0 bc	2748.0 a	108.40 b
Solución Steiner 50 % Aminofit extra® + FFMA	2.77 bc	3398.8 bc	2702.8 a	120.80 ba
Solución Steiner 100 %	3.70 a	3993.8 ba	2653.0 a	253.80 a
Solución Steiner 100 % + FFMA	3.27 ba	4571.4 a	2626.4 a	114.80 b

² Medias con igual letra dentro de columna no son diferentes entre sí según la prueba de medidas de Tukey ($P \leq 0.05$)

³ Means with the same letters are not significant according to Tukey's test at ($P \leq 0.05$)

cuando las plantas fueron regadas con solución Steiner al 100 % sin y con aplicación foliar de miel de abeja (55.10 y 55.71); estos tratamientos tienen los niveles más altos de nitrógeno (Cuadro 3).

La concentración de nitrógeno se relaciona con las diferencias en el verdor de las hojas en función de los tratamientos aplicados, y, al igual que lo reportado por Rodríguez *et al.* (1998), fue posible medir la clorofila y correlacionar las unidades en función de la nutrición de las plantas. La combinación de la fertilización foliar y aplicación de solución nutritiva a la raíz permitió, como lo mencionan Trejo-Téllez *et al.* (2007), observar la eficiencia de la fertilización al follaje cuando vía radical no son suministrados los requerimientos en su totalidad.

En el análisis nutrimental se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas (Cuadro 3); cuando se aplicó la solución de Steiner al 100 % incrementó hasta 1.15 % la concentración de nitrógeno en relación al testigo, y cuando se combinó la misma solución con fertilización foliar el aumento fue únicamente de 0.72 %. Artacho y Pinochet (2008) encontraron concentraciones de nitrógeno similares a las obtenidas en la presente investigación, y confirman la importancia de la dosificación de nitrógeno a lo largo del cultivo. Las concentraciones más altas de este nutriente coinciden con los valores más altos de lecturas SPAD, comprobando una vez más cómo el nivel de concentración de nitrógeno se asocia con la nutrición mineral y el estado fisiológico de la planta (Rodríguez *et al.*, 1998).

La mayor concentración de fósforo se presentó en las plantas donde se aplicó solución Steiner al 100 % y FFMA (4571.4 mg·kg⁻¹). El análisis de contrastes ortogonales

lly a function of the foliar application of honey.

The nutrimental analysis that was made indicated the amount of minerals in the floral stems at the moment of harvest, which permitted the contrast of the established treatments, in the moment and phenological stage in which cutting was made; however, with the data obtained it is not possible to speak of levels of nutrimental sufficiency, because it would be necessary to have made various samplings of the crop during its development in the greenhouse. The increment in the concentration of each ion as a function of the applications of nutritive solution and foliar fertilization show that this crop demands more nutrients than those supplied by the reserves of the bulb.

In vase life the consumption of water per plant and day was directly proportional to the amount of nutrients that were supplied in the greenhouse during flower production. The treatment with application of the solution at 100 % and the foliar application of honey caused a higher consumption of water by the stem per day, than the control stems and those to which only water had been supplied along with honey to the foliage (Figure 1). The orthogonal analysis showed highly significant differences (Table 4) among the treatments with foliar fertilization, presenting an increase of 13 % in water uptake over those that were only fertilized with the substrate. As the concentration of nutritive solution increased, the differences in water uptake of the tulip stems was higher, with respect to the control (water) and the treatment of water with foliar fertilization.

Water consumption in the vase was proportional to the amount of nutrients supplied to the plants; as the concentration of nutritive solution and the supply of foliar fertilizer increased, water consumption of water by the stem in the vase increased. The cut stems from plants where the application of nutritive solution at 25 % and foliar application of honey were made, consumed an average of 8 ml of water per day, and in floral stems from plants where only nutritive solution was supplied in the greenhouse, water consump-

CUADRO 4. Análisis de contrastes ortogonales para la concentración de nitrógeno, fósforo, hierro y magnesio en plantas de tulipán cv. Golden Apeldoorn.

TABLE 4. Orthogonal contrasts analysis for the concentration of nitrogen, phosphorus, iron and magnesium in tulip plants cv. Golden Apeldoorn.

Tratamientos	N (%)	P (mg·kg ⁻¹)	Fe (mg·kg ⁻¹)	Mg (mg·kg ⁻¹)
Sin FFMA vs Con FFMA	0.0118 *	0.0012 *	0.2465	<.0001 *
Sol. 50 % + Aminofit® vs Sol. 50 %	0.0744	0.7451	0.7840	0.6902
Sol.25 % y Sol. 25 %+FFMA vs H ₂ O y H ₂ O + FFMA	0.9876	0.4721	0.4385	0.0010 *
Sol. 50 % y Sol. 50 % + FFMA vs H ₂ O y H ₂ O + FFMA	0.0010 *	0.7531	0.2756	0.0113 *
Sol. 50 % + Aminofit® y Sol. 50 % + Aminofit® + FFMA vs H ₂ O y H ₂ O + FFMA	0.0917	0.9915	0.1748	0.0297 *
Sol.100 % y Sol. 100 % + FFMA vs H ₂ O y H ₂ O + FFMA	0.0861	0.0011*	0.2600	0.4036

*: Significativo a una P≤0.05

*: Significant P≤0.05

muestra diferencias estadísticas significativas entre las plantas regadas sólo con agua y la aplicación foliar de miel de abeja. No hay diferencias estadísticas significativas en la concentración de magnesio. En la literatura no se reportan niveles nutrimentales específicos para tulipán; sin embargo, los valores obtenidos en la presente investigación se encuentran dentro del intervalo medio de flores bulbosas como lilis y gladiolas (Mills y Benton-Jones, 1996).

La absorción del hierro se favoreció en todos los tratamientos donde se aplicó solución nutritiva (Cuadro 3), y el análisis de contrastes ortogonales (Cuadro 4) muestra que la concentración de nitrógeno, fósforo y magnesio está principalmente en función de la aplicación foliar de miel de abeja.

El análisis nutrimental que se hizo indicó la cantidad de minerales que tenían los tallos florales al momento de la cosecha, lo cual permitió contrastar los tratamientos establecidos, en el momento y estado fenológico en que se hizo el corte; sin embargo, con los datos obtenidos no es posible hablar de niveles de suficiencia nutrimental, pues sería necesario haber hecho varios muestreos del cultivo durante el desarrollo en invernadero. El incremento en la concentración de cada ion en función de las aplicaciones de solución nutritiva y fertilización foliar, muestra que este cultivo demanda más nutrimentos que los suministrados por las reservas del bulbo.

En vida de florero el consumo de agua por planta y día fue directamente proporcional a la cantidad de nutrimentos que se suministraron en el invernadero durante la producción de la flor. El tratamiento con aplicación de la solución al 100 % y la aplicación foliar de miel de abeja hicieron que se

tion in the vase was 7.5 ml·day⁻¹ (Figure 1).

When the solution was used at 50 % and foliar fertilization was made, the water uptake by the plants was 9 ml·day⁻¹, and without foliar fertilization, 7 ml·day⁻¹, with an increase of 6.9 % in water uptake. However, when the solution was applied at 100 % with foliar fertilization and without water consumption, it was 11 ml·day⁻¹ and 9.9 ml·day⁻¹, which compared with the control represents an increase of 38 %. According to the observations made to the floral stems during the vase life, it is considered that the use of honey as foliar fertilizer increased the levels of carbohydrates in the plants, which favored water uptake, prolonging the turgor of the flowers, which helped the floral stems to be maintained for a longer period of time, thus delaying the senescence of the flowers (Figure 2).

Mayak *et al.* (2001) concluded that in the cut flowers there is a rise in soluble sugars, which helps to maintain stable the potential in the xylem and maintain the flowers with more vigor. The rise in carbohydrates is due to the osmotic pressure, which results in an increase in the turgor of the flowers. Due to the above, the importance of the carbohydrates supplied to the plant through the leaf is reflected in the quality of the floral stems and the vase life.

The duration of the flowers presented highly significant differences ($P \leq 0.01$). The plants to which in the greenhouse honey had been applied along with nutritive solution, surpassed by 18 % of days in the vase compared with those that did not receive foliar fertilization (Figure 2).

The effect of the application of honey on the foliage was observed by making a comparison of the plants that had foliar fertilization as the only source of nutrition, which lasted an average of 10 days, indicating an increase of 62 % over the plants that developed only with the reserves of the bulb (control), which presented a duration of six days in the vase. There are various investigations that relate the amount of carbohydrates to vase life. Marissen (2001) found in cut roses that a high level of sugars was necessary as a prerequisite for a long vase life, due to the fact that the sugars are used as a substrate for respiration for both the synthesis and the osmo-regulation, thus delaying senescence. Druege (2001) and Mayak *et al.* (2001) upon carrying out studies in postharvest of different ornamental species, found that reducing the amount of carbohydrates brings as a consequence a drop in the photosynthetic rate of the plants, having negative repercussions on the vase life. The stems from the plants where the Steiner solution was applied at 50 and 100 % with foliar fertilization and without it obtained an average vase life of 11 and 15 days, which represents an increment of 37 % and 69 % compared with the control (water) and the treatment of water plus foliar fertilization (Figure 2). These results are encouraging for the florists, because on the average the tulip flowers last six days, observing in this case that the nutrition in combination with the foliar fertilization with honey nearly doubles the life time of the floral stems. The flowers with greater thickness in stem and better vase life

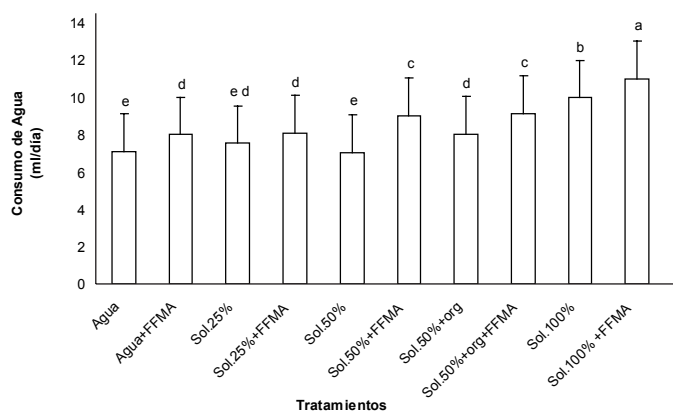


FIGURA 1. Consumo de agua por día de tallos de tulipán cv. Golden Apeldoorn en vida de florero. Medias con letras distintas entre sí según la prueba de medias de Tukey ($P \leq 0.05$)

FIGURE 1. Water consumption per day of tulip stems cv. Golden Apeldoorn in vase life.

consumiera mayor cantidad de agua por tallo por día, que los tallos testigo y aquéllos a los que sólo se les suministró agua más miel de abeja al follaje (Figura 1). El análisis ortogonal mostró diferencias altamente significativas (Cuadro 4) entre los tratamientos con fertilización foliar, presentando un aumento del 13 % en la absorción de agua sobre aquéllos que se fertilizaron únicamente al sustrato. Conforme fue aumentando la concentración de la solución nutritiva, las diferencias en absorción de agua por parte de los tallos de tulipán fue mayor, en comparación con el testigo (agua) y el tratamiento de agua con fertilización foliar.

El consumo de agua en el florero fue proporcional a la cantidad de nutrientes suministrados a las plantas; conforme aumentó la concentración de la solución nutritiva y el suministro de fertilizante foliar, el consumo de agua por tallo en el florero se incrementó. Los tallos cortados provenientes de plantas donde se hizo la aplicación de solución nutritiva al 25 % y aplicación foliar de miel de abeja, consumieron en promedio 8 ml de agua por día, y en tallos florales provenientes de plantas donde sólo se suministró la solución nutritiva en el invernadero, el consumo de agua en florero fue de 7.5 ml·día⁻¹ (Figura 1).

Cuando se utilizó la solución al 50 % y se hizo fertilización foliar la absorción de agua por las plantas fue de 9 ml·día⁻¹ y sin fertilización foliar fue 7 ml·día⁻¹, con un aumento en la absorción de agua de 6.9 %. Sin embargo, cuando la solución se aplicó al 100 % con fertilización foliar y sin el consumo de agua fue de 11 ml·día⁻¹ y 9.9 ml·día⁻¹, lo que en comparación con el testigo representa un aumento de un 38 %. De acuerdo con las observaciones hechas a los tallos florales durante la vida de florero, se considera que el uso de miel de abeja como fertilizante foliar incrementó los niveles de

representar an option in this crop with possibilities of competing in the present day market, given that the stems obtained were of the highest quality (+45 cm).

CONCLUSIONS

The nutrimental reserves of the bulbs are not sufficient for guaranteeing the quality of the floral stems.

The application to the root of the Steiner solution at 100 % favored the development of the crop, and the foliar fertilization with honey as complement increased the quality of the floral stems.

The use of Aminofit® did not notably improve the quality of the floral stems.

Water consumption in the vase was directly proportional to the amount of nutrients supplied to the crop during its development.

The quality of the floral stems at cutting and their vase life are closely related to the use of mineral fertilizers applied to the root and the foliar application of honey during the development of the plant in the greenhouse.

End of English Version

carbohidratos en las plantas, lo que favoreció la absorción de agua prolongando la turgencia de las flores, cual a su vez lo ayudó a que los tallos florales se mantuvieran por más tiempo retrasando la senescencia de las flores (Figura 2).

Mayak *et al.* (2001) concluyeron que en las flores de corte existe un ascenso de azúcares solubles, que ayuda a mantener estable el potencial en el xilema y mantiene las flores con más vigor. El ascenso de los carbohidratos se debe a la presión osmótica, lo que da como resultado un aumento en la turgencia de las flores. Debido a lo anterior, la importancia de los carbohidratos aportados a la planta vía foliar se refleja en la calidad de los tallos florales y la vida de florero.

La duración de las flores presentó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$). Las plantas a las que en invernadero se les aplicó miel de abeja además de solución nutritiva, superaron en un 18 % la duración de días en florero en comparación con las que no contaron con fertilización foliar (Figura 2).

El efecto de la aplicación de miel de abeja sobre el follaje se observó al hacer una comparación de las plantas que contaron con fertilización foliar como única fuente de nutrición, las cuales duraron en promedio 10 días, lo que indicó un aumento del 62 % sobre las plantas que únicamente desarrollaron con las reservas del bulbo

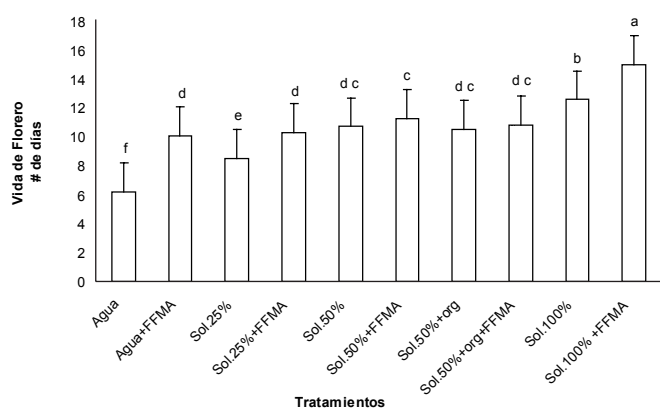


FIGURA 2. Días de vida de tallos florales de tulipán cv Golden Apeldoorn en florero.

FIGURE 2. Days of life of tulip floral stems cv Golden Apeldoorn in vase.

(testigo), presentando éstas una duración de seis días en florero. Existen varias investigaciones que relacionan la cantidad de carbohidratos con la vida de florero. Marissen (2001) encontró en rosas de corte que era necesario un nivel alto de azúcares como requisito previo para una vida larga de florero, debido a que los azúcares se utilizan como sustrato para la respiración tanto como para la síntesis y la osmorregulación, retrasando así la senescencia. Druege (2001) y Mayak *et al.* (2001), al realizar estudios en poscosecha de diferentes especies ornamentales, encontraron que disminuir la cantidad de carbohidratos trae como consecuencia una baja en la tasa fotosintética de las plantas, lo que repercute de forma negativa en la vida de florero. Los tallos provenientes de las plantas donde se aplicó la solución Steiner al 50 y 100 % con fertilización foliar y sin ella obtuvieron una vida de florero promedio de 11 y 15 días, lo que representa un incremento del 37 % y 69 % en comparación con el testigo (agua) y el tratamiento de agua más fertilización foliar (Figura 2). Estos resultados son alentadores para los floristas, ya que en promedio las flores de tulipán duran seis días, observando en este caso que la nutrición en combinación con la fertilización foliar con miel de abeja casi duplica el tiempo de vida de los tallos florales. Las flores con un mayor grosor en tallo y mejor vida de florero representan una opción en este cultivo con posibilidades de competir en el mercado actual, ya que los tallos obtenidos fueron de primera calidad (+45 cm).

CONCLUSIONES

Las reservas nutrimentales con las que cuentan los bulbos, no son suficientes para garantizar la calidad de los tallos florales.

La aplicación a la raíz de la solución Steiner al 100 % favoreció el desarrollo del cultivo, y la fertilización foliar con miel de abeja como complemento incrementó la calidad de los tallos florales.

El uso de Aminofit® no favoreció notablemente la calidad de los tallos florales.

El consumo de agua en florero fue directamente proporcional a la cantidad de nutrientes suministrados al cultivo durante su desarrollo.

La calidad de los tallos florales al corte y su vida en florero, están estrechamente relacionadas con el uso de los fertilizantes minerales a la raíz y la aplicación foliar de miel de abeja durante el desarrollo de la planta en el invernadero.

LITERATURA CITADA

- ARTACHO, V.; PINOCHET, D. T. 2008. Producción de materia seca y absorción de nitrógeno del cultivo del tulipán (*Tulipa gesneriana* L.). *Agrociencia* 42: 37-45.
- BAÑON, A. S.; GONZÁLEZ, A. J.; FERNÁNDEZ, A.; CIFUENTES, D. 1993. *Gerbera, Lilium, Tulipán y Rosa*. Mundi-Prensa, Barcelona España. 250 p.
- BETANCOURT O., M.; RODRÍGUEZ M., M. N.; SANDOVAL V., M.; GAYTÁN A., E. A. 2005. Fertilización foliar, una herramienta en el desarrollo del cultivo de *Lilium* cv Stargazer. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 11(2): 371-378.
- BOSCHI, C. L.; BENEDETTO, A. H.; GARCÍA, A.; FERNÁNDEZ, H. 1994. [Relationship between postharvest bacterial concentrations and commercial quality of cut rose flowers. *Horticultura Argentina* 13(33): 27-31.
- BUSCHMAN, J. C. M. 2005. Globalisation-Flower-Flowerbulbs-Bulbsflowers. *Acta Horticulturae* 673: 27-33.
- CAVINS, J. T.; DOLE, J. M. 2002. Precooling, Planting Depth, and Shade Affect Cut Flower Quality and Perennialization of Field-grown Spring Bulbs. *HortScience* 37(1): 79-83.
- CENTRO INTERNACIONAL DE BULBOS DE FLOR. 2004. Manual para la elección de variedades bulbosas de flor. 74 p.
- DE HERTOUGH, A.; BARRETT J., A. 1998. Fertilization of special pre-cooled (5 °C) tulips for cut flower forcing. *Scientia Horticulturae* 9: 167-174.
- DRUEGE, U. 2001. Postharvest responses of different ornamental products to preharvest nitrogen supply: role of carbohydrates, photosynthesis and plant hormones. *Acta Horticulturae* 543: 97-105.
- GÓMEZ C. R.; RODRÍGUEZ M., M. N.; CÁRDENAS S., E.; SANDOVAL V., M. 2006. Fertilización foliar con silicio como alternativa contra la marchitez causada por *Fusarium oxysporum* (Sheld) en tomate de cáscara. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 12: 69-76.
- JOSEPH L., D.; RODRÍGUEZ M., M. N.; SÁNCHEZ G., P.; MORA, A.; CÁRDENAS S., E. 2002. Foliar Fertilization of mango (cv Haden) for the control of malformation. *Acta Horticulturae* 594: 667-674.
- KOLOTA, E.; OSINSKA, M. 2001. Efficiency of foliar nutrition of field vegetables grown at different nitrogen rates. *Acta Horticulturae* 563: 87-91.
- LEE K. O.; SUH J. K. 2005. Effects of Nutrient Solution Composition and Plant Growth Retardants on Growth and Flowering in Hydroponics of Cut Tulip. *Acta Horticulturae* 673: 519-523.
- MARISSSEN, N. 2001. Effects of pre-harvest light intensity and temperature on carbohydrate levels and vase life of cut roses. *Acta Horticulturae* 543: 331-337.
- MAYAK, S.; MEÍR, S.; SADE-BEN, H. 2001. The effect of transient water stress on sugar metabolism and development of cut flowers. *Acta Horticulturae* 543: 191-197.
- MILLS, A. H.; BENTON JONES, J. JR. 1996. *Plant Analysis Handbook II*. Micromacro Publishing, Inc. 422 p.
- NARD, M. E.; BIOT, M.; LE-NARD, M.; LILIE, K. H.; KIPRISAND, H.; HAIVEYA, H. 1997. Measurement of variation of tulip in

different conditions. *Acta Horticulturae* 43: 837-841.

RODRÍGUEZ M., M. N.; ALCÁNTAR G., G.; AGUILAR S., A.; ETCHEVERS B., J. D.; SANTIZO R., J. A. 1998. Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. *Terra Latinoamericana* 16(2): 135-141.

STATICAL ANALYSIS SYSTEM. S.A.S. 1999. S.A.S. User's guide: statistics (versión 8) S.A.S. Inst. Inc, Carry, N.C.

SEPÚLVEDA G., J. M. 1993. *Apicultura*. Ed. Aedos. Barcelona, España. 414 p.

STEINER, A. A 1984. The universal nutrient solution. P 633-690

In: ISOSC Proceedings. Sixth International Congress on soilless culture. Lunteren Wageningen the Netherlands. pp. 633-650.

TREJO -TÉLLEZ, L. I.; RODRÍGUEZ M., M. N.; ALCÁNTAR G. G. 2007. Fertilización foliar. *In*: Nutrición de Cultivos. ALCÁNTAR G. G.; TREJO-TÉLLEZ L. (eds.) pp. 325-363.

VILLEGAS G. O.; RODRÍGUEZ M. M. N.; TREJO T. L. I.; ALCÁNTAR G. G. 2001. Potencial de la miel de abeja en la nutrición de las plántulas de tomate. *Terra Latinoamericana* 19: 97-102.

VIDALE, H. 2001. Ed. Mundi-Prensa. Producción de Flores y Plantas Ornamentales. 3ª. Ed. 310 p.