

## Dinámica de producción de flores de cultivares de Gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus): relación con tasas fotosintéticas

Dynamics of flowers yield of Gerbera cultivars (*Gerbera jamesonii* H. Bolus): relationship with photosynthetic rates

R.E. Jaimez, O. Araque, W. Espinoza y C.J. Azocar

Universidad de Los Andes, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Laboratorio de Ecofisiología de Cultivos. Mérida, Venezuela.

### Resumen

La dinámica de producción de flores de Gerbera en regiones tropicales es poco conocida. El hecho de tener temperaturas y número de horas de radiación relativamente constantes durante todo el año en el trópico, planteó la hipótesis que la producción mensual de flores debe ser similar y las diferencias en los rendimientos entre cultivares están relacionadas a las tasas de fotosíntesis ( $A$ ). Para verificar esta hipótesis, se estableció un ensayo con un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, donde se registró la producción semanal de flores de ocho cultivares durante los primeros dos años del cultivo bajo condiciones de invernadero a una altitud de 1936 m. Se realizaron mediciones de  $A$ , transpiración ( $E$ ) y conductancia estomática ( $g_s$ ) en varios momentos del ciclo del cultivo y se determinaron las concentraciones de N foliar a los 17 meses. El patrón de producción de flores fue en constante aumento en el primer año hasta estabilizarse en el segundo a valores mensuales entre 2,5 a 3 flores.planta<sup>-1</sup>. No hubo una relación entre el número de flores producidas con las tasas de  $A$ . A pesar de encontrarse diferencias significativas en los rendimientos de flores entre cultivares, la producción acumulada de flores en los cultivares en los primeros 24 meses se puede expresar con una expresión matemática que podría usarse como guía para establecer programas de rendimientos y poder evaluar en el tiempo el éxito de cualquier plantación en altitudes cercanas a los 1600 msnm.

**Palabras clave:** invernaderos, nitrógeno, región andina, Gerbera.

## Abstract

The information about the dynamics of Gerbera flower production in tropical regions is scarce. Having temperatures and number radiation hours relatively constant during the year in the tropics, raises the hypothesis that the monthly production of flowers should be similar and differences of flowers yield between cultivars could be due to assimilation of CO<sub>2</sub> ( $A$ ). To verify this hypothesis a block randomly design with three replicates was established. Weekly production of flowers of eight cultivars during the first two years of cultivation under greenhouse conditions at an altitude of 1936 m was recorded. Measurements of  $A$ , transpiration ( $E$ ) and leaf conductance ( $g_s$ ) at various times of the crop were carried out and concentrations of N leaf were determined at 17 month after transplant. The pattern of flower production was in constant increase in the first year to stabilize in the second year between 2.5-3 flowers.plant<sup>-1</sup> monthly. There was no relationship between the number of flowers produced with  $A$  rates or the content of N-leaf of cultivars. Besides to find significantly flowers yields between cultivars the accumulated production of the number of flowers during the first 24 months follows a linear trend, which allows to have a general mathematical expression that could be used as a guide for follow programs of yields and evaluate the success of any development of this crop in altitudes above 1600 m.

**Key words:** greenhouses, gases exchange, flower yields.

## Introducción

En Venezuela la producción de Gerbera (*Gerbera jamesonii*) bajo condiciones de invernadero, es reciente y no existen reportes de los rendimientos nacionales. En la región Andina y Central (eje centro occidental) del país, está concentrada la mayor cantidad de productores dedicados a este rubro. Dependiendo de la región se han adoptado diferentes paquetes tecnológicos de manejo que incluyen variaciones en el tipo de sustrato, tamaño y tipo de contenedor e intensidades de radiación que es modificada con la colocación de mallas que absorben la luz en diferentes porcentajes.

El hecho de estar en una región tropical donde los cambios de temperatura promedio no sobrepasan los 4°C mensual y las radiaciones son relati-

## Introduction

In Venezuela, the production of Gerbera (*Gerbera jamesonii*) under threshold condition is very recent, and there are not reports of the national yields. In the Andean and Central regions (Occident) of the country, is concentrated the highest quantity of producers committed to the production of this flower. Depending on the region, different handling technological software packages have been used, which include the variations in the type of substrate, size and type of containers and intensities of radiations, which is modified with the use of the positioning of meshes that absorb the light in different percentages.

In a tropical region, where the average temperature changes do not exceed 4°C monthly, the radiations are

vamente constantes durante todo el año, sugiere predecir que la producción de Gerbera debiera ser constante y no estar sometida a las fluctuaciones que se registran en países no tropicales. Debido a los cambios estacionales de temperatura, intensidad y número de horas de radiación en países templados, en períodos de bajas temperatura, menor cantidad de horas luz y radiación y uso de sistemas de calefacción (Issa *et al.*, 2001) para contrarrestar tal microclima, las tasas de fotosíntesis son menores (Paradiso *et al.*, 2003) y también ocurren disminuciones en la producción (Mercurio, 2002; Cristiano *et al.*, 2007). Las características del clima tropical permiten que en cultivos como las flores se obtengan altos rendimientos durante todo el año, como ocurre en las sabanas de Bogotá (McQuaid, 2011).

La información referente a la dinámica en la producción mensual de flores de Gerbera en condiciones tropicales no ha sido reportada (Soroa, 2005) y tampoco se conocen diferencias entre cultivares. Más aún, bajo estas condiciones, no se han evaluado diferencias en las concentraciones foliares de nitrógeno (N) y tasas promedios de fotosíntesis (A) que pudieran existir entre cultivares y como ello afecta los rendimientos en la producción de flores.

Se partió de la hipótesis de que la producción de flores de Gerbera en condiciones tropicales, debería tener pocas fluctuaciones y las mismas serían debido a características propias de cada cultivar. Así mismo, se planteó que las tendencias en la dinámica de cambios en la producción de flores debería ser similar entre cultivares y lo que variaría sería el número de flo-

relatively constant during the year, which suggest predicting that the Gerbera production should be constant and, should not be submitted to fluctuations registered in non tropical countries, due to the seasonal changes of temperature, intensity and number of radiation leaves in temperate countries, in periods with low temperatures, less quantity of light hours and radiation, and use of heating systems (Issa *et al.*, 2001) to counter the micro-weather, the photosynthesis rates are lower (Paradiso *et al.*, 2003), and reduction in the production is evidenced (Mercurio, 2002; Critiano *et al.*, 2007). The characteristics of the tropical weather allow that in crops, such as the flowers, could be obtained high yields during the year, as occurred in the savannahs of Bogota (McQuaid, 2011).

The information referent to the dynamic during the monthly production of Gerbera flowers in tropical conditions has not been reported yet (Soroa, 2005), nevertheless, the differences among cultivars are known. Under these conditions, none differences have been evaluated in the foliar concentrations of the nitrogen (N) and the average rates of photosynthesis (A) that might exist among the cultivars, thus, affecting the yields in the production of flowers.

On this research was assumed the hypothesis that the production of Gerbera flowers in tropical conditions might have few fluctuations, and these, may be due to the own characteristics of the cultivar. Likewise, it was posed that the tendencies in the changes dynamic in the production of the flowers, are si-

res. La investigación tuvo como objetivo evaluar la dinámica de producción de cultivares de Gerbera en condiciones de invernadero durante los dos primeros años y su relación con las tasas de A y concentración de nitrógeno (N) foliar.

## Materiales y métodos

### Estructura del invernadero y condiciones ambientales

El experimento se llevo a cabo en un invernadero ubicado en la estación Santa Rosa, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Universidad de Los Andes, a una altitud de 1936 msnm (08° 37' LN, 71° 09' LO). El invernadero fué tipo túnel semi-elíptico con apertura cenital de 70 cm a lo largo de toda la cumbrera en semi arco. Construido con tubos galvanizados, con dimensiones de: 9 m de ancho por 18 m de largo, con paredes laterales de 4 m de alto y altura máxima de cumbrera de 6 m. El material de la cubierta de una película de polietileno de baja densidad (PEBD), con espesor de 200 micras. Las paredes laterales con ventanas con malla fija a prueba de insectos de color blanco tipo rafia 30% y en la parte exterior polietileno enrollable de las mismas características que el colocado en el techo. La ventilación natural fue controlada mediante el polietileno enrollable en las ventanas laterales. En el interior del invernadero con el objetivo de dar más sombra se colocó malla de sombreo móvil a la altura de 4 m de color blanco tipo rafia (30% de disminución de radiación). Datos de la variabilidad del microclima dentro del invernadero fueron medidos con sensores Marca HOB0 conectados a una micro-estación que registraba los

milar among cultivars, which would vary the number of flower. The objective of this research was to evaluate the production dynamic of Gerbera cultivars in threshold conditions, during the first two years, and their relation to the rates of A and the foliar nitrogen concentration (N).

## Materials and methods

### Greenhouse structure and environmental conditions

The experiment was carried out in a greenhouse located in Santa Rosa station, Agriculture Research Center, Universidad de los Andes, at an altitude of 1936 masl (08°37' LN, 71°09' LO). The greenhouse was semi-elliptic type, with an overhead aperture of 70 cm of length in the ridge in semi-arc; constructed with galvanized tubes, with dimensions: 9 m of width x 18 m of length, with lateral walls of 4 m of height and a maximum ridge height of 6 m. The material of the cover consisted on a polyethylene-low-density film (PEBD), with 200-micron thickness. The lateral walls were prepared with a white insect test fixed mash, raffia type 30%, and its exterior covered with rolled polyethylene, with the same characteristics than the one placed in the roof. The natural ventilation was controlled using rolled polyethylene in the lateral windows. With the objective of providing shadowing, mobile shadowing white mesh, raffia type (30% reduction of radiation) was used at the interior of the greenhouse, at a height of 4 m. Data of the micro-weather variability inside the greenhouse were measured with sensors of the brand HOB0,

datos cada 15 minutos. La densidad de flujo de fotones fotosintéticos (DFP) y temperaturas máximas promedios alcanzadas fueron de  $1100 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  y  $24^\circ\text{C}$ , respectivamente. Las temperaturas mínimas promedios registradas estuvieron entre  $11,5 - 12,5^\circ\text{C}$ . La humedad relativa (HR) mínima disminuyó entre 42 y 47% y en horas nocturnas alcanzaron valores superiores al 90%. Las concentraciones de  $\text{CO}_2$  medidos con un sensor tipo Telaire (modelo 7001, marca HOBO) variaron entre 340 a 350 ppm y se obtuvieron entre las 13:00 y 15:00 horas, mientras las máximas variaron entre 410 a 430 ppm entre las 20:00 y 06:00 horas.

### **Material vegetal, manejo y condiciones del cultivo**

Las plántulas de los cultivares de Gerbera fueron trasplantadas a bolsas plásticas de color blanco con una altura de 30 cm, que contenían un sustrato compuesto en partes iguales por arena y compost de caballerías (30% cascarilla de arroz y 70% estiércol de caballo, previamente desinfectado). Estas bolsas fueron colocadas a doble hilera con una separación de 20 cm entre plantas sobre canales metálicas, cuya función fue captar el agua de escorrentía después de cada riego y conducir las hasta el final del invernadero donde fueron recolectadas hacia la parte exterior. Los pasillos de caminería que separaron las hileras doble de plántulas tenían 60 cm. Se colocaron 12 plantas. $\text{m}^{-2}$  y se usó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Cada parcela experimental costó de 36 plantas para un total de 108 plantas por cultivar.

Durante las primeras dos semanas a cada planta se le suministró 750

connected to a micro-station which registered the data every 15 minutes. The flow density of the photosynthetic photons (DFP) and the average maximum temperatures reached were of  $1100 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  and  $24^\circ\text{C}$ , respectively. The average minimum temperatures registered were from 11.5 to  $12.5^\circ\text{C}$ . The minimum relative humidity (HR) reduced from 42 to 47%, and during the night reached values superior to 90%. The  $\text{CO}_2$  concentrations, measured with a sensor, Telaire type (model 7001, HOBO brand) varied from 340 to 350 ppm, and were obtained from 13:00 to 15:00 hours, while, the maximum varied from 410 to 430 ppm from 20:00 to 06:00 hours.

### **Vegetal material, handle and crop conditions**

Seedlings from Gerbera cultivars were transplanted to white plastic bags at a height of 30 cm, which had a substrate compounded in equal parts with sand and cavalry compost (30% rice husk, and 70% of horse manure, previously disinfected). These bags were put on double lines, with a separation of 20 cm between plants on metallic channels, which purpose was to catch the runoff water after each irrigation, and conduct them to the end of the greenhouse, where were taken to the exterior. The walking aisles that divided the double lines of seedlings had 60 cm. 12 plants. $\text{m}^{-2}$  and a completely randomized design were used with three replications. Each experimental plot had 36 plants, for a total of 108 plants per cultivar.

During the first two weeks, 750  $\text{mm}.\text{day}^{-1}$  was supplied to each plant using a dropping system distributed

mm.día<sup>-1</sup> a través de un sistema de goteo distribuido en 4 riegos por día. Posteriormente, se le disminuyó la cantidad (entre 350 a 550 mm) distribuidos en 3 o 4 riegos al día. Las variaciones en el contenido de agua en el sustrato medidas con un tensiómetros oscilaron entre 8 y 12 centibares (promedio de seis tensiómetros). Así mismo, se realizaron fertilizaciones inter-diarias en el riego aplicando formulaciones comerciales solubles completas de la siguiente manera: durante los primeros 15 días se aplicó 0,25 g por planta de 13-40-13, luego entre los 16-80 días cada planta recibió 0,25 g de triple 18 y posteriormente se fertilizaron con 0,25 g de 15-5-30, 0,25 g de sulfato de amonio y 0,25 g de nitrato de calcio. Todas las formulas completas tuvieron iguales porcentaje de micro nutrientes (0,05 Mn, 0,02 Zn, 0,01B, 0,02 Cu y 0,001 Mo).

Los cultivares estudiados fueron: Dune y Entourage (anaranjados), Pink Fantasy (rosado), Picobello (fusia), Ruby red (rojo), Amulet y Cirilo (amarillos) y Kilimanjaro (blanco) (Florist De Kwakel). A los 210 días después del trasplante (ddt) todos los cultivares tenían entre 18 y 21 hojas. Este número de hojas se mantuvo durante todo el ensayo eliminándose las hojas bajas ayudando a prevenir alta humedad cerca de la superficie del suelo y reducir incidencia de enfermedades.

### **Número de flores, conductancia estomática, fotosíntesis, transpiración y contenido total de N en hojas**

Se realizaron conteos semanales de las flores cosechadas de todas las plantas de cada parcela durante los dos primeros años del cultivo a partir del cuarto mes. Se midieron las tasas de

en 4 irrigations per day. Later, the quantity reduced (from 350 to 550 mm) distributed in 3 to 4 irrigations per day. The variations in the content of water in the substrate measured with monitors oscillated from 8 and 12 centibars (average of six monitors). Likewise, inter-daily fertilizations were done, applying complete soluble commercial formulas as following: during the first 15 days was added 0.25 g per plant of 13-40-13, later, each plant received 0.25 g of the triple 18 from days 16-80, subsequently, were fertilized with 0.25 g of 15-5-30, 0.25 g of ammonium sulphate and 0.25 g of calcium nitrate. All the complete formulas had equal percentage of micro nutrients (0.05 Mn, 0.02 Zn, 0.01B, 0.02 Cu and 0.001 Mo).

The cultivars were: Dune and Entourage (orange), Pink Fantasy (pink), Picobello (fusia), Ruby red (red), Amulet and Cirilo (yellow) and Kilimanjaro (White) (Florist de Kwakel). 210 days after the transplant (ddt) all the cultivars had from 18 to 21 leaves. This number of leaves kept during the entire essay, eliminating the flag leaves, thus, preventing the high humidity near the soil surface and reducing the incidence of diseases.

### **Number of flowers, stomatal conductance, photosynthesis, transpiration and total content of N in the leaves**

Weekly counts of harvested flowers were done in all the plants from each plot during the first two years of the crop after the fourth month. The rates of A, transpiration (E) and stomatal conductance (g.) were measures at 160, 250 and 450 ddt, from 10 to 11:00 hours, with an operated

A, transpiración (E), y conductancia estomática ( $g_s$ ) a los 160, 250 y 450 ddt entre las 10 y 11:00 horas con un equipo de intercambio de gases, portátil, operado en modo abierto, (LCA 4 ADC LTD., Hoddesdon, Reino Unido). La DFF fue medida con un sensor cuántico colocado en la parte superior de la cámara de medición. En las horas de medición los DFF variaron entre 750 y 900  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Se tomaron mediciones de tres plantas de cada cultivar por bloque para un total de nueve mediciones por cultivar.

Se tomaron muestras de hojas maduras y no dañadas de cada uno de los cultivares en cada bloque ( $n=3$ ) a los 17 meses después del trasplante. Luego se secaron a  $70^\circ\text{C}$ , se molieron y pasaron por un tamiz de 0,01 cm, posteriormente se homogeneizaron y se tomaron 100 mg de muestra seca para la determinación de N por el método de Kjeldahl modificado, donde se realizó una digestión sulfúrica, con sales y catalizadores (Malavolta *et al.*, 1989). Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza y prueba de Duncan con un nivel de significancia ( $P \leq 0,05$ ).

## Resultados y discusión

Hasta donde se conoce este sería el primer reporte con rigurosidad estadística de producción de Gerbera para los Andes Venezolanos. Para la altura en la cual se realizó el experimento, la cosecha de flores comenzó a los 97 ddt y en el primer mes de producción, el número total de flores. $\text{m}^2$  fue de 12,9; siendo el promedio para el primer año de 13 flores. $\text{m}^2.\text{mes}^{-1}$ , con máximos de 18 y mínimos de 7,4

portable gases interchange device (LCA 4 ADC LTD., Hoddesdon, United Kingdom). DFF was measured with a quantum sensor located on the superior part of the measure chamber. On the measurement leaves, the DFF varied from 750 to 900  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . Three plants from each cultivar were measured, for a total of nine measures per cultivar.

Samples from ripped and undamaged leaves were selected 17 months after the transplant, from each of the cultivars on each plot ( $n=3$ ). Later, leaves were dried at  $70^\circ\text{C}$ , milled and sifted if a 0.01 cm sieve, subsequently were homogenized, 100 mg of the dry sample were chosen for determining N by the modified Kjeldahl method, where a sulfuric digestion with salts and catalysts was done (Malavolta *et al.*, 1989). The results were analyzed using a variance analysis and Duncan test, with a significance level of  $P \leq 0.05$

## Results and discussion

The current research is the first accurate statistical production report carried out in Gerbera, for the Venezuelan Andean region, as far as known. Regarding the height, where the experiment was conducted, the harvest of flowers started 97 dds after, and in the first month of production. The total number of flowers. $\text{m}^2$  was 12.9; being the average for the first year of 13 flowers. $\text{m}^2.\text{month}^{-1}$ , with a maximum of 18 and minimum of 7.4 flowers. $\text{m}^2.\text{mes}^{-1}$  (figure 1). After the thirteenth month, the number of flowers started to increase until obtaining an average stabilization of

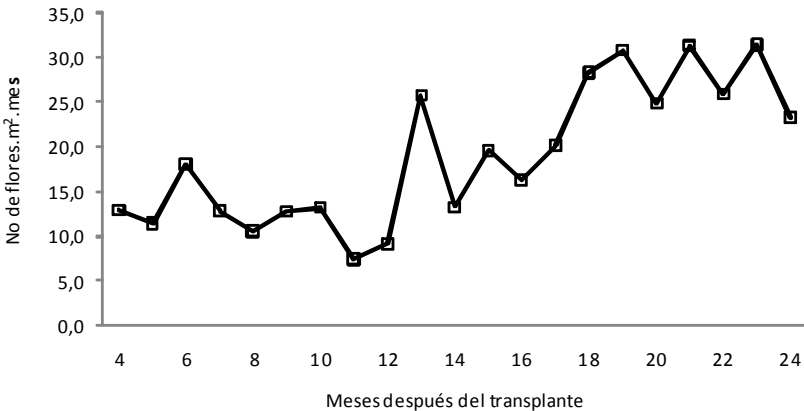


flores.m<sup>-2</sup>.mes<sup>-1</sup> (figura 1). A partir del décimo tercer mes, comenzó a incrementarse el número de flores hasta llegar a una estabilización promedio de 29 flores.m<sup>-2</sup>.mes<sup>-1</sup>. El promedio del segundo año fue de 25 flores.m<sup>-2</sup>.mes<sup>-1</sup>, es decir, el doble del primer año. Este rendimiento estuvo dentro de los promedios obtenidos en invernaderos en regiones europeas (Savvas *et al.*, 2003). Pese a las bajas temperaturas nocturnas en la zona, las flores mantuvieron su calidad y diámetro en los dos años evaluados.

Cabe destacar que entre los meses 15 y 16 hubo un ataque de trips (*Frankliniella occidentalis*) que provocó una pérdida de aproximadamente 600 flores (20%), debido a decoloraciones y necrosis en los pétalos. Pérdidas de flores ocasionadas por trips en Gerbera también han sido reportados por Castresana *et al.* (2008)

29 flowers.m<sup>-2</sup>.month<sup>-1</sup>. The average of the second month was of 25 flowers.m<sup>-2</sup>.month<sup>-1</sup>, the double of the first year. The yield was on the average from the ones obtained in European regions (Savvas *et al.*, 2003). In spite of the low night temperatures in the area, the flowers kept their quality and diameter within the two years of evaluation.

Within months 15 and 16, there was an attack of trips (*Frankliniella occidentalis*) that provoked a loss of approximately 600 flowers (20%), due to the discoloring and necrosis of the petals. Castresana *et al.* (2008) in Chile, have also reported losses of flowers caused by trips in Gerbera. This attack experience forces the producers to establish preventive control plans for this pest. Also, are very important the conduction of essays that allow formulating the combination of



**Figura 1. Producción mensual de flores de Gerbera por metro cuadrado durante los dos primeros años a 1936 msnm en condiciones de invernadero.**

**Figure 1. Monthly production of Gerbera flowers by squared-meter during the first years at 1936 masl, in greenhouse conditions.**



en Chile. Esta experiencia de ataque obliga a los productores a establecer planes de control preventivos para esta plaga. Ensayos que permitan formular combinaciones de productos alternos para evitar resistencias son imprescindibles debido al aumento en área de invernadero que se están dedicando a la producción de este rubro, en especial en las zonas andinas venezolanas.

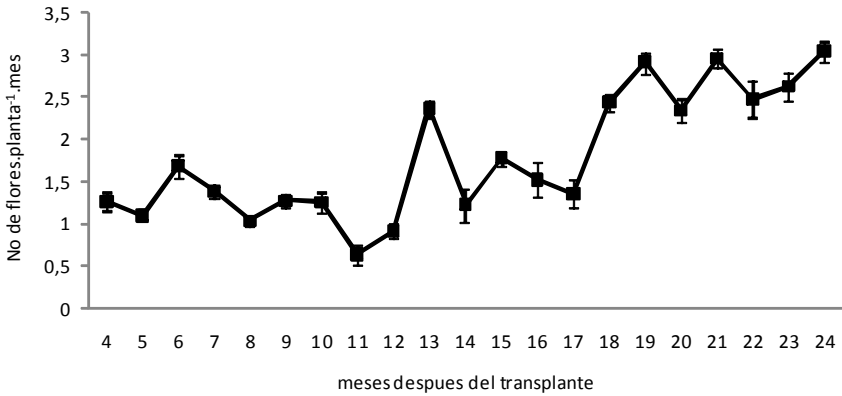
La tendencia del aumento progresivo en el número de flores cosechadas hasta llegar a una estabilización a partir de los 15 meses también ha sido obtenida en la región de Bailadores (Mérida, Venezuela) con otros cultivares (Comunicación personal, Fredy Arellano, datos no mostrados) con un manejo, sustrato y fertilización diferente. Pareciera en las condiciones evaluadas cercanas a los 1600 msnm que el patrón de producción va constantemente aumentando en el primer año hasta estabilizarse en el segundo año. En promedio, el número de flores cosechadas por mes en el segundo año fue al menos entre 30 a 50% mayor que el del primer año para los cultivares evaluados. De igual manera sucedió con el número de flores.planta<sup>-1</sup>.mes<sup>-1</sup>, donde en el primer año se obtuvo un promedio de 1,2 flores.planta<sup>-1</sup>.mes<sup>-1</sup> y en el segundo aumentó a 2,6. Para los últimos 6 meses el número de flores osciló entre 2,5 y 3,1 flores.planta<sup>-1</sup>.mes<sup>-1</sup> (figura 2) con lo cual se logró alcanzar una producción de 292 flores.m<sup>2</sup> para el segundo año, mientras que para el primer año el rendimiento fue de 108 flores.m<sup>2</sup>. Pese a algunas diferencias significativa entre cultivares se logró una estabilidad promedio de 2,8 flores.planta<sup>-1</sup>.mes<sup>-1</sup> a partir de los 13

alternative products to avoid resistance, due to the increment in the greenhouse committed to the production of this product, especially in the Venezuelan Andean region.

The tendency to a progressive increment in the number of harvested flowers has been obtained in Bailadores area (Mérida, Venezuela), until reaching stabilization 15 months after with other cultivars, but with different handle, substrate and fertilization. It seems that the production pattern continuously increases in the first year until stabilizing in the second year in the evaluated conditions near 1600 masl. In average, the number of flowers harvested monthly in the second year was 30 to 50% higher than the first year for all the cultivars evaluated.

The same happened with the number of flowers.plant<sup>-1</sup>.month<sup>-1</sup>, where in the first year was obtained an average of 1.2 flowers.plant<sup>-1</sup>.month<sup>-1</sup> and the second increased at 2.6. In the last 6 months the number of flowers oscillated from 2.5 to 3.1 flower.plant<sup>-1</sup>.month<sup>-1</sup> (figure 2), reaching a production of 292 flowers.m<sup>2</sup> in the second year, meanwhile, in the first year the yield was of 108 flowers.m<sup>2</sup>. An average stability of 2.8 flowers.plant<sup>-1</sup>.month<sup>-1</sup> after the 13 month was obtained even when there were significant differences among cultivars. In terms of the annual production per plant, the average within 2 years was of 23 flowers. Gurav *et al.* (2005) have obtained averages of 25.5 flowers.month<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>.

The variations in the production were different for each cultivar (figure 3). There was a monthly variation



**Figura 2. Producción mensual de flores de Gerbera por planta durante los dos primeros años a 1936 msnm en condiciones de invernadero. Cada punto es el promedio de ocho cultivares. Barras indican error estándar.**

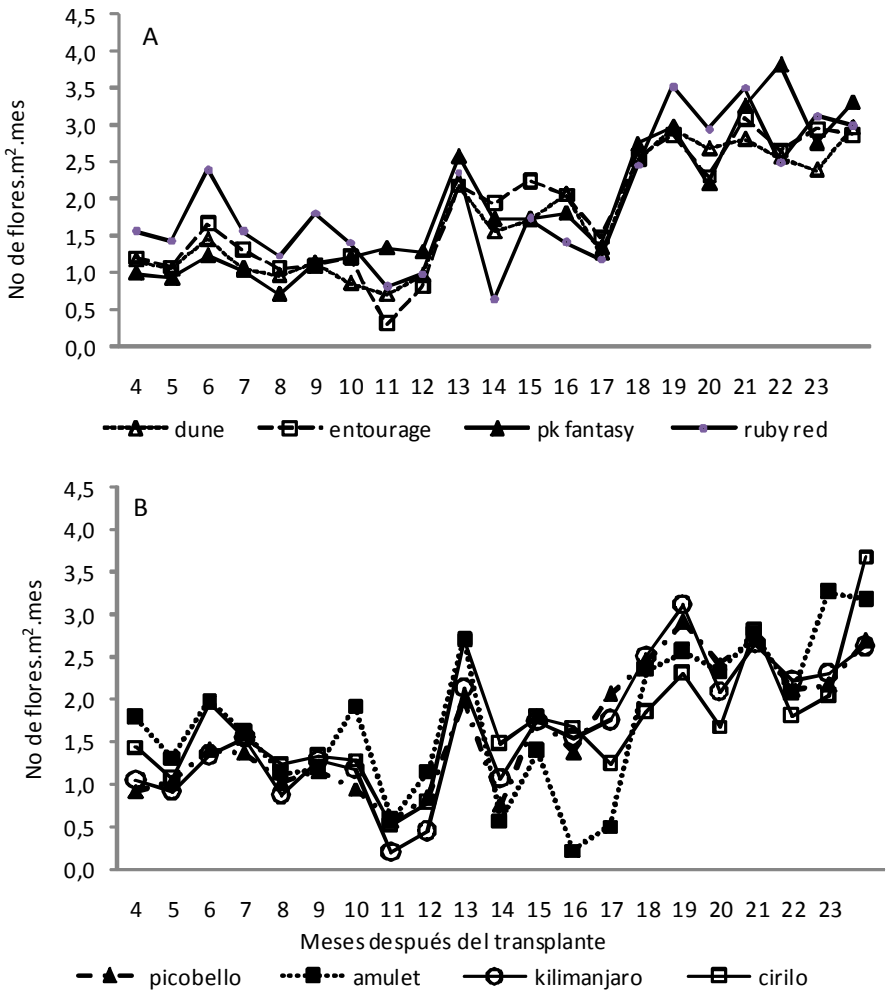
**Figure 2. Monthly production of Gerbera flowers by plant, during the first two years at 1936 masl in greenhouse conditions. Each point is the average of eight cultivars. The bars indicate standard error.**

meses. En términos de producción anual por planta el promedio en los dos años fue de 23 flores. Gurav *et al.* (2005) han obtenido promedios de 25,5 flores.mes<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

Las variaciones en la producción fue diferente para cada cultivar (figura 3). Entre cultivares hubo una variación mensual que no pasó de 1 a 1,5 flores.mes<sup>-1</sup>. Los cambios en los rendimientos fueron muy variables entre meses, mientras que las tendencias en el tiempo para los cultivares fue similar (figura 3). Sería importante precisar los requerimientos de algunos nutrientes para cada cultivar. Es probable que la diferencia en producción sean debido a exigencias de algunos nutrientes en cada cultivar, lo cual amerita cambios en las dosis de nutrientes aplicados. En este sentido, en el mercado venezolano con poca tra-

between cultivars that did not overpass 1 to 1.5 flowers.month<sup>-1</sup>. The changes in yields varied between months, while the tendencies in the time were similar in the cultivars (figure 3). It is important to specify the requirements of some nutrients for each cultivar. It is probable that the difference in the production is due to the exigencies of some nutrients on each cultivar, which requires changes in the doses of the nutrients applied.

On this matter, in the Venezuelan market characterized by its little trajectory of this crop, is necessary to evaluate the cultivars with higher potentialities in different climatic conditions to establish fertilization programs adjusted to the necessities of each of the cultivars. Also, conditioned to the high variability of the substrates used,



**Figura 3. Dinámica de producción de flores en ocho cultivares de Gerbera durante los dos primeros años en invernadero.**

**Figure 3. Production dynamic of flowers in eight cultivars of Gerbera during the first two years under greenhouse.**

yectoria en el cultivo de Gerbera, se hace necesario evaluaciones de los cultivares con mayor potencialidad tanto en diferentes condiciones climáticas como establecer programas de fertilización ajustados a las necesi-

which imply changes in the fertilizations, according to the nutritional phase of the substrate, as well as to adjustments in the quantities of irrigation that depend on the texture and mixes of materials used

dades de cada uno de los cultivares. A esto se suma la alta variabilidad de sustratos usados, que implican cambios en las fertilizaciones acordes con el estado nutricional del sustrato, así como ajustes en las cantidades de riego que dependen de la textura y mezclas de materiales que se realicen para conformar el sustrato. Similarmente, la susceptibilidad a insectos pareciera variar y en el caso de este ensayo, se encontró que los cultivares Ruby Red y Amulet fueron los más afectados por el ataques de trips y pasaron de producciones alrededor de 2,2 flores planta<sup>-1</sup>.mes<sup>-1</sup> a rendimientos menores de 0,7 flores.planta<sup>-1</sup>.mes<sup>-1</sup>.

En los cultivares Kilimanjaro y Picobello se obtuvo el menor número total de flores en los dos años, mientras que la mayor cantidad se obtuvo en el cultivar Pink Fantasy. No hubo variación significativa en los porcentajes de N foliar entre cultivares cuyo rango varió entre 2,3 y 3%, aun cuando para el momento de la recolección de hojas, la producción de flores fue diferente. Estos valores estuvieron dentro del rango recomendado para el cultivo de Gerbera en condiciones tropicales y subtropicales (1,5 a 3,5%; Jeong *et al.*, 2009) y que también se han obtenido en invernaderos de regiones templadas (Paradiso *et al.*, 2003). No hubo diferencias significativas entre cultivares para el número de días desde el momento del capullo floral hasta su cosecha (cuadro 1).

La máxima  $g_s$  fue obtenida en el cultivar Entourage lo cual también se relacionó con las mayores tasas de A (11,9  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) con relación a los otros cultivares cuyos promedios estuvieron alrededor de 10  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  y que no variaron entre mediciones (cua-

to form the substrate. Similarly, the sensitiveness to insects seems to vary, and in the case of this essay, it was found that cultivars Ruby Red and Amulet were those which resulted more affected by the attack of trips, and turned out in productions that had 2.2 flowers.plant<sup>-1</sup>.month<sup>-1</sup> to yields lower to 0.7 flowers.plant<sup>-1</sup>.month<sup>-1</sup>.

In cultivars Kilimanjaro and Picobello were obtained the lowest total number of flowers in both years, while the highest quantity was obtained in cultivar Pink Fantasy. There was not any significant variation in the percentages of N foliar among cultivars, which rank varied from 2.3 to 3%, even when the flowers were collected the production of flowers was different. These values were inside the rank recommended for the Gerbera crop in tropical and sub-tropical conditions (1.5 to 3.5%; Jeong *et al.*, 2009), and were also obtained in greenhouse of template regions (Paradiso *et al.*, 2003). There were not significant differences among cultivars for the number of days, from the moment of the floral bud until its crop (table 1).

The maximum  $g_s$  was obtained in the cultivar Entourage, which was also related to the highest rates of A (11.9  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) in relation to other cultivars which averages were around 10  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  and did not vary among measures (table 2). A rates, for other cultivars in other regions, oscillated from 14 to 15  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  (Paradiso *et al.*, 2003; Spiers *et al.*, 2006) in greenhouse and radiation conditions around 500  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . In conditions with less radiation (390  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ), that is 50% lower to the radiation

**Cuadro 1. Flores cosechadas por año, días desde el capullo floral hasta cosecha y promedio mensual de flores durante los dos primeros años de cultivo de cultivares de Gerbera en invernadero a 1936 msnm Valores promedios  $\pm$  error estándar.**

**Table 1. Flowers harvested by year, days from the flower bud until the crop and month average of the flowers during the first two years of the cultivars crop of Gerbera in a greenhouse at 1936 masl, average values  $\pm$  standard error.**

Cultivar	No flores.planta <sup>-1</sup>			No de días de desarrollo de flor	Promedio en el número de flores.mes <sup>-1</sup>
	1er año	2do año	total		
Dune	9,2 <sup>ab*</sup>	29,4 <sup>ab</sup>	36,3 <sup>ab</sup>	22,4 $\pm$ 0,37	2,3 $\pm$ 0,16 <sup>ab</sup>
Entourage	9,5 <sup>ab</sup>	29,1 <sup>ab</sup>	38,8 <sup>ab</sup>	22,5 $\pm$ 0,55	2,4 $\pm$ 0,14 <sup>ab</sup>
Pk fantasy	9,4 <sup>ab</sup>	30,5 <sup>a</sup>	40,0 <sup>a</sup>	21,6 $\pm$ 0,79	2,6 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>
Ruby red	11,4 <sup>a</sup>	28,0 <sup>abc</sup>	39,5 <sup>ab</sup>	22,1 $\pm$ 0,59	2,4 $\pm$ 0,21 <sup>ab</sup>
Picobello	8,5 <sup>b</sup>	25,9 <sup>abc</sup>	34,4 <sup>c</sup>	22,8 $\pm$ 0,42	2,1 $\pm$ 0,18 <sup>ab</sup>
Amulet	11,8 <sup>a</sup>	24,1 <sup>c</sup>	35,8 <sup>ab</sup>	20,6 $\pm$ 0,33	2,0 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>
Kilimanjaro	8,5 <sup>b</sup>	26,1 <sup>abc</sup>	34,8 <sup>c</sup>	21,0 $\pm$ 0,72	2,2 $\pm$ 0,16 <sup>ab</sup>
Cirilo	11,2 <sup>a</sup>	25,1 <sup>cb</sup>	36,1 <sup>ab</sup>	21,6 $\pm$ 0,29	2,1 $\pm$ 0,20 <sup>ab</sup>

\*Diferentes letras en la misma columna indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) de acuerdo a test de Duncan.

dro 2). A para otros cultivares en otras regiones oscilaron alrededor de 14 a 15  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  (Paradiso *et al.*, 2003; Spiers *et al.*, 2006) en condiciones de invernadero y radiaciones alrededor de 500  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . En condiciones de menor radiación (390  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ), es decir 50% menor a la radiación en la cual se mantuvieron las plantas en nuestro ensayo las tasas promedio de A fueron de 12  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  (Syros *et al.*, 2004). Al parecer las variaciones de A entre 8,9 y 11,9  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  no implicaron un mayor número de flores producidas por planta. Se encontró una correlación lineal positiva ( $r^2 = 0,70$ ) entre A y  $g_s$  que presentaron los

where the plants were kept in this essay, the average rates of A were 12  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  (Syros *et al.*, 2004). Apparently, the variations of A between 8.9 and 11.9  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  did not imply a higher number of flowers produced by the plant. It was found a positive linear correlation ( $r^2 = 0.70$ ) between A and  $g_s$  presented by the cultivars (table 2). Issa *et al.* (2001) reported similar tendencies, which suggests that in the Gerbera production, in order to reach to high potential photosynthetic rates, must be handle efficiently the pressure difference of the water vapor between the leaves and the air (DPV) and the

**Cuadro 2. Promedios de tasa de fotosíntesis ( $A$ ,  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ), transpiración ( $E$ ,  $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ), conductancia estomática foliar ( $g_s$ ,  $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) realizadas a los 160, 250 y 450 días después del trasplante y porcentaje de nitrógeno foliar a los 17 meses de cultivares de Gerbera en invernadero a 1936 msnm Valores promedios de 9 plantas  $\pm$  error estándar para  $A$ ,  $E$  y  $g_s$  y 3 muestras para  $N$ .**

**Table 2. Averages rate of the photosynthesis ( $A$ ,  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ), transpiration ( $E$ ,  $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ), foliar stomata conductance ( $g_s$ ,  $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) done within 160, 250 and 450 days after the transplant and foliar nitrogen percentage within 17 months of the Gerbera cultivars, in a greenhouse at 1936 masl. Average values of 9 plants  $\pm$  standard error for  $A$ ,  $E$  and  $g_s$  and 3 samples for  $N$ .**

Cultivar	A	E	$g_s$	% de N
Dune	9,3 $\pm$ 0,60	4,4 $\pm$ 0,25	235 $\pm$ 17 <sup>b*</sup>	2,5 $\pm$ 0,15
Entourage	11,9 $\pm$ 0,07	5,5 $\pm$ 0,20	616 $\pm$ 15 <sup>a</sup>	2,8 $\pm$ 0,08
Pk fantasy	10,0 $\pm$ 0,07	4,4 $\pm$ 0,59	237 $\pm$ 59 <sup>b</sup>	2,3 $\pm$ 0,09
Ruby red	10,5 $\pm$ 0,13	5,9 $\pm$ 0,31	453 $\pm$ 90 <sup>ab</sup>	3,0 $\pm$ 0,20
Picobello	9,7 $\pm$ 0,64	4,4 $\pm$ 0,14	332 $\pm$ 57 <sup>ab</sup>	3,0 $\pm$ 0,15
Amulet	8,9 $\pm$ 0,05	5,0 $\pm$ 0,14	325 $\pm$ 51 <sup>ab</sup>	2,9 $\pm$ 0,44
Kilimanjaro	10,2 $\pm$ 0,43	4,6 $\pm$ 0,45	306 $\pm$ 17 <sup>b</sup>	2,6 $\pm$ 0,14
Cirilo	10,4 $\pm$ 0,04	5,1 $\pm$ 0,39	467 $\pm$ 85 <sup>ab</sup>	3,0 $\pm$ 0,18

\*Diferentes letras en la misma columna indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) de acuerdo a test de Duncam.

cultivares (cuadro 2). Issa *et al.* (2001), reportaron tendencias similares lo cual sugiere que en la producción de Gerbera para llegar a altas tasas fotosintéticas potenciales se debe manejar eficientemente tanto la diferencia de presión de vapor de agua entre la hojas y el aire (DPV) y la cantidad de fotones de radiación que llega a las plantas cuyos valores pudieran estar entre 400 y 800  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . Sin embargo, este es un aspecto que debería evaluarse con mayor precisión. En el caso Venezolano, los productores acostumbran el uso de mallas negras que reducen usualmente la radiación en un

quantity of radiation photons that reach to the plants, which values might be from 400 to 800  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . However, this is an aspect that should be evaluated more accurately. In the case of Venezuela, the producers normally use black nests that usually reduce the radiation from 50-60%, which might be an obstacle when obtaining the maximum rates of photosynthesis due to partial closes of the stomata, and a higher humidity probability and adequate environment for the development of some diseases.  $E$  values varied from 5.9 to 4.4  $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  and did not present

50-60% lo cual pudiera ser una limitación para obtener las máximas tasas de fotosíntesis debido a cierres parciales de estomas, además de una mayor probabilidad de humedad y ambiente propicio para el desarrollo de algunas enfermedades. Los valores de E variaron entre 5,9 y 4,4 mmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> y no se presentaron diferencias significativas entre cultivares. Estos valores indican que no existieron limitaciones hídricas (cuadro 2) y adecuadas tasas transpiratorias también fueron promovidas por un DPV que no fue estresante para las plantas. Con una reducción del 50% de radiación Syros *et al.*, 2004 reportaron tasas que no llegaron a 1 mmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>.

La producción acumulada del número de flores en el transcurrir de los primeros 24 meses siguió una tendencia lineal ( $r^2=0,97$ ; figura 4a). Esta tendencia fue similar a la acumulada en 18 meses en cultivos de Gerbera en la población de Bailadores a 100 km aproximadamente del sitio donde se realizó este experimento (figura 4b). Reuniendo los datos de ambas localidades se obtuvo la siguiente ecuación lineal:

Nº de flores acumuladas por planta = 1,983 \*(Nº de meses) - 8,895; ( $r^2=0,83$ ).

Esta ecuación podría usarse como guía para establecer tendencias de rendimientos acumulados y poder evaluar en el tiempo el éxito de cualquier desarrollo de este cultivo en alturas alrededor de los 1600 msnm. No obstante, la exactitud de esta ecuación en el tiempo, pudiera mejorarse con la incorporación de la información de producción de flores del tercer año. Aun queda por evaluar como es la dinámi-

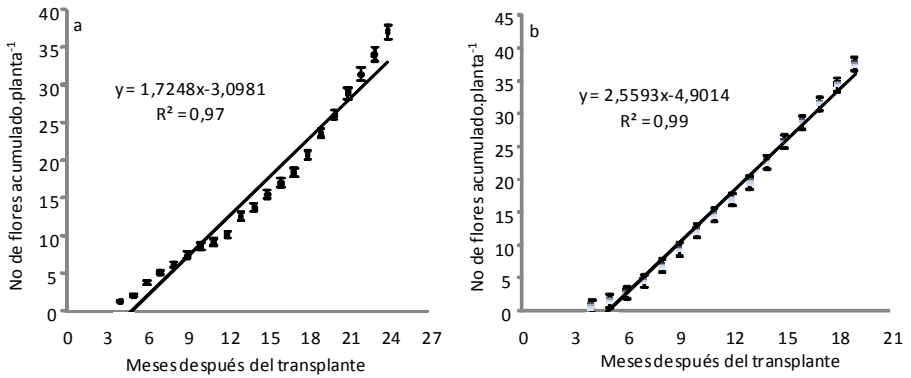
significant differences between cultivars. These values indicate that there were not water limitations (table 2), also, adequate transpiratory rates were promoted by DPV which was not stressful for the plants. Syros *et al.*, 2004, with a reduction of 50% of radiation, reported rates that did not reach 1 mmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>.

The accumulated production of the number of flowers after the first 24 months followed a lineal tendency ( $r^2=0.97$ ; figure 4a). This tendency was similar to the one accumulated in 18 months of Gerbera crops, in the population of Bailadores, approximately 100 Km from the area where the current essay took place (figure 4b). Gathering the data of both locations was obtained the following lineal equation:

Nº of flowers accumulated by plant = 1.983 \*(Nº of months - 8.895; ( $r^2=0.83$ ).

This equation might be used as a guide to establish tendencies of accumulated yields, and to evaluate in the time the success of any development of this crop in heights around 1600 masl. Nevertheless, the accuracy of this equation in the time might be improved with the incorporation of the production information of third-year flowers. Yet, it must be evaluated how is the dynamic of the flower production in the following two years. There are still divergences in relation to the time for the plants in production to avoid significant reductions in the yields. Such information is important for the planning and projection of the national production.





**Figura 4. Número de flores cosechadas acumuladas promedio por planta durante los dos primeros años en condiciones de invernadero en a) Santa Rosa, (Mérida) b) Bailadores. Cada punto es el promedio de la producción de ocho cultivares de Gerbera. Barras indican error estándar.**

**Figure 4. Number of harvested flowers accumulated, average per plant during the first two years under threshold conditions in: a) Santa Rosa (Merida), b) Bailadores. Each point is the production's average of eight Gerbera cultivars. The bars indicate standard error.**

ca de producción de flores en los siguientes dos años. Existen aún divergencias en cuanto al tiempo que pueden dejarse las plantas en producción evitando disminuciones significativas en los rendimientos. Tal información es importante para planificación y proyección de la producción nacional.

## Conclusión

En condiciones tropicales la producción de Gerbera se incrementó progresivamente hasta llegar a valores mensuales entre 2,5 a 3 flores planta<sup>-1</sup> en el segundo año. Las fluctuaciones mensuales de producción de flores estuvieron en el orden de 0,5 flores planta<sup>-1</sup>. En cultivares con tasas promedios de  $A$  entre 8,9 a 11,9

## Conclusion

In tropical conditions the Gerbera production increased progressively until reaching monthly values from 2.5 to 3 flowers.plant<sup>-1</sup> in the second year. The monthly fluctuations in the production of flowers were corresponded to approximately 0.5 flowers.plant<sup>-1</sup>. In cultivars with average rates of  $A$  from 8.9 to 11.9  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  none relation with the production of flowers was found in cultivars of Gerbera.

## Acknowledgment

The measurement assistances during the first year were carried out by the Engineer Mauricio Melo, from

$\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  no se encontró relación con la producción de flores en cultivares de Gerbera.

## Agradecimiento

La asistencia en mediciones fueron realizadas en el primer año por el Ing. Mauricio Melo de la Universidad del Tolima, Colombia. Se agradece al Prof. Luis Razuri (CIDIAT-ULA) por su apoyo y supervisión en la red de riego de los invernaderos. Se agradece las sugerencias de los árbitros.

Este trabajo fue financiado por la empresa PAPELEX y constructora Brioca (a través de la LOCTI). Se agradece el apoyo logístico del personal obrero, Laboratorio de Fitopatología y Laboratorio de Química Agrícola del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Universidad de Los Andes Mérida, Venezuela.

## Literatura citada

Castresana, J., E. Gagliano, L. Puhl, B. Bado, L. Vianna, M. Castresana. 2008. Atracción del trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) con trampas de luz en un cultivo de *Gerbera jamesonii*. *Idesia* 26(3):51-56.

Cristiano, G., M.A. Coccoza, A.M.F. La Viola, A. Sancilio. 2007. Influence of complementary lighting on autumn-winter yield of four gerbera (*Gerbera jamesonii*) cultivars. *Acta Horticulturæ* 801:1049-1054.

Gurav, S.B., B.R. Singh, U.T. Desai, S.M. Katwate, D.S. Kakade, A.V. Dhane. 2005. Effect of spacing on yield and quality of Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus Ex Hoof. F) under polyhouse. *Journal ornamental Horticulture* 8: 62-64

Universidad del Tolima, Colombia. The authors acknowledge the Professor Luis Razuri (CIDIAT-ULA) by his support and supervision in the irrigation program in greenhouses. Also, the suggestions of the committee are appreciated.

This research was financed by the Enterprise PAPELEX and the builder Enterprise Brioca (with the LOCTI). The authors also acknowledge the logistical support provided by the personnel of the Phytopathology Laboratory and Agriculture Chemical Laboratory of Agronomic Research Center, Universidad de Los Andes, Merida, Venezuela.

### *End of english version*

Issa, M., G. Ouzounidou, H. Maloupa, H. Constantinidou. 2001. Seasonal and diurnal photosynthetic responses of two gerbera cultivars to different substrates and heating systems. *Scientia Horticulturæ* 88:215-234.

Jeong, K.Y., B. Whipker, I. McCall, J. Frantz. 2009. Gerbera leaf tissue nutrient sufficiency ranges by Chronological age. *Acta Horticulturæ* 843:183-190.

Malavolta, E., G. Vitti, S. De Oliveira. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. Associação Brasileira para Pesquisa da Postassa e do Fosfato. Piracicaba. Brasil. 201 p.

McQuaid, J. 2011. Flower power. *Smitsonian* 41:54-60.

Mercurio, G. 2002. Gerbera cultivation in greenhouse. The Netherlands: Schreurs 206 p.

Paradiso, R., S. De Pascale, F. Aprea, G. Barbieri. 2003. Effect of electrical conductivity levels of nutrients solutions on growth, gas exchange of two Gerbera cultivars in soilless system. *Acta Horticulturæ* 609:165-171.

- Savvas, D., V. Karagianni, A. Kotsiras, V. Demopoulos, I. Karkamisi, P. Pakou. 2003. Interactions between ammonium and ph of the nutrient solution supplied to gerbera (*Gerbera jamesonii*) grown in pumice. Plant and soil 254:393-402.
- Soroa, M. 2005 *Gerbera Jamesonii* L. *Bolus*. Cultivos tropicales 26(4):65-75.
- Spiers, J.D., F. Davies, C. He. 2006. Effects of insecticides on gas exchange, vegetative and floral development, and overall quality of Gerbera. Hortscience 41(3):701-706.
- Syros, T., Yupsanis, P., Omirou M., Economou A. 2004 Photosynthetic response and peroxidases in relation to water and nutrient deficiency in gerbera. Environmental and experimental botany 52:23-31