

Desfloración: Su efecto sobre el aborto de estructuras reproductivas y rendimiento en pimentón (*Capsicum annum* L.).

Flowers removal: Its effect on reproductive structures abortion and yield in pepper (*Capsicum annum* L) at low temperatures

R. Jaimez, B. Añez y W. Espinoza

Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Mérida, Venezuela

Resumen

En *C. annum* existe una relación entre los frutos presentes y el porcentaje de abortos de estructuras reproductivas que siguen en los nudos siguientes. Esto indica la complejidad del manejo de *C. annum* para mantener producciones constantes. El presente trabajo tuvo como objetivo en condiciones de invernadero en pimentón: evaluar el efecto del manejo de diferentes intensidades de desfloración sobre la producción y tamaño de frutos cosechados. Se evaluaron cuatro intensidades de desfloración (sin desfloración, eliminación de flores hasta el primer nudo, eliminación de flores hasta el segundo y hasta el tercer nudo). Se usó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se llevaron registros de frutos cosechados y peso. Los resultados demuestran que los máximos de producción, fueron retardados con la intensidad de desfloración. La eliminación de la flor en el primer nudo es la alternativa con la cual se logró mayores rendimientos significativos ($P \leq 0,05$), y más alto porcentaje de frutos entre 200 y 300 g. Una mayor homogeneidad en el tamaño de los frutos se obtuvo con la eliminación de frutos hasta el tercer nudo. Mayor cantidad de flores eliminadas implicó menor tamaño de frutos.

Palabras clave: remoción de flores, pimentón, producción de frutos.

Abstract

In *C. annum* the relationship between the number of fruits and abortion percentage of following reproductive structures have been reported. This shows the complexity to maintain relative high yield in *C. annum*. The main objective of this work was to evaluate the effect of flower removal intensities on fruit

production and fruit size under greenhouse conditions. Four intensities of flower removal were evaluated (without deflowering, flower removal at first, second and third node). A block design with four replications was employed. Maximum of fruit production were delayed with higher flower removal. Higher yield ($P < 0.05$) and number of fruits between 200 and 300 g were obtained with flowers removal at first node. Higher removal of flowers number was related to lower fruit size.

Keys words: flower removal, fruit production, pepper.

Introducción

Para el cultivo del pimentón (*Capsicum annuum* L.) en cualquier temperatura se recomienda eliminar las seis primeras flores para aumentar el crecimiento vegetativo y asegurar mayor producción en condiciones bajo invernadero (Wien, 1997). Un crecimiento prematuro de frutos induce una mayor caída o aborto de las flores que se desarrollan posteriormente (Wien *et al.*, 1989). Se ha postulado que tal aborto de flores y frutos pequeños en nudos superiores, se debe a la producción de algunos reguladores de crecimiento en los frutos existentes (Marcelis y Baan Hofman-Eijer, 1997) y a la competencia por asimilados con los frutos iniciales (fuerza de demanda) (Marcelis *et al.*, 2004). Además, la competencia por asimilados entre flores y las hojas adyacentes ya formadas también pueden influir en la caída de flores. Se ha demostrado que las flores pueden caerse rápidamente en momentos de limitación de carbohidratos, ya que los mismos son dirigidos hacia las hojas que tiene una mayor fuerza de demanda. Entre híbridos, la capacidad de retención de flores dependerá de la capacidad de las flores de acumular carbohidratos y azúcares. (Turner y

Introduction

For pepper (*Capsicum annuum* L.) crop at any temperature it is recommended to remove the six first flowers to increase the vegetative growth and to assure higher production in greenhouse conditions (Wien, 1997). A premature fruits growth induces a higher fall or abortion of flowers later developed (Wien *et al.*, 1989). As reported, flowers and fruits abortion in superior nodes, is caused by the production of some growth regulators in fruits (Marcelis and Baan Hofman-Eijer, 1997) and to the competence by assimilates with initial fruits (request force) (Marcelis *et al.*, 2004). Besides, the competence by assimilates between flowers and the adjacent and already formed leaves also can influencing on the flowers fall. It has been demonstrate that flowers could rapidly fall in moments of carbohydrate limitations, because they are guided toward the leaves having a higher request force. Between hybrids, the capacity of flowers retaining will depend on flowers capacity of accumulate carbohydrates and sugars. (Turner and Wien, 1994; Aloni *et al.*, 1996). One fruit retaining, is also related to

Wien, 1994; Aloni *et al.*, 1996). Una retención de fruto, también está relacionada al efecto de altas temperaturas en los procesos de germinación del polen y desarrollo del tubo polínico, existiendo también diferencias entre cultivares (Reddy y Kakani, 2007). Igualmente efecto similares sobre la germinación del polen ocurre en condiciones de bajas temperaturas nocturnas (10°C) (Shaked *et al.*, 2004). Por tales razones, la dinámica de producción de frutos en pimentón es alternante y es un aspecto que aún sigue evaluándose. Por ejemplo, recientemente Mathieu *et al.*, (2008) proponen el modelo GREENLAB que simula los procesos de fluctuación en la producción de frutos. Este modelo puede simular la aparición de frutos que dependerá de la tasa de crecimiento y la capacidad de suplir esta demanda. Una práctica general en varias regiones de Europa y Sur América ha sido también eliminar la flor de la primera horqueta y dejar las flores de los siguientes nudos. Sin embargo, puede haber cambios en el tamaño y número de frutos debido al balance fuente-demanda entre los frutos de los diferentes nudos que tiene también relación con la temperatura promedio de cada lugar. Se ha establecido que la distribución de asimilados a los diferentes órganos de demanda que compiten en la planta, obedece a una jerarquía o prioridad que no tiene relación con el tamaño del órgano demandante (Wardlaw, 1990).

En regiones de países tropicales situadas por debajo de 1200 msnm, donde los promedios de temperatura son superiores a 25°C, el cultivo de *C.*

the effect of high temperatures in the processes of pollen germination and pollinic tube growth, there also exist differences between cultivars (Reddy and Kakani, 2007). In the same way, similar effects occur on pollen germination in conditions of low temperatures at night (10°C) (Shaked *et al.*, 2004). The dynamics of fruits production in pepper is changeable and it is an aspect that continues being evaluated. For example, recently Mathieu *et al.* (2008) propose the GREENLAB model that simulates the fluctuation processes in fruits production. This model can simulate the fruits appearance which will depend on growth rate and the ability to supply this request. A general practice in several regions of Europe and South America has been to remove flower from the first a little fork and to leave flowers of the following nodes. Nevertheless, there could be changes in size and number of fruits because the balance source-request between fruits of different nodes that also has relation with mean temperature any place. It has been established that assimilate distribution to the different request organs that rival in plant, obey to a hierarchy or priority that is not related with the demanding organ size (Wardlaw, 1990).

In tropical regions placed below 1200 masl, where temperature averages are higher than 25°C, the *C. annuum* cultivation in greenhouse with air passive circulation show problems because the high temperatures that induces to the flower and fruits abortion. Similar results have been reported in

annuum en invernaderos con circulación pasiva de aire, tiene problemas debido a altas temperaturas que inducen el aborto de flores y frutos. Resultados similares han sido reportados en zonas templadas en épocas de altas temperaturas en invernaderos sin control climático (Khah y Passam, 1992). El control de las variables climáticas implica costos elevados que hace que los rendimientos obtenidos no sean suficientemente rentables. Una alternativa en países tropicales es el cultivo de *C. annuum* en invernaderos en altitudes por encima de 1400 m, evitando así inversiones para mantener microclimas estables. En estas regiones la temperatura promedio durante el año se mantiene en valores que no inducen caída de flores y frutos. Los cambios en temperatura influyen en las tasas de crecimiento de los diferentes órganos (Nilsen y Orcutt, 1996) y en el género *Capsicum*, se ha comprobado que en la medida que las temperaturas promedio disminuyen de 22 a 19°C, también se reduce el área foliar, la altura de la planta y el crecimiento total (Nilwik, 1981, Mercado *et al.*, 1997). Otro problema son los frutos partenocárpicos y el mayor aumento en la longitud que en el diámetro del fruto (frutos planos), que se han atribuido a cambios en la morfología de las flores (Rylski, 1973), disminución en la viabilidad y germinación del polen (Polowick y Sawhney, 1985) y al aumento en el transporte de asimilados hacia las flores (Aloni *et al.*, 1999). Aún no se ha reportado los efectos de la eliminación de flores en los diferentes nudos sobre los rendimientos de *C. annuum* en condiciones de

temperate regions in high temperatures times and in greenhouse without climatic control (Khah and Passam, 1992). Control of climatic variables implies high costs that takes to yields obtained are not enough profitable. One alternative in tropical countries is the *C. annuum* crop in greenhouse on altitudes above 1400 m, avoiding investments to maintain stable microclimates. In these regions the main temperature along year keeps on values that not take to flowers and fruits falling. The temperature changes influencing on the growth rates of different organs (Nilsen and Orcutt, 1996) and on *Capsicum* genus, it has be proved that when main temperatures decreases from 22 to 19°C, the foliar area, the plant height and total growth are also reduced (Nilwik, 1981, Mercado *et al.*, 1997). Other problems are the parthenocarpic fruits and the high increase on length than in fruit diameter (flat fruits), that have been attributed to changes on flowers morphology (Rylski, 1973), decrease on pollen viability and germination (Polowick and Sawhney, 1985) and the increase on assimilates moving toward flowers (Aloni *et al.*, 1999). The effects of flowers removal in different nodes on *C. annuum* yields under low temperatures in tropical regions have not been yet reported. Also, the way in which fruits disposition in plants takes influence on production dynamics is unknown.

Because temperature in tropical regions is relatively constant along year, it is important to understand the behavior of fruits production in plants without deflowering in different

bajas temperaturas en regiones tropicales. Además, se desconoce cómo influye la disposición de frutos en las plantas en la dinámica de producción.

Debido a que la temperatura en zonas tropicales es relativamente constante durante el año, es importante entender el comportamiento de la producción de frutos en plantas a las cuales no se les realiza desfloración en diferentes pisos altitudinales. Esto permite analizar los efectos de cambios de temperatura sobre los comportamientos en la dinámica de producción. Se plantea también, si bajas temperaturas, además de producir un retardo en el crecimiento, aumentan la caída de frutos y flores cuando no hay desfloración, o si existen cambios importantes en los rendimientos de *C. annuum*, cuando se aplican diferentes intensidades de desfloración en las etapas iniciales de producción de flores. En función de lo anterior, este trabajo tiene como objetivos: evaluar el efecto de intensidades de desfloración sobre el tamaño y dinámica de producción de frutos de pimentón cultivado en pisos por arriba de los 1500 m. en invernadero carente de control del microclima.

Materiales y métodos

Se hicieron dos experimentos donde las semillas de *C. annuum* L. (cv. Cruzaider, Roger Syngenta) se sembraron en bandejas con sustrato comercial y se trasplantaron a los 60 días al invernadero. El primer trasplante se hizo el 30 de marzo de 2004 y en el segundo se trasplantaron el 30 septiembre de 2005. Las plántulas se sembraron en un invernadero ubicado en la estación experimental

altitudinal ranges. This permit to analyze the effects of temperature changes on behaviors of production dynamics. There is the concern about if low temperatures, besides of producing a delay on growth, also increases the fruits and flowers falling when there is flowers removal, or if there are important changes in *C. annuum* yields, when different flowers removal intensities are applied at the initial stages of flowers production. The purpose of this research is to evaluate the effect of flowers removal intensities on size and dynamics of pepper fruits production cultivated in ranges above 1500 m. in greenhouse lacking microclimate control.

Materials and methods

Two experiments were carried out where seeds of *C. annuum* L. (cv. Cruzaider, Roger Syngenta) were sowed in trays with commercial substrate and they were transplanted to greenhouse 60 days later. The first transplant was made on March 30, 2004 and the second one they were transplanted on September 30, 2005. Plantlets were sowed in a greenhouse located in the experimental station "Santa Rosa" del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Universidad de Los Andes, Mérida (8° 37' N, 71° 09' W) at an altitude of 1936 m; greenhouse details are reported by Jaimez *et al.* (2005). The averages of maximum and minimum temperatures (22.5 and 12.2°C) registered for region (period 1967-2000), being the main temperature 18°C (Jaimez *et al.*, 2001). The

Santa Rosa del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Universidad de Los Andes, Mérida (8° 37' N, 71° 09' O) a una altitud de 1936 m, detalles del invernadero son reportados en Jaimez *et al.*, (2005). Los promedios de temperatura máximos y mínimos registrados para la región (periodo 1967-2000) han sido 22.5 y 12.2°C, siendo la temperatura promedio 18°C (Jaimez *et al.*, 2001). El invernadero se programó para abrir sus compuertas laterales y cenital cuando las temperaturas estuvieran por arriba de 24°C y cerraban cuando la temperaturas promedios descendieran por debajo de 18°C. Durante los experimentos las máximas temperaturas obtenidas dentro del invernadero fueron 26,9 y 27, 2°C y se dieron entre las 13:00 y 14:00 horas, respectivamente, mientras las mínimas se registraron entre las 04:00 y 05:00 horas y fueron 12,5 y 12,1 para el primer y segundo experimento. Las máximas humedades relativas (90-94%) se mantuvieron entre las 00:00 y 06:00 horas. A partir de este momento la humedad comenzó a disminuir progresivamente hasta valores entre 55 y 52% entre la 13:00 y 15:00 horas. Las plántulas se sembraron en cestas plásticas (60 ancho x 70 largo x 30 cm de altura). Las cestas estaban llenas con una mezcla 1:1 de sustrato de cachaza de caña de azúcar y arena. El sustrato fue preparado mediante fermentación aeróbica. La distancia de siembra fue de 20 cm entre plantas y 0,8 m entre hilera de cestas (densidad de 5 plantas m⁻²). Los riegos diarios fueron entre 0,5 y 0,7 l m⁻² distribuidos en tres turnos (9: 00, 13:00 y 15:00 horas). Se realizaron fertilizaciones día por medio con formulas comerciales, cuyas

greenhouse was programmed for opening its lateral and central locks when temperatures were over 24°C and closed when averages temperatures would decrease below 18°C. During experiments, the maximum temperatures obtained inside greenhouse were 26.9 and 27.2°C and they were obtained between 13:00 and 14:00 hours, respectively, while minimum ones were registered between 04:00 and 05:00 hours and were between 12.5 and 12.1 for the first and second experiment. The maximum relative moistures (90-94%) remained between 00:00 and 06:00 hours. From this moment, the moisture began to decrease in a progressive way until values between 55 and 52% between 13:00 and 15:00 hours. The plantlets were sowed in plastic baskets (60 cm width x 70 cm long x 30 cm height). The baskets were full with a mixture 1:1 of sugarcane bagasse substrate and sand. The substrate was prepared by aerobic fermentation. The sowing distance was 20 cm between plants and 0.8 m between basket rows (density of 5 plants m⁻²). Daily irrigations were between 0.5 and 0.7 m⁻² distributed in three turns (9:00, 13:00 and 15:00 hours). Every other day fertilizations with commercial formulas, with dozes changed according to the crop growth stage: a concentration of 1 g l⁻¹ of 13-40-13 more micro nutrient until 20 days after transplant (DAT), after that, equal quantities of a 18-18-18 formulation more micro nutrients was used between 21 DAT until flowering beginning and subsequently, 15-05-30 more micro nutrients was used during

dosificaciones cambiaron de acuerdo a la etapa de crecimiento del cultivo: una concentración de 1 g l^{-1} de 13-40-13 más micronutrientes hasta los 20 días después del transplante (ddt), luego se usaron iguales cantidades de una formulación 18-18-18 más micronutrientes entre los 21 ddt hasta comienzos de floración y posteriormente se utilizó 15-05-30 más micronutrientes durante todo el periodo de producción. Las plantas fueron llevadas a dos guías

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Una hilera de plantas a lo largo del invernadero constituía un bloque. Los tratamientos fueron cuatro intensidades de desfloración: 1) en el primer nudo, 2) hasta el segundo nudo, 3) hasta el tercer nudo y 4) sin desfloración, que se asignaron aleatoriamente dentro de una hilera en 40 plantas consecutivas, de manera que cada tratamiento constaba de 10 plantas.

En cada tratamiento la eliminación de flores se hizo en la etapa de botón floral. El tamaño y peso de los frutos cosechados se registró semanalmente en las cuatro plantas centrales de cada tratamiento. Se realizaron los análisis de varianza correspondientes y las diferencias entre las medias en el número de frutos, peso y producción se analizaron con la prueba de medias para comparar los efectos de las diferentes intensidades de desfloración.

Resultados y discusión

Ya que los resultados en ambos experimentos mostraron similares ten-

all the production period. Plants were taken to two guides.

A totally at random design with four replications was used. A plants row along the greenhouse constituted a block. Treatments used were four deflowering intensities: 1) in the first node, 2) until second node, 3) until third node and 4) without deflowering, which were at random assigned inside of a row in 40 consecutive plants, thus, each treatment had 10 plants.

At any treatment the flowers removal was made in the floral bud stage. The size and weight of harvested fruits was weekly registered in the four central plants any treatment. The analysis of variance was carried out and the differences between means in the number, weight and production of fruits were accomplished with a mean test to compare the effects of different deflowering intensities.

Results and discussion

Since results in both experiments showed similar tendencies and they were also statistically similar, the information of the first experiment is showed (plants sowed on March 30). In low temperature conditions (1936 masl), the flowers removal in the first node caused a delay in the beginning of harvest of 9 and 15 days, when the experiment until second and third node were accomplished respect to plants without deflowering. This delay also caused a gap on higher production peak that occurs at 119, 132, 139 and 152 DAT for plants without flowers removal, removal

dencias y fueron similares estadísticamente, se presenta la información del primer experimento (plantas sembradas 30 de marzo). En la condición de baja temperatura (1936 msnm), la eliminación de flores en el primer nudo causó un retardo en el comienzo de cosecha de 9 días y de 15 días, cuando se realizó hasta el segundo y el tercer nudo con respecto a las plantas sin desfloración. Tal retardo también provocó un desfase en el pico de mayor producción que ocurrieron a los 119, 132, 139 y 152 ddt para plantas sin desfloración y con desfloración hasta el primer, segundo y tercer nudo respectivamente. A partir de los 159 ddt, las producciones de todos los tratamientos disminuyeron a valores similares que variaron entre 60 y 41 g.planta⁻¹ (figura 1). La eliminación de flores también evitó las fluctuaciones en la producción de frutos que ha sido reportada por Hall (1977) y Marcelis y Baan Hofman-Eijer (1997), y los mayores rendimientos se concentraron en periodos de una o dos semanas consecutivas.

Eliminar flores hasta el primer nudo implicó una mayor producción significativa ($P < 0,05$) de frutos (1550 g.planta⁻¹) (cuadro 1), y el más alto porcentaje de frutos entre 200 y 300 g (cuadro 2). La mayor homogeneidad en el tamaño de los frutos se obtuvo con la desfloración hasta al tercer nudo (77% de frutos con un peso entre 100-200 g). No obstante, los mayores promedios de peso por fruto ($P < 0,05$) (210 - 222 g.fruto⁻¹), se lograron en plantas sin desfloración, mientras los frutos de menor peso promedio se registraron en plantas en las que se eliminaron las flores hasta segundo y tercer nudo (154 y 136

until first, second and third node, respectively. From 159 DAT, productions of all the treatments decreased to similar values that varied between 60 and 41 g.plant⁻¹ (figure 1). The flowers removal also avoid fluctuations in fruits production reported by Hall (1977), and Marcelis and Baan Hofman-Eijer (1997), and the higher yields were concentrated in periods of one or two consecutive weeks.

To remove flowers until first node involved a higher significant ($P < 0.05$) fruits production (1550 g.plant⁻¹, table 1), and the higher fruits percentage obtained (between 200 and 300 g, table 2). The higher homogeneity in fruits size was obtained with flowers removal until third node (77% of fruits with 100-200 g weight). Nevertheless, the higher weights averages ($P < 0.05$) by fruit (210 - 222 g.fruit⁻¹), were obtained in plants without removal, while fruits of lower average weight were recorded in plants with flowers removed until second and third node (154 and 136 g.fruit⁻¹, respectively) (table 2). The weights obtained in fruits harvested are superior to those reported with higher plants density (16-24 plants m⁻²) (Zúñiga-Estrada *et al.*, 2004), however, the higher productions obtained per square meter by removing the first flower (7.75 kg m⁻²) are lower than those reported by the last authors, but they are similar to those reported for Almería, Spain (Gazquez *et al.*, 2006).

The lower number of harvested fruits per plant shows a higher flowers or fruits abortion and it was registered in plants without flowers removal (4

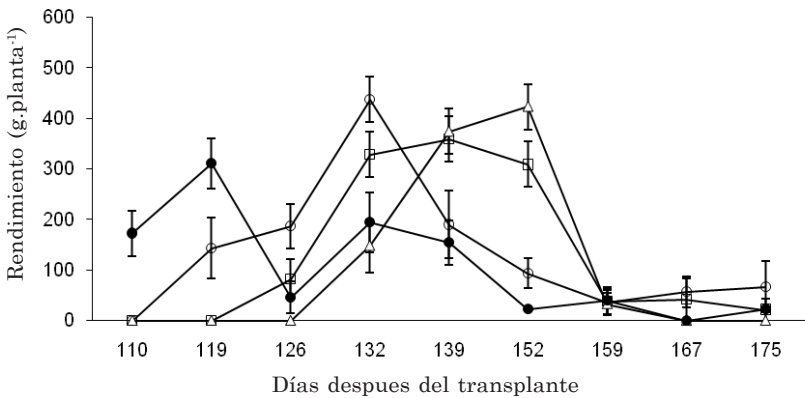


Figura 1. Efecto de la intensidad de desfloración sobre la dinámica de rendimiento de frutos (g.planta^{-1}) a través del ciclo en plantas crecidas en invernadero a 1936 m en *C. annuum*. Desfloración hasta el primer nudo (○), desfloración hasta el segundo nudo (□), desfloración hasta el tercer nudo (△) y sin desfloración (●). Barras indican error estándar.

Figure 1. Effect of flowers removal intensity on *C. annuum* fruits (g.plant^{-1}) yield dynamics through the cycle in plants grown in greenhouse to 1936 m. Flowers removal until the first node (○), until second node (□), until third node (△) and without flowers removal (●). Bars shows standard error.

g.fruto^{-1} , respectivamente) (cuadro 2). Los pesos obtenidos en los frutos cosechados son mayores a los reportados con mayor densidad de plantas ($16\text{-}24 \text{ plantas m}^{-2}$) (Zúñiga-Estrada *et al.*, 2004), sin embargo las mayores producciones obtenidas por metro cuadrado eliminando la primera flor (7.75 kg m^{-2}) son mas bajas que los reportados por estos últimos autores, pero son similares a los reportados para la región de Almería, España (Gazquez *et al.*, 2006).

El menor número de frutos cosechados por planta indica mayor aborto de flores o frutos y se registró en plantas sin desfloración ($4 \text{ frutos.planta}^{-1}$) En los otros tratamientos se mantuvo relativamente

fruits.plant^{-1}) In the other treatments remained constant ($7\text{-}8 \text{ fruits.plant}^{-1}$) (table 1), by showing that the management of different removal intensities does not produce significant changes in the number of harvested fruits. In both experiments, the treatment without removal showed the fruits presence in the first three nodes induces the flowers and fruits buds abortion in the two or three following nodes. When *C. annuum* shows growing fruits is also the period of seeds growth and there is a high carbohydrates request (Marcelis and Baan Hofman-Eijer, 1997) and in agreement with the concept of request force, to these parts of plant will be distributed a higher assimilates

Cuadro 1. Efecto de la eliminación de flores hasta el primer segundo y tercer nudo y sin desfloración sobre peso del fruto, producción por planta, rendimiento y total de frutos cosechados de *C. annuum* en condiciones de invernadero a 1936 m. Los valores son promedios \pm error estándar.

Table 1. Effect of the flowers removal until first, second and third node and without removal on fruit weight, production per plant, yield and total of fruits harvested of *C. annuum* in greenhouse conditions to 1936 m. Values are averages \pm standard error.

	Primer nudo	Segundo nudo	Tercer nudo	Sin desfloración	CV
Experimento 1					
Peso fruto (g)	178 \pm 10.1 ^b	154 \pm 6.3 ^b	136 \pm 4.4 ^b	222.9 \pm 17.3 ^a	16.14
Producción/planta (g)	1550 \pm 100 ^a	1398 \pm 66 ^{ab}	1283 \pm 92 ^b	1275 \pm 100 ^b	15.83
Rendimiento (kg/m ²)	7.75 \pm 0.5 ^a	6.99 \pm 0.3 ^{ab}	6.40 \pm 0.5 ^b	6.40 \pm 0.6 ^b	2.3
Total frutos cosechados.planta ¹	7 \pm 0.7 ^a	8 \pm 0.4 ^a	7 \pm 0.5 ^a	4 \pm 0.6 ^b	15.27
Experimento 2					
Peso fruto (g)	182 \pm 6.0 ^b	158 \pm 7.0 ^b	142 \pm 6.2 ^b	210 \pm 20.4 ^a	18.13
Producción/planta (g)	1546 \pm 96 ^a	1345 \pm 70 ^{ab}	1298 \pm 52 ^b	1258 \pm 95 ^b	16.56
Rendimiento (kg/m ²)	7.70 \pm 0.6 ^a	6.88 \pm 0.4 ^{ab}	6.60 \pm 0.5 ^b	6.45 \pm 0.7 ^b	3.6
Total frutos cosechados.planta ¹	7 \pm 0.5 ^a	9 \pm 0.3 ^a	7 \pm 0.6 ^a	5 \pm 0.4	13.6

Valores con diferente letra en la misma indican diferencias significativas. Prueba de medias (P \leq 0.05). CV es coeficiente de variación

Cuadro 2. Efecto de la eliminación de flores hasta el primer, segundo o tercer nudo y sin desfloración sobre la distribución porcentual del peso de los frutos cosechados en *C. annum*. en condiciones de invernadero a 1936 m.

Table 2. Effect of flowers removal until first, second and third nodes, and without removal on percentage distribution of *C. annum* fruits harvested in greenhouse conditions to 1936 m.

	Peso del fruto (g)			
Tipo desfloración	< 100	100-200	200-300	> 300
Primer nudo	6.6	56.6	28.9	6.8
Segundo nudo	22.0	66.1	12.1	0.0
Tercer nudo	14.4	77.0	8.3	0.0
Sin desfloración	14.8	52.2	12.0	21.0

constante (7– 8 frutos.planta⁻¹) (cuadro 1), indicando que el manejo de diferentes intensidades de desfloración no produce cambios significativos en el número de frutos cosechados. En ambos experimentos se encontró que en el tratamiento sin desflorar la presencia de frutos, en los primeros tres nudos, induce el aborto tanto de flores como de botones de frutos en los dos ó tres nudos siguientes. Cuando se tienen frutos en crecimiento en *C. annum* también es el periodo de crecimiento de semillas y es cuando hay una alta demanda de carbohidratos hacia estos (Marcelis y Baan Hofman-Eijer, 1997) y en concordancia con el concepto de fuerza de demanda, a estas partes de la planta se distribuirá una mayor cantidad de asimilados. Esto produce menor crecimiento de los frutos pequeños en desarrollo o incluso aborto de las flores que están surgiendo (Marcelis y Baan Hofman-Eijer, 1997). Se confirma que el efecto de presencia de frutos esta entre uno de los principales factores influ-

quantity. This produces a lower growth of little fruits in development or even the coming flowers abortion (Marcelis and Baan Hofman-Eijer, 1997). The effect of fruits presence is one of the main factors that influence on fall of later fruits, just like reported for other places in pepper. (Heuvelink *et al.*, 2002; Marcelis *et al.*, 2004).

A high fruits percentage (higher than 50%) weighed between 100 and 200 g every treatment. In plants without flowers removal, almost 21% of fruits with weights superior to 300 g were obtained, basically in the two first harvests (figure 2). Any case, the higher weights by fruit were obtained in the two first harvests; after, a light decrease was registered in the following harvest dates in flowers removal treatments, while the reduction in fruits weights was 48% in plants without removal. The flowers removal until third node induced the lower weight of fruit on initial harvest (168 g) with a light decrease on time (figure 2).

yente en la caída de frutos posteriores, al igual a lo reportado para otras localidades en pimentón. (Heuvelink *et al.*, 2002; Marcelis *et al.*, 2004).

Un alto porcentaje (mayor al 50%) de frutos pesó entre 100 y 200 g en todos los tratamientos. En plantas sin desfloración se obtuvo casi un 21% de frutos con pesos superiores a los 300 g, fundamentalmente en las dos primeras cosechas (figura 2). En todos los tratamientos, los mayores pesos por fruto fueron obtenidos en las dos primeras cosechas; posteriormente se registró una disminución leve en las siguientes fechas de cosecha en los tratamientos con desfloración, mientras que la reducción en el peso de los frutos fue del 48% en plantas sin desfloración. La eliminación de flores hasta el tercer nudo indujo el menor peso de fruto en la cosecha inicial (168 g) con ligera disminución en el tiempo (figura 2).

Para zonas de bajas temperaturas se pudiera obtener dos ciclos de cultivo anual, lo que implicaría 15.5 kg m⁻². Cada periodo o ciclo sería de dos meses y medio de producción. Otros autores han reportado mayores producciones (34 kg m⁻²) (Zúñiga-Estrada *et al.*, 2004) y entre 17 y 20 kg m⁻² (Paschold y Zengerle, 2000). El efecto de la presencia de los primeros frutos formados sobre el aborto de flores y frutos es debido a una competencia por asimilados como queda demostrado en este trabajo, al obtenerse frutos de mayor tamaño en las primeras cosechas. También podría deberse a la exportación de auxina de los frutos iniciados tempranamente que inhiben la exportación de auxina de los últimos frutos y su consecuente aborto

For low temperature regions, two cycles of annual cultivation could be obtained, which would involve 15.5 kg m⁻². Each period or cycle would be of two months and a half. Other authors have reported higher productions (34 kg m⁻²) (Zúñiga-Estrada *et al.*, 2004) and between 17 and 20 kg m⁻² (Paschold and Zengerle, 2000). The effect of first fruits presence formed on flowers and a fruit abortion is caused by a competence by assimilates as proved in this research, when higher size fruits were obtained in the first harvests. Also, it could be due to the auxin exportation from fruits early begun that inhibit the auxin exportation of the last fruits and its consequent abortion (Marcelis *et al.*, 2004). As a consequence, it is important to evaluate the fruits management by removing flowers in the different nodes of a inserted way, which could permit to achieve a higher homogeneity in the fruits and productions size with lower maturing peaks.

Conclusions

Flowers removal decreases fluctuations in production. With management of first flower removal the higher productions are obtained. In climates of low temperature inside of tropical regions, in plants of *C. annuum* grown in glasshouse conditions, the higher production moments are delayed as a function of the deflowering intensity and it is possible to achieve two sowing cycles with yield of 7.3 kg m⁻² each.

End of english version

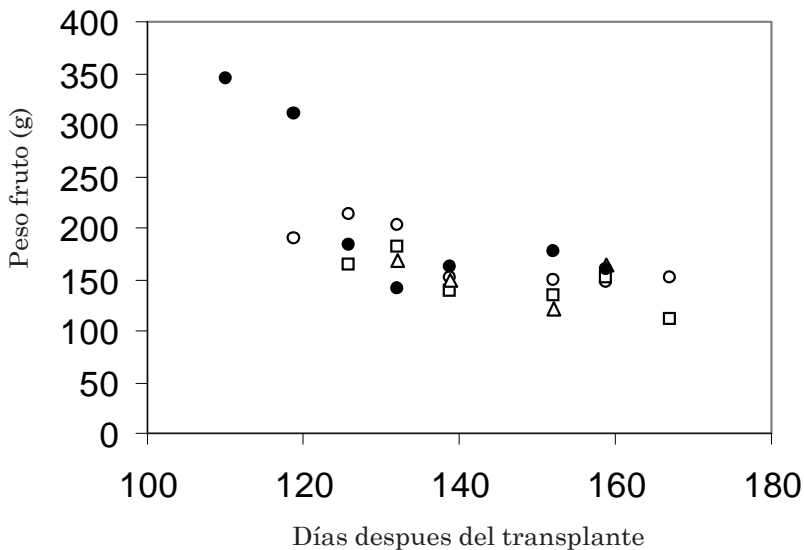


Figura 2. Efecto de la intensidad de desfloración sobre el promedio del peso del fruto por planta en las diferentes cosechas. Desfloración primer nudo (○, $y = -1,30 x + 356,5$ $R^2 = 0,65$), desfloración hasta el segundo nudo (◻, $y = 1,2 x + 321,4$ $R^2 = 0,60$), desfloración hasta el tercer nudo (△, es constante) sin desfloración (●, $y = 0,175 x^2 - 50,83 x + 3832,2$ $R^2 = 0,87$). Cada punto representa el promedio de frutos de 16 plantas. El número de frutos es variable.

Figure 2. Effect of flowers removal intensity on fruit weight average by plant, at different harvests. Flowers removal first node (○, $y = -1.30 x + 356.5$ $R^2 = 0.65$), until second node (◻, $y = 1.2 x + 321.4$ $R^2 = 0.60$), until third node (△, it is constant) without flowers removal (●, $y = 0.175 x^2 - 50.83 x + 3832.2$ $R^2 = 0.87$). Each point represents the fruits average of 16 plants. The fruits number is variable.

(Marcelis *et al.*, 2004). Pareciera entonces, que es importante evaluar el manejo de frutos eliminando flores en los diferentes nudos de una manera intercalada, lo que pudiera permitir lograr mayor homogeneidad en el tamaño de frutos y producciones con menores picos de fructificación.

Conclusiones

La eliminación de flores disminuye las fluctuaciones en la producción. Con el manejo de la eliminación de la primera flor se obtienen significativamente las mayores producciones. En climas de bajas tempe-

raturas de regiones tropicales en plantas de *C. annuum* crecidas en invernadero los momentos de mayor producción se retardan en función de la intensidad de la desfloración y es posible lograr dos ciclos de siembra con rendimiento de 7.3 kg m⁻² en cada uno.

Literatura citada

- Aloni, B., E. Presuman, y L. Karni. 1999. The effect of fruit load, defoliation and night temperature on the morphology of peppers flowers and on fruit shape. *Annals of Botany* 83:529-534.
- Aloni, B., L. Karni, Z. Zaidman, Y. Rivov y A. Schaffer. 1996. Changes of carbohydrates in pepper (*Capsicum annuum* L.) flowers in relation to their abscission under different shading regimes. *Annals of Botany* 78:163-168.
- Gazquez, J.C., J.C. Lopez, E. Baeza, M. Sáez, M.C. Sanchez-Guerrero, E. Medrano, y P. Lorenzo. 2006. Yield response of a sweet pepper crop to different methods of greenhouse cooling. *Acta Horticulturae* 719: 90-96
- Hall, A.J. 1977. Assimilate source-sink relationship in *Capsicum annuum* L. I. The dynamics of growth in fruiting and deflorated plants. *Australian Journal of Plant Physiology* 4: 623-636.
- Heuvelink, E., L.F.M. Marcelis, y O. Körne. 2002. How to reduce yield fluctuations in sweet pepper?. *Acta Horticulturae* 633: 349-355
- Jaimez, R.E., F. Castro y F. Aliso. 2001. Promedios mensuales de precipitación, temperatura máxima y mínima y evaporación registrados en la estación climatológica Santa Rosa (1967-2000). *Boletín Divulgativo del Instituto de Investigaciones Agropecuarias* 26 (3 y 4): 28-29.
- Jaimez R.E., R. Da Silva, A. D'Aubeterre, J. Allende, F. Rada, R. Figueiral. 2005. Variaciones microclimáticas en invernadero: Efecto sobre las relaciones hídricas e intercambio de gases en pimentón (*Capsicum annuum*). *Agrociencia* 39:41-50.
- Khah, E.M. y H.C. Passam. 1992. Flowering, fruit set and development of the fruit and seed of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivated under conditions of high ambient temperature. *Journal of Horticultural Science* 67: 251-258.
- Marcelis, L.F.M. y L.R. Baan Hofman-Eijer. 1997. Effect of seed number on competition and dominance among fruits in *Capsicum annuum* L. *Annals of Botany* 79: 687-693.
- Marcelis, L.F.M., E. Heuvelink, L.R. Baan Hofman-Eijer, D. Baker, y L. Xue. 2004. Flower and fruit abortion in sweet pepper in relation to source and sink strength. *Journal Experimental of Botany* 55: 2261-2268.
- Mathieu, A., P.H. Courne ' DE, D. Barthe' LE', P. De Refye, 2008 Rhythms and alternating patterns in plants as emergent properties of a model of interaction between development and functioning. *Annals of Botany* 101: 1233-1248.
- Mercado J., M. Reid, V. Valpuesta, M. Quesada. 1997. Metabolic changes and susceptibility to chilling stress in *Capsicum annuum* plants grown at suboptimal temperature. *Australian Journal of Plant Physiology* 24: 759-767.
- Nilsen, E. y D. Orcutt. 1996. Physiology of plant under stress: Abiotic factors. John Wiley and Sons, INC 689 p.
- Nilwik H.J. 1981. Growth analysis of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) 1. The influence of irradiance and temperature under glasshouse conditions in Winter. *Annual of Botany* 48: 129-136.
- Paschold, P.J., y K.H. Zengerle. 2000. Sweet pepper production in a closed system in mound culture

- with special consideration to irrigation scheduling. *Acta horticulturae* 554: P.-J.329-333
- Polowick, P.L., y V.K. Sawhney. 1985. Temperature effect on male fertility and flower and fruit development in *Capsicum annuum* L. *Scientia Horticulturae* 25:117-127
- Reddy, K.R., y V.G. Kakani 2007. Screening *Capsicum* species of different origins for high temperature tolerance by *in vitro* pollen germination and pollen tube length. *Scientia Horticulturae* 112: 130-135.
- Rylski, I. 1973. The effect of night temperature on shape and size of sweet pepper (*Capsicum annuum*). *Journal of American Society Horticulturae* 98: 149-152.
- Shaked, R., K. Rosenfeld y E. Pressman. 2004. The effect of low night temperatures on carbohydrates metabolism in developing pollen grains of pepper in relation to their number and functioning. *Scientia Horticulturae* 102: 29-36
- Turner, A.D. y H.C. Wien. 1994. Dry matter assimilation and partitioning in pepper cultivars differing in susceptibility to stress induced bud and flower abscission. *Annals of Botany* 73: 617-622.
- Wardlaw, I.F. 1990. The control of carbon partitioning in plants. *New phytologist* 116: 341-381.
- Wien, H.C. 1997. Peppers. *In: The physiology of vegetable crops*. Wien H.C. (ed). CAB International pp 259-293.
- Wien, H.C., K.P Tripp, R. Hernández-Armenta, y A.D. Turner. 1989. Abscission of reproductive structures in pepper: causes, mechanisms and control. *In: Tomato and Pepper Production in the Tropics*. Green S. K. (ed). Asian vegetable research and development Center. Shanhua, Taiwan pp 150-165
- Zùñiga-Estrada L., J. Martínez-Hernandez, G.Baca-Castillo, A. Martínez-Garza, J. Tirado-Torres, y J. Kohashi-Shibata. 2004. Producción de Chile pimentón en dos sistemas de riego bajo condiciones hidropónicas. *Agrociencia* 38: 207-218.