



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

POSGRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y USO
INTEGRAL DEL AGUA

DETERMINACION DE LÁMINA DE RIEGO Y FRECUENCIA DE
APLICACIÓN PARA CALA LILY (*Zantesdechia rehmannii*) cv *Reno*

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y USO INTEGRAL DEL AGUA
ORIENTACION BIOSISTEMAS

PRESENTA:

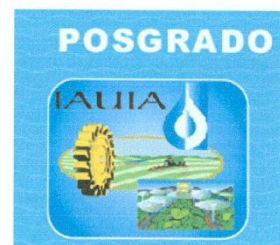
ING. ROSALINDA ESPINAL MONTES

DICIEMBRE DE 2011

Chapingo, Estado de México.



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES



DETERMINACION DE LÁMINA DE RIEGO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN PARA CALA LILY (*Zantedeschia rehmannii*) cv RENO

Tesis realizada por la Ing. Rosalinda Espinal Montes bajo la dirección del comité indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y USO INTEGRAL DEL AGUA ORIENTACIÓN
BIOSISTEMAS

DIRECTOR: _____
Dr. Mario Alberto Vázquez Peña

ASESOR: _____
Dr. Ramón Arteaga Ramírez

ASESOR: _____
Dr. Irineo López Cruz

ASESOR: _____
Dr. María de Jesús Juárez Hernández

AGRADECIMIENTOS

A la *Universidad Autónoma Chapingo*, por darme la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos dentro de su posgrado en *Ingeniería agrícola y Uso Integral del Agua*.

Al programa de posgrado en *Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua* por darme nuevos elementos para mi desarrollo profesional para servir de una manera eficiente.

Al **CONACYT** (Consejo Nacional de la Ciencia y Tecnología), por el apoyo económico brindado para realizar el posgrado.

Al **Dr. Mario Alberto Vázquez Peña** por su apoyo brindado a lo largo del posgrado, y su confianza deposita para culminar con éxito el proyecto de tesis.

Al **Dr. Ramón Arteaga Ramírez** por compartir sus conocimientos y experiencia durante el posgrado y por sus ánimos para concluir la maestría

Al **Dr. Irineo L. López Cruz**, por compartir su apoyo durante el posgrado para mi formación profesional y para finalizar el proyecto de tesis.

A la **Dra. María de Jesús Juárez Hernández**, por su apoyo durante la fase de tesis y por las valiosas aportaciones que realizo al trabajo de tesis.

DEDICATORIAS

A mi **Lunita** que alumbra todos los días oscuros con su enorme sonrisa y desmesurada alegría.

A **Mauricio** por todo el amor, paciencia y apoyo que me ha brindado durante estos bellos años que hemos compartido y por la vida que nos resta tomados de la mano, **te amo**.

A mi **mami** por el gran amor y apoyo que me ha brindado a lo largo de mi vida, porque cuando las cosas se tornan difíciles siempre está para levantarnos.

A **Vero** y **Juan Fe** por los juegos que nos hicieron reír y por los momentos que compartimos desde niños hasta el día de hoy.

A **Xally** por los momentos tan graciosos que ha propiciado.

A **Federico** por el apoyo que me ha brindado durante estos años.

A mis **amigos** que hice durante la maestría.

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	1
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL.....	3
HIPÓTESIS	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Factores limitantes de la producción.....	5
Elementos nutritivos	5
Plagas y enfermedades.....	5
Otros factores.....	6
Agua.....	6
Evapotranspiración	10
Solución Nutritiva	11
Solución Universal de Steiner.....	12
<i>Zantedeschia</i>	14
<i>Erwinia carotovora</i>	17
MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
Ubicación del sitio experimental	19
Tezontle	19
Macetas.....	20
Sistema de riego	20
Rizomas de Cala lily cv Reno.	22
Fertilizantes.....	23

Diseño experimental	23
Variables de Respuesta	28
RESULTADOS.....	29
Variables Climatológicas	29
Análisis estadístico.....	33
Análisis Estadístico con un Diseño en Bloques Completos Aleatorizados	33
CONCLUSIONES	53
CITAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Efecto de los factores limitantes en la respuesta de la producción a un determinado factor de crecimiento (Domínguez, 1989).</i>	6
<i>Figura 2. Tezontle y cribas.</i>	20
<i>Figura 3. Macetas preparadas para la plantación de rizomass.</i>	20
<i>Figura 4. Material hidráulico para sistema de riego</i>	21
<i>Figura 5. Electroválvula</i>	21
<i>Figura 6. Timmer</i>	21
<i>Figura 7. Gotero con tubing y estaca.</i>	21
<i>Figura 8. Sistema de Riego localizado.</i>	22
<i>Figura 9. Rizomas sumergidos en la mezcla de fungicida con ácido giberélico.</i>	23
<i>Figura 10. Contenedores de Solución Universal de Steiner a diferentes concentraciones.</i>	23
<i>Figura 11. Arreglo espacial del cultivo de Cala lily cv Reno de acuerdo a la frecuencia de riego y los tratamientos; volumen diario aplicado y concentración de la solución nutritiva.</i>	27
<i>Figura 12. Variables medidas en la planta.</i>	28
<i>Figura 13. Temperaturas máximas, mínimas y promedio durante el cultivo de Cala lily cv Reno.</i>	30
<i>Figura 14. Humedad Relativa Máximo, Mínimo y Promedio, durante septiembre a diciembre de 2011.</i>	30
<i>Figura 15. Intensidad Lumínica Máxima, Mínima y Promedio.</i>	31
<i>Figura 16. Temperatura, H R Máximas y ubicación de la fase de aparición y desarrollo de la Erwinia Carotovora.</i>	32
<i>Figura 17. Desarrollo del cultivo de Cala lily cv Reno.</i>	32
<i>Figura 18. Número de hojas de Cala lily cv Reno en las semanas 6, 9 y 14 de acuerdo a la frecuencia de riego.</i>	42
<i>Figura 19. Total de hojas de Cala lily cv Reno por maceta según la Frecuencia de Riego durante el desarrollo del cultivo.</i>	43

<i>Figura 20. Número de flores de Cala lily cv Reno en las semanas 6, 9 y 14 de acuerdo a la frecuencia de riego.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 21. Total de flores por maceta según la Frecuencia de Riego y ubicación de la madurez comercial durante el desarrollo del cultivo.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 22. Total de hojas por maceta según el gasto y la concentración de Solución Nutritiva semana seis.</i>	<i>46</i>
<i>Figura 23. Total de hojas por maceta según el gasto y la concentración de Solución Nutritiva semana nueve.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 24. Total de hojas por maceta según el gasto y la concentración de Solución Nutritiva semana 14.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 25. Total de flores por maceta según el Q y la [C] de Solución Nutritiva semana seis.</i>	<i>48</i>
<i>Figura 26. Total de flores por maceta según el Q y la [C] de Solución Nutritiva semana nueve.</i>	<i>49</i>
<i>Figura 27. Total de flores por maceta según el Q y la [C] de Solución Nutritiva semana catorce.</i>	<i>50</i>
<i>Figura 28. Total de flores por maceta de acuerdo al gasto y a la frecuencia de riego para la semana seis.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 29.Total de flores por maceta de acuerdo al gasto y a la frecuencia de riego para la semana nueve.</i>	<i>51</i>
<i>Figura 30.Total de flores por maceta de acuerdo al gasto y a la frecuencia de riego para la semana catorce.</i>	<i>52</i>

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Niveles Críticos foliares para <i>Zantedeschia</i> spp.	17
Tabla 2. Volumen de agua diario aplicado al cultivo de Cala lily cv Reno	24
Tabla 3. Arreglo factorial de los tratamientos de niveles de concentración de la solución nutritiva y volumen diario aplicado al cultivo de Cala lily cv Reno.	25
Tabla 4. Número de flores de Cala lily cv Reno durante la semana seis.	34
Tabla 5: Análisis de varianza de bloques para cantidad de flores de Cala lily cv Reno para la semana seis.	35
Tabla 6. Número de flores de Cala lily cv Reno durante la semana nueve.	36
Tabla 7: Análisis de varianza de bloques para cantidad de flores de Cala lily cv Reno para la semana nueve.	37
Tabla 8. Número de flores Cala lily cv Reno durante la semana 14.	38
Tabla 9: Análisis de varianza de bloques para cantidad de flores Cala lily cv Reno para la semana 12.	39
Tabla 10: Resumen de análisis estadístico de bloque para número de flores.	40
Tabla 11. Resumen de análisis de bloques y tratamientos para la altura de las flores de Cala lily cv Reno expresada en cm.	41

DETERMINACIÓN DE LÁMINA DE RIEGO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN PARA CALA LILY (*Zantedeschia spp*) CV RENO**RESUMEN**

La flor de alcatraz (*Zantedeschia spp*) o cala lily a nivel internacional es un cultivo ornamental nuevo en México, el precio que alcanza en el mercado es de los más altos, es una buena opción para los floricultores. Sin embargo, se desconocen muchos aspectos técnicos de su manejo, tal es el caso del riego, lo cual es una barrera para la producción puesto que la Cala lily es altamente sensible a los niveles de humedad.

Por lo anterior, en la presente investigación se analizó el comportamiento de la Cala lily cv Reno al alcanzar la madurez comercial y al finalizar el ciclo del cultivo al recibir tres láminas de riego (7, 14 y 25 mm), distribuida en tres frecuencias de riego (3, 4 y 5 riegos por día) fueron aplicadas cada una junto con tres niveles de concentración de la solución universal de Steiner (50 %, 100 % y 150%). El cultivo se llevó a cabo en un invernadero con cubierta de vidrio del departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, durante los meses de Septiembre de 2010 a Enero de 2011. Las variables climatológicas que se midieron fueron la temperatura, humedad relativa del aire e intensidad lumínica, mediante sensores colocados dentro del invernadero. Se utilizó el tezontle con una granulometría de 2 a 4 mm como sustrato.

Se cuantificó el número de hojas y flores y la altura de las mismas a partir de la semana cuatro a la quince, los datos se analizaron mediante un diseño de bloques completos aleatorizados, se determinó que el factor que afecta el comportamiento de la Cala lily cv Reno es la frecuencia de riego teniendo que al distribuir el volumen diario aplicado en 4 y 5 riegos al día, la planta alcanza la madurez comercial durante la semana 7 y al ser distribuido en 3 riegos se retrasa este punto por dos semanas. Al finalizar el ciclo del cultivo las plantas con 4 y 5 riegos al día son las que desarrollan una mayor cantidad de flores, la altura de estas es mayor en comparación a las de 3 riegos al día.

Desde el punto económico el mejor tratamiento para alcanzar la madurez comercial en menor tiempo es aplicando 5 riegos por día, usando como solución nutritiva la solución universal de Steiner a una concentración de 100 %, con una lámina de 25 mm, puesto que se tiene un ahorro tanto en la fertilización como en la cantidad de agua aplicada al cultivo.

PALABRAS CLAVE: *Zantedeschia spp*, lámina de riego, frecuencia de riego, solución universal de Steiner, tezontle.

DETERMINATION OF IRRIGATION RAINFALL AND FREQUENCY OF APPLICATION FOR CALLA LILY (*Zantedeschia spp*) CV RENO**ABSTRACT**

The flower of Alcatraz (*Zantedeschia spp*), or Calla lily is a new ornamental crop in México, the price reached in the market is one of the highest, so it is a good choice for flower producers. However, many aspects of its management are unknown, such as irrigation which is an obstacle to the production because the Calla lily is highly susceptible to humidity levels.

Therefore, in the present research Calla lily cv Reno's behavior was analyzed to reach the commercial maturity and the end of the cycle of the crop when it received three irrigation rainfall (7, 14 and 25 mm), distributed in three frequency irrigation (3, 4 and 5 irrigations per day) for each one, and three levels of concentration of solution Steiner universal solution (50%, 100% and 150%). The crop was established in a glasshouse belonging to the Crop Sciences Department of the Universidad Autónoma Chapingo, during the months of September 2010 to January 2011. Measured meteorological variables were temperature and humidity of the air and light intensity using sensors located inside the greenhouse. Volcanic sand (tezontle) with a granulometry from 2 to 4 mm was used as substrate.

The number of leaves and flowers was counted and the height of it starting from the fourth week to the fifteenth week, data was analyzed by a random complete block design. It was determined that the factor that affects the Calla lily cv Reno performance is the irrigation frequency which is 4 and 5 per day. Plantation reaches its selling period in the seventh week and when it receives 3 irrigations the selling period is delayed for 2 weeks. At the end of the growth cycle plants that were irrigated 4 and 5 times a day are the ones that develop a mayor quantity of flowers, their height is longer than the ones irrigated 3 times a day.

Economically speaking the best treatment to reach the point of sale in less time is watering is 5 times per day, using as a nutrient solution which is Steiner universal solution at a concentration of 100%, with a rainfall of 25 mm irrigation, since there is a saving in both fertilization and the amount of water applied to the crop.

KEYWORDS: *Zantedeschia spp*, irrigation rainfall, frequency of application, universal solution to Steiner, 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 domestico. Los antepasados han tenido interés por los valores estéticos que presentan las flores, su arquitectura, colores y perfumes (Leszczyńska-Borys , 1990; Leszczyńska-Borys y Borys, 2002).

Los alcatraces presentan una alta demanda en México y en mercados internacionales (Cruz-Castillo y Cárdenas, 1997)

Esta planta es apreciada por sus inflorescencias que consisten de numerosas flores adjuntas a lo largo de un espádice envuelto por una espata. La espata y el espádice sostenidos por un pedúnculo son referidas como la flor (Funnell, 1993).

La producción de flores y plantas ornamentales ha adquirido gran importancia debido a las altas remuneraciones económicas que trae a los grupos o personas que se dedican al cultivo de estas especies. La demanda de flores adquiere una mayor importancia debido a que estas alcanzan altos precios en el mercado nacional e internacional, además que su producción se puede dar a gran escala (Soto y Armando, 2006).

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

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 las fuentes, calidad y disponibilidad del agua, y sobre todo, su efecto en el crecimiento y productividad del cultivo (Doorenbos y Pruitt, 1984).

El cultivo en hidroponía es una técnica alternativa de producción que se ha empleado con éxito en muchos cultivos y abre nuevas posibilidades al productor en cuanto a mecanización, utilización de espacio, ahorro de energía y labores culturales (Van Os, 1986).

Con el riego se debe aplicar la cantidad justa para cubrir el consumo de agua del cultivo o la evapotranspiración del cultivo (ETc). Un exceso de agua de riego supone el lavado de fertilizantes, lo que puede acarrear problemas medioambientales por la contaminación de aguas subterráneas. Una aportación inferior a la ETc puede llegar a producir déficit hídrico y por tanto una reducción en la producción (Hsiao, 1973; Fernández, 2000; citados por Fernández *et al*, 2001).

OBJETIVO GENERAL

- *Determinar la frecuencia y lámina de riego, así como la concentración de la solución Universal de Steiner para el manejo de Cala lily cv Reno para obtener el mejor desarrollo vegetativo, producción de flores y madurez comercial.*

HIPÓTESIS

El manejo de la lámina y la frecuencia de aplicación del riego, así como la concentración de la solución nutritiva afectan el inicio de la madurez comercial para la Cala lily cv Reno.

.

REVISIÓN DE LITERATURA

Factores limitantes de la producción

El concepto de factores limitantes incluye además de los de crecimiento que puedan influir favorablemente en el desarrollo, a todos aquellos que, de algún modo, puedan afectar negativamente al mismo y así limitar o reducir igualmente la cosecha.

Todos aquellos factores que influyen favorablemente o desfavorablemente en la producción vegetal, tienen el carácter de factores limitantes de la misma, desde el momento en que no estén en las condiciones más adecuadas, estos son: luz, temperatura, humedad, atmósfera, elementos nutritivos y otros (Domínguez, 1989).

Elementos nutritivos

Todos los elementos nutritivos son elementos minerales que se ha demostrado que son esenciales para la vida de la planta, hasta el punto de que la falta de cualquiera de estos elementos nutritivos impide que dicha planta culmine su ciclo vegetativo. Cualquiera de los elementos en cuestión puede convertirse, supuestas las demás condiciones satisfactorias, en un factor limitante de primera magnitud.

Plagas y enfermedades

Estas deterioran e incluso destruyen al cultivo, estos son los factores limitantes de la producción de carácter marcadamente negativo, ya que sólo su eliminación total conduce al desarrollo óptimo.

Otros factores

La compactación del suelo afecta al cultivo a través de una insuficiente aireación o disponibilidad de agua; la reacción o pH del suelo influye en la cantidad de elementos nutritivos que están a disposición de la planta (Domínguez, 1989).

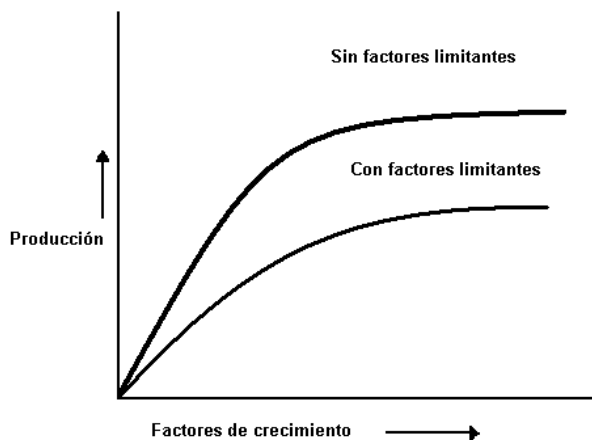


Figura 1. Efecto de los factores limitantes en la respuesta de la producción a un determinado factor de crecimiento (Domínguez, 1989).

Agua

El agua ha jugado un papel esencial en el proceso evolutivo y cultural del hombre. El control de las fuentes de agua en áreas donde las lluvias no son suficientes involucra el desarrollo de complejos sistemas de riego en los cuales el conocimiento de los factores involucrados como son el suelo, los requerimientos de agua de los cultivos y los problemas de salinidad constituyen la base de la funcionalidad del sistema y su desconocimiento puede conducir a desastres ecológicos. A medida que el costo del agua se incrementa, el uso eficiente de la misma será determinante para el éxito económico del cultivo. Se sabe que el riego por goteo es una alternativa tecnológica para lograr mejorar el uso del agua.

Pero tanto el déficit como el exceso de riego que provoca condiciones de anaerobiosis y lavado de nutrimentos, determinan que el sistema puede ser menos eficiente que el riego tradicional por surco (Lipinski *et al*, 1995)

En regiones áridas el recurso agua es una limitante para aumentar la superficie cultivada y en muchos casos la productividad agropecuaria. Aumentar la eficiencia y productividad de uso de agua es una necesidad, especialmente en las áreas donde la producción depende de este recurso

En general, la agricultura de riego es más productiva que la de temporal o secano. De acuerdo con las estadísticas agrícolas nacionales, la productividad media de la tierra en las zonas de riego es más del triple que en las zonas de temporal. La razón de esta diferencia es que en zonas regadas se obtienen mejores rendimientos en las cosechas y los productos generalmente son de mejor calidad (Palacios, 2002).

Casi todos los procesos vegetales están directa o indirectamente afectados por el abastecimiento de agua. La actividad metabólica de células y plantas, por ejemplo se encuentra muy relacionada con el contenido de agua, lo que hace resaltar su importancia de su estudio (Aguilera y Martínez, 1996).

En condiciones naturales, las plantas deben sincronizar sus ciclos de crecimiento y reproducción con un adecuado abastecimiento hídrico (Foley y Fennimore, 1998).

Cada día en más regiones del mundo el agua se convierte en un recurso escaso y costoso, la agricultura es considerada como la actividad con el mayor consumo de agua por lo que se deben tomar medidas para hacer un uso más eficiente de este recurso. Generalmente en la agricultura se tiene alto consumo de agua causado por la

sobreirrigación, lo cual no sólo genera un desperdicio de agua, sino que también, debido a los agroquímicos disueltos, provoca la contaminación de corrientes de agua superficiales y subterráneas (IMTA, 1995).

En el futuro una cuestión clave será si en las próximas décadas la escasez de agua será un serio impedimento para la producción de alimentos, los recursos hídricos per cápita disminuyen a medida que aumenta la población y las necesidades; además una gran parte del agua en el mundo es malgastada sin control en regadíos ineficientes, muchos con extracciones insostenibles de aguas subterráneas (FAO, 2004).

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 acabado de las fuentes, calidad y disponibilidad del agua, y sobre todo, su efecto en el crecimiento y productividad del cultivo (Doorenbos y Pruitt, 1984).

En la mayoría de los países, del 60 al 80%, del volumen total de los recursos hídricos son usados en la agricultura y en algunos pueden alcanzar por encima del 80% en países con regiones áridas y semiáridas. Por ello el riego es la opción más viable para estabilizar e incrementar la producción agrícola, de ahí que muchas inversiones fueron realizadas en el riego durante la última mitad del siglo XX, para conducir el agua superficial y la extracción de pozos profundos, debido a esto las áreas regadas en el mundo, durante las últimas tres décadas del siglo pasado, se incrementaron en un 25 % (Mavi y Tupper, 2004).

Bajo el esquema de producción intensiva en invernadero, el manejo del agua es de vital importancia en la producción de cultivos, debido a que cumple una serie de funciones básicas en la vida de las plantas, constituyendo hasta un 95 % de su peso fresco (Castilla, 2005).

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, 1995b).

El riego es el requerimiento para compensar la pérdida de agua por evapotranspiración cuando la lluvia es insuficiente. El objetivo primario del riego es aplicar la cantidad de agua adecuada en el momento oportuno. Mediante el cálculo del balance diario del agua en el suelo, en la zona de las raíces, pueden ser planificadas las láminas a aplicar y sus frecuencias. Para evitar el estrés, el riego debería ser aplicado antes de alcanzar el consumo del agua realmente disponible (Allen *et al*, 1998)

Actualmente, en la horticultura existe una tendencia hacia la producción intensiva, con el objetivo de aumentar la productividad y la calidad. Esta tendencia conduce, en muchos casos, a un uso poco eficiente de los recursos naturales, entre ellos el agua y los nutrimentos. Las técnicas de cultivo sin suelo o hidropónicas son reconocidas como un componente importante en la agricultura que optimiza el abastecimiento hídrico y las dosis de fertilización en los cultivos (Steiner, 1961).

La utilización de la tecnología en materia de ahorro de agua apropiada es una herramienta para superar las limitaciones que puedan surgir de una demanda creciente de agua. El control del riego permite aumentar la eficiencia de uso del agua de irrigación y

reducir o eliminar las pérdidas por lixiviación y escurrimientos y consecuentemente hacer un mejor manejo del recurso agua (Orozco, 2010).

Evapotranspiración

Las plantas pierden agua en forma de vapor a través de un proceso llamado transpiración. Después de que las raíces extraen el agua del suelo, pasa a lo largo del xilema hasta llegar a las células del mesófilo de las hojas. Una parte de la superficie epidérmica está constituida por un gran número de poros llamados estomas (Aguilera y Martínez, 1996).

Las plantas en desarrollo transpiran grandes cantidades de agua. Existe una medida para cuantificar las cantidades relativas de agua requerida para diferentes cultivos, lo que se llamó coeficiente de transpiración o consumo relativo y puede definirse como el número de kilogramos de agua necesarios para producir un kilogramo de materia seca sin incluir las raíces (Aguilera y Martínez, 1996).

La demanda hídrica de los cultivos está determinada por los procesos de evaporación desde el suelo y transpiración a través de la superficie foliar, que en su conjunto reciben el nombre de evapotranspiración real o de cultivo (ET_{real}) (Ortega-Farías *et al.*, 2001). Existen numerosos métodos para determinar la ET_{real} en función de la información climática, es el método de la evaporación del tanque clase A, el más usado por su bajo costo y fácil manejo (Ferreyra *et al.*, 1995).

El Coeficiente de cultivo (K_c) es el coeficiente que relaciona la evapotranspiración del cultivo (ET_c), con la evapotranspiración de referencia (ET_o), y representa la

evapotranspiración del cultivo en condiciones óptimas de crecimiento vegetativo y rendimiento (Doorembos y Pruitt, 1976).

La Evapotranspiración (ET) es la pérdida de agua en forma de vapor desde la superficie vegetal, en la que están involucrados varios procesos, la evaporación directa desde el suelo, depositada sobre el follaje de las plantas y la transpiración o salida desde la cavidad subestomática de las hojas a la atmósfera circundante (Villafañe, 1998).

Para determinar la frecuencia de riego por aplicar existen dos reglas básicas que pueden ser de gran ayuda: Agotar no más del 40% al 50% de la humedad del suelo disponible en la zona radicular activa y limitar las aplicaciones a 10 cm o menos. Esto limita el grado de saturación de la zona radicular y minimiza la cantidad de agua que pueda drenar por debajo de la zona radicular activa (Chávez y Berzoza, 2003).

Solución Nutritiva

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

La Solución Nutritiva consiste en agua con oxígeno y los nutrimentos esenciales en forma iónica. Algunos compuestos orgánicos como los quelatos de fierro forman parte de la solución nutritiva (Steiner, 1968).

Para que la solución nutritiva tenga disponibles los nutrimentos que contiene, debe ser una solución verdadera, todos los iones se deben encontrar disueltos. La pérdida por precipitación de una o varias formas iónicas de los nutrimentos puede ocasionar su deficiencia en la planta. Además, de este problema se genera un desbalance en la relación mutua entre los iones (Steiner, 1961).

Numerosas soluciones nutritivas han sido formuladas para hacer crecer plantas en cultivo sin suelo, y su composición química varía ampliamente (Smith *et al.*, 1983).

Cuando se aplica la solución nutritiva en forma continua, las plantas pueden absorber iones a muy bajas concentraciones. Sin embargo, es probable que a una concentración demasiado baja, la demanda mínima de determinados nutrientes no sea cubierta (Steiner 1961).

Se han propuesto diferentes soluciones nutritivas y en algunos casos se encuentran diferencias pronunciadas entre ellas, en lo que se refiere a la concentración de macronutrientes y, en relación a los micronutrientes, las diferencias son mucho menores (Hewit, 1966).

Steiner (1961) desarrolló un método para calcular una fórmula para la composición de una solución nutritiva, la cual satisface ciertos requerimientos.

Debido a que la mayoría de los sustratos utilizados en la producción de plántulas no aportan nutrientes en cantidades suficientes para cubrir los requerimientos de las plántulas, la composición química y la concentración de las soluciones nutritivas determinan la nutrición de las plántulas (Wien, 1999).

El pH es importante para favorecer la presencia de la forma química H_2PO_4^- , que es la forma del fósforo más fácilmente absorbida por las plantas (Marschner, 1995).

Solución Universal de Steiner

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

amonio. La razón es que los iones amonio en una solución nutritiva son tóxicos en mayor o menor grado para muchas plantas (Steiner, 1984).

Esta fórmula satisface las siguientes condiciones:

- Las relaciones mutuas deseadas entre aniones.
- Las relaciones mutuas deseadas entre cationes.
- La concentración total de iones deseada.
- El valor deseado de pH con una tolerancia de ± 0.1 .

Steiner (1961) estableció el concepto de relación mutua entre los aniones NO_3^- , H_2PO_4^- , y SO_4^{2-} , y entre los cationes K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} . Se basó en que una solución nutritiva debe estar regulada en sus macronutrientes contenidos en los iones mencionados (i.e., N, P, K, Ca, etc.). La regulación nutritiva consiste no solo en la cantidad absoluta de cada elemento aportado sino, además, en la relación cuantitativa que se establece entre los aniones por una parte y los cationes por la otra.

La solución universal de Steiner tiene una concentración de los macronutrientes NO_3^- , H_2PO_4^- , SO_4^{2-} , K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} es de 12, 1, 3.5, 7, 4.5 y 2 mol cm^{-3} , respectivamente. El total de aniones es de 16.5 molc $\cdot\text{m}^{-3}$ y el de cationes 16.5 molc $\cdot\text{m}^{-3}$ (Steiner, 1984).

Fertirrigación o fertigación, son los términos para describir el proceso por el cual los fertilizantes son aplicados junto con el agua de riego. Este método es un componente de los modernos sistemas de riego a presión como; aspersión, microaspersión, pivote central,

goteo, exudación, etc. Con esta técnica, se puede controlar fácilmente la parcialización, la dosis, la concentración y la relación de fertilizantes (Sanchez, 2000).

En fertigación el uso apropiado de la solución nutritiva se basa en los principios de la hidroponía, mediante ésta se determinan las relaciones adecuadas de nutrimentos, los cuales se ajustan a la condición del suelo y a las condiciones climáticas de la localidad (Cadahia, 1998).

El riego por goteo permite reducir más de 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).

Zantedeschia

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).

Clasificación botánica

Clase: Monocotiledóneas

Orden: *Spadiciflorae*

Familia: *Araceae*

Subfamilia: *Philodendrae*

Tribu: *Zantedeschieae*

Género: *Zantedeschia*

La *Zantedeschia* es una monocotiledonea ornamental que pertenece al género *Araceae* y es originaria del sur de África (Funell, 1993).

El género *Zantedeschia* (*Araceae*), consta de ocho especies en dos secciones del sur de África. Las plantas de la sección *Zantedeschia* tienen un órgano basal subterráneo similar a un rizoma, mantienen la parte aérea activa durante todo el año y florecen desde fines de invierno hasta la primavera. En las plantas de la sección *Aestivae* el órgano basal subterráneo es un tubérculo y su follaje sufre una senescencia completa tras el verano, época en la que florecen (Singh *et al.*, 1996).

En los últimos años, los programas de mejoramiento llevados a cabo principalmente en Holanda, Nueva Zelanda y Australia, han dado origen a numerosos híbridos y cultivares con una amplia gama de colorido, tamaño y presentación, tanto para cultivo en maceta como para flor cortada (Pizano, 1999).

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

Zantedeschia elliottiana Engler, es un género cuyo cultivo es relativamente nuevo a nivel mundial, con una expansión en el mercado internacional para flores de corte y túbero. La disponibilidad de híbridos con flores de diferentes colores ha hecho que se convierta en una flor de corte muy popular en Nueva Zelanda, Japón y Europa. (Schnettler *et al.*, 2006).

El desconocimiento acerca del manejo agronómico, los altos costos de 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).

Luz: Las callas prefieren zonas bien iluminadas. La intensidad lumínica debe estar por encima de 2.7 lm cm^{-2} (Pizano, 1999).

El riego debe programarse de acuerdo a las necesidades del cultivo, es preferible contar con un sistema de riego por goteo. El pH del agua debe ser de 6.0 – 6.5 (FIRA, 1988).

La información disponible en cuanto a niveles críticos es general para *Zantedeschia* spp, lo que dificulta poder establecer planes de fertilización adecuados a cada zona y tipo de sustrato utilizado para la siembra (Pizano, 1999).

Tabla 1: Niveles Críticos foliares para *Zantedeschia* spp.

Elemento	Deficiente	Bajo	Medio	Alto
Nitrógeno %	2.3	2.7	4	5
Fósforo %	0.15	0.2	0.5	0.6
Potasio %	2.5	3.5	4.05	5.5
Azufre %	0.15	0.2	0.6	0.7
Calcio %	0.5	0.6	1.8	2.5
Magnesio %	0.1	0.2	0.45	0.6
Hierro ppm	30	50	300	500
Manganeso ppm	35	50	300	500
Cobre ppm	4	6	24	50
Boro ppm	12	20	50	90
Zinc ppm	15	20	100	200
Sodio ppm	50	200	1000	3000

Fuente: Calderón, F. y Medina, A. Dr. Calderón Labs, 1999. Citado por Pizano (1999).

Erwinia carotovora

La Pudrición blanda bacteriana causada por *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* es la enfermedad más importante de Callas y es uno de los principales factores que afecta la viabilidad comercial de este cultivo (Funnell, 1993).

La marchitez bacteriana causada por *Erwinia carotovora* es la principal enfermedad que ataca a las plantas del género *Zantedeschia* (Kuehny, 2000; Wright y Burge, 2000). La especie *Z. aethiopica* (sección *Zantedeschia*) es la más resistente a esta bacteria; sin embargo no es posible incorporar esta resistencia a los genotipos Aestivae debido a las barreras de compatibilidad (Snijder *et al.*, 2004).

La enfermedad provoca la muerte y descomposición de plantas y túberos. La infección puede ocurrir en todas las etapas del ciclo de vida de las plantas, desde plantas jóvenes hasta bulbos en almacenamiento (Wright *et al*, 2005).

La *Erwinia carotovora*, es un patógeno anaerobio que causa maceración y pudrición del tejido del parénquima de toda la planta, provocando la muerte de la planta (Pérombelon & Kelman, 1980; Wright, 1998).

Cuando la enfermedad inicia, las plantas se ponen amarillas, produciendo un mal olor y empiezan a macerarse resultando en la muerte de la planta en pocos días (Wright, 1998). La bacteria es esparcida mecánicamente durante el cultivo y los síntomas pueden aparecer durante todas las etapas de crecimiento de la planta. Las condiciones favorables para la pudrición blanda se presentan cuando la planta está bajo estrés por baja aeración del suelo, altas temperatura o altos niveles de humedad relativa (Wright and Burge, 2000; Funnell and MacKay, 1999).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del sitio experimental

El experimento se llevó a cabo en un invernadero de vidrio del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo que se encuentra a 2 250 msnm y está situada entre los paralelos 19° 22' y los 19° 35' 27" latitud Norte y entre los 98° 39' 5" y 98° 56' 44" latitud Oeste, con clima Subhúmedo con lluvias en verano.

Tezontle

El tezontle, es un mineral aluminosilicato de origen volcánico, se utiliza en forma natural, es muy utilizado como sustrato en México debido a su disponibilidad (Lara, 1999).

El tezontle usado en el experimento se cribó para obtener un diámetro de dos a cuatro mm, debido a que en la literatura se menciona que con este diámetro las raíces tienen un mejor desarrollo por lo que da como resultado una planta mejor nutrida y desarrollada.

El tezontle se pasó primero por la criba gris la cual tiene una malla de abertura de 4 mm, el tezontle con diámetro mayor a este se desechó, posteriormente el sustrato con diámetro menor a 4 mm, se pasó por la criba verde con malla de 2 mm, por lo que el sustrato menor a este diámetro se desechó y el resto de este es con el que se trabajó en el experimento (Figura 2).



Figura 2. Tezontle y cribas.

Macetas

Una vez listo el sustrato las macetas fueron llenadas con este material y se distribuyeron en el invernadero, para proceder a la plantación de los rizomas de la Cala lily cv Reno (Figura 3).



Figura 3. Macetas preparadas para la plantación de rizomass.

Sistema de riego

Se instaló un sistema de riego automatizado del tipo localizado, se utilizaron tres electroválvulas, con un timmer para controlar la frecuencia de riego, se usaron goteros de 2, 4 y 8 litros por hora para controlar el gasto por aplicar, se instaló una bomba de 0.5 HP, para llevar el agua del gotero a la planta, se adicionó un metro de tubbin de 10 mm y una

estaca para llevar el agua a la zona de la maceta requerida, como se puede observar en las Figuras 4, 5, 6 y 7.

En la figura 8 se muestra instalado el sistema de riego localizado para el cultivo, al término de la instalación se dió un riego pesado al sustrato para proporcionar la humedad necesaria para la plantación de los rizomas.



Figura 4. Material hidráulico para sistema de riego



Figura 6. Timmer



Figura 5. Electroválvula



Figura 7. Gotero con tubing y estaca.



Figura 8. Sistema de Riego localizado.

Rizomas de Cala lily cv Reno.

Una vez preparada el área del cultivo el día seis de septiembre los rizomas se sometieron a un tratamiento preventivo con fungicida y ácido giberélico. La fuente de Ácido giberélico que se usó para estimular la floración fue PHCR AgarrónR; es un regulador de crecimiento, elaborado por biofermentación de cepas seleccionadas del hongo *Giberella fujikuroi*, por lo tanto es considerado como un producto natural, orgánico, no sintético, este contiene un grupo de hormonas de crecimiento denominado Giberélinas, las cuales controlan el desarrollo de las plantas a una concentración de 8.2 %. Para desinfectar los rizomas se usó Daconil el cual es un fungicida de contacto de amplio espectro de acción, para el control preventivo de enfermedades fungosas en plantas, su ingrediente activo es el Clorotalonil. Los rizomas se sumergieron durante 15 minutos en esta mezcla como se observa en la figura 9 y posteriormente se plantaron en las macetas.



Figura 9. Rizomas sumergidos en la mezcla de fungicida con ácido giberélico.

Fertilizantes

La solución nutritiva se preparó en botes de 60 L en los cuales se mantuvo en oscuridad para evitar la contaminación de ésta (Figura 10).



Figura 10. Contenedores de Solución Universal de Steiner a diferentes concentraciones.

Diseño experimental

Se aplicaron tres láminas de riego de 7, 14 y 25 mm diarios, se distribuyeron en tres, frecuencias de riego diariamente.

El tiempo de riego fue de seis minutos al día el cual se fraccionó de acuerdo a la frecuencia de riego utilizada, de esta manera el volumen no varió entre goteros de la misma capacidad.

En la tabla 2 se puede observar el volumen diario aplicado al cultivo de acuerdo a la capacidad del gotero utilizado.

Tabla 2. Volumen de agua diario aplicado al cultivo de Cala lily cv Reno

Q (lph)	Frecuencia de riego (riegos por día)		
	3	4	5
2.2	222 mL	222 mL	222 mL
4.4	438 mL	438 mL	438 mL
8.0	804 mL	804 mL	804 mL

En la presente investigación, se evaluó la respuesta de la Calla a la nutrición con la solución universal de Steiner a concentraciones de 50 %, 100 % y 150 %, así como frecuencias de riego empleando tres, cuatro y cinco riegos por día y laminas de riego de 7, 14 y 25 mm por día.

Se utilizó la Solución Universal de Steiner a concentraciones de 50 %, 100 % y 150 %, con un pH de 6.5 y se aplicó al cultivo de forma manual utilizando una probeta graduada para dosificar la aplicación.

Para el diseño experimental, se formaron tres bloques uno para cada frecuencia de riego, cada bloque a su vez tuvo un arreglo factorial 3x3 con los tres gastos diarios aplicados y las tres concentraciones de la solución nutritiva utilizada.

En la tabla tres se muestran los tratamientos implementados en la investigación conformados por la concentración de la solución universal de Steiner y el volumen diario aplicado, también se colocó debajo de cada tratamiento el número de maceta que recibió dicho tratamiento, el numero corresponde a la distribución mostrada en la figura 11.

Tabla 3. Arreglo factorial de los tratamientos de niveles de concentración de la solución nutritiva y volumen diario aplicado al cultivo de Cala lily cv Reno.

		Factor A (Concentración de la Solución Universal de Steiner) [%]		
Factor B (Volumen aplicado [mL])		50	100	150
	222	(222,50)	(222,100)	(222,150)
		1,10,19	4,13,22	7,16,25
	438	(438,50)	(438,100)	(438,150)
		2,11,20	5,14,23	8,17,26
	804	(804,50)	(804,100)	(804,150)
		3,12,21	6,15,24	9,18,27

Tratamiento 1. Consiste en aplicar un volumen diario de 222 mL y una fertilización con la Solución Universal de Steiner al 50%.

Tratamiento 2. Consiste en aplicar un volumen diario de 438 mL y una fertilización con la Solución Universal de Steiner al 50%.

Tratamiento 3. Consiste en aplicar un volumen diario de 804 mL y una fertilización con la Solución Universal de Steiner al 50%.

Tratamiento 4. Consiste en aplicar un volumen diario de 222 mL y una fertilización con la Solución Universal de Steiner al 100%.

Tratamiento 5. Consiste en aplicar un volumen diario de 438 mL y una fertilización con la Solución Universal de Steiner al 100%.

Tratamiento 6. Consiste en aplicar un volumen diario de 804 mL y una fertilización con la Solución Universal de Steiner al 100%.

Tratamiento 7. Consiste en aplicar un volumen diario de 222 mL y una fertilización con la Solución Universal de Steiner al 150%.

Tratamiento 8. Consiste en aplicar un volumen diario de 438 mL y una fertilización con la Solución Universal de Steiner al 150%.

Tratamiento 9. Consiste en aplicar un volumen diario de 804 mL y una fertilización con la Solución Universal de Steiner al 150%.

En la Figura 12 se muestra el arreglo espacial del cultivo de acuerdo a la frecuencia de riego, la concentración de la solución universal de Steiner y el gasto diario aplicado.

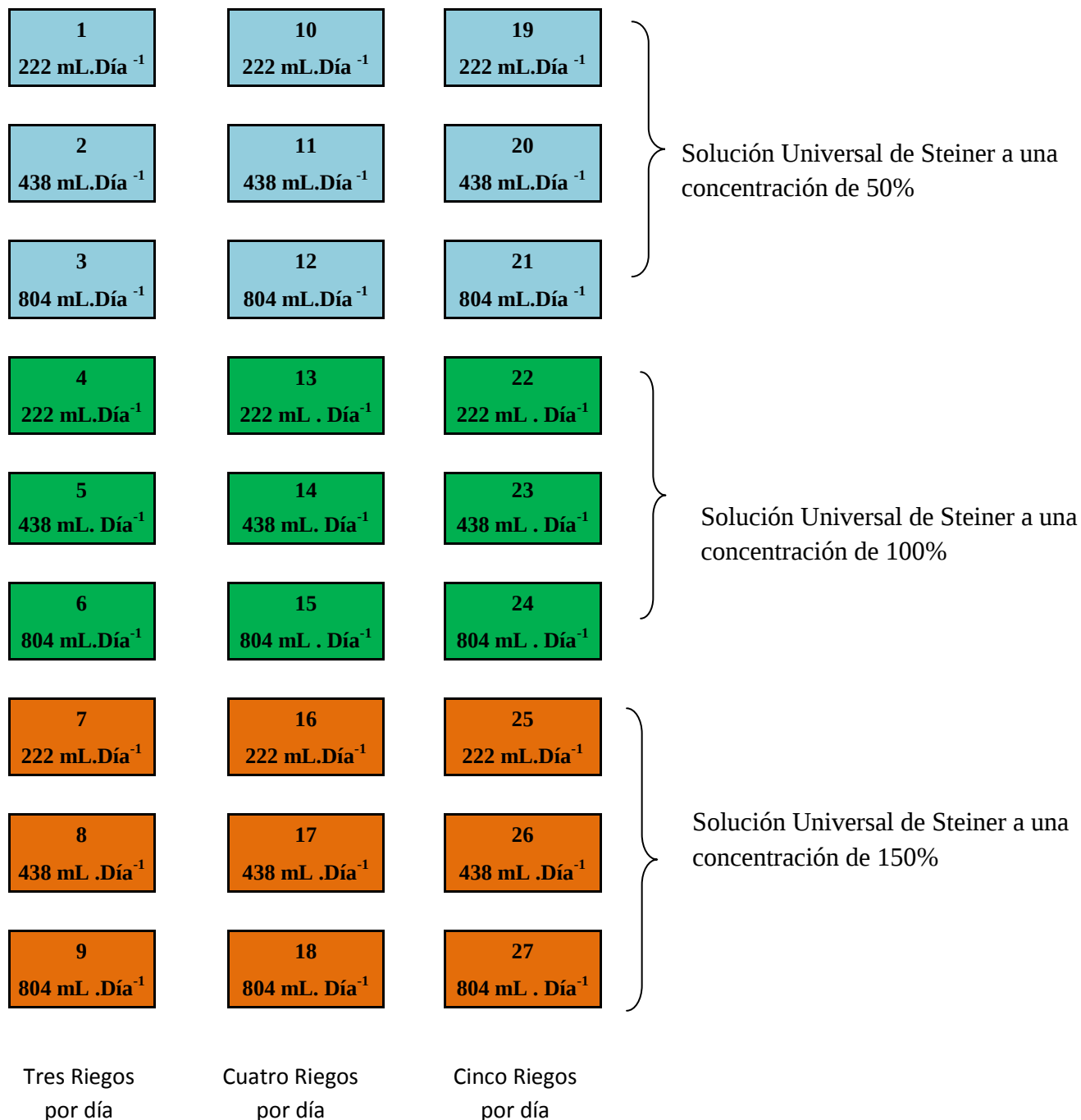


Figura 11. Arreglo espacial del cultivo de Cala lily cv Reno de acuerdo a la frecuencia de riego y los tratamientos; volumen diario aplicado y concentración de la solución nutritiva.

Variables de Respuesta

La toma de datos se realizó semanalmente y fueron:

A: Altura total de la planta (cm)

B: Longitud de la hoja (cm)

C: Altura del pedúnculo de la hoja (cm)

E: Altura de la flor (cm)

F: Largo de la espata (cm)

G: Altura del tallo floral (cm)

En la figura 12 se detallan las variables que fueron tomadas durante el experimento.

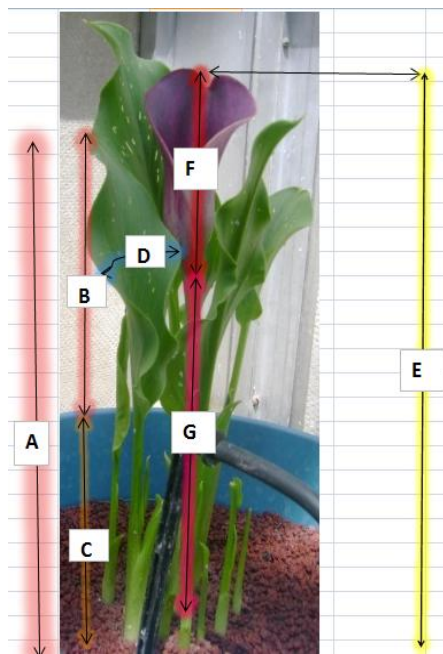


Figura 12. Variables medidas en la planta.

RESULTADOS

Se realizó un análisis químico del agua empleada para el riego del cultivo en el laboratorio de irrigación obteniendo los siguientes datos: pH= 7.2 y CE= 0.71 mS

Variables Climatológicas

Es importante monitorear las variables climatológicas que se presentan en el invernadero para definir las condiciones desfavorables (enfermedades, plagas, etc) climatológicas que en ese período se presentan, y con ello atacar rápidamente el problema.

A continuación se muestran las figuras de las variables climatológicas que se presentaron durante la fase de desarrollo del cultivo.

En la figura 13 se aprecia que la temperatura máxima presentada durante el desarrollo del cultivo fue de 45.53 °C, la temperatura mínima durante el ciclo fue de 0.66 °C, y la temperatura promedio fue de 18.60 °C, estas temperaturas fueron las registradas dentro del invernadero a partir del día 24 de Septiembre de 2010 al 10 de diciembre del mismo año.

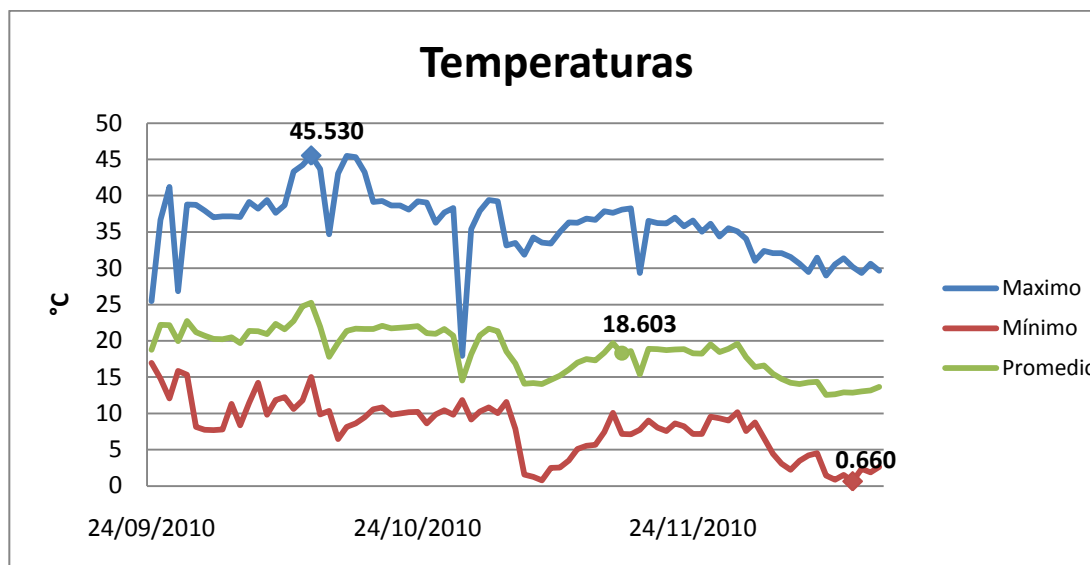


Figura 13. Temperaturas máximas, mínimas y promedio durante el cultivo de Cala lily cv Reno.

La Humedad relativa máxima, mínima y promedio fueron de 84.51, 8.57 y 46.65 % respectivamente presentadas dentro del invernadero (Figura 14).

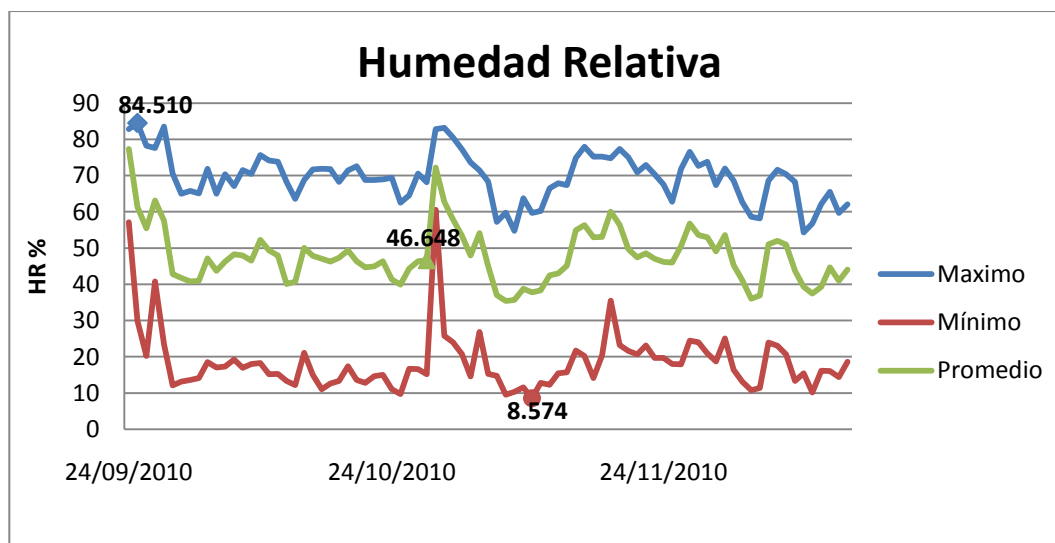


Figura 14. Humedad Relativa Máximo, Mínimo y Promedio, durante septiembre a diciembre de 2011.

La Cala lily es de fotoperiodo neutro; sin embargo la intensidad lumínica modifica la intensidad de pigmentación de la espata y el largo del tallo floral, en la figura 15 se tiene la intensidad lumínica.

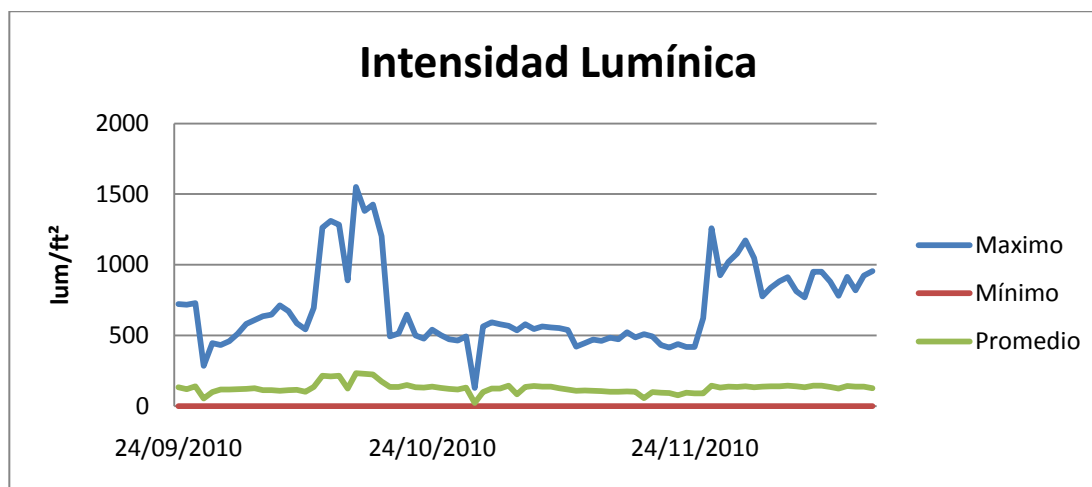


Figura 15. Intensidad Lumínica Máxima, Mínima y Promedio.

En la figura 16 se grafican la temperatura y humedad relativa máximas que se alcanzaron dentro del invernadero y se sombrea de rojo el lapso de tiempo donde se presentó la aparición de la bacteria *Erwinia carotovora* en el cultivo puesto que durante esta etapa se presentaron las condiciones climatológicas favorables para su desarrollo.

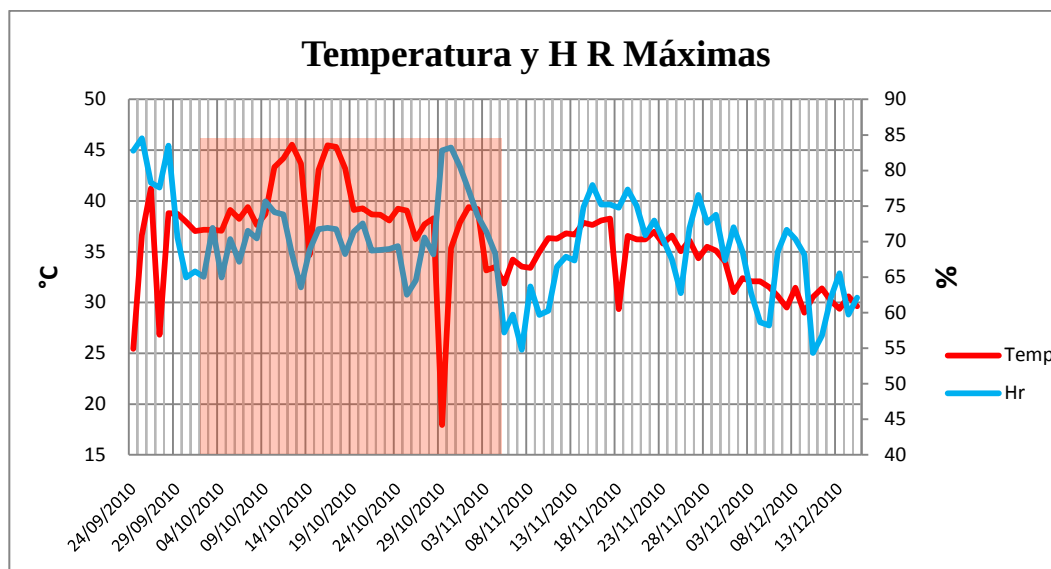


Figura 16. Temperatura, H R Máximas y ubicación de la fase de aparición y desarrollo de la Erwinia Carotovora.

Desarrollo del cultivo

En las figuras (17.a – 17.f) se muestra el desarrollo del cultivo durante las semanas 3, 4, 5, 6, 14 y 15 a partir de la semana de plantación.

Figura 17. Desarrollo del cultivo de Cala lily cv Reno.



Figura 17. a. Tercer Semana



Figura 17. b. Cuarta Semana



Figura 17.c. Quinta Semana



Figura 17.d. Sexta semana



Figura 17. b. Semana 14



Figura 17. a. Semana 15

Análisis estadístico

El análisis estadístico de bloques y el factorial se realizó para los datos de cada semana a partir de la cuarta semana y hasta la semana décimo quinta a continuación se muestran las tablas de las semanas 6^a, 9^a y 14^a del desarrollo del cultivo.

Análisis Estadístico con un Diseño en Bloques Completos Aleatorizados

Se realizó el análisis de bloques completos aleatorizados para la cantidad y altura de las hojas, pero no se encontraron diferencias significativas por lo que no se presentan las tablas correspondientes.

Flores

Análisis de bloques para el número de flores por maceta, se realizó para observar si la frecuencia de riego, lámina de riego o concentración de la solución nutritiva afectó en el total de flores, y de ser así, identificar qué combinación da como resultado un mayor número de flores.

En la tabla 4 se muestran el total de flores que se tiene por maceta arreglados de acuerdo a la frecuencia de riego y los tratamientos, durante la semana seis.

Tabla 4. Número de flores de Cala lily cv Reno durante la semana seis.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III
1	1	1	1
2	1	6	2
3	2	1	3
4	3	1	1
5	2	2	1
6	1	2	1
7	1	2	2
8	1	2	2
9	1	2	4

Hipótesis para bloques.

Hipótesis nula (H_0) es: Todos los bloques son iguales.

Hipótesis alterna (H_a): Por lo menos un bloque es diferente a los demás.

$$H_0: B_I = B_{II} = B_{III} \text{ vs } H_a : B_i \neq B_j$$

Hipótesis para tratamientos

Hipótesis nula (H_0): Todos los tratamientos son iguales.

Hipótesis alterna (H_a): Por lo menos un tratamiento es diferente a los demás.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9 \quad \text{vs} \quad H_a: \mu_i \neq \mu_j$$

En la tabla 5 se muestra los resultados del análisis de varianza para el diseño de bloques completos aleatorizados.

Tabla 5: Análisis de varianza de bloques para cantidad de flores de Cala lily cv Reno para la semana seis.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fo	F de tablas	
Tratamientos	8.0740740	8	1.0092592	0.674922	2.59	Con un α de 0.05, 8, 16
Bloques	2.0740740	2	1.0370370	0.6934984	3.63	Con un α de 0.05, 2, 17
Error	23.925925	16	1.4953703			
Total	34.074074	26				

Regla de decisión: H_0 se rechaza si $F_o > F$ de tablas

Tratamientos: H_0 no se rechaza, por lo que no existen diferencias significativas entre los 9 tratamientos empleados sobre el total de flores.

Bloques: H_0 no se rechaza, por lo que no existen diferencias significativas entre bloques, es decir las frecuencias de riego no influyen en la cantidad de flores desarrolladas.

En esta fase de desarrollo del cultivo no existen diferencias significativas en la cantidad de flores, tanto en los 9 tratamientos como en los 3 bloques.

En la tabla 6 se muestran el total de flores que se tiene por maceta arreglados de acuerdo a la frecuencia de riego (Bloques) y por tratamiento, durante la semana nueve.

Tabla 6. Número de flores de Cala lily cv Reno durante la semana nueve.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III
1	3	6	8
2	4	11	6
3	7	6	7
4	8	5	3
5	4	7	4
6	4	11	10
7	4	4	8
8	2	9	8
9	3	8	7

Hipótesis para bloques.

La hipótesis nula (H_0) es; Todos los bloques son iguales, contra la hipótesis alterna (H_a) donde por lo menos un bloque es diferente a los demás.

$$H_0: B_I = B_{II} = B_{III} \text{ vs } H_a: B_i \neq B_j$$

Hipótesis para tratamientos

La hipótesis nula (H_0) es; Todos los tratamientos son iguales, contra la hipótesis alterna (H_a) donde por lo menos un tratamiento es diferente a los demás.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9 \text{ vs } H_a: \mu_i \neq \mu_j$$

En la tabla 7 se muestra los resultados del análisis de varianza para el diseño de bloques completos aleatorizados.

Tabla 7: Análisis de varianza de bloques para cantidad de flores de Cala lily cv Reno para la semana nueve.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fo	F de tablas
Tratamientos	26.074074	8	3.2592592	0.5686591	2.59
Bloques	48.296296	2	24.148148	4.2132471	3.63
Error	91.703703	16	5.7314814		
Total	166.07407	26			

Regla de decisión: H_0 se rechaza si $F_o > F$ de tablas

Tratamientos: H_0 no se rechaza, por lo que no existen diferencias significativas entre los 9 tratamientos.

Bloques: Se rechaza H_0 , por lo que existen diferencias significativas entre los bloques, decir que la frecuencia de riego influye en la cantidad de flores desarrolladas por la Cala lily cv Reno.

En esta fase de desarrollo del cultivo la frecuencia de riego afecta la cantidad de flores por maceta.

En la tabla 8 se muestran el total de flores que se tiene por maceta arreglados de acuerdo a la frecuencia de riego y por tratamientos, durante la semana 12.

Tabla 8. Número de flores Cala lily cv Reno durante la semana 14.

Tratamiento	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5
1	9	9	15
2	6	12	11
3	8	9	9
4	12	7	14
5	6	11	10
6	10	13	17
7	5	11	15
8	5	12	11
9	5	14	9

Hipótesis para bloques.

La hipótesis nula (H_0) es; Todos los bloques son iguales, contra la hipótesis alterna (H_a) donde por lo menos un bloque es diferente a los demás.

$$H_0: B_I = B_{II} = B_{III} \text{ vs } H_a: B_i \neq B_j$$

Hipótesis para tratamientos

La hipótesis nula (H_0) es; Todos los tratamientos son iguales, contra la hipótesis alterna (H_a) donde por lo menos un tratamiento es diferente a los demás.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9 \text{ vs } H_a: \mu_i \neq \mu_j$$

En la tabla 9 se muestra los resultados del análisis de varianza para el diseño de bloques completos aleatorizados.

Tabla 9: Análisis de varianza de bloques para cantidad de flores Cala lily cv Reno para la semana 12.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fo	F de tablas
Tratamientos	55.333333	8	6.9166666	1.0184049	2.59 Con un α de 0.05, 8, 16
Bloques	116.66666	2	58.333333	8.5889570	3.63 Con un α de 0.05, 2, 17
Error	108.66666	16	6.7916666		
Total	280.66666	26			

Regla de decisión: Ho se rechaza si $F_o > F$ de tablas

Tratamientos: Ho no se rechaza, por lo que no existen diferencias significativas entre los 9 tratamientos.

Bloques: Se rechaza Ho, por lo que existen diferencias significativas entre los bloques.

En esta fase de desarrollo del cultivo la frecuencia de riego afecta en la cantidad de flores por maceta.

En la tabla 10 se muestra un cuadro con el resumen del análisis estadístico de bloques y de tratamientos del ciclo completo del cultivo para el número de flores.

Tabla 10: Resumen de análisis estadístico de bloque para número de flores.

Periodo de Análisis	Tratamientos	Bloques
Semana 4	Ho no se rechaza	Ho no se rechaza
Semana 5	Ho no se rechaza	Ho no se rechaza
Semana 6	Ho no se rechaza	Ho no se rechaza
Semana 7	Ho no se rechaza	Ho no se rechaza
Semana 8	Ho no se rechaza	Ho no se rechaza
Semana 9	Ho no se rechaza	Se rechaza Ho
Semana 10	Ho no se rechaza	Se rechaza Ho
Semana 11	Ho no se rechaza	Se rechaza Ho
Semana 12	Ho no se rechaza	Se rechaza Ho
Semana 13	Ho no se rechaza	Se rechaza Ho
Semana 14	Ho no se rechaza	Se rechaza Ho
Semana 15	Ho no se rechaza	Se rechaza Ho

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 constante hasta el término del ciclo del cultivo, mientras que para tratamientos no se detectan diferencias significativas; cabe aclarar que en vista de que no existen diferencias significativas entre tratamientos no tiene caso investigar el efecto de los factores principales (concentración de la Solución Universal de Steiner y volúmenes de agua aplicados diariamente), así como de su interacción por lo que no se presenta su análisis.

Finalmente en la tabla 11 se muestra el resumen del análisis de bloques y tratamientos para la altura de las flores medidas en la semana 4 a la 15

Tabla 11. Resumen de análisis de bloques y tratamientos para la altura de las flores de Cala lily cv Reno expresada en cm.

Período de Análisis	Tratamientos	Bloques
Semana 4	Ho no se rechaza	Ho no se rechaza
Semana 5	Ho no se rechaza	Ho no se rechaza
Semana 6	Ho no se rechaza	Ho no se rechaza
Semana 7	Ho no se rechaza	Ho no se rechaza
Semana 8	Ho no se rechaza	Ho no se rechaza
Semana 9	Ho no se rechaza	Ho se rechaza
Semana 10	Ho no se rechaza	Ho se rechaza
Semana 11	Ho no se rechaza	Ho se rechaza
Semana 12	Ho no se rechaza	Ho se rechaza
Semana 13	Ho no se rechaza	Ho se rechaza
Semana 14	Ho no se rechaza	Ho se rechaza
Semana 15	Ho no se rechaza	Ho se rechaza

Como se puede ver la altura de las flores es modificada a partir de la semana nueve debido a las diferentes frecuencias de riego aplicadas, este comportamiento se mantuvo hasta finalizar el ciclo del cultivo; sin embargo, esta variable no es afectada debido a la concentración de la solución nutritiva o al volumen diario aplicado, por lo que el análisis factorial para la altura de las flores no se incluye en esta investigación.

A manera de resumen por los resultados obtenidos y del análisis estadístico anteriormente presentado, no existe efecto de ninguno de los 9 tratamientos definidos en este trabajo de investigación para ninguna de las semanas estudiadas, esto puede ser debido a que la aplicación de la solución nutritiva fue una vez al día y esta se diluía a medida que se daban los riegos a lo largo del día, por lo que la planta no estuvo expuesta a esta solución por períodos prolongados para poder asimilar dicha solución. Por otra parte, el volumen

diario aplicado no afectó al cultivo, debido a que la capacidad de retención del sustrato es baja por lo que el agua se drena rápidamente equilibrando los niveles de humedad en el sustrato.

Se encontró que la frecuencia de riego se maneja como bloques si presentó un efecto significativo a partir de la semana 9 tanto en número de flores como en la altura de las mismas, esto debido a que la calla 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 18 se observa la cantidad de hojas por maceta durante las semanas 6, 9 y 14 en contraste con la frecuencia de riego.

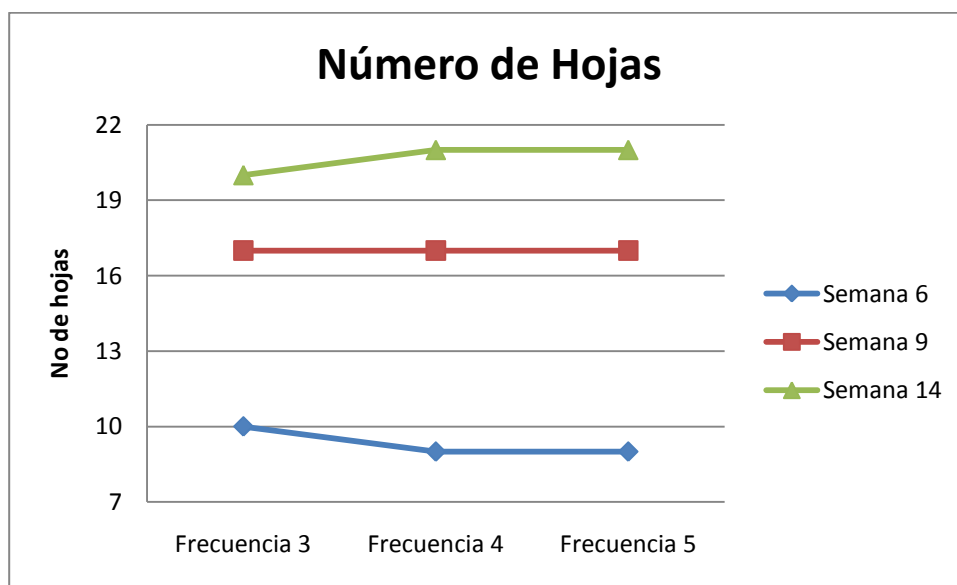


Figura 18. Número de hojas de Cala lily cv Reno en las semanas 6, 9 y 14 de acuerdo a la frecuencia de riego.

Como se observa en la figura 18 la diferencia en la cantidad de hojas entre las tres frecuencia de riego es muy pequeña y en el caso de la frecuencia 4 y 5 la cantidad de hojas no varía.

En la figura 19 se muestra el incremento de hojas por maceta en función de la frecuencia de riego.

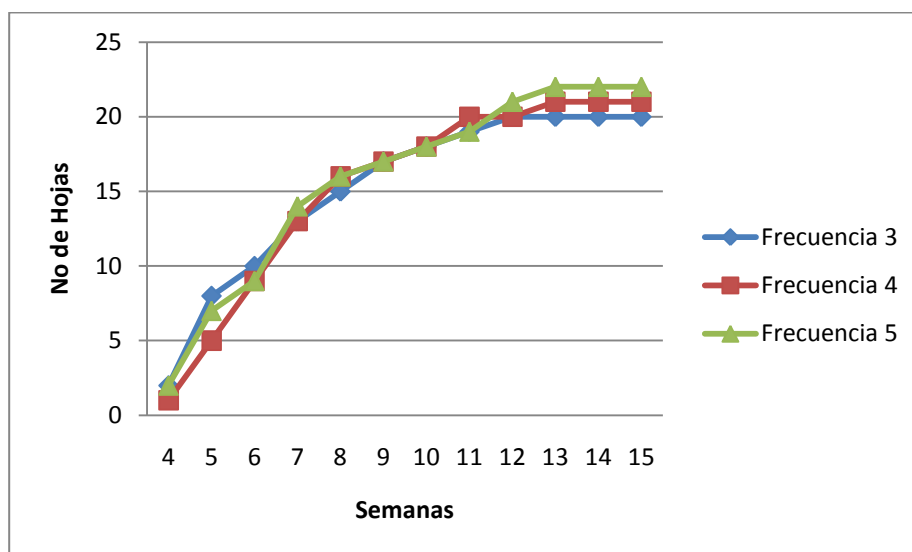


Figura 19.Total de hojas de Cala lily cv Reno por maceta según la Frecuencia de Riego durante el desarrollo del cultivo.

La cantidad de hojas no tiene una diferencia significativa entre la frecuencia de riego por lo que se puede concluir que esta variable no es sensible a la frecuencia de riego.

En la figura 20 se muestra la cantidad de flores por maceta de acuerdo a la frecuencia de riego durante las semanas 6, 9 y 14.

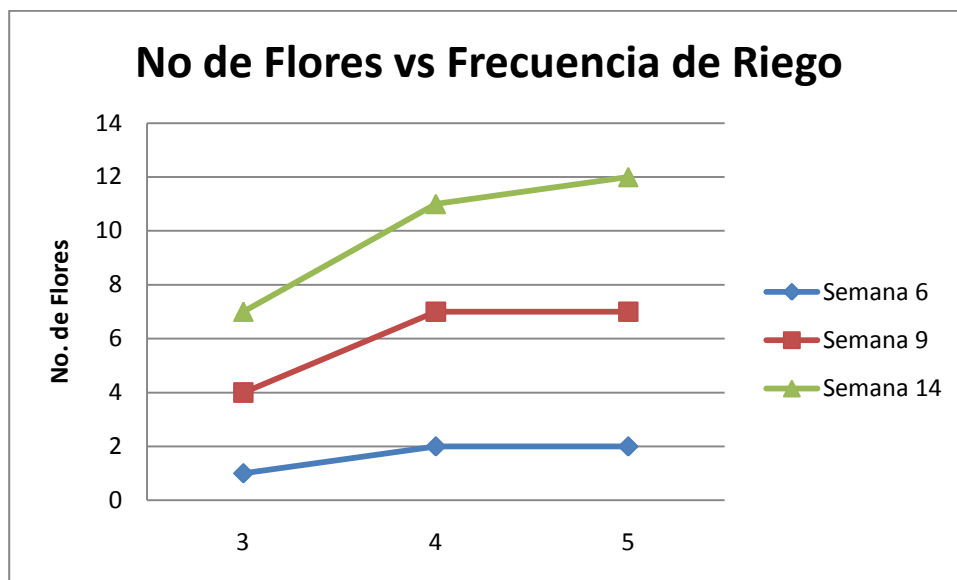


Figura 20. Número de flores de Cala lily cv Reno en las semanas 6, 9 y 14 de acuerdo a la frecuencia de riego.

En la figura 20 se puede observar que la cantidad de flores se ve afectada por la frecuencia de riego teniendo una mayor cantidad de flores al tener un mayor número de riegos al día, es decir al tener una frecuencia de riego mayor; este fenómeno se presenta a lo largo del ciclo del cultivo, teniendo una diferencia de 5 flores entre el rendimiento mínimo y el máximo, esto de acuerdo a la frecuencia de riego.

La mayor cantidad de flores se obtiene al aplicar cinco riegos al día; no existe una gran variación en la cantidad de flores para la frecuencia 4 y 5; sin embargo, la frecuencia 3 desarrolla una menor cantidad de flores. Manteniéndose estos números hasta el final del cultivo.

En la figura 21 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 en el momento el cual las macetas están listas para salir a la venta, que es cuanto la planta

desarrolla cuatro flores a este punto se le llama madurez comercial de acuerdo a información proporcionada por distribuidores de plantas para maceta de Cala lily.

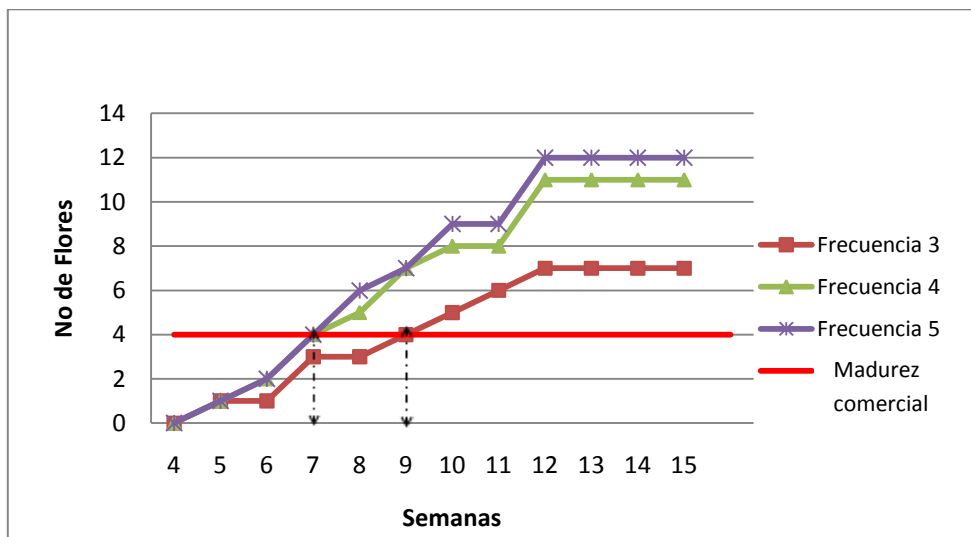


Figura 21. Total de flores por maceta según la Frecuencia de Riego y ubicación de la madurez comercial durante el desarrollo del cultivo.

Mediante la figura 21 se puede observar que el tratamiento con cuatro y cinco riegos por día, alcanzan la madurez comercial a la semana siete y el tratamiento con tres riegos por día lo alcanza en la semana nueve.

Estadísticamente la variable que modifica la cantidad de flores por maceta es la frecuencia de riego.

En figura 21 se observa que la cantidad de flores desarrolladas por planta al final del ciclo de estas, varía de acuerdo a la frecuencia de riego, al dar un mayor número de riegos la cantidad de flores va incrementando; la madurez comercial también es afectado de acuerdo a la frecuencia de riego, al dar un mayor número de riegos la floración de la planta se acelera alcanzando de esta manera la madurez comercial en un menor número de 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, debido a que se tiene un ahorro de agua, fertilizantes y luz, y al mismo tiempo el espacio se puede dedicar a otro cultivo.

Mediante la frecuencia de riego podemos manipular la madurez comercial, al acelerar la floración aplicando cuatro o cinco riegos por día; de otra manera si se requiere retrasar la madurez comercial la frecuencia de riego 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.

Tratamientos

En las figuras 22-37 se grafica la cantidad de hojas y flores de acuerdo a la concentración de la solución universal de Steiner y el Gasto aplicado.

En la figura 22 se observa la cantidad de hojas por maceta de acuerdo a la concentración de la solución nutritiva y el gasto aplicado durante la semana seis.

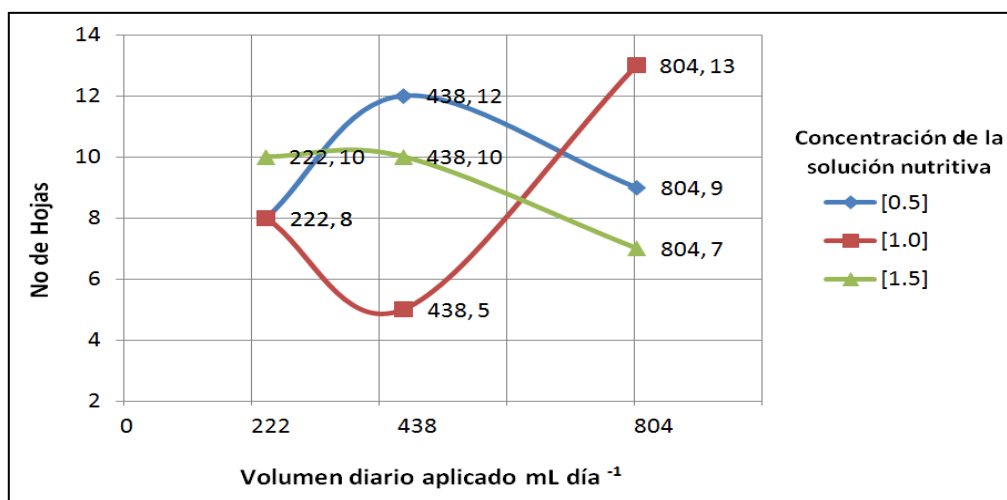


Figura 22. Total de hojas por maceta según el gasto y la concentración de Solución Nutritiva semana seis.

Para la semana seis la Cala lily cv Reno tuvo una mejor respuesta al recibir el tratamiento 6, el cual es una nutrición con la solución universal de Steiner a una concentración del 100% con un volumen diario aplicado de 804 mL.

En la figura 23 se observa la cantidad de hojas por maceta de acuerdo a la concentración de la solución nutritiva y el gasto aplicado durante la semana nueve.

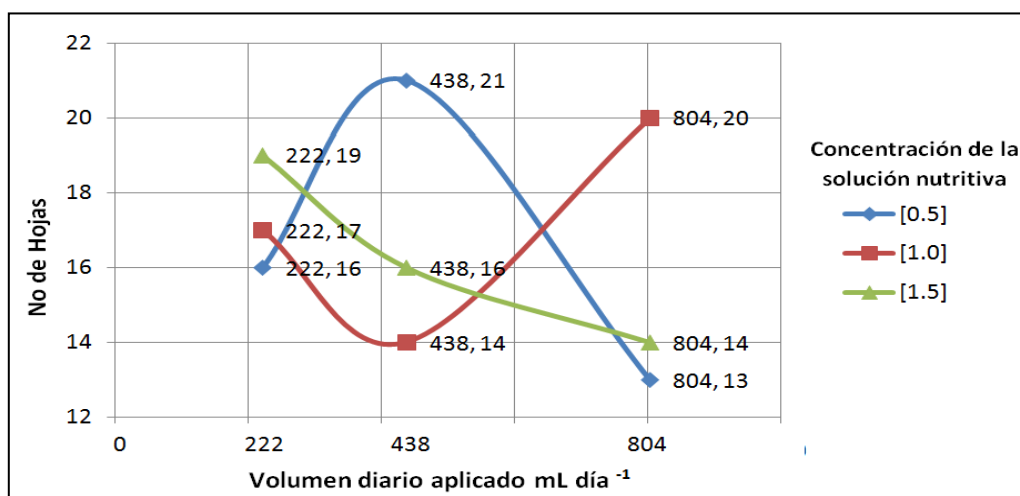


Figura 23. Total de hojas por maceta según el gasto y la concentración de Solución Nutritiva semana nueve.

Para la semana nueve (Figura 23) el número de hojas por maceta de Cala lily cv Reno responde de manera positiva al recibir el tratamiento 2 el cual es una nutrición con la solución universal de Steiner a una concentración del 50% con un volumen diario aplicado de 438 mL.

En la figura 24 se observa la cantidad de hojas por maceta de acuerdo a la concentración de la solución nutritiva y el gasto aplicado durante la semana 14.

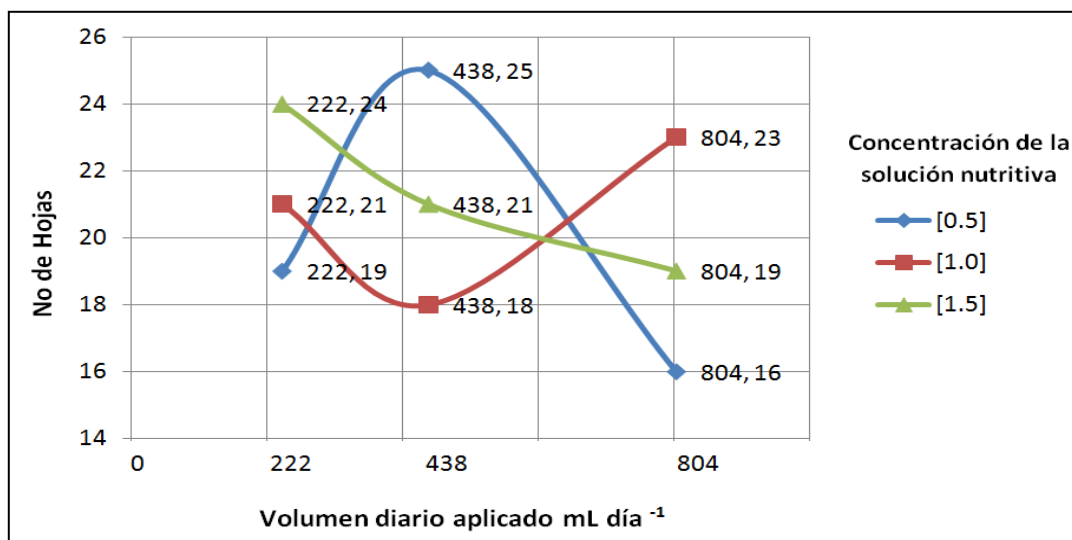


Figura 24. Total de hojas por maceta según el gasto y la concentración de Solución Nutritiva semana 14.

Para la semana 14 se mantiene el comportamiento de las semanas anteriores a partir de la semana nueve, donde la planta tiene una mayor cantidad de hojas al recibir el tratamiento 2.

En la figura 25 se observa la cantidad de flores por maceta de acuerdo a la concentración de la solución nutritiva y el gasto aplicado durante la semana seis.

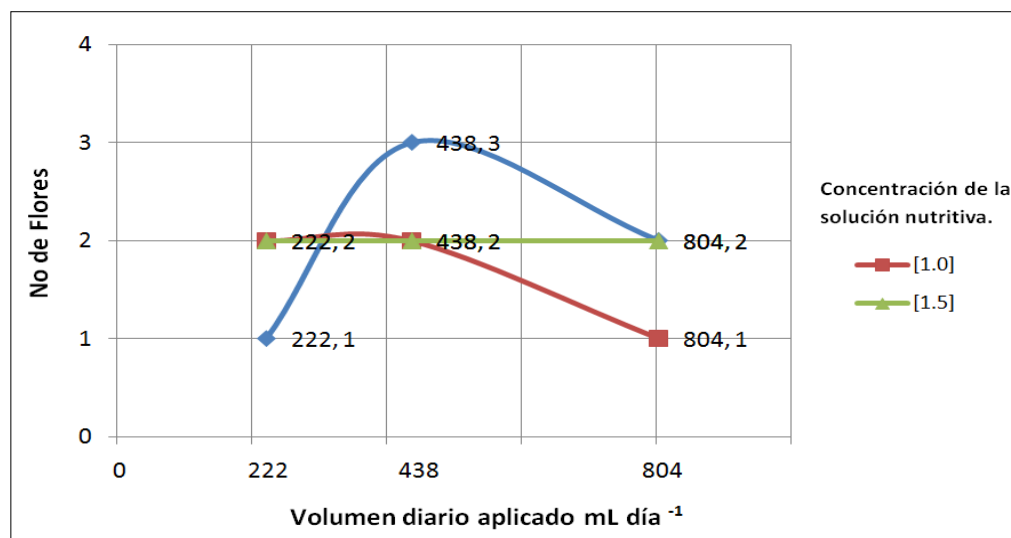


Figura 25. Total de flores por maceta según el Q y la [C] de Solución Nutritiva semana seis.

Para el número de flores por maceta durante la semana seis la Cala lily cv Reno responde de manera positiva al recibir el tratamiento 3 donde se utiliza la solución universal de Steiner a una concentración del 50% con un volumen diario aplicado de 804 mL.

En la figura 26 se observa la cantidad de flores por maceta de acuerdo a la concentración de la solución nutritiva y el gasto aplicado durante la semana nueve.

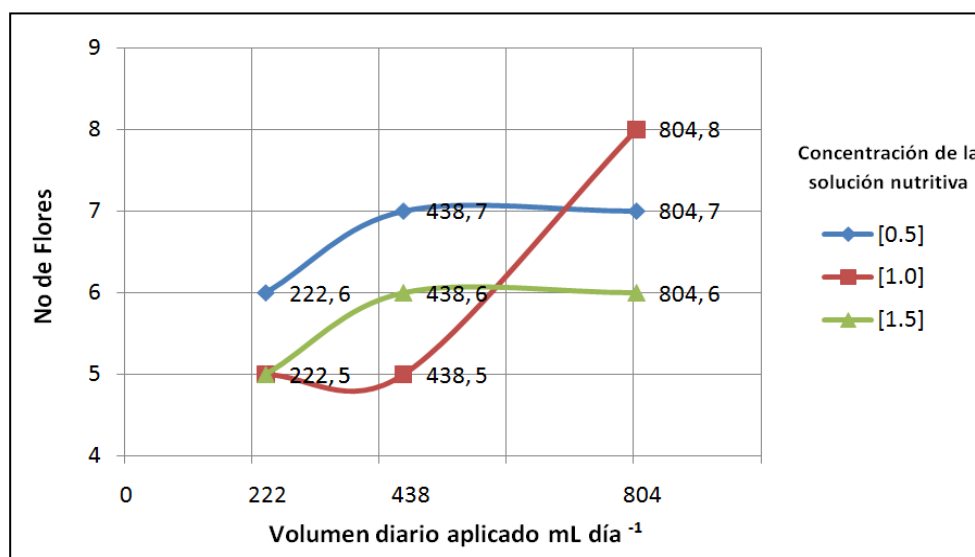


Figura 26. Total de flores por maceta según el Q y la [C] de Solución Nutritiva semana nueve.

Para la semana 9 el número de flores por maceta la Cala lily cv Reno responde de manera positiva al recibir el tratamiento 6 donde se utiliza la solución universal de Steiner a una concentración del 100% con un volumen diario aplicado de 804 mL.

En la figura 27 se observa la cantidad de flores por maceta de acuerdo a la concentración de la solución nutritiva y el gasto aplicado durante la semana catorce.

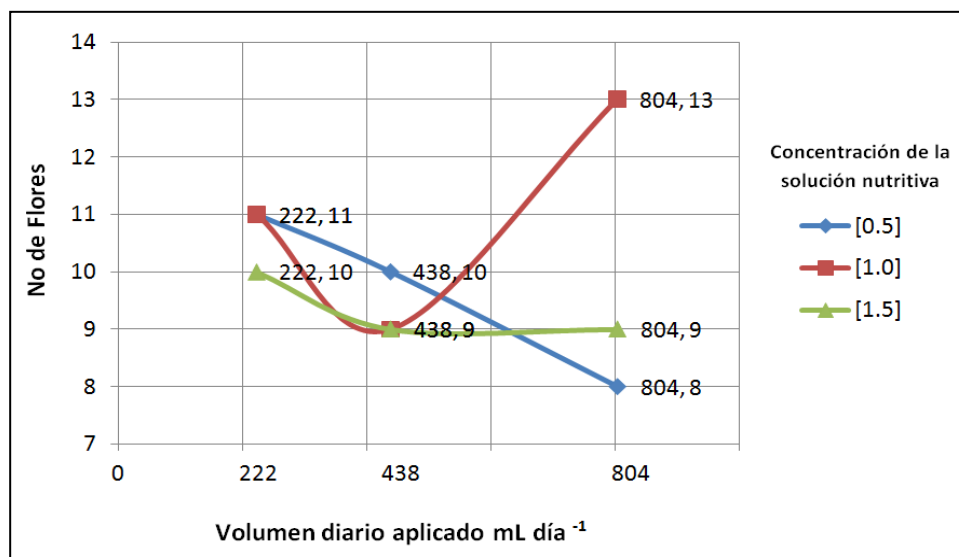


Figura 27. Total de flores por maceta según el Q y la [C] de Solución Nutritiva semana catorce.

Al final del ciclo del cultivo se ve que al utilizar el tratamiento 6 donde se utiliza la solución universal de Steiner a una concentración del 100% con un volumen diario aplicado de 804 mL; se obtiene la mayor cantidad de flores en comparación a los ocho tratamientos restantes.

En la figura 28 se muestra el número de flores durante la semana seis de acuerdo al volumen diario aplicado y la frecuencia de riego.

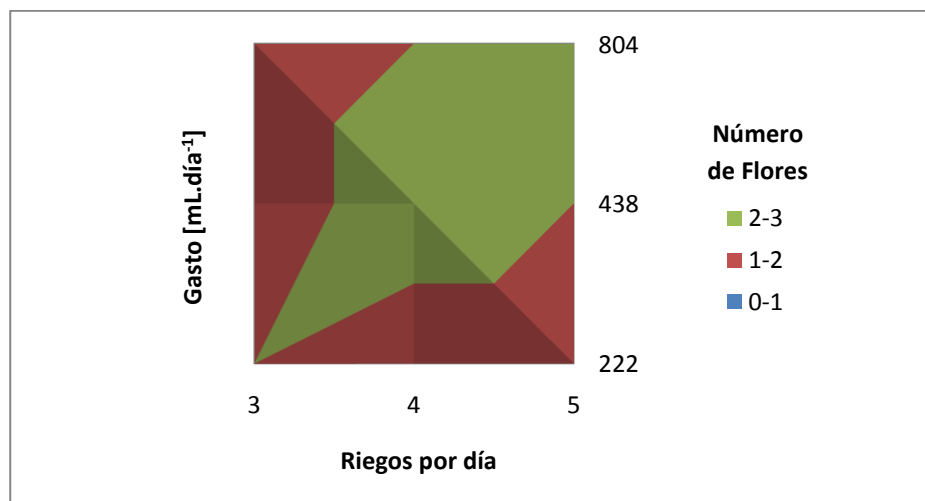


Figura 28. Total de flores por maceta de acuerdo al gasto y a la frecuencia de riego para la semana seis.

De acuerdo a la figura 28 la mayor cantidad de flores se obtiene al aplicar cuatro y cinco riegos al día con 438 y 804 mL diarios.

En figura 29 se muestra el número de flores durante la semana nueve de acuerdo al volumen diario aplicado y la frecuencia de riego.

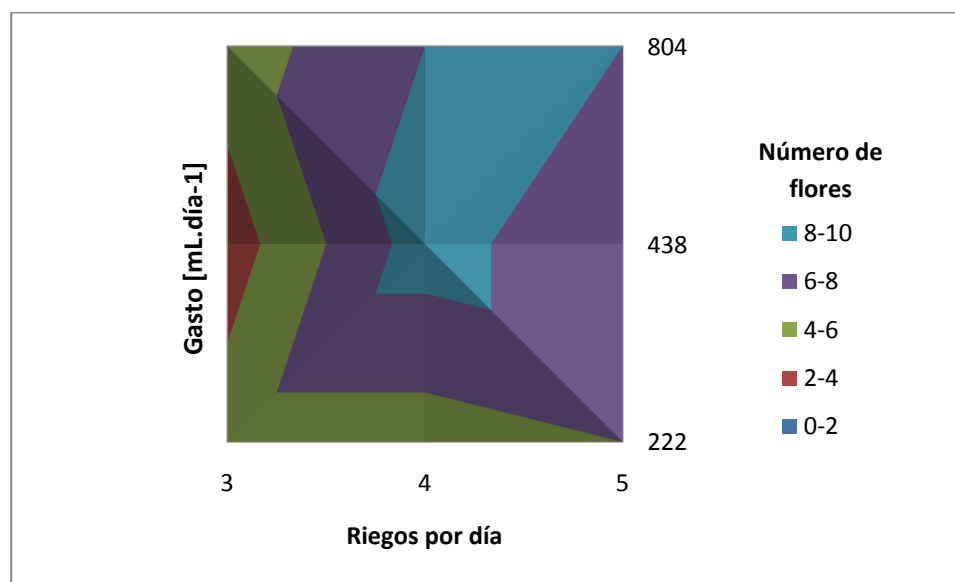


Figura 29. Total de flores por maceta de acuerdo al gasto y a la frecuencia de riego para la semana nueve.

De acuerdo a la figura 29 la mayor cantidad de flores se obtiene al aplicar cuatro riegos al día con 438mL diarios, la frecuencia de riego 4 y 5 con 804 mL diarios da un rendimiento un poco más bajo que la primer combinación mencionada.

En figura 30 se muestra el número de flores durante la semana nueve de acuerdo al volumen diario aplicado y la frecuencia de riego.

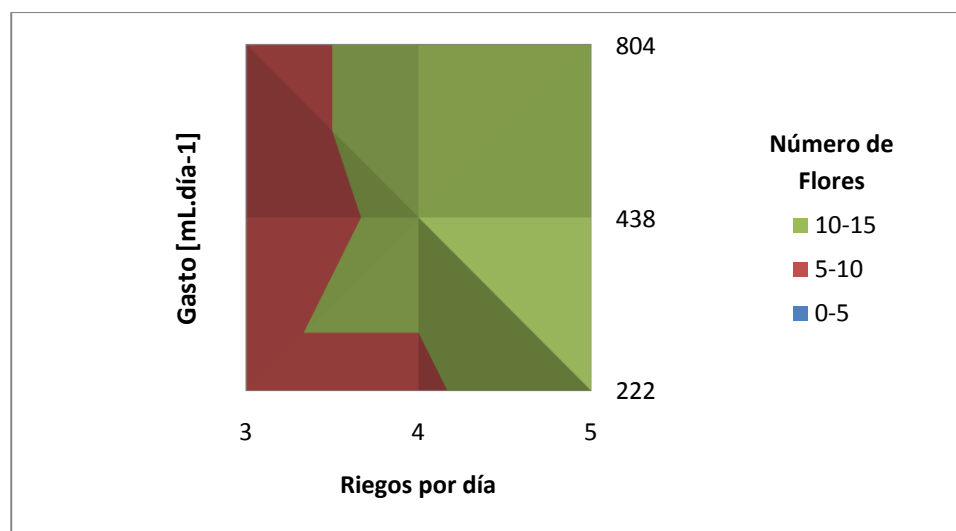


Figura 30. Total de flores por maceta de acuerdo al gasto y a la frecuencia de riego para la semana catorce.

De acuerdo a la figura 30 la mayor cantidad de flores para la semana catorce se obtiene al aplicar cinco riegos al día con 222 mL diarios siguiéndole en la producción la combinación de cuatro y cinco riegos al día con 438 y 804 mL diarios.

Al aplicar cinco riegos por día con un volumen diario de 222 mL se obtiene la mayor cantidad de flores en comparación al resto de las combinaciones, este fenómeno se expresa al final del ciclo del cultivo porque el desarrollo de estas es más lento en comparación a las Callas lilies que reciben cuatro riegos por día con 438 mL diarios que es la combinación que tuvo la mayor cantidad de flores desarrolladas durante las semanas pasadas.

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista económico, el mejor tratamiento para alcanzar la madurez comercial en menor tiempo es aplicando 5 riegos por día, usando como solución nutritiva la solución universal de Steiner a una concentración de 100 %, con un volumen diario aplicado de $804 \text{ mL} \cdot \text{dia}^{-1}$, 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 éste dentro del invernadero.

Los tratamientos con una frecuencia de 4 y 5 riegos por día alcanzaron su madurez comercial a la semana 7 mientras que el tratamiento con 3 riegos por día lo alcanzaron en la semana 9.

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

El inicio de floración de las Calas lilies es a partir de la quinta semana y termina en la doceava semana 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 3 semanas.

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera C. M. y Martinez R., 1996. Relaciones agua , suelo, planta, atmosfera. Universidad Autónoma Chapingo. México. 256 pp.
- Allen, R.G., L. S. Pereira, D. Raes y M. Smith., 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO. Irrigation and drainage. Paper 56. Roma. 300 pp.
- Cadahia L., C. 1998. Fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 475 p.
- Castilla, N. 2005. Invernaderos de plástico, tecnología y manejo. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Chávez N. y M. Berzoza, 2003, *Manejo y operación de sistemas de riego presurizado*. Campo Experimental Delicias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, INIFAP-SAGARPA. Cd. Delicias, Chihuahua, México.
- Cruz- Castillo, J. G.; Cardenas, A. M. 1997. El Alcatraz (*Zantedeschia spp*) un cultivo nuevo para el trópico de Veracruz, México. Proc. Interam. Soc. Trop. Hort. 41: 84-87.
- Cruz- Castillo, J. G.; Torres-Lima P. A.; Alfaro-Chimalhua, M.; Albores- Gonzales, M. L.; Murguía- Gonzalez, 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.
- Domínguez V. A. 1989. Tratado de Fertilización. Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa.
- Doorenbos, J. y Pruitt, W. 1984. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje No. 24. Roma. FAO. 181 pp.

- Fernandez Ma. D., 2000, “Necesidades hídricas y programación de riegos en los cultivos hortícolas en invernadero y suelo enarenado de Almería. Tesis doctoral. Universidad de Almería. (Citado por Fernández, 2001)
- Fernández Ma. D., Orgaz F., Fereres E., López J. C., Céspedes A., Pérez J., Bonachela S., Gallardo M., 2001. “Programación del riego de cultivos hortícolas bajo invernadero en el sudeste español”. Editorial Escobar Impresores. Almería, España.
- FAO, 2004, Agua y cultivos. Disponible: <http://www.Fao.org/DOCREP>. Consultada (Septiembre 18, 2011).
- Ferreyra, R., J. Peralta, G. Sellés, N. Fritsch, F. Contador, y A. Rubio. 1995. Respuesta del cultivo del espárrago (*Asparagus officinalis* L.) a distintos regímenes de riego durante las dos primeras temporadas de establecimiento. Agricultura Técnica (Chile) 55:1 -8.
- Foley, M.E. y S.A. Fennimore. 1998. Genetic basis for seed dormancy. Seed Sci. Res. 8, 173-182.
- Funell, K. 1993. *Zantedeschia* In: The Physiology of Flower Bulbs. De Hertogh, A., and M. Lenard (eds). Elsevier. Amsterdam.
- Funnell, K. A. and 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.1.].
- 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.

- Hewitt E. J. 1966. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. Tech. Commun. 22. Commonwealth Agricultural Bureau. Farnham, United Kingdom. pp: 187-246.
- Hsiao T. 1973. "Plant response to water stress. Ann. Rev. Of Plant Physiol 24: 519-570. (Citado por Fernández *et al.*, 2001).
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 1995. Coordinación de tecnología de riego y drenaje, Proyecto RD-95062 "Pronóstico de riego en tiempo real".
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) 1995b. Coordinación de tecnología de riego y Drenaje, Proyecto RD-95062 "Diagnóstico de la salinidad en el Distrito de Riego 076, Valle del Carrizo, Sinaloa".
- Kuehny J. 2000. Calla history and culture. HortTechnology 10: 326-330.
- Lara H. A., 1999. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. Terra 17(3): 221-229.
- Leszczyńska-Borys, H. 1990. Elementos Básicos en el Arte del Diseño Floral. Ediciones UPAEP, Puebla, Puebla, México. Serie Manuales de Horticultura Ornamental No. 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.

- Lipinski V., Gaviola de Heras, S., Filippini M. F. 1995. Influencia del riego, la fertilización nitrogenada y el tamaño del diente sobre el rendimiento y la calidad del ajo colorado (*Allium sativum* L.). Ciencia del suelo. 13 – 80-84.
- Marschner H (1995) *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2a ed. Academic Press. San Diego, CA, EEUU. 889 pp.
- Mavi H. and Tupper G., 2004. *Agrometeorology. Principles and Applications of Climate Studies in Agriculture*. Food Haworth Press. 364 pp.
- Moya T. J. A., 1994. Riego localizado y fertirrigación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 268 p.
- Orozco C. A. L., 2010. Aqua-LAC. 2(1): 56-67.
- Ortega-Farias, S., J. Márquez, H. Valdés, y H. Paillán. 2001. Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv. FA-144) de invernadero producido en otoño. Agric. Téc. (Chile) 61:479-487
- Palacios V. E., 2002. ¿Por qué, Cuándo, Cuanto y como Regar?. Trillas Editorial. México. 214 pp.
- Pérombelon, M. C. M. and Kelman A. 1980. Ecology of the soft rot *Erwinias*. Ann Rev Phytopathol 18: 361-387.
- Pizano De M, M. 1999. *Zantedeschia*. Cala Lily. Ediciones Hortitecnia Ltda. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia. 54 pp.
- Robinson, A., C. Clark, and J Clemens. 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.
- Sanchez, V. J., 2000. Seminario de Fertirrigación: Apukai-Comex Perú. Lima, Perú.

- Schnettler, M.B; Mera, S.A.; Pihan, S.R., 2006. Evaluación técnico-económica de la producción de calas de color en la región de la Araucanía, Chile. Idesia. [online]. abr. 2006, vol.24, no.1 p.17-24. En: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292006000100004&script=sci_arttext
- Singh, Y., A. Van Wyk, and H. Baijnath, 1996. Taxonomic notes on the genus *Zantedeschia* Spreng (Araceae) in southern Africa. Couth Afr. J. Bot. &2: 321-324.
- Smith GS, Johnston CM, Cornforth IS (1983) Comparison of Nutrient Solutions for Growth of Plants in Sand Culture. New Phytol. 94: 537-548. Snijder R., H. Cho, M. Hendricks, P. Lindhot, and J. Van Tuyl. 2004. Genetic variation in *Zantedeschia* spp. (Araceae) for resistance to soft caused by *Erwinia carotovora* Subsp. carotovora. Euphytica 135: 119-128.
- Soto A. R. y Armando G. F. 2006. En el Estado de México confirma su liderazgo en floricultura. En Información, Programación y Evaluación de la Secretaria de Desarrollo Agropecuario del Estado de México. Consulta electrónica: <http://www.edomex.gog.mx>.
- Steiner, A.A., 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Plant and Soil 15(2): 134-154.
- Steiner, A.A., 1968. Soilles culture. pp. 324-341. In: Proceedings of the 6th Colloquium of the International Potash Institute. Florence, Italy. Published by Int. Potash Inst Berne, Switzerland. 324-341.
- Steiner, A. A., 1984. The Universal Nutrient Solution. Pp. 633-649. In: proceedings of the 6th International Congress on Soilles Culture. ISOSC, Wageningen, The Netherlands.

- 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.
- Van Os, E. A. 1986. Technical and economical consequences and mechanization aspects of soilless growing systems. Acta Horticulturae 178: 85-86.
- Villafañe, R. 1998. Diseño agronómico del riego. Maracay, Ven., Fundación Polar. UCV-FAGRO. 147 p
- Wien, H. C. 1999. The Physiology of Vegetable Crops. CAB International. University Press, Cambridge. London, UK.
- Wright, P.J., 1998. A soft rot of calla (*Zantedeschia* spp.) caused by *Erwinia carotovora* subspecies *carotovora*. New Zeal J Crop Hort 26: 331–334.
- Wright, P., and . 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.
- Wirght, P. J.; triggs, C. M.; Burge, G. K. 2005. Control of bacterial soft rot of calla (*Zantedeschia* spp) by pathogen exclusion, elimination and removal. New Zeland Journal of Crop and Horticulturae Science, Vol. 33: 117.123.