

LÁMINA DE RIEGO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN PARA CALA (*Zantedeschia rehmannii*) CV RENO

IRRIGATION DEPTH AND APPLICATION FREQUENCY FOR CALLA LILY (*Zantedeschia rehmannii*) CV RENO

Rosalinda Espinal-Montes¹; Mario A. Vázquez-Peña^{1*}; Ramón Arteaga-Ramírez¹;
Irineo L. López-Cruz¹; María de J. Juárez-Hernández²

¹Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco, km 38.5. Chapingo, Estado de México, MÉXICO. C. P. 56230. Correo-e: mvazquez@coahuila.com (*Autor para correspondencia).

²Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Carretera México-Texcoco km 38.5. Chapingo, Estado de México, MÉXICO. C. P. 56230.

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en un invernadero del Departamento de Fitotecnia ubicado en la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. Se evaluaron tres frecuencias de riego (3, 4 y 5 riegos al día), para lo cual se utilizó un sistema de riego localizado automatizado para aplicarlas y tres láminas de riego (7, 14 y 25 mL·día⁻¹) controladas mediante los goteros, se empleó como sustrato tezontle. Se usó un arreglo factorial de dos factores cada uno con tres niveles en un diseño completamente al azar y para la nutrición se aplicó la solución universal de Steiner (90 mL·día⁻¹) para la producción de Cala lily cv Reno. Se analizó el comportamiento de ésta en cuanto a la cantidad, altura y tiempo de desarrollo de flores y hojas. El cultivo se estableció de septiembre de 2010 a enero de 2011, la toma de datos fue semanal a partir de la cuatro a la quince después de plantados los rizomas, donde se cuantificó la cantidad de hojas y flores desarrolladas y posteriormente se midió la altura de ambas. Con los datos obtenidos se procedió al análisis del efecto de los dos factores, con lo que se determinó que el factor que afecta el número, altura y tiempo de desarrollo de flores para Cala lily cv Reno es la frecuencia de riego. Con cuatro y cinco riegos al día desarrolla una mayor cantidad de flores que con tres.

Palabras clave adicionales: *Zantedeschia*, lámina de riego, frecuencia de riego, solución universal de Steiner, tezontle.

ABSTRACT

This research was conducted in a Plant Science Department greenhouse at the Universidad Autónoma Chapingo, located in Chapingo, Mexico State. We evaluated three irrigation frequencies (3, 4 and 5 irrigations per day), which were applied using an automated drip irrigation system at three depths (7, 14 and 25 mL·day⁻¹) controlled by drippers; tezontle was used as substrate. A factorial arrangement of two factors, each at three levels, was used in a completely randomized design, and Steiner universal solution (90 mL·day⁻¹) was used to provide nutrition for the production of Calla lily cv Reno. Crop behavior was analyzed in terms of number, height and development time of flowers and leaves. The crop was established from September 2010 to January 2011, and data taking was weekly from four to fifteen weeks after planting the rhizomes, when the number of developed leaves and flowers were quantified and subsequently the height of both was measured. With the data obtained, we proceeded to analyze the effect of both factors, which determined that the factor affecting the number, height and development time for Calla lily cv Reno flowers is irrigation frequency. With four and five daily irrigations, a greater number of flowers develops than with three.

Additional key words: *Zantedeschia*, irrigation depth, irrigation frequency, Steiner universal solution, tezontle.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de flores con fines ornamentales es una práctica antigua con mucha importancia cultural, ya que es una tradición arreglar los lugares de culto religioso, festivo y doméstico. Los antepasados se interesaron por los valores estéticos que presentan las flores, su arquitectura, colores y perfumes (Leszczyńska-Borys, 1990; Leszczyńska-Borys y Borys, 2002).

La producción de flores y plantas ornamentales ha adquirido gran importancia debido a las altas remuneraciones económicas que obtienen los grupos o personas que se dedican al cultivo de éstas (Soto y Armando, 2006).

Las especies de *Zantedeschia sprengel* (Familia Araceae), originarias del sur de África, son plantas perennes, herbáceas, de fotoperiodo neutro y dormantes durante el invierno (Robinson *et al.*, 2000). Este género se clasifica en la sección *Zantedeschia* o cala blanca, y la sección *Aestivae* o cala de color (Funell, 1993).

En México, se cultiva principalmente el alcatraz blanco (*Zantedeschia aethiopica* (L.) K. Spreng) o 'Criollo' a cielo abierto en ambientes templados y húmedos, y la experiencia agronómica con otros cultivares es limitada (Cruz-Castillo *et al.*, 2008).

Las Calas lilies tienen gran importancia comercial en todo el mundo como flor de corte y de maceta (Kuehny, 2000).

El desconocimiento acerca del manejo agronómico, los altos costos del material vegetal y la susceptibilidad de los rizomas al ataque de *Erwinia carotovora*, relacionada con niveles elevados de humedad del suelo y con altas concentraciones de fertilizantes, se han convertido en una barrera para el crecimiento de las áreas sembradas en el mundo (Gómez, 2009).

Es necesario un cambio a mejores prácticas de manejo nutricional con menor impacto ambiental (Tomer y Burkart, 2003).

La solución nutritiva de Steiner expresa las relaciones mutuas entre los cationes: potasio, calcio y magnesio, y los aniones: nitrato, fosfato y sulfato (Steiner, 1984). En la solución nutritiva de Steiner, todo el nitrógeno está presente en forma de nitrato, no como el amonio. La razón es que los iones amonio en una solución nutritiva son tóxicos en mayor o menor grado para muchas plantas (Steiner, 1984).

En una agricultura eficiente, y con altos rendimientos, la buena utilización del recurso hídrico es fundamental para la producción de los cultivos. Por esta razón, es imprescindible el conocimiento de la fuente, calidad y disponibilidad del agua, y sobre todo, su efecto en el crecimiento y productividad del cultivo (Doorenbos y Pruitt, 1984).

Un conocimiento de las necesidades de agua de los cultivos no sólo permite su mejor desarrollo para lograr una mayor producción y mejor calidad de las cosechas, sino que contribuye también a ahorrar considerables volúmenes de agua (IMTA, 1995).

El riego por goteo permite reducir más del 50 % la concentración de fertilizantes, obtener un ahorro económico y un menor deterioro del ambiente, y hacer un uso más eficiente del agua, que se logra reducir en más del 50 % (Moya, 1994).

El precio que alcanza en el mercado la Cala lily es de los más altos por lo que es una buena opción para los productores, sin embargo, la falta de conocimiento del manejo agronómico hace que la producción sea complicada, un punto importante es el riego, por lo que el objetivo de esta investigación fue determinar la lámina de riego y frecuencia de aplicación para el manejo de la madurez comercial de la Cala lily cv Reno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en un invernadero de vidrio del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, que se encuentra a una altura de 2,256 m y está situada entre los paralelos 19° 29' 36" latitud norte y 98° 53' 07" latitud oeste, con clima Subhúmedo con lluvias en verano.

Se instaló un sistema de riego localizado automatizado (Figura 1), mediante este se manejaron tres frecuencias de riego (FR) (3, 4 y 5 riegos al día) y a través de la instalación de goteros con tres diferentes gastos se controló la lámina de riego aplicada (LRA) a evaluar. Se implementó un arreglo factorial empleando dos factores a tres niveles cada uno en un diseño completamente al azar para realizar el análisis de varianza de los datos obtenidos. Para la nutrición de las Calas lilies se aplicó manualmente la solución universal de Steiner.



Figura 1. Sistema de Riego localizado automatizado

El sustrato que se empleó fue tezontle con una granulometría de 2 a 4 mm, la cual se consiguió al pasar dicho sustrato a través de dos cribas, la primera con una malla de 4 mm de abertura, el tezontle que pasaba a través de ésta se ponía en la segunda criba con una malla de 2 mm, por lo que el sustrato que quedaba en ésta fue con el que se trabajó; ya seleccionado el sustrato, se incorporó en las macetas de polietileno de 2 kg, que se distribuyeron dentro del invernadero. Una vez preparada el área de cultivo, se dio un riego pesado para preparar el sustrato para la plantación de los rizomas de Cala lily cv Reno.

El día 6 de septiembre de 2010 se aplicó un tratamiento preventivo a los rizomas de Cala lily cv Reno sumergiéndolos

durante 15 minutos en una mezcla de ácido giberélico y un fungicida, posteriormente se plantaron en las macetas previamente adecuadas, con un total de 27 plantas. Las primeras dos semanas se les aplicó tres riegos al día con una lámina de riego de 7 mL·día⁻¹, a partir de la tercer semana después de plantados los rizomas se iniciaron los tratamientos dependiendo del arreglo espacial del cultivo establecido. En la semana 14 del cultivo, el riego se aplicó nuevamente como en las dos primeras semanas, debido a que la floración había terminado y el requerimiento hídrico disminuye, además de que se consideró que ya no influyó en las variables en estudio.

En las Figuras 2, 3 y 4 se aprecian el desarrollo del cultivo a lo largo del ciclo de éste.



Figura 2. Cultivo de Cala lily durante la tercer semana.

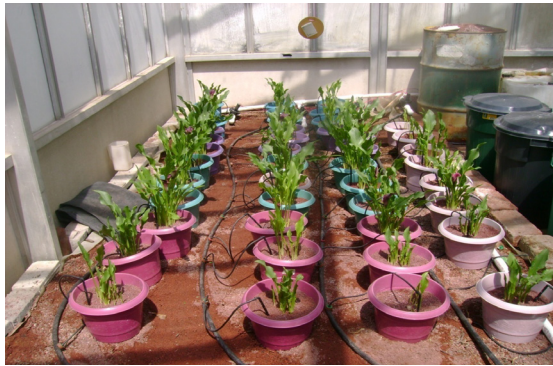


Figura 3. Cultivo de Cala lily durante la sexta semana.



Figura 4. Cultivo de Cala lily durante la catorceava semana.

Para la nutrición de las Calas lilies se utilizó la solución universal de Steiner; se preparó en un bote de 60 L donde se mantuvo la solución nutritiva en la obscuridad para evitar problemas de contaminación de ésta.

Las variables respuesta que fueron evaluadas son: a) altura total de la hoja (cm), b) altura de la hoja (cm), c) altura del tallo de la hoja (cm), e) altura de la flor (cm), f) largo de la espata (cm), g) altura del tallo floral (cm), los datos se tomaron semanalmente a partir de la semana cuatro después de la plantación de rizomas a la quince, cabe aclarar que sólo se encontraron diferencias significativas con un nivel de significancia de 0.05 para las variables número y altura total de flores.

RESULTADOS

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron condiciones favorables para que ocurriera la pudrición blanda (*Erwinia carotovora*) que de acuerdo a Wright and Burge (2000) y Funnell and MacKay (1999) es cuando la planta se somete a temperaturas elevadas o altos niveles de humedad relativa, estas condiciones se presentaron desde inicios del mes de octubre de 2010 y a principios de noviembre de 2010 (en la Figura 5 se indica con el sombreado), lo que afectó al cultivo; la erwinia se controló mediante la aplicación de Sulfato de gentamicina (equivalente a 20 g de I. A. ·kg⁻¹) y Clorhidrato de oxitetraciclina (equivalente a 60 g de I. A. ·kg⁻¹) y se determinó que dicha enfermedad no afectó posteriormente el desarrollo del cultivo

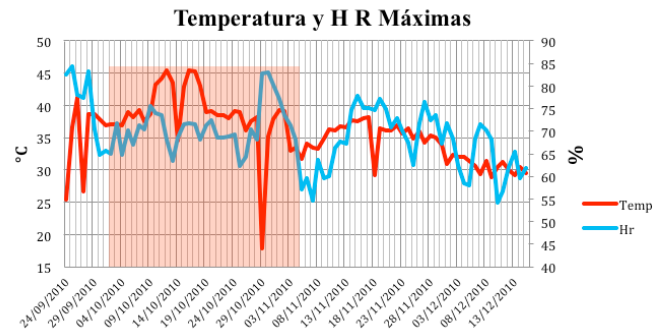


Figura 5. Temperatura, H R Máximas y ubicación de la fase de aparición y desarrollo de la *Erwinia carotovora*.

El análisis estadístico de los datos obtenidos se realizó para cada semana a partir de la cuatro a la quince después de plantados los rizomas.

Se realizó el análisis estadístico de los dos factores para la cantidad de flores por maceta para cada tratamiento por semana.

En el Cuadro 1 se muestra el total de flores que se obtuvieron por maceta, de acuerdo a la frecuencia y lámina de riego aplicados.

Cuadro 1. Número de flores durante la semana seis.

LRA, mL·día-1	Número de Riegos al Día (FR)		
	3	4	5
7	1	1	1
	3	1	1
	1	2	2
14	1	6	2
	2	2	1
	1	2	2
25	2	1	3
	1	2	1
	1	2	4

En esta fase de desarrollo del cultivo no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de flores al aplicar los tratamientos.

En la Figura 6 se muestra el número de flores obtenidas para las tres frecuencias de riego y en la Figura 7 el número de flores obtenidas para las tres láminas de riego aplicadas.

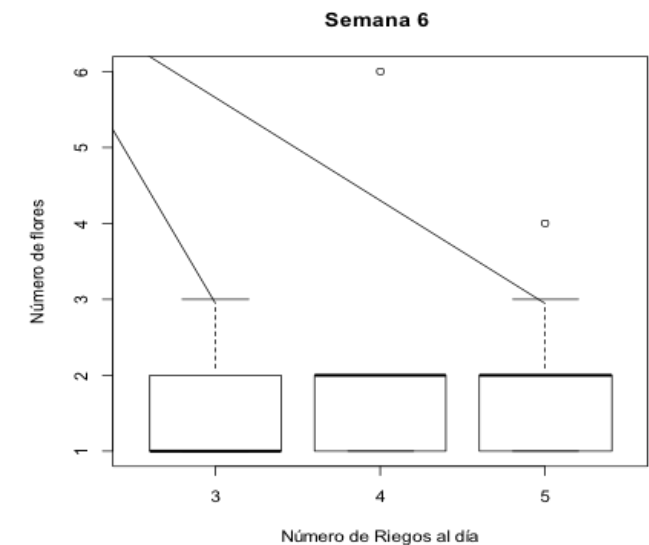


Figura 6. Número de flores para los tres niveles de frecuencia de riego en la semana seis.

En el Cuadro 2 se tiene el total de flores por maceta, de acuerdo a la frecuencia y lámina de riego aplicados, durante la semana nueve.

En el Cuadro 3 se muestran los resultados del análisis de varianza para el arreglo factorial de dos factores para el número de flores en la semana nueve.

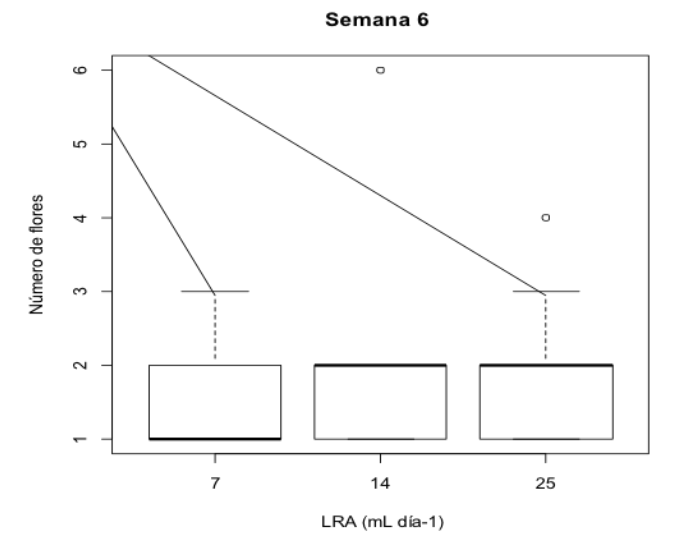


Figura 7. Número de flores para las tres láminas de riego aplicados en la semana seis.

Cuadro 2. Número de flores de Cala lily durante la semana nueve.

LRA mL·día ⁻¹	Número de Riegos al Día (FR)		
	3	4	5
7	3	6	8
	8	5	3
	4	4	8
14	4	11	6
	4	7	4
	2	9	8
25	7	6	7
	4	11	10
	3	8	7

En esta fase de desarrollo del cultivo, se encontró que la frecuencia de riego afecta significativamente la cantidad de flores por maceta, en la Figura 8 se observa que la media de flores para la FR 4 y 5 son iguales, sin embargo, estas difieren de FR 3, ya que en esta última se presentó un menor número de flores.

En la Figura 9 se tiene el número de flores obtenidas para las tres láminas de riego empleados.

En el Cuadro 4 se muestra el total de flores por maceta de acuerdo a la frecuencia de riego y lámina aplicada, durante la semana catorce.

En el Cuadro 5 se presentan los resultados del análisis de varianza para el arreglo factorial de dos factores para el número de flores durante la semana catorce.

Cuadro 3. Análisis de varianza del arreglo factorial de dos factores para la cantidad de flores de Cala lily en la semana nueve.

Fuente de variación	Suma de Cuadrado	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fo	F de tablas $\alpha=0.05$
Lámina de riego	10.96296	2	5.48148	1.25423	3.55
Frecuencia	48.29629	2	24.14814	5.52542	3.55
Interacción LRA-FR	28.14814	4	7.03703	1.61016	2.93
Error	78.66666	18	4.37037		
Total	166.074074	26			

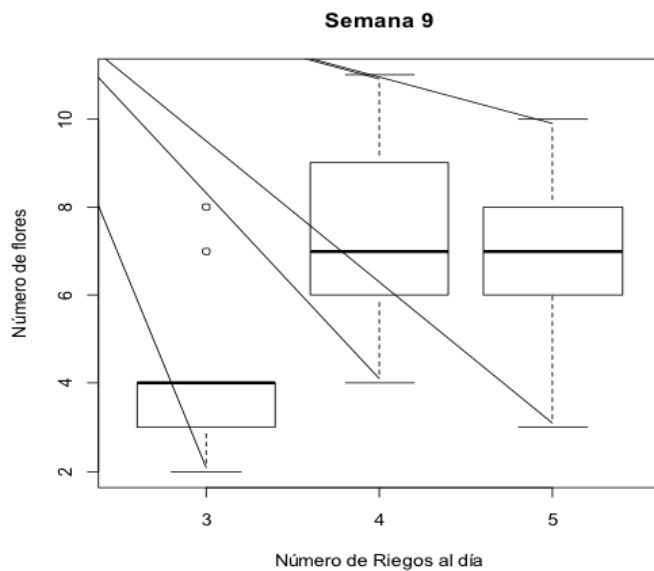


Figura 8. Número de flores para los tres niveles de frecuencia de riego en la semana nueve.

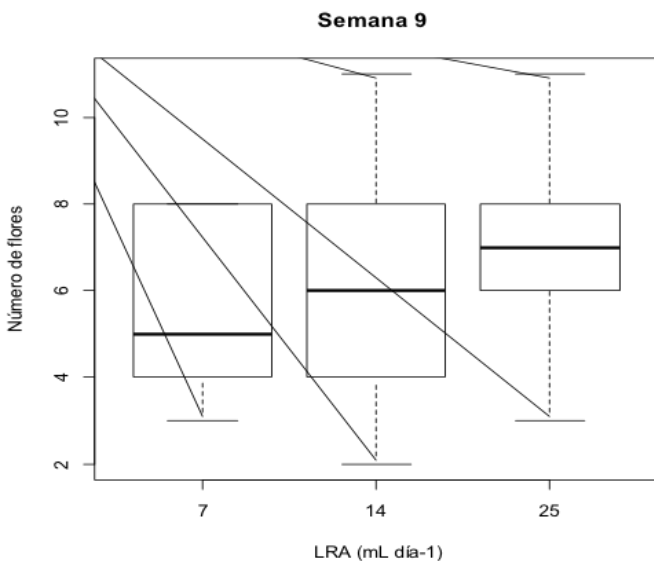


Figura 9. Número de flores para las tres láminas de riego aplicados en la semana nueve.

Cuadro 4. Número de flores Cala lily durante la semana catorce.

LRA, mL·día ⁻¹	Número de Riegos al Día (FR)		
	3	4	5
7	9	9	15
	12	7	14
	5	11	15
14	6	12	11
	6	11	10
	5	12	11
25	8	9	9
	10	13	17
	5	14	9

Cuadro 5: Análisis de varianza del arreglo factorial de dos factores para la cantidad de flores de Cala lily en la semana catorce.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fo	F de tablas $\alpha=0.005$
Lámina de Riego	10.29629	2	5.14814	0.88535	3.55
Frecuencia	119.18518	2	59.59259	10.24840	3.55
Interacción LRA-FR	45.92592	4	11.48148	1.97452	2.93
Error	104.66667	18	5.81481		
Total	280.07407	26			

En esta fase de desarrollo del cultivo la frecuencia de riego afecta significativamente la cantidad de flores por maceta. En la Figura 10 se presenta la cantidad de flores de acuerdo a la FR con sus medias respectivas; las de los tratamientos con FR 4 y 5 son iguales, duplican a la del tratamiento FR 3; sin embargo, se observa que en general las plantas con una FR 5 desarrollan una mayor cantidad de flores que el resto de los tratamientos.

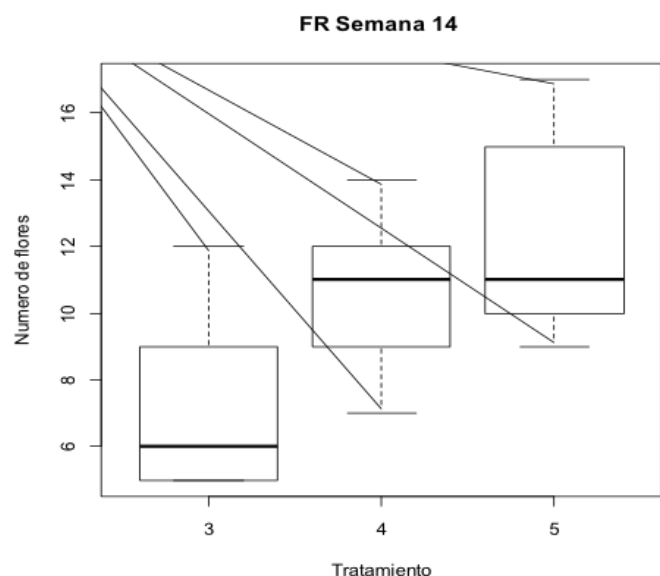


Figura 10. Número de flores para los tres niveles de frecuencia de riego en la semana catorce.

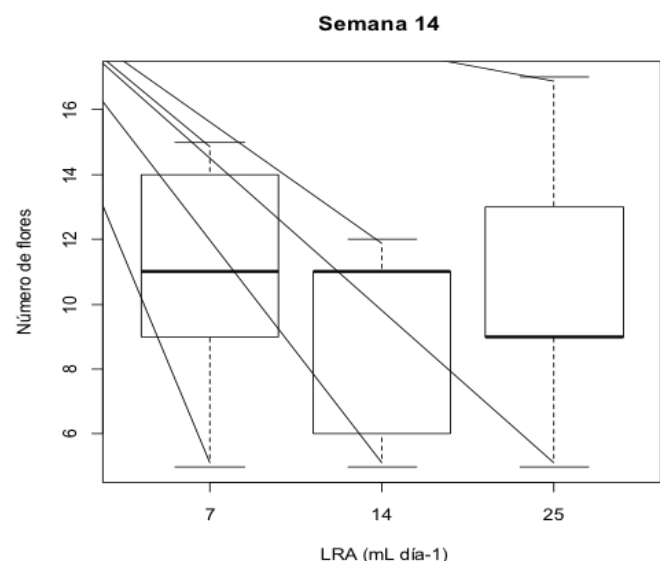


Figura 11. Número de flores para las tres láminas de riego aplicados riego en la semana catorce.

En la Figura 11 Se presenta el número de flores obtenidas para las tres láminas de riego empleadas.

Se observa que la frecuencia de riego afecta la cantidad de flores que tienen las plantas a partir de la semana nueve y se mantiene hasta el término del ciclo del cultivo, mientras que para las láminas de riego no se detectan diferencias significativas.

Se encontró que la altura de la flor es modificada a partir de la semana nueve debido a la frecuencia de riego, y se mantiene hasta finalizar el ciclo del cultivo; sin embargo, esta misma variable no es afectada por la Lámina de Riego.

Con los resultados obtenidos y del análisis estadístico realizado, se encontró que las láminas de riego empleadas no afectan

la cantidad de flores, debido a que la capacidad de retención del sustrato es baja, lo que origina que el agua se drene rápidamente equilibrando de esta manera la cantidad de agua disponible para la planta. Por otra parte se determinó que la frecuencia de riego, presentó un efecto significativo a partir de la semana nueve, tanto en el número de flores como en la altura de las mismas, esto debido a que la cala es susceptible a la disponibilidad de agua, y la frecuencia de riego determinó el tiempo que la planta tuvo disponible el agua para realizar sus actividades fisiológicas.

En la Figura 12 se presenta el total de flores promedio que se obtuvo por maceta a lo largo del cultivo de acuerdo a la frecuencia de riego y mediante la línea roja se marca el momento donde las macetas están listas para salir a la venta, que es cuando la planta desarrolla cuatro flores a este punto se le llama madurez comercial.

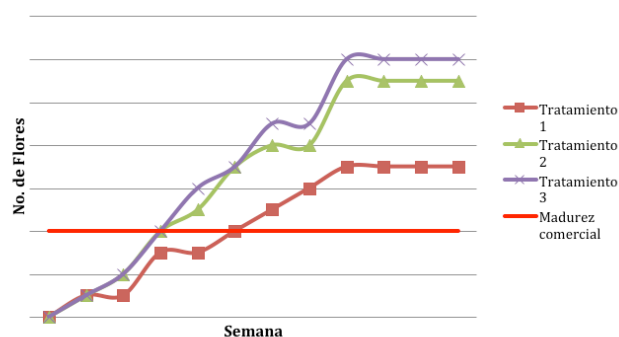


Figura 12. Total de flores por maceta según la Frecuencia de Riego y ubicación de la madurez comercial durante el desarrollo del cultivo

En la Figura 12 se observa que los tratamientos con cuatro y cinco riegos por día, alcanza la madurez comercial en la semana siete y el de tres riegos por día en la nueve.

Estadísticamente se encontró que el factor que modifica la cantidad de flores por maceta es la frecuencia de riego.

En la Figura 12 se observa que la cantidad de flores desarrolladas por planta al final del ciclo de éstas, varía de acuerdo a la frecuencia de riego, al dar un mayor número de riegos la cantidad de flores va incrementando, así como la madurez comercial también es afectada, y la floración de la planta se acelera alcanzando de este modo la madurez comercial en menos semanas en comparación a las plantas con una frecuencia de riego menor. Este fenómeno se traduce en un manejo sustentable puesto que al reducir el tiempo para alcanzar la madurez comercial los costos de producción son menores, ya que se tiene un ahorro de agua, fertilizantes y luz, y al mismo tiempo el espacio de producción se puede dedicar a otro cultivo.

Mediante la frecuencia de riego se puede manipular la madurez comercial, al acelerar la floración al aplicar cuatro o cinco riegos por día; de otra manera si se requiere retrasar la frecuencia de riego utilizada debe ser de tres riegos por día, lo anterior está relacionado con el precio que tenga el producto, al momento de su puesta en el mercado.

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista económico, el mejor tratamiento para alcanzar la madurez comercial en menor tiempo es con cuatro riegos por día, con una lámina de riego de 7 mL·día⁻¹, (como solución nutritiva la solución universal de Steiner y el tezontle con una granulometría de 2 a 4 mm), puesto que se tiene un ahorro tanto en el suministro de la nutrición como en la cantidad de agua aplicada al cultivo y el espacio del área destinado a ésta dentro del invernadero.

Los tratamientos con una frecuencia de cuatro y cinco riegos por día alcanzaron su madurez comercial a la semana siete mientras que el de tres en la nueve.

La frecuencia de riego afecta la cantidad y la altura de flores de acuerdo a los análisis estadísticos realizados.

La floración de las Calas lilies inicia en la quinta semana después de plantados los rizomas y termina en la doceava en las tres frecuencias de riego, las plantas se mantienen con flor hasta la semana número 15, en promedio las flores abiertas tienen una vida de tres semanas.

LITERATURA CITADA

- Cruz- Castillo, J. G.; Torres-Lima P. A.; Alfaro-Chimalhua, M.; Albores-González, M. L.; Murguía- González, J. 2008. Lombricompostas y Apertura de la Espata en Poscosecha del Alcatraz "Green Goddess" (*Zantedeschia aethiopica* (L) K. Spreng) en Condiciones Tropicales. Revista Chapingo Serie Horticultura. 14(2): 207-212.
- Doorenbos, J.; Pruitt, W. 1984. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje Núm. 24. Roma. FAO. 181 pp.
- Funell, K. 1993. *Zantedeschia In: The Physiology of Flower Bulbs*. De Hertogh, A., and M. Lenard (eds). Elsevier. Amsterdam, pp. 683-703
- Funell, K. A.; MacKay R. B. 1999. Directions and challenges of the New Zealand calla industry, and the use of calcium to control soft rot. In: T.F. Sheen, J.J. Chen & T.C. Yang (Eds.), International Symposium on Development of Bulbous Flower Industry, Taichung, Taiwan, TOC, January 114-15, 1999, pp. 30-31. Taiwan Seed Improvement and Propagation Station, [S.l.].
- Gómez, P. S., 2009. Absorción de Nutrientes de *Zantedeschia Elliottiana* (Cala Lily) en Diferentes Estados Fenológicos como Punto de Partida para la Determinación de Requerimientos Nutricionales del Cultivo en Condiciones del Eje Cafetero Colombiano. Tesis Maestría. Universidad Nacional de Colombia. 181p.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) 1995. Coordinación de tecnología de riego y Drenaje, Proyecto RD-95062 "Diagnóstico de la salinidad en el Distrito de Riego 076, Valle del Carrizo, Sinaloa". 98p.
- Kuehny J. 2000. Calla history and culture. HortTechnology 10: 326-330.
- Leszczyńska-Borys, H. 1990. Elementos Básicos en el Arte del Diseño Floral. Ediciones UPAEP, Puebla, Puebla, México. Serie Manuales de Horticultura Ornamental Núm. 4, 40 p.
- Leszczyńska-Borys, H.; Borys, M. W. 2002. La flora en la Cultura del Estado de Puebla. Ed. SIZA-CONACYT, UPAEP, Fundación Produce Puebla. Puebla México. 216 p.
- Moya T. J. A., 1994. Riego localizado y fertirrigación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 268 p.
- Robinson, A.; Clark, C.; Clemens, J. 2000. Using 1H magnetic resonance imaging and complementary analytical techniques to characterize developmental changes in the *Zantedeschia sprengel* tuber. J. Exp. Botany 51: 2009-2020.
- Soto A. R.; Armando G. F. 2006. En el Estado de México confirma su liderazgo en floricultura. En Información, Programación y Evaluación de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de México. Consulta electrónica: <http://www.edomex.gob.mx>.
- Steiner, A. A., 1984. The Universal Nutrient Solution. In: proceedings of the 6th International Congress on Soils Culture. ISOSC, Wageningen, The Netherlands pp. 633-649.
- Tomer, M. D.; Burkart, M. R. 2003. Long-term effects of nitrogen fertilizer use on ground water nitrate in two small watersheds. J. Environ. Quality 32: 2158-2171.
- Wright, P.; Burge G. 2000. Irrigation, sawdust mulch, and enhance (R) biocide affects soft rot incidence, and flower and tuber production of calla. New Z. J. Crop Hort. Sci. 28: 225-231.

