

Days and termal time to flowering and fructification of solanaceae crops cultivated under greenhouse in La Plata

Días y tiempo térmico a floración y fructificación en solanáceas cultivadas en invernadero en La Plata

Guaymasí, D.¹; Garbi, M.¹; Morelli, G.¹, Martínez, S.¹ (*Ex aequo*)

¹Climatología y Fenología Agrícolas Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Calles 60 y 119 s/n (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina. Mariana Garbi: mariana.garbi@agro.unlp.edu.ar

Recibido: 04/04/2017

Aceptado: 08/03/2018

ABSTRACT

Guaymasí, D.; Garbi, M.; Morelli, G., Martínez, S. 2018. Days and termal time to flowering and fructification of solanaceae crops cultivated under greenhouse in La Plata. Horticulture Argentina 37 (92): 34-41.

In tomato (*Solanum lycopersicum* L.), pepper (*Capsicum annuum* L.) and eggplant (*Solanum melongena* L.) crops, there is a continuous introduction of hybrids, and it is of interest to study their adaptation to local growing conditions. The aim of this work was to characterize tomato, pepper and eggplant hybrids, according to thermal time and days from transplant required to reach flowering and fruiting between the first and fourth bunch. Crops were grown under a greenhouse located in La Plata, Buenos Aires, Argentina (34° 58'S, 57° 54'W). Tomato hybrids: Elpida and Griffy (Enza Zaden®), bell pepper hybrids: Almuden and Platero (Syngenta®) and eggplant hybrids: Barcelona (Fito®) and Monarca (Rijk

Zwaan®) were planted on 08/14/2011. Air temperature and date of first flowering and fruiting from first to fourth bunches were registered. Days between transplant and start of phases and thermal time with a base temperature of 10 °C for tomato and bell pepper and 11 °C for eggplant were calculated. Statistical design was a randomized complete block with 4 replications. Number of days data were subjected to the non-parametric Friedman test and thermal time to analysis of variance ($p < 0.05$). No statistical differences between hybrids were observed to reach first flowering or fruiting from first to fourth bunch, considering that under these trial conditions, the selection of these genetic materials for production can be done by different criteria than bioclimatic response.

Additional keywords: heat accumulation, degree days, flowering, fructification, tomato, pepper, eggplant.

RESUMEN

Guaymasí, D.; Garbi, M.; Morelli, G., Martínez, S. 2018. Días y tiempo térmico a floración y fructificación en solanáceas cultivadas en invernadero en La Plata. *Horticultura Argentina* 37 (92): 34-41.

En tomate (*Solanum lycopersicum* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.) y berenjena (*Solanum melongena* L.) existe una continua incorporación de nuevos híbridos, siendo importante conocer su respuesta al ambiente local. Este trabajo tuvo como objetivo caracterizar híbridos de tomate, pimiento y berenjena según cantidad de días y tiempo térmico requerido para alcanzar floración y fructificación del primer al cuarto racimo. Los cultivos se condujeron en un invernadero ubicado en La Plata, Buenos Aires, Argentina (34° 58'S, 57° 54'W). El 14/08/2011 se transplantaron tomate: Elpida y Griffy (Enza Zaden®), pimiento: Almuden y Platero (Syngenta®) y berenjena: Barcelona (Fito®) y Monarca

(Rijk Zwaan®). Se registraron temperatura del aire y fecha de floración y fructificación hasta 4° racimo. Se calcularon días transcurridos entre trasplante e inicio de fases y tiempo térmico con temperatura base de 10 °C para tomate y pimiento y 11 °C para berenjena. El diseño fue en bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones. La cantidad de días se analizó por la prueba no paramétrica de Friedman y el tiempo térmico por análisis de varianza ($p < 0,05$). No se observaron diferencias significativas entre híbridos de cada cultivo, considerándose que, en las condiciones de ensayo, pueden utilizarse criterios diferentes a la respuesta bioclimática en la selección del material genético para producción.

Palabras claves adicionales: acumulación calórica, grados, día, floración, fructificación, tomate, pimiento, berenjena.

1. Introducción

El cinturón hortícola de La Plata (Buenos Aires) es una de las principales zonas de la Argentina en la que se realizan cultivos en invernaderos. La región posee 2258,62 ha cubiertas, encontrándose el tomate (*Solanum lycopersicum* L.), el pimiento (*Capsicum annuum* L.) y la berenjena (*Solanum melongena* L.) entre las hortalizas de fruto de mayor importancia bajo esta modalidad de cultivo (López Camelo, 2012; Fernández Lozano, 2012; Álvarez *et al.*, 2014). Las tres especies pertenecen a la familia *Solanaceae* originarias de regiones tropicales y subtropicales, con similitudes en cuanto a sus requerimientos agroecológicos. La berenjena tiene un óptimo térmico que en pleno crecimiento se ubica en 20 a 30 °C durante el día y 15 a 20 °C durante la noche, observándose detención del crecimiento entre 10 y 13 °C, hallándose antecedentes en que se considera 11 °C como temperatura base (Maroto, 1992; Rouphael *et al.*, 2010; Sadek *et al.*, 2013). En pimiento, la temperatura óptima diurna se sitúa entre 20 a 25 °C y la nocturnas entre 16 y 18 °C, retrasándose el desarrollo con temperaturas inferiores a 15 °C, con detención del crecimiento por debajo de 10 °C, temperatura tomada como base para el cálculo del tiempo térmico requerido por el cultivo (Maroto, 1992; Nuez *et al.*, 1996; Vidal *et al.*, 2010). El tomate requiere entre 18 °C y 27 °C durante el día y 15 °C a 18 °C durante la noche para el crecimiento y floración, habiéndose reportado valores de temperatura base de 4,3 a 10 °C, dependiendo de los sitios y estaciones de cultivo, con una mejor adecuación de los valores

más bajos cuando la planta se desarrolla en ambientes con temperaturas primaverales más elevadas (Perry *et al.*, 1997).

El cultivo bajo invernaderos de las tres especies se realiza mayoritariamente a partir de híbridos, existiendo una amplia variedad en el mercado y una continua incorporación de nuevos materiales genéticos, lo que hace de interés evaluar su adaptación a las condiciones locales de crecimiento. En este sentido, el conocimiento de la fenología de un cultivo es importante para su manejo correcto, así como para interpretar de cambios debidos a factores bioclimáticos (Moreno Pérez *et al.*, 2011); mientras que el índice térmico, denominado “grados – día” o “tiempo térmico”, representa un factor importante en el desarrollo biológico de las plantas, dado que permite estimar la energía calórica disponible durante la estación de cultivo y puede aplicarse exitosamente para predecir su crecimiento, con el fin de implementar prácticas de manejo y estimar fechas de cosecha con una variabilidad menor que cuando los cálculos se basan en la cantidad de días (Lozada & Angelocci, 1997; Sadek *et al.*, 2013; Almaguer Sierra *et al.*, 2014).

En trabajos realizados en tomate en La Plata (Buenos Aires), considerando una temperatura base de 10 °C, se ha observado que, independientemente de las condiciones de cultivo, la tasa de aparición de racimos responde linealmente a los días desde el trasplante y a la acumulación calórica ocurrida durante ese periodo (Garbi *et al.*, 2006). En pimiento, utilizando 10 °C como temperatura base, se encontró una relación directa entre el tiempo térmico y la tasa de aparición de hojas, metodología que permitió reducir la variabilidad observada en el desarrollo foliar cuando se consideró el tiempo cronológico (Vidal *et al.*, 2010). El tiempo térmico fue también más adecuado que el número de días para predecir el momento de cosecha en este cultivo, según fue evaluado por Perry *et al.* (1993); mientras que respecto al rendimiento, se observó una relación lineal con los grados-día acumulados desde el trasplante, solo en el periodo en que los rangos térmicos estuvieron dentro de los adecuados para la especie (Ibarra Jiménez *et al.*, 2000). En berenjena, la información disponible sobre su respuesta bioclimática es escasa, habiéndose observado una relación curvilínea entre la tasa de aparición de hojas y el tiempo térmico hasta la acumulación de 450 °C-día y una respuesta lineal a partir de ese valor (Rouphael *et al.*, 2010). En la misma especie, se compararon distintos procedimientos para estimar la cantidad de grados-día requerida por 4 híbridos de berenjena sembrados en distintas estaciones de cultivo, obteniendo valores que oscilaron entre 2600 y 2900 grados-día para el ciclo completo, según el método de estimación y época de cultivo (Saked *et al.*, 2013).

Este trabajo tuvo como objetivo caracterizar híbridos de tomate, pimiento y berenjena según la cantidad de días y el tiempo térmico requerido para alcanzar la floración y fructificación entre el primer y cuarto racimo.

2. Materiales y métodos

Los cultivos se condujeron en un invernadero parabólico de 24 m x 40 m y una altura de 6 m en la cumbre, cubierto con polietileno térmico de 150 µm de espesor, ubicado en la Estación Experimental Julio Hirschhorn (Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de la Plata) en La Plata, Buenos Aires, Argentina (34°58'S, 57°59'W). El 14/08/2011 se transplantaron los híbridos de tomate indeterminado: Elpida (Enza Zaden®) y Griffy (Enza Zaden®), de pimiento: Almuden (Syngenta®) y Platero (Syngenta®) y berenjena: Barcelona (Fito®) y Monarca (Rijk Zwaan®). Para la iniciación de los cultivos se utilizaron plantines provenientes de una plantinera comercial de la zona, producidos bajo invernadero con condiciones controladas, transplantados al estado de 4 hojas verdaderas. Las plantas se condujeron sobre suelo cubierto con lámina de polietileno negro y riego por goteo,

con un marco de plantación de 1 m entre lomos y 0,50 m entre plantas, tutorándolas en forma vertical con hilo. El tomate se condujo a una rama y el pimiento y la berenjena a 4 ramas. Se realizaron las prácticas culturales aplicadas en producciones comerciales de la zona, como la eliminación de brotes axilares, fertirrigación y tratamientos fitosanitarios, sin limitantes en la provisión de agua y nutrientes.

En los tres cultivos el diseño experimental fue en bloques completos al azar con 4 repeticiones, con 10 plantas por parcela. En cada cultivo se registró la fecha de inicio de floración y fructificación hasta el 4° racimo inclusive, calculándose la cantidad de días transcurridos desde el trasplante hasta el inicio de cada fase. La floración se definió cuando se registró la apertura de al menos una flor (de la inflorescencia) en el conjunto de plantas consideradas para la observación, y la fructificación cuando se produjo el cuajado de frutos en las flores observadas previamente. El criterio para definir el inicio de cada fase fue cuando el 20 % de las plantas alcanzaban la misma. Se decidió registrar la fenología hasta la fructificación del 4° racimo, dado que en estudios previos realizados en tomate, en la misma localidad y condiciones de cultivo, se observó que el rendimiento decrecía luego de la cosecha de ese racimo (Grimaldi *et al.*, 2003), adoptándose el mismo criterio en pimiento y berenjena. Durante todo el periodo de ensayo se registró la temperatura del aire cada 30 minutos con una estación automática, ubicada en el centro del invernadero, con el sensor colocado a 1,5 m desde el nivel del suelo. Para el periodo de ensayo se registraron las temperaturas máximas y mínimas del aire, calculando las temperaturas medias como el promedio entre ambos valores. Las temperaturas medias fueron 12,5 °C +/- 1,3 °C en agosto; 16,4 °C +/- 2,6 °C en septiembre; 17,9 °C +/- 1,7 °C en octubre; 21,3 °C +/- 2,3 °C en noviembre y 22,2 °C +/- 2,3 °C en diciembre. Con los registros obtenidos se calculó el tiempo térmico desde el momento de trasplante hasta el inicio de cada fase según la fórmula $TT = [(T_{max} + T_{min}/2) - T_b]$; donde TT es tiempo térmico, T_{max} y T_{min} las temperaturas máximas y mínimas diarias del aire, respectivamente y T_b la temperatura base, considerando 10 °C para tomate y pimiento y 11 °C para berenjena (Perry *et al.*, 1997; Saked *et al.*, 2013).

También se calcularon los días transcurridos desde el trasplante para completar cada subperíodo. Los datos obtenidos para cada cultivo se sometieron a la prueba no paramétrica de Friedman y el tiempo térmico se evaluó mediante análisis de la varianza (p<0,05), utilizando el programa InfoStat versión 2011 (Di Rienzo *et al.*, 2011).

3. Resultados y discusión

No se observaron diferencias significativas en los días ni en el tiempo térmico requerido para alcanzar floración o fructificación de los cuatro primeros racimos entre los híbridos evaluados de tomate (Tabla 1), pimiento (Tabla 2) ni berenjena (Tabla 3).

Tabla 1. Días desde trasplante y tiempo térmico (TT) para el inicio de floración y fructificación entre 1° y 4° racimo en tomate (*Solanum lycopersicum*) híbridos Elpida y Griffy (Enza Zaden®), transplantados el 14/08/2011 en La Plata, Buenos Aires.

	Elpida		Griffy	
	Días	TT [°Cdías]	Días	TT [°Cdías]
Floración 1° racimo	34	151	34	151
Fructificación 1° racimo	44	220	42	202
Floración 2° racimo	44	220	42	202
Fructificación 2° racimo	56	315	51	273
Floración 3° racimo	56	315	51	273
Fructificación 3° racimo	64	382	61	356
Floración 4° racimo	67	406	64	382
Fructificación 4° racimo	71	441	68	417

Tabla 2. Días desde trasplante y tiempo térmico (TT) para el inicio de floración y fructificación entre 1° y 4° racimo en pimiento (*Capsicum annum* L.) híbridos Almuden y Platero (Syngenta®), transplantados el 14/08/2011 en La Plata, Buenos Aires.

	Almuden		Platero	
	Días	TT [°Cdías]	Días	TT [°Cdías]
Floración 1° racimo	61	356	61	356
Fructificación 1° racimo	68	425	68	425
Floración 2° racimo	75	480	75	480
Fructificación 2° racimo	82	541	85	572
Floración 3° racimo	93	651	93	651
Fructificación 3° racimo	106	821	110	858
Floración 4° racimo	125	1036	123	1013
Fructificación 4° racimo	135	1166	135	1166

Tabla 3. Días desde trasplante y tiempo térmico (TT) para el inicio de floración y fructificación entre 1° y 4° racimo en berenjena (*Solanum melongena* L.) híbridos Barcelona (Fito®) y Monarca (Rijk Zwaan®), transplantados el 14/08/2011 en La Plata, Buenos Aires.

	Barcelona		Monarca	
	Días	TT [°Cdías]	Días	TT [°Cdías]
Floración 1° racimo	56	298	56	298
Fructificación 1° racimo	64	357	64	357
Floración 2° racimo	66	369	74	428
Fructificación 2° racimo	83	486	90	558
Floración 3° racimo	90	548	90	558
Fructificación 3° racimo	99	641	100	661
Floración 4° racimo	103	684	106	740
Fructificación 4° racimo	118	857	122	909

En los dos híbridos de tomate evaluados, el tiempo requerido y la suma térmica alcanzada en cada sub-periodo se aproximan a los valores observados por Cremaschi *et al.* (2012) al estudiar el comportamiento fenológico de 5 híbridos comerciales de tomate conducidos bajo invernadero en La Plata, en tres fechas de trasplante, entre julio y septiembre; observando que la primera floración se daba de 32 a 50 días y la fructificación de 46 a 70 días después del trasplante, dependiendo del híbrido, con niveles de acumulación térmica de 117 a 186 grados-día para la floración y 237 a 263 para la fructificación en trasplantes realizados en julio, registrándose valores superiores para los trasplantes más tardíos. En la misma zona, Grimaldi *et al.* (2003), utilizando otro híbrido comercial de tomate, transplantado en noviembre, reportó que la floración del primer racimo ocurrió 15 días después del trasplante, con la acumulación de 262,7 grados-día. Si bien cada material genético puede presentar características particulares, la temperatura del aire durante el ciclo de cultivo influye sobre el nivel de acumulación calórica alcanzada, según fue reportado por Warnock (1973), al estimar la suma térmica requerida por un híbrido de tomate en diferentes años, en los que observó mayor acumulación de grados-día cuando se registraron temperaturas del aire más elevadas.

En pimiento, tanto Almuden como Platero, requirieron para la floración y fructificación una cantidad de días mayor que la registrada por Moreno Pérez *et al.* (2011) quienes estudiaron la fenología de 13 híbridos de pimiento, en los que la primera floración y fructificación se observaron entre 30 a 45 y 39 a 52 días después del trasplante, respectivamente. Fernandes da

Silva Filho *et al.* (2004), evaluando el comportamiento de 20 variedades de *Capsicum* sp., observaron una duración promedio de 70 días para el sub-periodo trasplante-floración, valor más coincidente con el obtenido en este trabajo. La forma de conducción a 4 ramas utilizada en pimiento puede haber incidido en el tiempo a floración y la acumulación calórica registrada, dado que se ha observado un retraso de 5 a 9 días en la fecha de floración en plantas de esta especie podadas a 4 ejes, en relación a las podadas a 2 ó 3 ejes (Aranguiz M., 2002). Esta respuesta de la planta de pimiento a la forma de conducción podría explicar su retraso fenológico y mayor requerimiento térmico en relación a los híbridos de berenjena utilizados en este ensayo, aún cuando la especie presenta una exigencia térmica superior a la del tomate y el pimiento (Serrano Cermeño, 1996). Maroto (1992) indica que la primera flor en berenjena aparece cuando la planta presenta entre 8 y 12 hojas, y según estudios realizados por Rouphael *et al.* (2010), tres híbridos de berenjena acumularon aproximadamente 300 grados-día al momento de la aparición de la décima hoja. Si bien el número de hojas no fue computado en este trabajo, puede considerarse que la acumulación de 298 grados-día registrada en los híbridos Barcelona y Monarca es concordante con los datos disponibles para otros híbridos.

4. Conclusión

En La Plata, para trasplantes realizados en agosto, la equivalencia en el tiempo cronológico y térmico, requeridos por los híbridos Elpida o Griffy en tomate, Almuden y Platero en pimiento y Barcelona y Monarca en berenjena, permite considerar que la selección para su producción puede realizarse por criterios diferentes a su respuesta bioclimática.

5. Bibliografía

- Almaguer-Sierra, P.; Rodríguez-Fuentes, H.; Barrientos Lozano, L.; Mora Ravelo, S.G. & Vidales-Contreras, J.A. 2014. Relación entre grados-día y la producción de *Opuntia ficus-indica* para consumo humano en Marín, Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5:1055-1065.
- Álvarez, L.J.; Lucia, M.; Ramello, P.J.; Del Pino, M. & Abrahamovich, A.H. 2014. Abejas asociadas a cultivos de berenjena (*Solanum melongena* L., *Solanaceae*) en invernadero del Cinturón Hortícola de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía* 113:211-217.
- Aranguiz M., M.J. 2002. Efecto de tres sistemas de poda sobre el rendimiento, calidad y asimilados en dos cultivares de pimiento (*Capsicum annuum* var. *grossum* L.) producidos orgánicamente bajo invernadero. Disponible en: <http://dspace.utalca.cl/handle/1950/77>
6. Fecha de último acceso: 6/09/2017.
- Cremaschi, G.; Andreau, R.; Martínez, S.; Garbi, M.; Morelli, G. & Bidondo, D. 2012. Effect of transplanting date on the phenology and production of 4 tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) hybrids grown under greenhouse. *Acta Horticulturae* 927:301-308.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M. & Robledo, C.W. 2011. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat. FCA. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>.
- Fernandes da Silva Filho, D.; Carmo Oliveira, M.; Pinheiro Martins, L.H.; Noda, H.; Manoares Machado, F.

2004. Diversidade fenotípica em pimenteiras cultivadas na Amazônia. Disponible en: http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/44_562.pdf. Fecha de último acceso: 5/09/2017.
- Fernández Lozano, J. 2012. La producción de hortalizas en Argentina. Disponible en: http://www.mercadocentral.gob.ar/zip tecnicas/la_produccion_de_hortalizas_en_argentina.pdf. Fecha de último acceso: 13/10/2015.
- Garbi, M.; Grimaldi, M.C.; Martínez, S.B. & Gimenez, D. 2006. Relaciones entre el desarrollo del cultivo de tomate, la cantidad de días desde el trasplante y la suma de temperatura acumulada. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* 14:168-173.
- Grimaldi, M.C.; Martínez, S.; Garbi, M. & Morelli, G. 2003. Unidades calóricas acumuladas en cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero plástico. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* 11:379-383.
- Ibarra Jiménez, L.; Fernández Brondo, J.M.; Rodríguez Herrera, S.A.; Reyes López, A.; Díaz Pérez, J.C.; Hernández Mendoza, J.L. & Farías Larios, J. 2000. Influencia del acolchado y microtúnel en el microclima y rendimiento de pimiento morrón y melón. *Revista Fitotécnica Mexicana* 23:1-15.
- López Camelo, A. F. 2012. La utilización del Google EarthTM para el relevamiento de la superficie bajo cubierta en el Gran Buenos Aires. *Horticultura Argentina* 31(76):22 (resumen).
- Lozada, B. & Angelocci, L. R. 1997. Determinação da temperatura-base e de graus-día na estimativa de duração dos subperíodos de desenvolvimento do milho. In: *Anais Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*. SBA, Piracicaba, Brasil. p. 9-11.
- Maroto, J.V. 1992. *Horticultura Herbácea Especial*. 3^o edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 568 pp.
- Moreno Pérez, E.; Mora Aguilar, R.; Sánchez del Castillo, F. & García-Pérez, V. 2011. Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) cultivados en hidroponía. *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 17 spe. 2. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?scipt=sci_arttext&pid=S1027-52X2011000500002&lang=pt. Fecha de último acceso: 13/10/2015.
- Nuez, F.; Gil Ortega, R. & Costa, J. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajés. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 607 pp.
- Perry, K.B.; Sanders, D.C.; Granberry, D.M.; Garrett, T.; Decoteau, D.R.; Nagata, R.T.; Dufault, R.J.; Batal, K.D. & Mclaurin, W.J. 1993. Heat units, solar radiation and daylength as pepper harvest predictors. *Agricultural and Forest Meteorology* 65:197-205.
- Perry, K.B.; Wu, Y.; Sanders, D.C.; Garrett, T.; Decoteau, D.R.; Nagata, R.T.; Dufault, R.J.; Batal, K.D.; Granberry, D.M. & Mclaurin, W.J. 1997. Heat units to predict tomato harvest in the southeast USA. *Agricultural and Forest Meteorology* 84:249-254
- Rouphael, Y.; Cardarelli, M.; Ajouz, N.; Marucci, A. & Colla, G. 2010. Estimation of eggplant leaf number using thermal time model. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 8:847-850.
- Sadek, I. I.; Mostafa, D. M.; Yousry, M. M. 2013. Appropriate six equations to estimate reliable growing degree-days for eggplant. *American-Eurasian Journal Agricultural & Environmental Sciences* 13 (9): 1187-1194.
- Serrano Cermeño, Z. 1996. Cultivo de berenjena. In: *Veinte cultivos de*

- hortalizas en invernadero. Sevilla, España. p. 53-100 (Serrano Cermeño, Z. Ed.).
- Vidal, J.L.; Budeguer, R.; Alderete, G.; Romero, E.; Rodríguez Rey, J.; Amado, M.E. & Bas Nas, S. 2010. Influencia del régimen térmico en el desarrollo foliar del pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivado en campo. Horticultura Argentina 29(69):13-17.
- Warnock, S. L. 1973. Tomato development in California in relation to heat unit accumulation. HortScience 8(6):487-488.