

Tesis de Maestría

Riego restringido y aplicación de fitohormonas para uso eficiente del agua en distintos cultivares de *Lilium* sp. con seguimiento por métodos no destructivos

Mantilla Alarcón, Gunther A.

2017-12-26

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Mantilla Alarcón, Gunther A.. (2017-12-26). Riego restringido y aplicación de fitohormonas para uso eficiente del agua en distintos cultivares de *Lilium* sp. con seguimiento por métodos no destructivos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

Cita tipo Chicago:

Mantilla Alarcón, Gunther A.. "Riego restringido y aplicación de fitohormonas para uso eficiente del agua en distintos cultivares de *Lilium* sp. con seguimiento por métodos no destructivos". Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 2017-12-26.

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires



**UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

Riego restringido y aplicación de fitohormonas para uso eficiente del agua en distintos cultivares de *Lilium* sp. con seguimiento por métodos no destructivos.

Tesis presentada para optar al Título de Magíster en Ciencias Ambientales

Gunther A. Mantilla

Directora de Tesis: Ing. Agr. MSc. Libertad Mascarini

Codirector de Tesis: Ing. Agr. MSc. Gabriel Lorenzo

Lugar de trabajo: Facultad de Agronomía

Buenos Aires, 2017

COMITÉ CONSEJERO

Director de Tesis

Libertad Mascarini

Ingeniera Agrónoma (Universidad de Buenos Aires)

Magister Producción Vegetal (Universidad de Buenos Aires)

Co-director de Tesis

Gabriel Lorenzo

Ingeniero Agrónomo (Universidad de Buenos Aires)

Magister en Agricultura intensiva para zonas áridas y semiáridas de Argentina (Universidad de Buenos Aires)

JURADO DE TESIS

Ricardo Andreau

Ingeniero Agrónomo (Universidad Nacional de La Plata)

Especialista en Horticultura (Universidad de Pisa)

Diana Frezza

Ingeniera Agrónoma (Universidad de Buenos Aires)

Magister Horticultura (Universidad Nacional de Cuyo)

Patricia Hashimoto

Ingeniera Agrónoma (Universidad de Buenos Aires)

Doctora Biología Vegetal (Universidad Politécnica de Valencia)

Fecha de defensa de la tesis: 07 de Marzo de 2018

RIEGO RESTRINGIDO Y APLICACIÓN DE FITOHORMONAS PARA USO EFICIENTE DEL AGUA EN DISTINTOS CULTIVARES DE *LILIUM SP.* CON SEGUIMIENTO POR MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS.

RESUMEN

En Ecuador la mayor parte de la producción ornamental tiene lugar en zonas periurbanas, donde compite por el agua con otros usuarios urbanos e industriales. Reducir el riego implica una situación de estrés hídrico en precosecha, pero la aplicación de hormonas podría contrarrestar el posible efecto detrimental. El objetivo principal fue determinar si la reducción del riego tiene efecto en el comportamiento postcosecha, y si la aplicación de citoquininas en precosecha reduce o elimina dicho efecto. Se utilizaron tres cultivares de *Lilium longiflorum* LA: Original Love (OL), Brindisi (BR) y Golden Tycoon (GT), bajo 2 niveles de riego: 2.5 y 6.25 $\text{lm}^{-2} \text{ día}^{-1}$ (RR y RN, respectivamente) y 4 tratamientos postcosecha: testigo (TEST), asperjado con citoquinina 6-BAP (6-bencilaminopurina) a 3 días precosecha (PRE), a cosecha (POST) o en ambos (PP). El diseño experimental fue completamente aleatorizado, con arreglo factorial 2x3x4 con cinco repeticiones, mediante el programa estadístico InStat®. Cada unidad experimental estuvo constituida por 5 varas de cada variedad. La vida en florero en GT y OL no fue afectada (13.95 y 16.88 días, respectivamente), pero BR fue fuertemente afectado por el riego (13.9 y 6.9 días para RN y RR, respectivamente).

A las dosis ensayadas, el tratamiento con 6-BAP no modifica la vida en florero. BR-RR mostró una importante pérdida de peso fresco del orden del 20 al 25% frente a RN en todos los tratamientos postcosecha luego de 5 días en florero, mientras que OL y GT no mostraron diferencias. Esto podría estar relacionado con un aumento del ABA en hoja, 40-50% mayor en RR que en RN al final del ensayo. Se concluye que no todas las variedades responderían positivamente en postcosecha frente a una reducción del régimen de riego.

Palabras clave: fitohormonas, citoquinina, Liliun, postcosecha, déficit hídrico, floricultura.

**RESTRICTED AND APPLICATION OF PLANT HORMONES FOR
EFFICIENT USE OF WATER IN DIFFERENT CULTIVARS OF *LILIUM SP.*
IRRIGATION.WITH MONITORING BY NON-DESTRUCTIVE METHODS.**

ABSTRACT

In Ecuador most of the ornamental production takes place in peri-urban areas, where it competes for water with other urban and industrial users. Reduce watering implies a situation of water stress before harvest, but the application of hormones could counteract possible detrimental effect. The objective was to determine the reduction on water irrigation has an effect on postharvest behavior, and if cytokinin application removes this effect. Original Love (OL), Brindisi (BR) and Golden Tycoon (GT) under two irrigation levels: 2.5 and 6.25 $\text{lm}^{-2} \text{day}^{-1}$ (RR and RN three cultivars of *Lilium longiflorum* LA used respectively) and 4 postharvest treatments: control (TEST), sprinkled with cytokinin 6-BAP (6-benzylaminopurine) to 3 days preharvest (PRE), to harvest (POST) or both (PP). The experimental design was completely randomized, with a factorial arrangement 2x3x4 with five repetitions, using the statistical program InStat®. Each experiment unit was constituted by five rods of each variety. The vase life in GT and OL was not affected (13.95 and 16.88 days, respectively), but BR was strongly affected by irrigation (13.9 and 6.9 days for RN and RR, respectively).

At the doses tested, treatment with 6-BAP does not change the vase life. BR-RR showed a significant loss of fresh weight of the order of 20 to 25% compared to RNs in all post-harvest treatments after 5 days vase, while OL and GT showed no difference. This could be related to an increase of ABA in leaves, 40-50% higher in RR than in RN at the end of the trial. We conclude that not all varieties respond positively during postharvest against a decline of irrigation regime

Keywords: benzylaminopurine, cytokinin, Lilium, postharvest, water deficit stress, floriculture.

AGRADECIMIENTOS

En especial a mi directora de tesis Libertad Mascarini y mi codirector Gabriel Lorenzo, que siempre me motivaron y con su exigencia y confianza me ayudaron a realizar un mejor trabajo.

A mi familia que siempre estuvieron apoyándome y me impulsaron para no darme por vencido. Gracias por el aliento!!

A todos quienes de una u otra manera me apoyaron para la conclusión de esta investigación.

A los miembros del jurado de mi tesis Diana Frezza, Patricia Hashimoto, cuyos comentarios y sugerencias contribuyeron a mejorar la versión final de la investigación

DEDICATORIA

A Dios por estar siempre en mi camino bendiciendo mis acciones.

A mi madre por su apoyo incondicional e interminable paciencia!

Y sobretodo en la etapa de finalización de la tesis, a mis amores, Naty e Isa quienes me apoyaron y me dieron en todo momento el ánimo necesario para finalizarla.

A ellas está dedicada esta muestra de mi amor.

INDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	iii
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
INDICE GENERAL.....	vii
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. HIPÓTESIS DEL TRABAJO.....	6
3. OBJETIVO GENERAL.....	7
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
4.1 FASE PRECOSECHA	9
4.1.1 Factores en estudio.....	14
4.2 FASE POSTCOSECHA.....	11
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
5.1 Consumo hídrico	17
5.2 Peso fresco de la vara floral	21
4.3 Peso seco de la vara floral	25
4.4 Vida en florero.....	28
4.5 Senescencia de la Vara	36
4.6 Contenido de Fitohormonas	40
4.7 Abscisión de Flores	49
4.8 Reflectancia espectral.....	53
6. CONCLUSIONES.....	57
ABREVIATURAS Y DEFINICIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
APÉNDICE	70

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distintos tratamientos aplicados en el ensayo, abreviaturas de los mismos y significado de cada una.....	15
Tabla 2. Parámetros de calidad aplicados a <i>Lilium</i> LA ‘Original Love’, ‘Brindisi’ y ‘Golden Tycoon’	16
Tabla 3. Porcentajes de peso fresco relativo de <i>Lilium sp.</i> para dos riegos con distintas aplicaciones en función del ANOVA.....	24
Tabla 4. Peso seco (PS) de flor, tallo y relación tallo/flor de <i>Lilium longiflorum</i> cv. ‘Brindisi’ y ‘Golden Tycoon’ con riego restringido (RR) y riego normal (RN).....	26
Tabla 5. Vida en florero de <i>Lilium longiflorum</i> cv. ‘Brindisi’ y ‘Golden Tycoon’ con riego restringido (RR) y riego normal (RN) con aplicación de 6-bencilaminopurina 3 días previos a la cosecha (bappr), al momento de la cosecha (bappo), en ambos momentos (prepo) o sin aplicación (ctrl).	29
Tabla 6. Número de flores abiertas en los primeros 6 días postcosecha de varas de <i>Lilium longiflorum</i> cv. ‘Original love’ ‘Brindisi’ y ‘Golden Tycoon’ cultivadas bajo riego normal (RN) o restringido (RR).....	31
Tabla 7. ANOVA del peso relativo a 3 DDC de <i>Lilium sp.</i> para dos riegos con distintas aplicaciones del 6-BAP.....	70
Tabla 8. ANOVA del peso relativo a 6 DDC de <i>Lilium sp.</i> para dos riegos con distintas aplicaciones del 6-BAP.....	70
Tabla 9. ANOVA del peso relativo a 9 DDC de <i>Lilium sp.</i> para dos riegos con distintas aplicaciones del 6-BAP.....	71

Tabla 10. ANOVA del peso relativo a 12 DDC de <i>Lilium sp.</i> para dos riegos con distintas aplicaciones del 6-BAP.....	71
Tabla 11. ANOVA del peso relativo a 15 DDC de <i>Lilium sp.</i> para dos riegos con distintas aplicaciones del 6BAP.....	72
Tabla 12. ANOVA del peso seco final de flor de <i>Liliumsp.</i> en la evaluación de riego restringido y aplicación de fitohormonas para uso eficiente del agua.....	72
Tabla 13. ANOVA del peso seco final de tallo de <i>Lilium sp.</i> en la evaluación de riego restringido y aplicación de fitohormonas para uso eficiente del agua.....	73
Tabla 14. ANOVA del peso seco total de la vara (flor, hoja, tallo) de <i>Liliumsp.</i> en la evaluación de riego restringido y aplicación de fitohormonas para uso eficiente del agua.....	73
Tabla 15. ANOVA de la vida en florero de la vara de <i>Liliumsp.</i> en la evaluación de riego restringido y aplicación de fitohormonas para uso eficiente del agua.....	74
Tabla 16. Ficha Técnica de la fitohormona 6 – BAP aplicada en la evaluación.....	74
Tabla 17. Aplicaciones fertirriego para tres variables postcosecha en <i>Liliumsp.</i> para desarrollo vegetativo en la evaluación de riego restringido y aplicación de fitohormonas para uso eficiente del agua.....	76
Tabla 18. Aplicaciones fertirriego para tres variables postcosecha en <i>Liliumsp.</i> para floración en la evaluación de riego restringido y aplicación de fitohormonas para uso eficiente del agua.....	77

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del consumo de agua en postcosecha de varas de <i>Lilium longiflorum</i> cv. ‘Original Love’ cultivadas bajo riego normal o restringido.....	18
Figura 2. Evolución del consumo de agua en postcosecha de varas de <i>Lilium longiflorum</i> cv. ‘Brindisi’ cultivadas bajo riego normal o restringido.....	19
Figura 3. Evolución del consumo de agua en postcosecha de varas de <i>Lilium longiflorum</i> cv. ‘Golden Tycoon’ cultivadas bajo riego normal o restringido.....	20
Figura 4. Peso fresco de varas de <i>Lilium longiflorum</i> cv. ‘Original Love’ después del corte.....	21
Figura 5. Peso fresco de varas de <i>Lilium longiflorum</i> cv. ‘Brindisi’ después del corte.....	22
Figura 6. Peso fresco de varas de <i>Lilium longiflorum</i> cv. ‘Golden Tycoon’ días después del corte.....	23
Figura 7. Incremento de apertura floral en <i>Lilium sp.</i> cv. ‘Original love’ (OL) en días después del corte.....	32
Figura 8. Incremento de apertura floral en <i>Lilium sp.</i> cv. ‘Brindisi’ (BRIN) en días después del corte.....	33
Figura 9. Incremento de apertura floral en <i>Lilium sp.</i> cv. ‘Golden Tycoon’ (GOLD) en días después del corte.....	35

Figura 10. Evolución de los valores de lectura del SPAD (estimador de clorofila), en función de los días después del corte (DDC) cv. ‘Original love’.....	36
Figura 11. Evolución de los valores de lectura del medidor de clorofila SPAD, en función de los días después del corte (DDC) en cv. ‘Brindisi’.....	38
Figura 12. Evolución de los valores de lectura del medidor de clorofila SPAD, en función de los días después del corte (DDC) cv. ‘Golden Tycoon’.....	39
Figura 13. Comparación de índices de concentración fitohormonales en hoja (mg.g^{-1}) con cuatro tipos de tratamiento, bajo condiciones óptimas RN y condiciones restringidas de agua RR en cv. ‘Brindisi’(A-F).....	43
Figura 14. Comparación de índices de concentración fitohormonales en flor (mg.g^{-1}) con cuatro tipos de tratamiento, bajo condiciones óptimas RN y condiciones restringidas de agua RR en cv. ‘Brindisi’(G,H).....	44
Figura 15. Comparación de índices de concentración fitohormonales en flor (mg.g^{-1}) con cuatro tipos de tratamiento, bajo condiciones óptimas RN y condiciones restringidas de agua RR en cv. ‘Brindisi’(A-D).....	47
Figura 16. Comparación de índices de concentración fitohormonales en flor (mg.g^{-1}) con cuatro tipos de tratamiento, bajo condiciones óptimas RN y condiciones restringidas de agua RR en cv. ‘Brindisi’(E-H).....	48
Figura 17. Senescencia de la primera flor en función de los días de vida en florero en varas de <i>Lilium longiflorum</i> cv. ‘Brindisi’	50
Figura 18. Senescencia de la primera flor en función de los días de vida en florero en varas de <i>Lilium longiflorum</i> cv. ‘Golden Tycoon’	51

Figura 19. Senescencia de la primera flor en función de los días de vida en florero en varas de <i>Lilium longiflorum</i> cv. ‘Original love’	52
Figura 20. Dinámica de acumulación de biomasa e índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) en <i>Lilium longiflorum</i> cv. ‘Brindisi’ y ‘Golden Tycoon’	54
Figura 21. Efecto de los niveles de riego sobre el índice de vegetación por diferencia normalizada (NDVI) en <i>Lilium longiflorum</i> cv. ‘Brindisi’ y ‘Golden Tycoon’ y ‘Original love’ cultivadas bajo riego normal o restringido.....	55
Figura 22. Relación del índice hídrico y los tratamientos con riego normal (RN) o restringido (RR), de <i>Lilium longiflorum</i> cv. ‘Brindisi’ y ‘Golden Tycoon’ y ‘Original love’ con aplicación de 6-bencilaminopurina.....	56
Figura 23. Diseño con cuatro operaciones de riego y tres híbridos de <i>Lilium</i> sp.....	75
Figura 24. Equipos y materiales utilizados (1-5).....	78
Figura 25. Equipos y materiales utilizados (6-13).....	79
Figura 26. Equipos y materiales utilizados (14-19).....	80
Figura 27. Ilustración de los Procedimientos realizados (20-23).....	81

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Los eventos extremos del clima, incremento del nivel del mar, cambios en los patrones de precipitación y variabilidad de la temperatura, se han visto intensificados por el cambio climático, generando un impacto directo en la disponibilidad del agua para los cultivos e implicaciones en la sostenibilidad del agua (EPA, 2014).

A nivel mundial, se calcula que la sequía y la desertificación afectan a 2.5 mil millones de personas – el 30 por ciento de la población mundial- los escasos recursos naturales, la degradación del suelo y las sequias frecuentes cuestionan seriamente la producción. (UNCCD, 2016)

En otras situaciones, el riego es visto como un seguro contra la sequía ocasional, cuanto mayor es el riesgo de pérdida de cosecha debido a las sequías y a períodos secos de corta duración, menor es la posibilidad de que los agricultores inviertan en insumos tales como fertilizantes, variedades mejoradas y control fitosanitario. (FAO, 2002)

En las zonas donde las precipitaciones son abundantes en la mayoría de los años, el riego puede traer beneficios, como reducir el riesgo de pérdidas económicas por falta de agua, lo que hace posible que un agricultor sea capaz de controlar las fluctuaciones en los rendimientos de los cultivos y en la oferta de alimentos. (EPA, 2014)

En Ecuador el uso intensivo del agua para riego compite de manera significativa sobre la oferta hídrica, generando conflictos entre el uso del agua para el consumo humano y el uso del agua para los cultivos de flores (Zamudio, 2004).

El consumo total de agua subterránea por parte de la actividad florícola se calcula en 52.4 millones de m³ cada año. Presumiendo un consumo de 250 l por persona al día de un habitante urbano, esta cantidad de agua alcanzaría para abastecer a una población de aproximadamente 600.000 habitantes. Esto además tiene un efecto sobre la vegetación circundante y sobre la fauna que depende de ella. (Rodón, 1997).

La tolerancia de un cultivo al estrés hídrico está esencialmente vinculado a su capacidad de acceder al agua del suelo y utilizarla de manera más eficiente (Cantero, 2014).

La eficiencia en el uso del agua (EUA) se define como la cantidad de CO₂ fijado por unidad de agua consumida. Esta puede ser estimada por ejemplo mediante la cantidad de materia seca formada por milímetro de agua aplicado durante el cultivo (Safi *et al.*, 2007).

El perfeccionamiento en la utilización del agua en la agricultura será fundamental para afrontar las situaciones previstas de escasez. La mejora de la productividad del agua se entiende frecuentemente en términos de obtener la mayor cantidad de cultivos posible por volumen de agua. (FAO, 2002)

Es posible que los agricultores prudentes con respecto al dinero prefieran fijarse como objetivo el máximo de ingresos por unidad de agua, mientras que las comunidades y los responsables de las políticas podrán tratar de conseguir el máximo empleo y los máximos ingresos en todo el sector agrícola. Por consiguiente, el incremento de la productividad en la agricultura puede dar lugar a mayores beneficios por cada unidad de agua tomada de los recursos hídricos naturales (FAO, 2002).

Generar un modelo de agricultura sustentable para la producción, es necesario ya que el consumo de flores de corte se ha incrementado (Altieri, 2008) y es altamente deseable mantener y mejorar la calidad y vida en florero (Garcés y Orozco, 2004).

En cuanto a las flores de corte, la calidad de la vara floral está determinada por las condiciones de cultivo, entre otras, el riego, así como por el balance hormonal que influye en el proceso de senescencia de flores y hojas (Mascarini, *et al.*, 2006)

Así, las citoquininas CKs están involucradas en el retraso de la senescencia de hojas y con una aplicación exógena en hojas que han iniciado amarillamiento, se previene su caída natural (Rayen, 1999).

Numerosos trabajos indican los efectos benéficos de estas fitohormonas sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas (Mok y Mok, 2001; Pérez *et al.*, 2011; Arkhipova *et al.*, 2007; Ortiz Castro *et al.*, 2008).

No se reportan antecedentes que indiquen que dichas fitohormonas, a las dosis utilizadas en agricultura y con aplicación foliar, produzcan daños ambientales en el agua y/o suelos.

El desarrollo de clorosis en las hojas de *Lilium longiflorum* es un desorden fisiológico que se presenta cuando los tallos se colocan en el florero (Fuentes, 2009). Estos síntomas suelen comenzar en las hojas basales y se mueven progresivamente hacia arriba y reducen la calidad de la flor y el valor económico de los cultivos. (Rabiei, *et al.*, 2008)

La aplicación de fitohormonas regula varios aspectos del crecimiento y desarrollo de la planta, incluyendo la respuesta de las plantas al estrés abiótico (Haberer; Kieber, 2002 y Rivero *et al.*, 2007).

La aplicación de CKs puede acelerar la recuperación de la tasa de fotosíntesis de las plantas después de un estrés hídrico mediante la promoción de la apertura de los estomas y por el retraso de la senescencia foliar (Rulcová y Pospíšilová, 2001)

El crecimiento económico y la preocupación por cuestiones ambientales ha convertido al agua en un recurso escaso cuya administración está sujeta a numerosas controversias (Fernández y Arias, 2003).

Por tanto, existe una necesidad urgente de reconciliar las demandas de agua con el fin de mantener las funciones de los ecosistemas y para la producción de alimentos. (FAO, 2002) y lograr que la tecnología esté asociada a los cultivos y uso del agua.

Sin embargo, los cambios que ello provocaría en la utilización del agua exigen respuestas de los gobiernos para asegurar la productividad y la utilización sostenible de los recursos de tierras y aguas de los que depende la agricultura (FAO, 2002)

Muchos países se han involucrado en la producción de flores, aprovechando ventajas como la mano de obra barata, bajo costo de la tierra o leyes ambientales débiles, sacando provecho de los recursos sin manejar adecuadamente, los recursos hídricos, y obteniendo así réditos económicos y mayor competitividad.

El presente estudio plantea desafíos en el uso racional del agua en combinación con fitohormonas que disminuyen los efectos del estrés hídrico y fomenta un modelo tecnológico asociado a la producción sostenible en favor con el ambiente.

2. HIPÓTESIS DEL TRABAJO

- El riego restringido en un cultivo produce estrés hídrico aumentando la reflectancia de luz en la zona del IR cercano.
- La restricción hídrica modifica la EUA, y esta modificación se puede estimar a través de la medición de la reflectancia espectral, del crecimiento de la planta y de la materia seca acumulada.
- La aplicación de citoquinina exógena aumenta la concentración endógena de citoquinina, clorofila y prolonga la vida post cosecha de las flores cortadas.
- La aplicación de citoquininas permite una producción sostenible dado que posibilitan un riego restringido sin deteriorar la calidad final de la flor.

3. OBJETIVO GENERAL

Determinar la lámina de riego óptima en cuatro situaciones de aporte hídrico en tres cultivares de *Lilium* sp. y definir el efecto de aplicaciones exógenas de citoquininas que hagan más eficiente el uso del agua y la calidad de las flores, en condiciones de riego restringido.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir la reflectancia del cultivo de *Lilium* sp. y evaluar si distintas dosis de riego modifican los índices espectrales
- Medir los cambios en el contenido de clorofila en el cultivo ante cambios en las dosis de riego.
- Evaluar la vida postcosecha de las flores *Lilium* sp. en condiciones de laboratorio y los efectos en la misma a distintas dosis de riego.
- Determinar el efecto en la vida postcosecha al aplicar en forma foliar fitohormonas 6-BAP (6-bencilaminopurina) en pre y post cosecha.
- Determinar si la aplicación de fitohormonas permiten obtener flores de óptima calidad comercial con menor dosis de agua por riego.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, Cátedra de Floricultura (34° 35' LS, 58°29' LO; 25 m.s.n.m). Los cultivares evaluados fueron los híbridos de *Lilium longiflorum* x Asiáticos, LA, cv. Original love[®] (OL), Brindisi[®](Br), Golden Tycoon[®](Go). Se utilizaron bulbos de calibre 14/16. El cultivo se realizó en un invernadero metálico de 6.40 m x 24 m con control de ventilación y sistema de riego programado.

Original love (OL) es un híbrido de color rojo, de crecimiento rápido (95-100 días), con longitud del tallo (100 cm) adecuada para flor de corte, posición de la flor hacia arriba, con requerimientos medios de agua (8 a 9 l/m²día) y de 3 a 4 pimpollos por vara.

Brindisi (Br) es un híbrido de color rosa, de crecimiento rápido (90-95 días), longitud del tallo (120 cm) adecuado para flor de corte, posición de la flor hacia arriba, con requerimientos medios de agua (8 a 9 l/m²día) y de 3 a 5 pimpollos por vara.

Golden Tycoon (Go) es un híbrido de color amarillo, de crecimiento rápido (80-85 días), longitud del tallo (110 cm) adecuado para flor de corte, posición de la flor hacia arriba, con requerimientos medios de agua (8 a 9 l/m²día) y de 3 a 5 pimpollos por vara.

4.1 FASE PRECOSECHA

La plantación se realizó sobre cuatro canteros de 0.4 m ancho x 0.3 m profundidad x 20 m longitud, en sistema de cultivo sin suelo con sustrato perlita, químicamente inerte, con baja concentración de sales solubles y de Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC). Los canteros contaban con un sistema de drenaje.

Se instaló el sistema de riego por goteo con ubicación aleatoria en cada unidad experimental, variando la dosis de riego en función del número de cintas de goteo, y se las aisló una de otra mediante la colocación de placas de acero inoxidable con la finalidad de evitar alteración en los resultados (Fig.23-2).

Los cultivares fueron sometidos a tratamientos hídricos, mediante riego con 4 cintas por cantero, ajustando el tiempo de riego según la necesidad de agua, así el riego normal (RN) a 4 cintas y los tratamientos restringidos (RR) se establecieron disminuyendo la cantidad a 2 cintas.

La calidad del agua de riego en cuanto a la conductividad eléctrica (CE) fue de 500 μScm^{-1} , contenido de sales (TDS) 200 ppm y dureza de 25 °f, el tiempo de aplicación fue en forma discontinua mediante pulsación-goteo, y la descarga de los emisores fluctuó en el rango de 4 minutos 3 veces por día, evitando la lixiviación y lavado de nitrógeno de la zona de raíces hacia los acuíferos.

Posterior a la brotación de los bulbos, la aplicación de fertilizantes para híbridos de alto valor comercial mediante fertirriego fue con una lámina de riego total de 133 L m⁻² y dosis recomendada para la especie y estación de crecimiento, con una solución base completa compuesta de macroelementos y microelementos, para fase vegetativa de (mg L⁻¹): 189,15 N, 91,24 P₂O₅, 189 K₂O, 211 SO₄, 186 Ca, 47 Mg. Y para fase de floración fue de (mg L⁻¹): 189 N, 38 P₂O₅, 285 K₂O, 345 SO₄, 186 Ca, 47 Mg (Tabla 17-18).

El control fitosanitario fue principalmente preventivo, para el control de *Botrytis sp.*, y *Liriomyza sp.* Se realizaron labores culturales durante todo el ciclo del cultivo como retiro de malezas cada dos semanas., raleo, limpieza de goteros obstruidos, retiro de hojas enfermas y tutorado.

Además se realizaron seguimientos *in situ* de pH, CE (mS m⁻¹) y sólidos solubles (ppm) mediante extractores de solución de suelo (Irrometer Company inc.) y un pH-metro y conductímetro portátil (Hanna HI 9813-5 + CE/TDS/°C) (Fig. 24).

Se registraron datos de temperatura, humedad relativa y radiación solar diaria, con el fin de determinar las condiciones ambientales a las que estuvo expuesto el *Lilium sp.* durante su ciclo de cultivo, mediante un Data Logger (Li-COR 1400, Lincoln, Nebraska, Estados Unidos, 1999) (Fig. 25). La temperatura ambiente en el exterior del invernadero fue 24,9°C con mínima media de 10,4°C y máxima media de 30,3°C, mientras que al interior del invernadero la temperatura promedio fue de 25°C y 82%HR.

4.2 FASE POSTCOSECHA

Tres días previo a la cosecha, un total de 10 varas por variedad y tipo de riego fueron seleccionadas en el cultivo y asperjadas con una solución de 3ppm de la fitohormona 6-bencilaminopurina (BAP) de manera uniforme, cubriendo todas las partes vegetativas de la planta, desde la base a la parte extrema de la inflorescencia.

Se tomaron muestras de pétalo y hoja por cada tratamiento para determinar el contenido de fitohormonas en el material vegetal en precosecha, para lo cual fueron enviadas al Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Agronomía (FAUBA).

Las varas se cortaron de forma diagonal en la base a 60 cm, midiendo desde la parte extrema de la inflorescencia hacia abajo. El momento de corte se determinó de acuerdo al estado de madurez del botón más desarrollado, que debía estar mostrando color y sin abrir, considerando las varas homogéneas en su desarrollo fisiológico, tamaño de vara, número de botones y longitud de corte. Se cortaron en total 20 varas incluyendo las 10 pretratadas con 6-BAP. Al momento de la cosecha se repitió la aplicación de 6-BAP a la mitad de las varas asperjadas previamente, así como también a otras 5 que no habían sido tratadas.

Posterior a la aspersión, se esperó hasta el secado del follaje y las varas fueron transportadas en seco al cuarto de postcosecha, donde se realizó un segundo control en cuanto a su calidad, y se determinó el peso fresco inicial.

Las varas fueron colocadas en probetas (250cc.) con agua destilada (pH 5.2, TDS 5 ppm, CE de $0,5\mu\text{S}/\text{cm}$ y 0.025°f). El laboratorio de postcosecha respetó las normas de estandarización para la evaluación de postcosecha de flores (Reid and Kofranek, 1980): temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$; exposición continua durante 12 horas de luz artificial aportada por tubos fluorescentes con luz blanca fría de $15 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ de intensidad y 12 h de oscuridad; humedad 70% aproximadamente.

Periódicamente se realizaron ensayos no destructivos, y se determinó:

1. Consumo hídrico.

Se realizaron observaciones diarias del consumo de agua en la probeta, medidos por diferencial volumétrico en la probeta.

2. Peso fresco

Se sacaron las varas de la probeta y se pesaron en una balanza digital de precisión. Luego se regresaron rápidamente a la probeta para evitar deshidratación.

3. Peso seco

Después de observar síntomas de senescencia al final del ensayo, se retiraron las varas de la probeta y se determinó el peso en fresco tanto de las flores como de los tallos por separado, y se los clasificó en bolsas etiquetadas para enviarlas a la estufa hasta peso constante a temperaturas entre 65°C y 70°C , durante 12 horas. Luego se determinó el peso seco en balanza digital.

4. Vida en florero

El parámetro de deterioro de calidad o senescencia fue la presencia de síntomas de marchitez en el pétalo y fueron medidas desde la primera hasta la senescencia de la tercera flor.

5. Senescencia de la vara

Se realizaron seguimientos de senescencia foliar, mediante la estimación de clorofila a partir de la medición del índice verde (Spad -502 Konica Minolta Sensing, inc) y observación de presencia de amarillamiento de hojas.

6. Abscisión de flores y ritmo de apertura.

Como criterio final de vida en florero de la vara se utilizó la caída del tercer botón floral. Las observaciones se hicieron a diario a la misma hora del día, durante toda la vida en el florero de las varas de *Lilium sp.*, tomando además del peso de la vara, el peso de la probeta con agua, peso de la probeta con agua y vara.

7. Determinación de fitohormonas al final de la vida en florero

Se determinó contenido de fitohormonas en el material vegetal de pétalo y hoja al final de la fase de postcosecha, enviando muestras del material vegetal clasificado al Laboratorio de Bioquímica de la FAUBA.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado, con arreglo factorial 2x3x4 (dosis de riego x variedad x tipo de aspersión) con cinco repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida por 5 varas de cada variedad.

Los datos se analizaron con análisis de varianza (ANOVA) y Test de Tuckey con el programa estadístico InStat® versión 3.0 (2006).

4.1.1 Factores en estudio

1. Riego (R)

r1. Riego Restringido localizado con dos líneas de riego programado (rr)

r2. Riego Normal localizado con cuatro líneas de riego programado (rn)

2. Híbrido (H)

h1. Híbrido *Lilium* LA cv. ‘Original Love’ (OL)

h2. Híbrido *Lilium* LA cv. ‘Brindisi’ (Br)

h3. Híbrido *Lilium* LA cv. ‘Golden Tycoon’ (Go)

3. Aspersión (A)

a1. Aspersión agua destilada. Control (ctrl)

a2. Aspersión con BAP en precosecha (bappre)

a3. Aspersión con BAP en postcosecha (bappo)

a4. Aspersión con BAP en precosecha y postcosecha (prepo)

Tabla 1. Distintos tratamientos aplicados en el ensayo (24 tratamientos en total), abreviaturas de los mismos y significado de cada una.

TRATAMIENTOS		INTERPRETACIÓN
Nº	Abreviatura	
1	RR OL ctrl	Riego restringido + Original Love + Ctrl
2	RR OL bappr	Riego restringido + Original Love + bappr
3	RR OL bappo	Riego restringido + Original Love + bappo
4	RR OL prepo	Riego restringido + Original Love + prepo
5	RR BRIN ctrl	Riego restringido + Brindisi + Ctrl
6	RR BRIN bappr	Riego restringido + Brindisi + bappr
7	RR BRIN bappo	Riego restringido + Brindisi + bappo
8	RR BRIN prepo	Riego restringido + Brindisi + prepo
9	RR GOLD ctrl	Riego restringido + Gold + Ctrl
10	RR GOLD bappr	Riego restringido + Gold + bappr
11	RR GOLD bappo	Riego restringido + Gold + bappo
12	RR GOLD prepo	Riego restringido + Gold + prepo
13	RN OL ctrl	Riego Normal + Original Love + Ctrl
14	RN OL bappr	Riego Normal + Original Love + bappr
15	RN OL bappo	Riego Normal + Original Love + bappo
16	RN OL prepo	Riego Normal + Original Love + prepo
17	RN BRIN ctrl	Riego Normal + Brindisi + Ctrl
18	RN BRIN bappr	Riego Normal + Brindisi + bappr
19	RN BRIN bappo	Riego Normal + Brindisi + bappo
20	RN BRIN prepo	Riego Normal + Brindisi + prepo
21	RN GOLD ctrl	Riego Normal + Gold + Ctrl
22	RN GOLD bappr	Riego Normal + Gold + bappr
23	RN GOLD bappo	Riego Normal + Gold + bappo
24	RN GOLD prepo	Riego Normal + Gold + prepo

Durante el ciclo del cultivo se determinó el efecto del uso de fitohormonas en relación a la senescencia de la flor de corte, mediante la estimación del contenido de clorofila con técnicas no destructivas (Spad 502 Konica Minolta Sensing, inc) y del contenido de agua en planta, mediante el uso de modelos de reflectancia espectral con un espectrofotómetro manual (Cropscan, inc. CT-100) (Fig. 24).

Tabla 2. Parámetros de calidad aplicados a *Lilium* ‘Original Love’, ‘Brindisi’ y ‘Golden Tycoon’, de acuerdo a Espinoza *et al* (2007).

Variedad		Original Love	Brindisi	Gold
Parámetros de calidad				
Criterio de clasificación	Longitud (m)	0,6	0,6	0,6
	Número de pimpollos	4 ± 1	3 ± 1	4 ± 1
	plagas/enfermedades	NO	NO	NO
	Residuos de pesticida	NO	NO	NO
	Pimpollos deformes	NO	NO	NO
	Escala apertura de botones	1	1	1
	Torcedura	Se acepta un máximo de 2 cm con respecto a la vertical		

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Consumo hídrico

Como una característica fisiológica de gran importancia en relación con la resistencia de la planta a la sequía y su rendimiento, toma vital importancia el manejo de la eficiencia en el uso del agua (EUA) (Wang *et al.*, 2005). Se encontraron diferencias estadísticas significativas en cv. Brindisi de los demás tratamientos, puede decirse que las aplicaciones con la fitohormona BAP, prolongaron la vida en florero y el uso eficiente del agua, con características de calidad en el híbrido utilizado.

Las varas de los diferentes híbridos de *Lilium sp.* de corte en su mayoría se comportaron con similares características en cuanto al consumo hídrico, tanto con RR como RN, de tal modo, que todos los híbridos presentaron un mayor consumo de agua tres días después del corte (DDC), no obstante, en los tratamientos de RR, la absorción de agua fue menor.

Así, para Original Love, el mayor consumo de agua con RR, fue a los seis DDC en los tratamientos con BAP en precosecha, postcosecha y la combinación de ambas, aunque el control obtuvo de similar manera altos consumos de agua a los seis y quince DDC respectivamente. (Fig. 1)

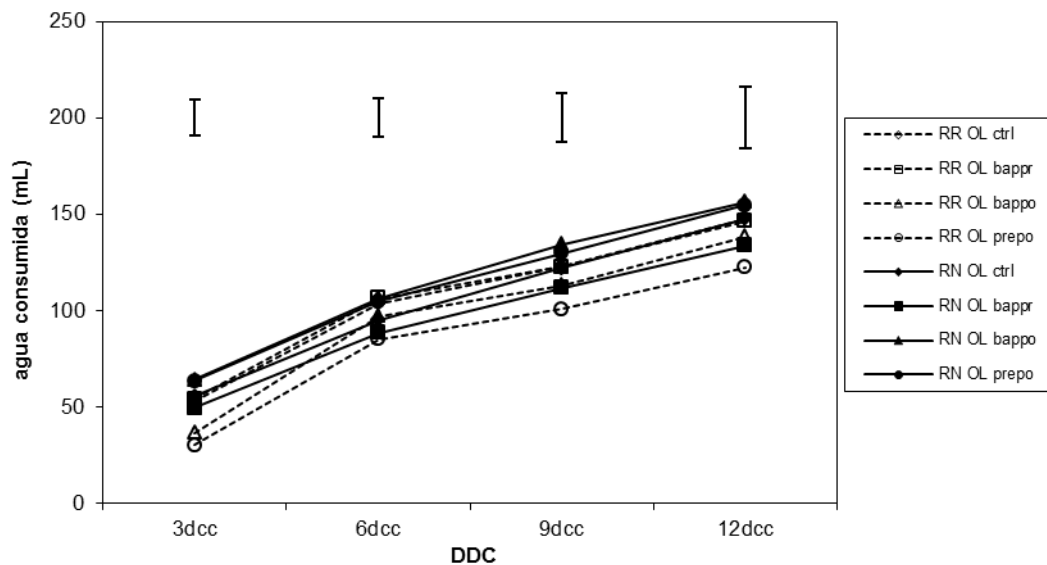


Figura 1. Evolución del consumo de agua en postcosecha de varas de *Lilium longiflorum* cv. 'Original Love' cultivadas bajo riego normal (RN) o restringido (RR), con aplicación de 6-bencilaminopurina 3 días previos a la cosecha (bappr), al momento de la cosecha (bappo), en ambos momentos (prepo) o sin aplicación (ctrl). Las barras verticales representan la DMS a $p \leq 0.05$.

Al analizar la variedad Brindisi, el consumo de agua con RR en todos sus tratamientos y el control, fue menor a los tres, seis y nueve días, excepto a los doce días donde la tasa respiratoria podría ser más alta, mientras que el consumo hídrico con RN obtuvo mayores consumos de agua a los doce días en el tratamiento con BAP en precosecha y en BAP postcosecha, simultáneamente el control y los tratamientos con BAP en pre y postcosecha, obtuvieron los mayores consumos de agua a los nueve DDC. (Fig. 2)

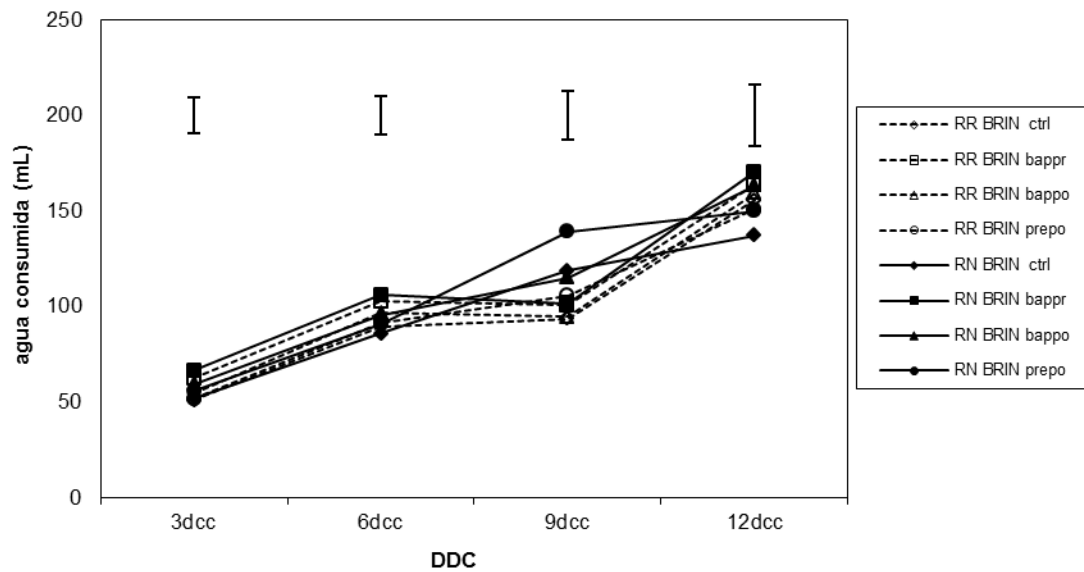


Figura 2. Evolución del consumo de agua en postcosecha de varas de *Lilium longiflorum* cv. 'Brindisi' cultivadas bajo riego normal (RN) o restringido (RR), con aplicación de 6-bencilaminopurina 3 días previos a la cosecha (bappr), al momento de la cosecha (bappo), en ambos momentos (prepo) o sin aplicación (ctrl). Las barras verticales representan la DMS a $p \leq 0.05$.

Simultáneamente el consumo de agua en Golden Tycoon con RR, fue mayor a los nueve DDC para todos los tratamientos en estudio incluido el Control, mientras que el consumo de agua con RN tanto en el Control como en el tratamiento con BAP en pre y postcosecha fue mayor a los doce DDC (Fig. 3), en contraste a los tratamientos en los cuales sus mayores valores los obtuvieron a los nueve DDC con BAP en precosecha y postcosecha.

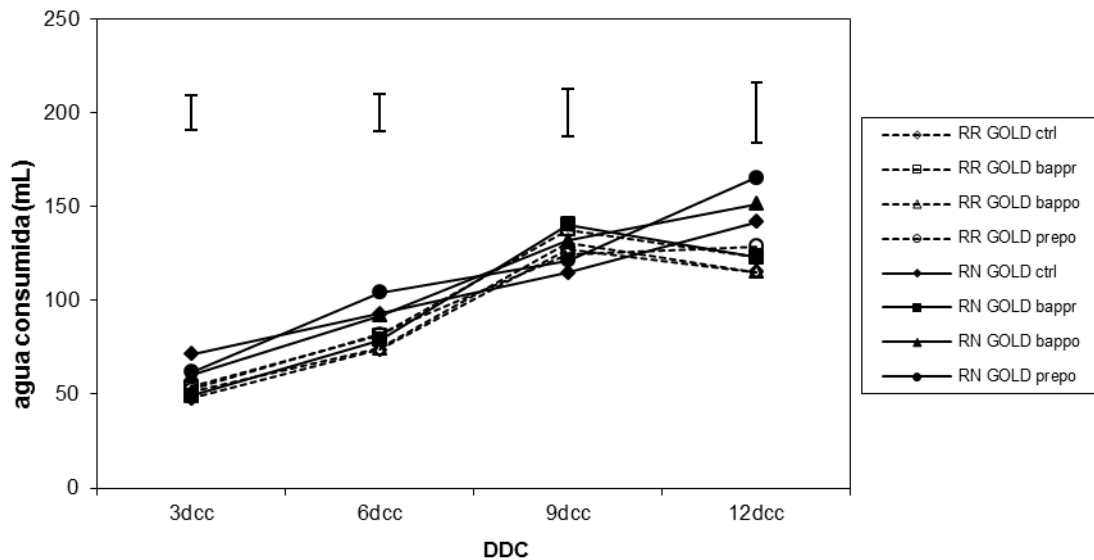


Figura 3. Evolución del consumo de agua en postcosecha de varas de *Lilium longiflorum* cv. 'Golden Tycoon' cultivadas bajo riego normal (RN) o restringido (RR), con aplicación de 6-bencilaminopurina 3 días previos a la cosecha (bappr), al momento de la cosecha (bappo), en ambos momentos (prepo) o sin aplicación (ctrl). Las barras verticales representan la DMS a $p \leq 0.05$.

Durante la vida en florero existe ascenso de agua, consumo de almidón y exportación de azúcares del tallo y las hojas hacia las flores (Fisher, 1999), es probable que el agua, al contener burbujas produjo una embolia aérea en la planta, obstruyendo el paso del agua y disminuyendo el consumo de la misma acortando la vida en vaso de las varas.

La aplicación de BAP en precosecha como en postcosecha, mejoraría la capacidad de absorción de agua los primeros 6 DDC, por lo tanto podría optimizar el comportamiento postcosecha debido a una mayor hidratación.

5.2 Peso fresco de la vara floral

En relación al peso fresco para cada tratamiento con RR en Original love se observa diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos; así el mayor promedio con 118.58 g., ocurrió en aquellos aplicados con BAP en precosecha, donde se mantuvieron constantes en los periodos indicados, al contrario de aquellos tratamientos con valores menores con 101.22 g. a los cuales se aplicó BAP en pre y postcosecha, que a pesar de lo señalado, obtuvieron mayores valores en peso fresco. En cuanto a los tratamientos con RN en OL se observa diferencias significativas ($p \leq 0,05$) (Tabla 4), revelando el mayor promedio en aquellos aplicados con BAP en pre y postcosecha con 120.20 g., al contrario de aquellos a los cuales se aplicó BAP en precosecha con valores de peso fresco bajos (Fig. 4).

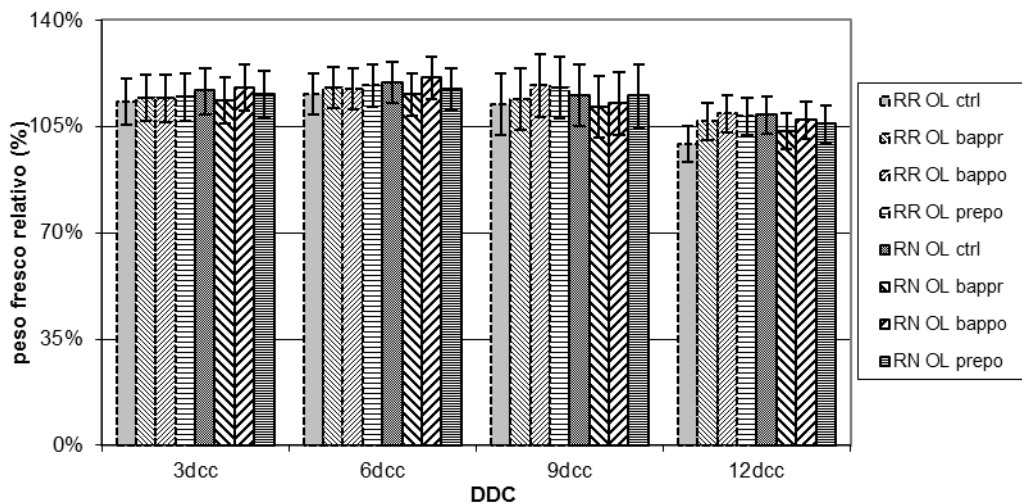


Figura 4. Peso fresco relativo al peso inicial (100%) de varas de *Lilium longiflorum* cv. 'Original Love' en 1 a 12 días después del corte (DDC) cultivadas bajo dos dosis de riego con distintas aplicaciones de 6-BAP. RR: Riego restringido; RN: Riego normal; ctrl: control sin aplicación de 6-BAP; bappr: aplicación de 6-BAP 3 días previo a la cosecha; bappo: aplicación de 6-BAP al momento de la cosecha; prepo: aplicación de 6-BAP en ambos momentos. Las barras representan la DMS a $p \leq 0.05$.

Respecto a Brindisi con RR, se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en donde los tratamientos con los mayores pesos fueron para los aplicados con BAP en pre y postcosecha (Tabla 4) con 127.40 g., contrario a los aplicados con BAP en postcosecha que se encuentran con valores de 118.10 g.; mientras que con RN, se observan mayores valores en los tratamientos con BAP en precosecha para tres y seis DDC con 127.92 g y 124.82 g. respectivamente, frente a los tratamientos en pre y postcosecha en días similares, con valores de peso fresco más bajos de 122.66 g y 118.60 g. (Fig. 5)

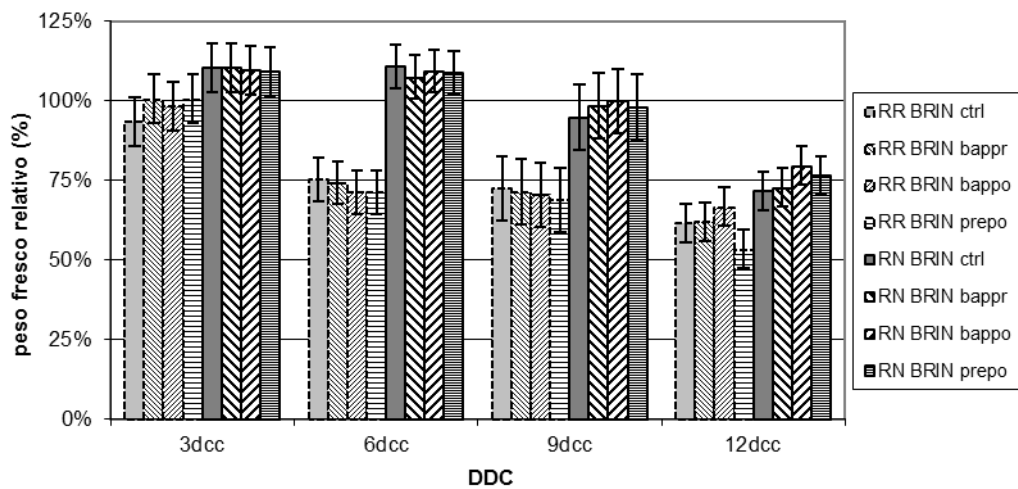


Figura 5. Peso fresco relativo al peso inicial (100%) de varas de *Lilium longiflorum* cv. 'Brindisi' en 1 a 12 días después del corte (DDC) cultivadas bajo dos riegos con distintas aplicaciones de 6-BAP. RR: Riego restringido; RN: Riego normal; ctrl: control sin aplicación de 6-BAP; bappr: aplicación de 6-BAP 3 días previo a la cosecha; bappo: aplicación de 6-BAP al momento de la cosecha; prepo: aplicación de 6-BAP en ambos momentos. Las barras representan la DMS a $p \leq 0.05$.

Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en Golden Tycoon con RR (Tabla 4), en donde los tratamientos con los mayores pesos fueron para los aplicados con BAP precosecha a los tres y seis DDC con 124.94 g. y 127.18 g, en tanto que en pre y postcosecha con 120.40 g. y 122.86 g. respectivamente; menores resultados los obtuvo el control con 109.68 g. y 110.5 g.; mientras que, con RN se observa mayores valores en los tratamientos con BAP en pre y postcosecha para tres, seis y doce DDC con 118.20 g., 120.20 g. y 108.56 g. correspondientemente; en tanto que a los nueve días con 114.6 g. en precosecha, frente al control que obtuvo los valores más bajos de peso fresco con 102.42 g.(Fig. 6)

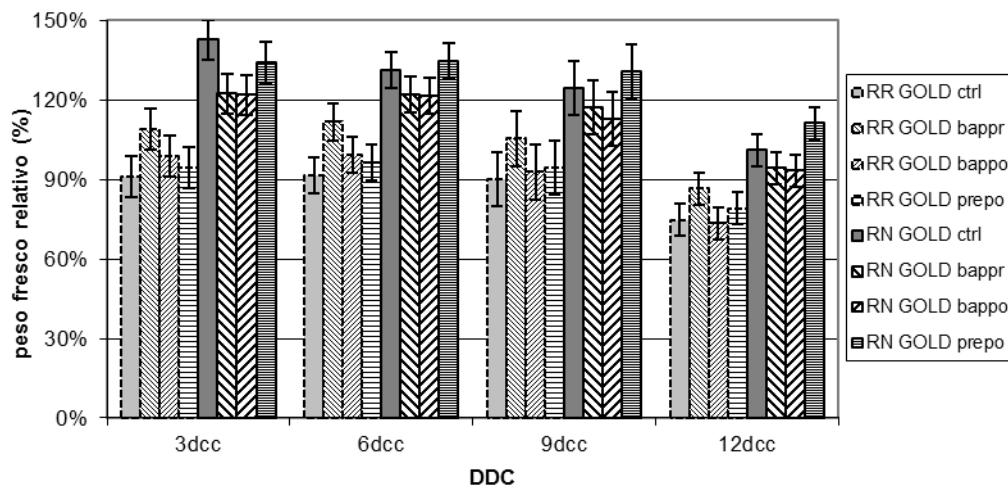


Figura 6. Peso fresco relativo al peso inicial (100%) de varas de *Lilium longiflorum* cv. 'Golden Tycoon' en 1 a 12 días después del corte (DDC) cultivadas bajo dos riegos con distintas aplicaciones de 6-BAP. RR: Riego restringido; RN: Riego normal; ctrl: control sin aplicación de 6-BAP; bappr: aplicación de 6-BAP 3 días previo a la cosecha; bappo: aplicación de 6-BAP al momento de la cosecha; prepo: aplicación de 6-BAP en ambos momentos. Las barras representan la DMS a $p \leq 0.05$.

Tabla 3. Porcentajes de peso fresco relativo de *Lilium sp.* para dos riegos con distintas aplicaciones en función del ANOVA.

Variedad	Riego	Tratamiento	3 DDC	6 DDC	9 DDC	12 DDC
OL	RR	ctrl	112,90	114,40	111,80	99,18
		bappr	115,20	116,80	116,10	107,40
		bappo	103,50	105,20	106,90	98,80
		prepo	97,96	101,00	100,90	92,34
	RN	ctrl	106,20	108,00	105,80	98,92
		bappr	105,00	106,10	102,50	95,68
		bappo	114,90	117,00	114,30	104,20
		prepo	118,20	119,40	114,60	108,60
BRIN	RR	ctrl	117,60	113,80	106,20	80,98
		bappr	123,00	120,80	119,10	85,14
		bappo	115,10	114,00	111,50	76,66
		prepo	126,30	121,60	119,20	87,88
	RN	ctrl	116,80	114,20	119,40	75,54
		bappr	127,10	124,80	123,90	83,66
		bappo	121,20	120,80	123,30	87,66
		prepo	122,70	118,60	135,10	86,40
GOLD	RR	ctrl	109,70	110,50	102,30	90,04
		bappr	124,90	127,20	106,90	98,92
		bappo	120,20	122,20	99,66	89,30
		prepo	120,40	122,90	108,00	100,70
	RN	ctrl	141,40	128,60	97,86	98,82
		bappr	131,30	131,30	110,10	101,30
		bappo	133,50	130,20	107,90	102,50
		prepo	142,20	144,10	106,20	118,10
Cv		11.7	10.4	10.5	13.0	

4.3 Peso seco de la vara floral

Respecto al peso seco de las varas florales, se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en los tratamientos con aplicaciones BAP en diferentes momentos, para los dos tipos de riego, donde los tratamientos con restricción hídrica RR en cv. Brindisi, obtuvieron mayores promedios de materia seca frente a los tratamientos de RN (Tabla 4). Simultáneamente, los tratamientos para cv. Golden Tycoon obtuvieron mejores promedios con RN frente a los tratamientos con RR. Para el cv. 'Original Love', el peso seco no fue determinado debido a una pérdida del material senescente, lo cual no hubiese permitido arribar a conclusiones válidas.

En síntesis, en la mayoría de los tratamientos, las varas con aplicación de BAP presentaron los mejores promedios de peso seco, así, para el cv. Brindisi tanto RR como RN con aplicaciones en pre y postcosecha obtuvieron los mejores promedios de peso seco y consumo de agua, frente a los demás tratamientos y control.

Para el cv. Golden Tycoon, los tratamientos con BAP presentaron mejores resultados tanto con RR como con RN frente al control y se observó que el mayor promedio con RR fue para BAP pre y postcosecha y con RN el mejor promedio fue BAP precosecha.

En los tratamientos donde se aplicó la fitohormona, los resultados mostraron mayor peso seco y también estos tratamientos tuvieron mayores consumos hídricos y mayor peso fresco en vara.

Tabla 4. Peso seco (PS) de flor, tallo y relación tallo/flor de *Lilium longiflorum* cv. ‘Brindisi’ y ‘Golden Tycoon’ con riego restringido (RR) y riego normal (RN) con aplicación de 6-bencilaminopurina 3 días previos a la cosecha (bappr), al momento de la cosecha (bappo), en ambos momentos (prepo) o sin aplicación (ctrl).

FACTORES	PROMEDIOS			
	Peso seco flor (g.)	PS tallo/hoja(g)	Peso seco total (g.)	Relación flor tallo
TRATAMIENTOS				
Ctrl	4,86	16,15	21,01	0,25
bappr	4,80	19,66	24,46	0,22
bappo	4,85	19,24	24,08	0,22
prepo	4,96	21,62	26,58	0,20
RIEGO				
RR	4,60	18,40	23,00	0,22
RN	5,13	19,93	25,06	0,22
HÍBRIDOS				
BRIN	3,88	13,61	17,49	0,24
GOLD	5,85	24,73	30,58	0,20
INTERACCIÓN				
RR BRIN ctrl	4,00	12,08	16,08	0,28
RR BRIN bappr	3,40	14,56	17,96	0,22
RR BRIN bappo	3,80	13,18	16,98	0,25
RR BRIN prepo	5,26	17,46	22,72	0,23
RR GOLD ctrl	5,86	19,64	25,50	0,23
RR GOLD bappr	4,66	16,76	21,42	0,23
RR GOLD bappo	5,32	23,68	29,00	0,19
RR GOLD prepo	4,50	29,88	34,38	0,13
RN BRIN ctrl	3,66	10,74	14,40	0,26
RN BRIN bappr	3,90	14,14	18,04	0,24
RN BRIN bappo	3,40	9,74	13,14	0,27
RN BRIN prepo	3,64	16,94	20,58	0,18
RN GOLD ctrl	5,92	22,12	28,04	0,23
RN GOLD bappr	7,22	33,20	40,42	0,18
RN GOLD bappo	6,86	30,36	37,22	0,18
RN GOLD prepo	6,44	22,18	28,62	0,23
DSM $p \leq 0,05$				
	0,91	3,87	4,19	0,05
Cv				
	29,6	31,9	27,6	34,7

En los tratamientos con sus valores de peso seco (Tabla 4) en cv. Brindisi, se observó para el peso seco del tallo/hoja que el mayor promedio fue en el tratamiento con RR y con aplicación de BAP en pre y postcosecha y con el menor promedio se encuentra el tratamiento con RN y con aplicación de BAP en postcosecha.

En resumen, los valores con muestra seca total, presentaron los valores más altos en el tratamiento con RR y con aplicación de BAP en pre y postcosecha y con el menor promedio se encuentra el tratamiento con RN y con aplicación de BAP en postcosecha.

Respecto a la relación del peso seco entre flor y tallo/hoja (RFT), se ubica con el mayor promedio el tratamiento con RR sin aplicación de BAP (control) mientras que, con el menor promedio se encuentra el tratamiento con RN y con aplicación en pre y postcosecha.

Sin embargo, para los tratamientos con los valores de peso seco de flor, tallo/hoja, peso total (flor + tallo + hoja) en el híbrido Golden Tycoon, presentaron los valores más altos con RN y con aplicación de BAP en precosecha; mientras que, con menor promedio fue para los tratamientos con RR y BAP en precosecha, excepto el peso seco de flor que fue con aplicación BAP en pre y postcosecha.

La RFT, presenta el mayor promedio el tratamiento con RN con aplicación de BAP en pre y postcosecha; mientras que con el menor promedio se encuentra el tratamiento con RR y la misma aplicación de BAP que el riego anterior.

Los tratamientos correspondientes en RR como en RN en Brindisi, tienen los mejores promedios a los nueve días en el tratamiento con aplicación de BAP en pre y postcosecha y con el menor promedio a los doce días en los tratamientos con aplicación de BAP en postcosecha respectivamente. En cuanto al peso seco, relación tallo/hoja en relación al riego aplicado se observa los mayores promedios en RN que los de RR (Tabla 4).

4.4 Vida en florero

Los botones florales del cv. Original love tuvieron menor apertura que los otros cultivares (Tabla 6). Así, las varas que fueron aplicadas con la fitohormona en pre y postcosecha, obtuvieron mayores incrementos de apertura floral que los demás tratamientos.

Respecto a Original love, se observó diferencias significativas ($p \leq 0.05$), donde los mayores incrementos de apertura floral durante la fase de almacenamiento en postcosecha, fueron para los tratamientos con RR+BAP pre y postcosecha respecto a los otros tratamientos, en tanto que la velocidad de apertura para los tratamientos con RN, se observaron mayores incrementos con BAP pre y postcosecha, mientras que los menores incrementos de velocidad de apertura floral fueron con BAP postcosecha.

Se observó una respuesta diferencial entre cultivares al consumo de agua de hasta 8 mL por vara entre cultivares, lo cual podría atribuirse, al diámetro de los vasos conductores del xilema, que desempeñan un papel importante en la capacidad de rehidratación de las flores de corte (Van Ieperen *et al.*, 2002, Cohen *et al.*, 2012), pues aquellos con mayor diámetro tienen menor eficiencia para recuperar la conductividad hídrica.

Tabla 5. Vida en florero de *Lilium longiflorum* cv. ‘Brindisi’ y ‘Golden Tycoon’ con riego restringido (RR) y riego normal (RN) con aplicación de 6-bencilaminopurina 3 días previos a la cosecha (bappr), al momento de la cosecha (bappo), en ambos momentos (prepo) o sin aplicación (ctrl).

FACTORES	PROMEDIOS
	Vida florero (días)
TRATAMIENTOS	
Ctrl	15,00
bappr	14,97
bappo	15,13
prepo	15,10
RIEGO	
RR	14,95
RN	15,15
HÍBRIDOS	
BRIN	13,40
GOLD	13,95
INTERACCIÓN	
RR BRIN ctrl	13,40
RR BRIN bappr	13,40
RR BRIN bappo	12,20
RR BRIN prepo	12,60
RR GOLD ctrl	14,40
RR GOLD bappr	13,60
RR GOLD bappo	13,80
RR GOLD prepo	14,40
RN BRIN ctrl	13,40
RN BRIN bappr	13,60
RN BRIN bappo	14,00
RN BRIN prepo	14,60
RN GOLD ctrl	13,60
RN GOLD bappr	13,60
RN GOLD bappo	14,00
RN GOLD prepo	14,20
DSM $p \leq 0.05$	
	0,48
Cv	
	5,60

De forma similar, en cv. Brindisi, se observó diferencias significativas ($p \leq 0.05$), donde los mayores incrementos de apertura floral durante la fase de almacenamiento en postcosecha, fueron para los tratamientos con RR+BAP pre y postcosecha respecto a los otros tratamientos, en tanto que la velocidad de apertura para los tratamientos con RN, se observaron mayores incrementos con BAP control, mientras que los menores incrementos de velocidad de apertura floral fueron con BAP precosecha.

De forma similar, el cv. Gold, se observó diferencias significativas ($p \leq 0.05$), donde los mayores incrementos de apertura floral durante la fase de almacenamiento en postcosecha, fueron para los tratamientos con RR+BAP pre y postcosecha, y de menor velocidad de apertura fueron con RR+BAP postcosecha, en tanto que la velocidad de apertura para los tratamientos con RN, se observaron mayores incrementos con BAP pre y postcosecha y los menores incrementos de velocidad de apertura floral fueron con BAP precosecha.

Durante el ensayo, se determinó que la mayoría de los tratamientos tanto en Brindisi como en Golden Tycoon tardaron entre 6, 7 días para alcanzar el grado máximo de apertura floral (Tabla 6), a excepción de OL, que superó los días de apertura floral alcanzando su máximo grado entre los 8, 9 días. La diferencia en días entre los estados de apertura floral de los cultivares expresa el efecto de la aplicación de la fitohormona, misma que estaría asociada con las distintas velocidades de apertura y con la posición de los pétalos internos y externos con relación al cáliz, así como con variaciones de turgencia celular (Pérez y Martínez, 1994)

Tabla 6. Número de flores abiertas en los primeros 6 días postcosecha de varas de *Lilium longiflorum* cv. ‘Original love’ ‘Brindisi’ y ‘Golden Tycoon’ cultivadas bajo riego normal (RN) o restringido (RR), con aplicación de 6-bencilaminopurina 3 días previos a la cosecha (bappr), al momento de la cosecha (bappo), en ambos momentos (prepo) o sin aplicación (ctrl).

TRATAMIENTOS	Velocidad de apertura																	
	OL						BRIN						GOLD					
	DÍAS																	
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
RIEGO RESTRINGIDO																		
Ctrl	0.5	0.5	0.7	0.8	1.4	1.6	0.8	1.4	1.8	2.2	2.6	3.2	0,8	1.2	2.0	2.2	2.4	3.4
Bappre	0.5	0.5	0.6	0.7	1.0	1.6	0.8	1.4	1.6	2.4	2.6	3.2	0.6	0.9	1.0	1.8	2.2	2.4
Bappost	0.5	0.5	0.5	0.6	1.0	1.2	0.7	0.8	1.6	2.2	2.6	3.2	0.7	0.8	1.4	1.6	2.4	2.6
Prepo	0.5	0.6	0.7	0.9	1.4	2.0	0.8	1.3	1.6	2.4	3.0	3.6	0.8	1.6	1.8	2.2	2.8	3.0
RIEGO NORMAL																		
Ctrl	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	1.4	0.9	1.4	2.0	2.2	2.4	3.4	0.7	1.2	2.2	2.2	2.4	3.2
Bappre	0.5	0.5	0.7	0.8	1.0	1.6	0.7	1.0	1.0	1.8	2.2	2.4	0,8	1.0	1.2	1.8	3.0	3.6
Bappost	0.5	0.5	0.5	0.7	0,8	1.2	0.7	0.9	1.4	1.6	2.4	2.6	0.5	0.9	1.4	1.6	2.8	2.8
Prepo	0.5	0.6	0.7	0.9	1.2	1.6	0.9	1.6	1.8	2.2	2.8	3.0	0.8	1.2	1.8	2.2	3.0	3.4

BAP= 6-bencilaminopurina (3 ppm)
 Bappre= BAP en precosecha
 Bappost= BAP en postcosecha
 Prepo= BAP en precosecha y postcosecha

La velocidad de apertura floral de los cv. Brindisi y Gold, si bien fueron homogéneos, obtuvieron menores promedios de vida en florero y apertura floral mayor, contraria a cv. Original love cuya velocidad de apertura floral obtuvo mayores promedios de vida en florero y apertura floral menor y uniforme en cuanto a su velocidad de apertura.

Se identificó que los cultivares de *Lilium sp.* difieren entre sí en su vida en florero, siendo el de mayor duración el cv. Original love y el de menor duración el cv. Brindisi. Así, la duración promedio de las varas del cv. Original love en florero fue de 18.8 a 16.8 días, presentando un máximo de absorción hídrica a los 3 DDC. Los varas almacenadas de *Lilium sp.* con RR+BAP en postcosecha obtuvieron mejores resultados que las varas con RN+BAP en pre y postcosecha.

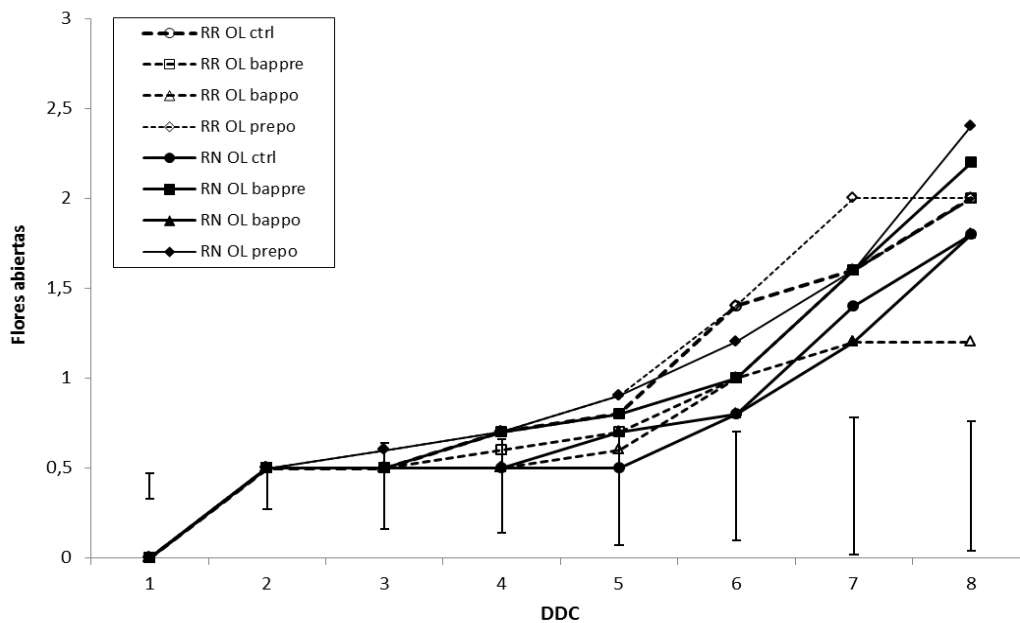


Figura 7. Incremento de apertura floral en *Lilium sp.* cv. Original love (OL) en días después del corte (DDC), durante el periodo de almacenamiento en postcosecha. Las barras verticales representan la DMS a $p \leq 0.05$.

Se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$), entre riegos, donde la mayor vida en florero de las varas del cv. Brindisi fue 14.6 DDC con RN + BAP pre y postcosecha y el menor fue 12.2 DDC con RR + BAP postcosecha (Fig. 16-18), con máximos niveles de absorción de agua a los nueve DDC.

La vida en florero del cv. Golden Tycoon fue de 13.6 a 14.4DDC, tanto en el Control como el tratamiento RR+BAP pre y postcosecha, la duración media de las varas florales, fueron superiores a la de las varas Control y RN+BAP en precosecha.

Se observó diferencia significativa ($p \leq 0.05$), en la interacción variedad x riego (VxR) en cv. Brindisi (Tabla 12), donde el RR actúa de manera diferente en todos los cultivares, pues con RR dura 12.9 días, mientras que con RN 13.9 días, sin embargo, no existe diferencias significativas para los demás cultivares.

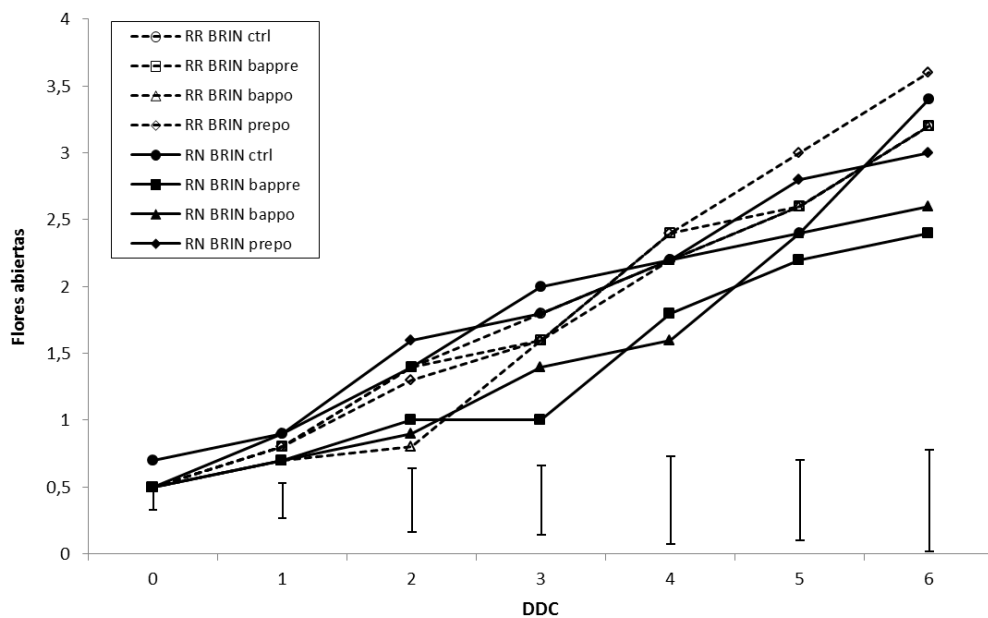


Figura 8. Incremento de apertura floral en *Lilium sp.* cv. Brindisi (BRIN) en días después del corte (DDC), durante el periodo de almacenamiento en postcosecha. Las barras verticales representan la DMS a $p \leq 0.05$.

Pese a que estos cambios no fueron significativos ($p \leq 0.05$), durante el periodo de evaluación en todos los tratamientos aplicados, es bien conocido que la proliferación de bacterias en el agua del florero disminuye la vida de las flores cortadas (Li-JenLiao, 2001), sin embargo, las aplicaciones con la fitohormona BAP, prolongó la vida en florero con características de calidad en los cultivares utilizados en el estudio.

Los resultados del presente estudio sugieren que a las dosis de BAP utilizadas en *Lilium* sp con RR, no actúa en todas las variedades, y analizando la interacción riego por variedad en cv. Brindisi dura 12.9 DDC y en RN 13.9 DDC mientras que en cv. Golden Tycoon tenemos 14.05 con RR y 13.85 con RN, igual situación para Original Love con 17.90 con RR y 19.70 con RN sin existir diferencia significativa alguna.

La vida en florero presentó valores similares en los tratamientos, diferenciándose al tercer día, donde las varas aumentaron el consumo de agua para mantener características fisiológicas de calidad, clorofila alta y turgencia (Fig. 16-18).

El consumo de agua durante los primeros días en postcosecha incrementó diariamente, elevando el peso fresco de las varas, siendo coincidentes con una mayor turgencia y cantidad de clorofila en el follaje.

Esto es similar a lo indicado al inicio de la senescencia de determinadas cultivares de flor cortada en los que se produce un ligero aumento de peso durante los primeros días desde la recolección y posteriormente éste desciende de forma muy acusada, coincidiendo con el inicio de la pérdida de peso fresco y aumento en la tasa de producción de etileno (De la Riva, 2011).

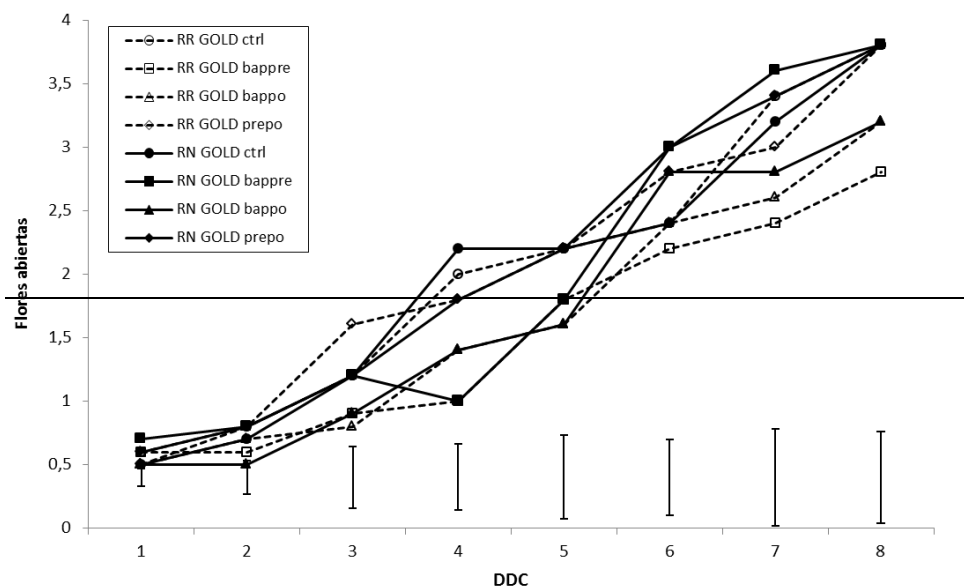


Figura 9. Incremento de apertura floral en *Lilium sp.* cv. Golden Tycoon (GOLD) en días después del corte (DDC), durante el periodo de almacenamiento en postcosecha. Las barras verticales representan la DMS a $p \leq 0.05$.

No obstante, se verificó que las varas en vaso de *Lilium sp.* cv. Brindisi con RR perdieron peso a mayor velocidad que con RN, a los 9 DDC en promedio, acortando significativamente la vida en florero (Fig. 17).

Según Woodson y Lawton (1988), los primeros síntomas de envejecimiento se detectan cuando se inicia la producción de etileno, lo que coincide también con el descenso del peso fresco (De la Riva, 2011). La longevidad de las varas aumentó con la aplicación de BAP, lo que resultó en un mayor contenido de clorofila en las hojas, indicando de esta manera que las soluciones con reguladores de crecimiento previenen el amarillamiento foliar (Reid, 2009) y el aumento en el número de días en florero.

4.5 Senescencia de la Vara

Del análisis efectuado a partir de lecturas realizadas en hojas de *Lilium sp.* para medir el índice de contenido relativo de clorofila (unidades Spad), se observó que el estrato superior del cv. Original love, presentó al día 11 DDC la mayor concentración de clorofila con RR+BAP precosecha con 61.33% en relación a los demás tratamientos, en tanto que, para RN la mayor concentración de clorofila fue para el Ctrl con 59.46%, que coincide con los análisis realizados de vida en florero (Fig.10).

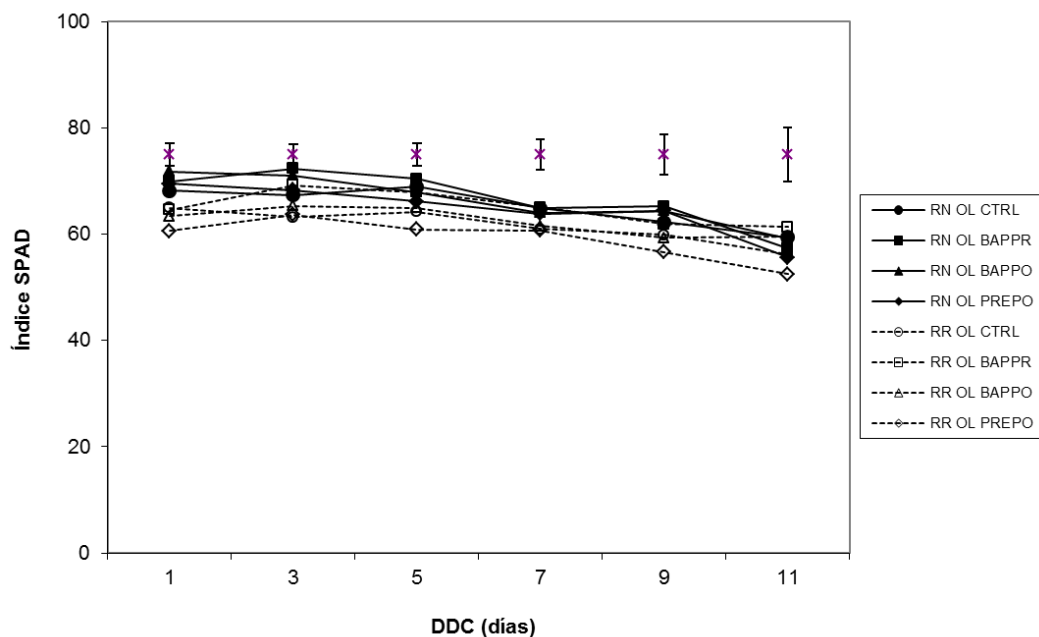


Figura 10. Evolución de los valores de lectura del SPAD (estimador de clorofila), en función de los días después del corte (DDC) en cv. Original love. Las barras verticales indican diferencias significativas para los distintos niveles de Clorofila. Las barras verticales representan la DMS a $p \leq 0.05$.

El bajo contenido de clorofila en las hojas de *Lilium sp* .disminuye la calidad, sin embargo, esta clorosis no fue tan importante en las hojas superiores, y podemos decir que la clorosis foliar deteriora la calidad del tallo floral (Fuentes, 2009) deteriorando las hojas basales.

El análisis de varianza mostró que existieron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), evidenciándose una relación entre las dosis de BAP aplicado y la clorofila presente en el follaje de las varas.

En el cv. Brindisi se observó la mayor concentración de clorofila (unidades Spad), con RR+BAP en postcosecha con 60% en relación a los demás tratamientos, mientras que la mayor concentración con RN fue con la aplicación de BAP pre y postcosecha con 66.60%, a pesar de que las diferencias no son significativas y la aplicación de las fitohormonas, si bien no causó efecto, se observó que las condiciones de mayor peso en flor y concentración de clorofila en *Lilium sp*. fueron con RN, contrario al RR que comenzó simultáneamente con mayor peso, pero decreció marcadamente al transcurrir los DDC (Fig. 11).

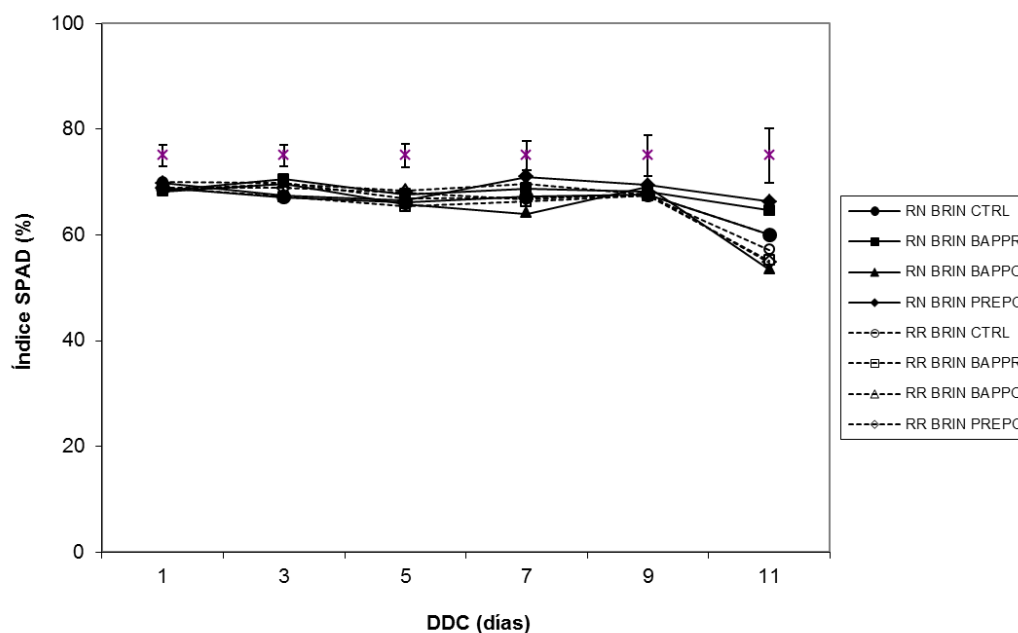


Figura 11. Evolución de los valores de lectura del medidor de clorofila SPAD, en función de los días después del corte (DDC) en cv. Brindisi. Las barras verticales indican diferencias significativas para los niveles de Clorofila. Las barras verticales representan la DMS a $p \leq 0.05$.

En tanto que en el cv. Golden Tycoon, se observó que con RR la mayor concentración de clorofila (unidades Spad), fue con la aplicación con BAP precosecha con 66.12%, mientras que, con RN, la mayor concentración fue con la aplicación de BAP pre y postcosecha o solo postcosecha con 68.30%, si bien, estas diferencias no fueron significativas (Fig. 12).

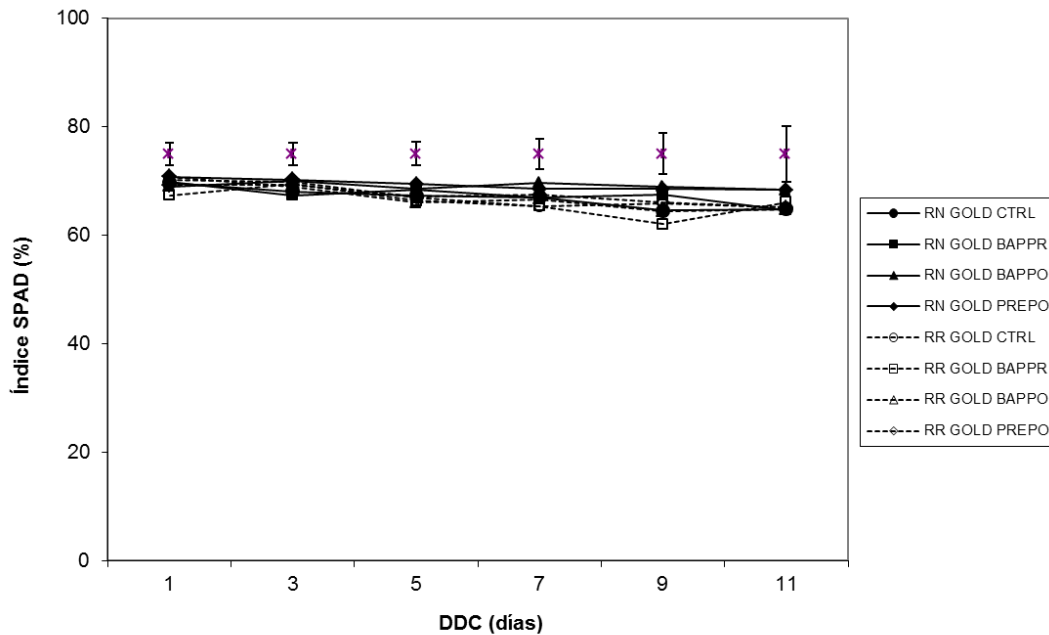


Figura 12. Evolución de los valores de lectura del medidor de clorofila SPAD, en función de los días después del corte (DDC) cv. Golden Tycoon. Las barras verticales indican diferencias significativas para los niveles de Clorofila. Las barras verticales representan la DMS a $p \leq 0.05$.

Se observa que, solo en el caso de Original love, la aplicación de BAP permitió a las varas que venían con riego restringido, recuperar parcialmente el índice verde a los 3 días luego del corte, y el tratamiento que mejor respondió fue la aplicación de BAP en precosecha, siendo además el que mantuvo la mejor performance hasta el día 11.

En Brindisi aparentemente habría un beneficio de la aplicación de BAP en postcosecha cuando se aplicó riego restringido, mientras que para Golden Tycoon parece no haber efecto ni del riego restringido ni de la aplicación de BAP en cuanto a la pérdida de clorofila.

4.6 Contenido de Fitohormonas

Si bien la citoquinina contrarresta los efectos del envejecimiento y el estrés hídrico en el *Lilium*, el ácido abscísico (ABA) acelera este proceso al ser un inhibidor del crecimiento, participando en la regulación del agua dentro de las plantas (Cutler, et. al, 2010). Los niveles de ABA, dentro de las varas, se elevaron durante los períodos de RR, especialmente en las hojas, donde el ABA inicia un mecanismo de resistencia a nivel fisiológico, que es el cierre de estomas, estructuras responsables de la mayor proporción de pérdida de agua en las plantas (Taiz y Zeiger, 2006).

Las plantas también responden al estrés por déficit hídrico a nivel celular y molecular (Shinozaki y Yamaguchi, 2007) y el ABA juega un papel importante en la regulación de la senescencia foliar (Arrom y Munné-Bosch, 2012) regulando el cierre de los estomas, y en los tratamientos a los que se les aplicó la citoquinina exógena en RR, el contenido de ABA disminuyó, mientras que la citoquinina incrementó su contenido endógeno, expresando que la condiciones ambientales fueron óptimas nuevamente, ya que, a mayores niveles de zeatina y zeatina ribósido bajo condiciones de estrés hídrico muestran menores niveles de ABA lo que aumenta la tasa relativa de crecimiento (Ghanem *et al.* 2011).

La concentración de clorofila disminuyó con RN+BAP postcosecha, mientras que, con RR+BAP postcosecha existió un incremento, el mismo que tiene mayor contenido de citoquinina que BAP precosecha y el control, también se observó que el AIA, tuvo un comportamiento similar a la citoquinina, puesto que, la concentración se metabolizó con mayor velocidad después de la aplicación de BAP en precosecha (Fig.13). El ácido indolacético (AIA), forma natural predominante de las auxinas, estimula la elongación de las células y retarda la senescencia (Marassi, 2007)

Si bien los índices de citoquinina inicial en todos los cultivares fueron similares, en cv. Brindisi con la aplicación de BAP en precosecha o en pre y postcosecha con RN se observó un incremento de clorofila perdiendo menos peso y alargando la vida en florero en comparación con RR (Fig. 11), es decir cv. Brindisi mejoró notablemente pero con RN, en tanto que con RR no existieron mayores cambios. Así mismo con la aplicación de BAP solo en postcosecha con RR se observó incremento de peso y clorofila y un aumento relativo con respecto a la vida en florero.

Podríamos decir que si bien hay una tendencia que indica que hay un efecto por la aplicación de BAP, los valores son significativos ($p \leq 0.05$) para cv. Brindisi, al momento de observar un aumento en los niveles de clorofila, no así en las otras variedades, que con aplicación de la fitohormona se obtiene el mismo comportamiento tanto RR o Ctrl.

Las zeatinas, hormonas vegetales naturales del grupo de las citocininas, promueven la división celular en tejidos no meristemáticos y retardan la senescencia (debido a su propiedad de generar alta división celular) en flores y hortalizas, manteniendo por más tiempo la coloración verde (Raven et al, 1999; Marassi, 2007).

Al analizar la zeatina ribósido (ZTR) inicial en la hoja, se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), en BAP postcosecha y BAP pre y postcosecha donde evidenciaron mayores tiempos de respuesta metabólica y presencia de la fitohormona en relación a la aplicación de BAP precosecha, en efectos prácticos las fitohormonas pudieron ser aplicadas a todo el cultivo sin deteriorarlo, y mejorando el uso de agua (Fig. 13-14).

En cuanto a un aumento en la producción de etileno, la vida en florero es menor, durante su senescencia y la respuesta de las flores de corte al almacenamiento a temperatura baja involucra la inhibición de la producción de etileno y retraso de la senescencia, pero una vez transferidos a temperatura ambiente la producción de etileno se incrementa nuevamente (Field, 1990).

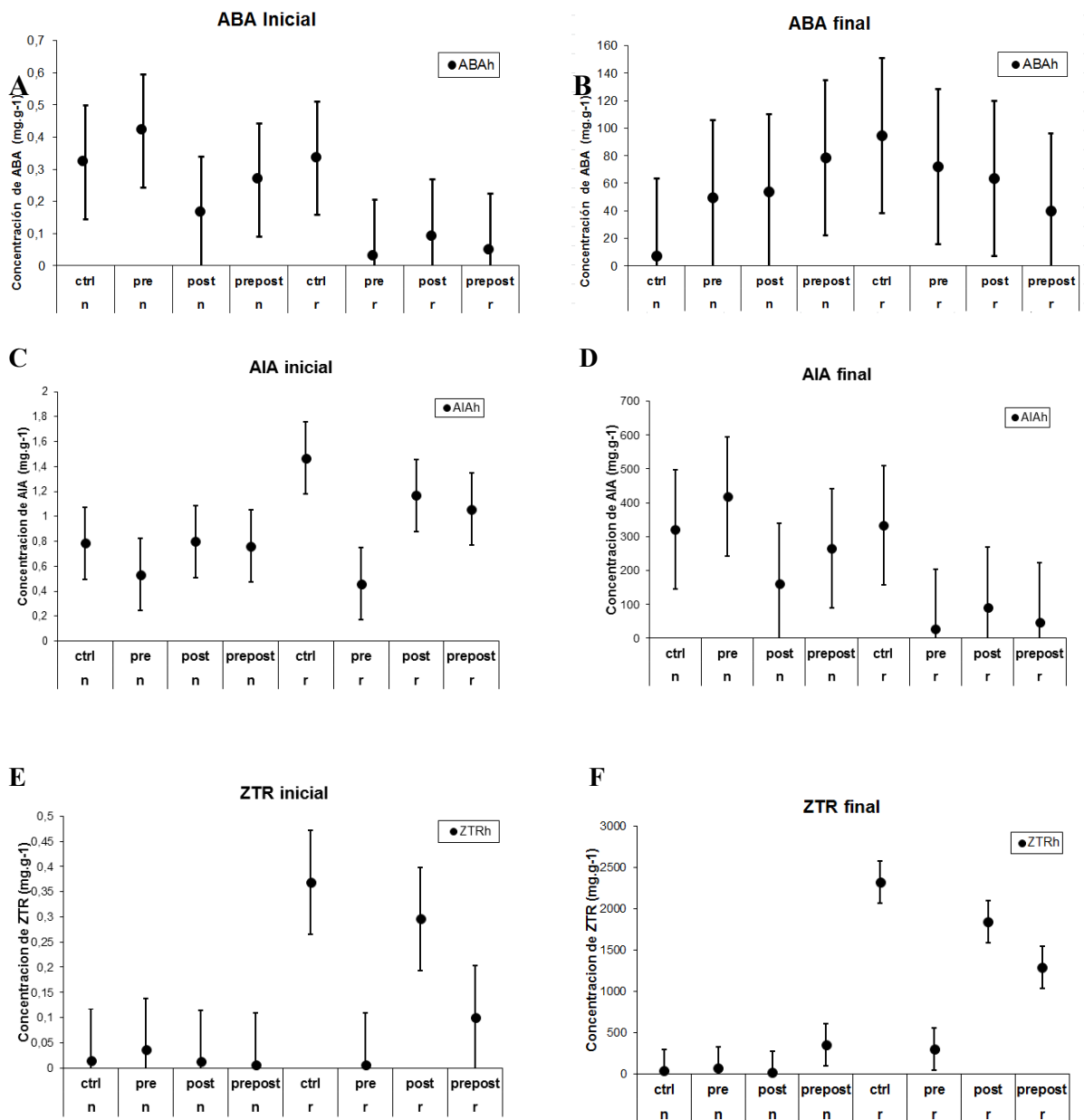


Figura 13. Comparación de índices de concentración fitohormonales en hoja (mg.g⁻¹) con cuatro tipos de tratamiento, bajo condiciones óptimas RN y condiciones restringidas de agua RR en cv. Brindisi (Brin), con mediciones al inicio y final de la vida en florero. **A)** Ac. Abscísico inicial **B)** Ac. Abscísico final **C)** Ac. Indolacético inicial **D)** Ac. Indolacético final **E)** Zeatina ribósido inicial **F)** Zeatina ribósido final. Las barras verticales representan la DMS a $p \leq 0.05$.

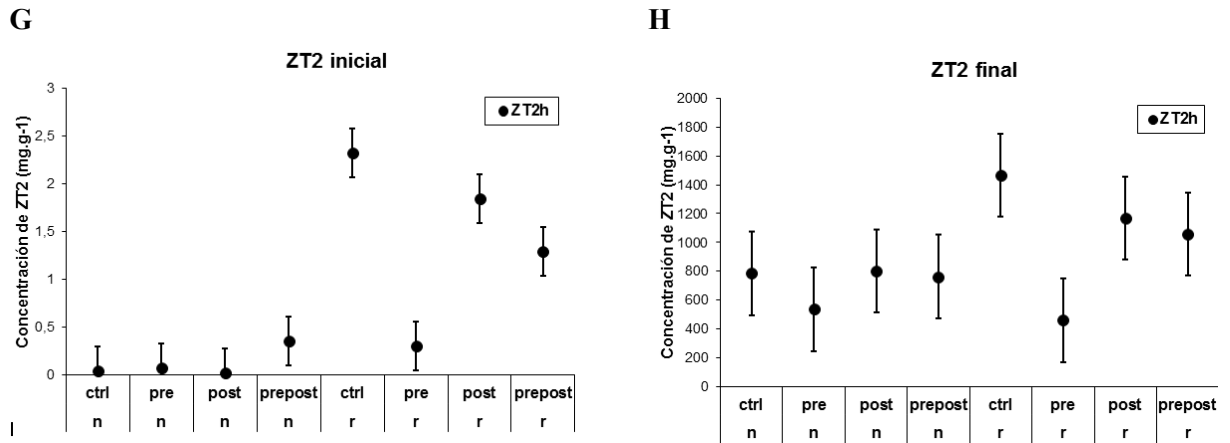


Figura 14. Comparación de índices de concentración fitohormonales en hoja (mg.g^{-1}) con cuatro tipos de tratamiento, bajo condiciones óptimas RN y condiciones restringidas de agua RR en cv. Brindisi (Brin), con mediciones al inicio y final de la vida en florero. **G)** Zeatina inicial **H)** Zeatina final. Las barras verticales representan la DMS a $p \leq 0.05$.

Se observó un incremento de la concentración de clorofila en el *Lilium* por la presencia de citoquininas, que ralentizaron el proceso de degradación de las mismas, provocando síntesis de nuevas clorofilas con RR, en resumen, no se observó senescencia temprana y no menguó el rendimiento ni la calidad de la vara, disminuyendo los efectos cuando las varas son separadas de la planta. Con similares características para ZTR final en hoja, con RR postcosecha se obtuvo mayores índices de concentración que con RN que obtuvo menores valores, dando al riego como el factor preponderante en los niveles ZTR.

En muchas especies puede inducirse la floración mediante aplicación exógena de citoquininas, pero en la mayoría de los casos, sólo cuando los tratamientos se combinan con otros factores ligeramente inductivos de la floración, se incrementan en el floema, los niveles de esta hormona. Aunque la aplicación de citoquininas en el brote apical no induce floración, produce efectos relacionados con la inducción de la floración, como el estímulo de la división celular (Stepanova y Alonso, 2005).

El ABA es sintetizado en casi cualquier célula vegetal y puede ser movilizado por toda la planta por el xilema y floema (Sauter *et al.* 2001) y regula un amplio y variado grupo de procesos fisiológicos en las plantas. (Stepanova y Alonso, 2005). Sin embargo, el examen de algunas enzimas claves ha revelado que el ABA es sintetizado preferentemente en tejidos vasculares en plantas no sometidas a estrés.

Precusores de ABA pueden ser transportados a otros tejidos. Los niveles endógenos de la hormona son determinados por el balance entre síntesis y degradación, procesos que son afectados por factores ambientales como estrés hídrico, luz y otras fitohormonas y durante distintos períodos de desarrollo de la planta (Jordán y Casaretto, 2006)

Mediante la aplicación exógena de citoquininas la posibilidad de retrasar la senescencia es mayor, no obstante, la senescencia es un proceso fisiológico y, a determinada edad en la planta, repentinamente se disparan genes de senescencia; se ha hecho evidente que las hormonas no actúan sólo en un camino lineal sino que están interconectados por una red compleja de interacciones y circuitos de retroalimentación que determina el resultado final de las acciones de la hormona individuales (Vanstraelen y Benkova, 2012).

Se contrastaron diferencias en los contenidos de fitohormonas en flor en cv. Brindisi, así para los tratamientos con aplicación de BAP, el contenido de ABA decreció de manera vertiginosa al final del ensayo tanto en RN como en RR, siendo en este último aún mayor el descenso. Los valores de concentración de ZTR se mantienen similares a lo largo del ensayo, contrario al tratamiento postcosecha en RN y RR, con valores más altos.

En síntesis, al retrasar la degradación de las clorofilas, aumenta la longevidad de las flores, si bien en el ensayo éstas no se cuantificaron, si consideró la abscisión a la tercera flor abierta. Durante el ensayo, que la concentración de ZT fue menor con RN que con RR, observando mayores valores en los tratamientos iniciales pre y postcosecha para RN y postcosecha para RR, mientras que, los mayores valores se encontraron en los tratamientos finales con aplicaciones postcosecha tanto con RN como RR.

Los mejores promedios de AIA se presentaron en el Ctrl tanto con RN como con RR, y obtuvieron los mayores valores de la fitohormona, frente a los demás tratamientos, ya que la restricción de agua causa un efecto en el contenido de AIA y citoquininas, así el AIA, incrementa en hojas y decrece en otras áreas (Pinheiro, *et al.*, 2011).

El *Lilium* al ser una flor climatérica mostrará un incremento significativo en la producción de etileno de forma natural durante la senescencia, aumentando a su vez la producción de CO₂, ya sea en forma paralela o no (Donald *et al.*, 2004), si hay más etileno exógeno que auxina, se induce la abscisión y por el contrario si hay poco etileno se mantiene la flor.

En esta sección se describió la concentración de fitohormonas en flor. Los métodos, cantidades y condiciones de aplicación fueron descritos en la sección materiales y métodos. A la vez, los valores de quinetina en flor, presentaron los valores más altos con RN Ctrl.; seguido por los tratamientos con RR. En tanto que, para ZTR final en flor, con RN obtuvo mayores índices que con RR que obtuvo menores valores, es decir que lo que más incidió fue el riego (Fig. 15-16).

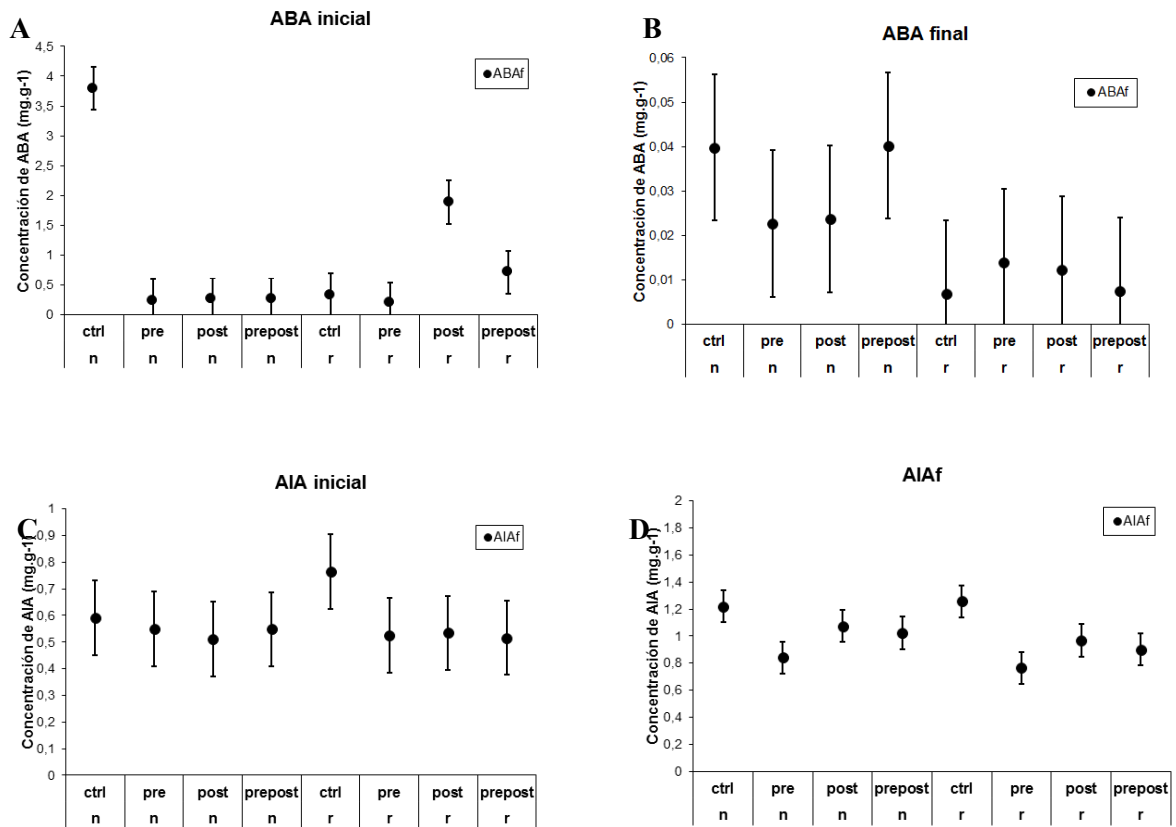


Figura 15. Comparación de índices de concentración fitohormonales en flor (mg.g⁻¹) con cuatro tipos de tratamiento, bajo condiciones óptimas RN y condiciones restringidas de agua RR en cv. Brindisi (Brin), con mediciones al inicio y final de la vida en florero. **A)** Ac. Abscísico inicial **B)** Ac. Abscísico final **C)** Ac. Indolacético inicial **D)** Ac. Indolacético final. Las barras verticales representan la DMS a p≤0.05.

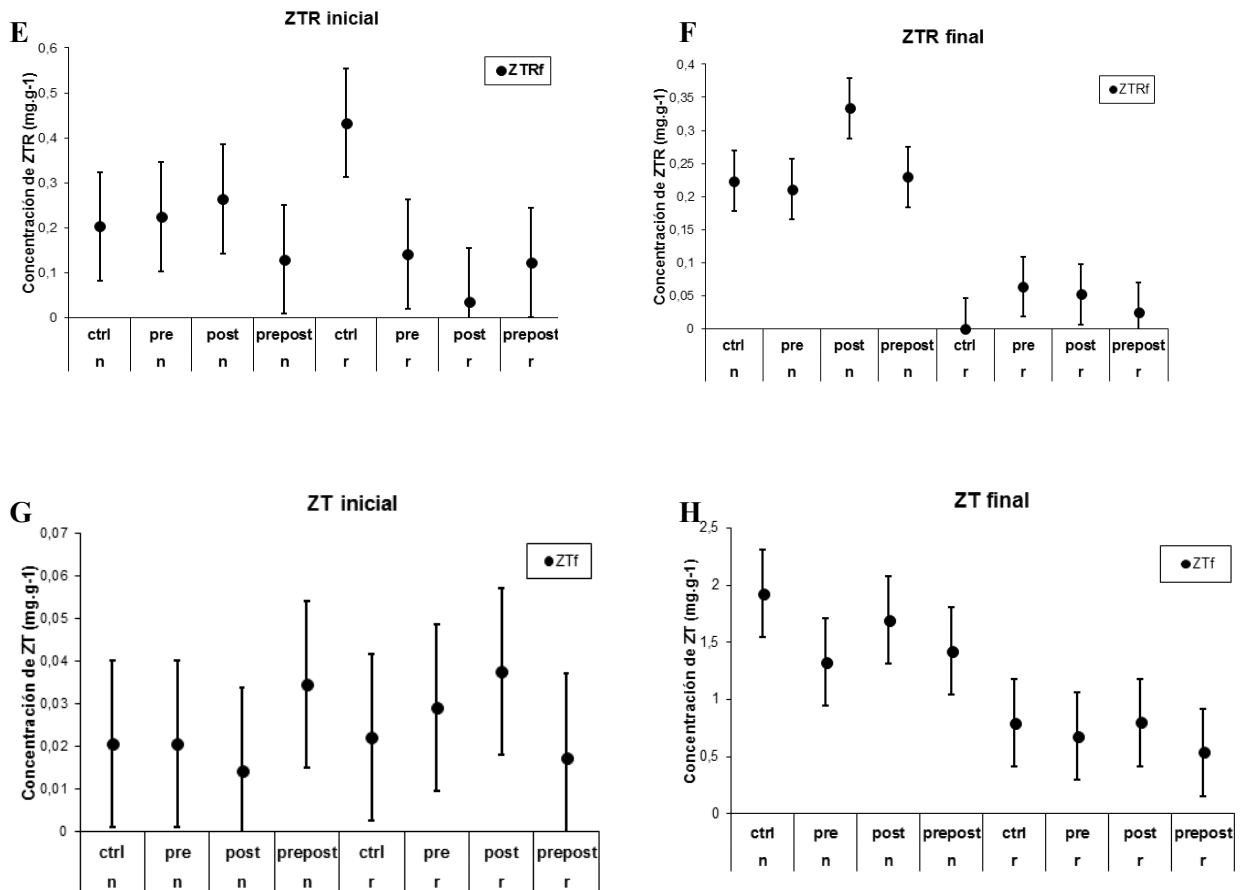


Figura 16. Comparación de índices de concentración fitohormonales en flor (mg.g⁻¹) con cuatro tipos de tratamiento, bajo condiciones óptimas RN y condiciones restringidas de agua RR en cv. Brindisi (Brin), con mediciones al inicio y final de la vida en florero. **E)** Zeatina ribósido inicial **F)** Zeatina ribósido final **G)** Zeatina inicial **H)** Zeatina final. Las barras verticales representan la DMS a $p \leq 0.05$.

4.7 Abscisión de Flores

Como final de los síntomas de senescencia se utilizó la caída del tercer botón floral de cada vara. El comportamiento de la abscisión floral en cada tratamiento en *Lilium sp.* en la fase postcosecha, se vio acelerada por el cambio fitohormonal. Se observó que el gradiente de concentración del ácido indol-3-acético (AIA) durante el proceso de abscisión se mantuvo relativamente constante, en tanto que, el ácido abscísico (ABA), pudo estimular la síntesis del etileno directamente al modificar el gradiente de las auxinas (Fig. 13-16) induciendo la abscisión floral que concuerda con lo dicho por (Khalatbari, *et al.*, 2015)

Durante el almacenamiento postcosecha, se manifestó una reducción del 80% del agua, misma que en la (Fig.17) se muestra la caída de flores de *Lilium sp.* en los diferentes tratamientos. También se evidenció que las aplicaciones de BAP retrasaron el progreso de la senescencia de las varas florales. De tal modo, el tiempo de abscisión fue de 5 días más largo que el tiempo para la senescencia foral.

La fitohormona BAP juega un papel importante en la regulación de la senescencia foliar en *Lilium sp.*, ralentizando la degradación de la clorofila. Con la aplicación de BAP se obtuvo un menor consumo promedio de agua respecto de los demás tratamientos, mostrando el efecto fisiológico de la aplicación hormonal, que pudo corresponder al efecto de la citoquinina, en retrasar la senescencia de los pétalos, similar a lo observado por Mascarini *et al.* (2006) en Rosa híbrida cv. “Exótica”, en el cual el consumo de agua fue mayor en las varas tratadas con BAP, que en el testigo a lo largo del tiempo.

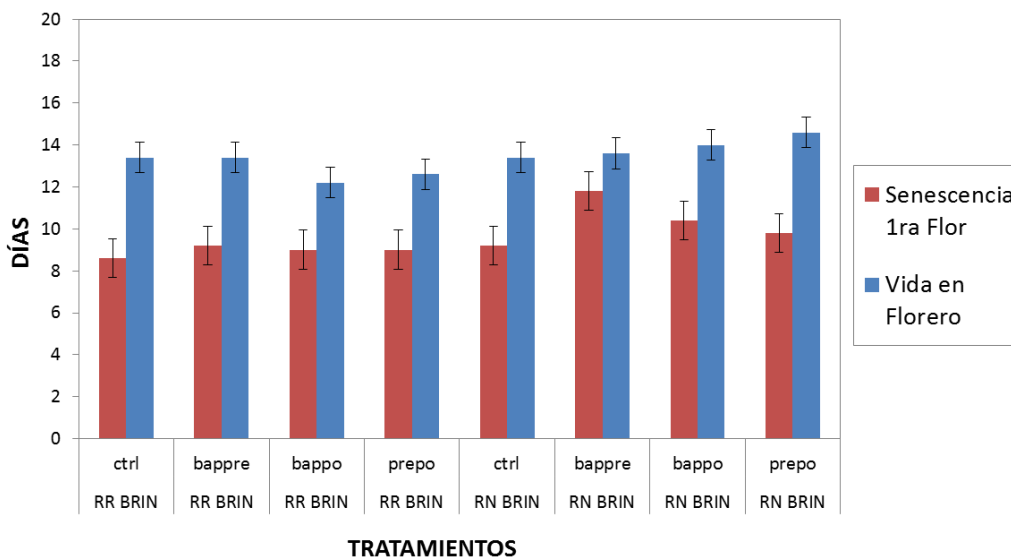


Figura 17. Senescencia de la primera flor en función de los días de vida en florero en varas de *Lilium longiflorum* cv. ‘Brindisi’ cultivadas bajo riego normal (RN) o restringido (RR), con aplicación de 6-bencilaminopurina 3 días previos a la cosecha (bappre), al momento de la cosecha (bappo), en ambos momentos (prepo) o sin aplicación (ctrl). Las barras verticales indican la DMS a $p \leq 0.05$

Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), a los ocho días de almacenamiento en sala con RR y presentó el mayor número de días RR+BAP precosecha, tanto de abscisión como vida en florero a los 9.2 y 13.4 días respectivamente, y el menor número de días fue Ctrl con 8.6 días para abscisión y RR+BAP postcosecha con 12.2 días de vida en florero, mientras que con RN se observó mayores valores con RN+ precosecha con 11.8 días para abscisión y RN pre y postcosecha con 14.6 días de vida en florero y menor número de días fue Ctrl con 9.2 días para abscisión y 13.4 días de vida en florero (Fig. 18).

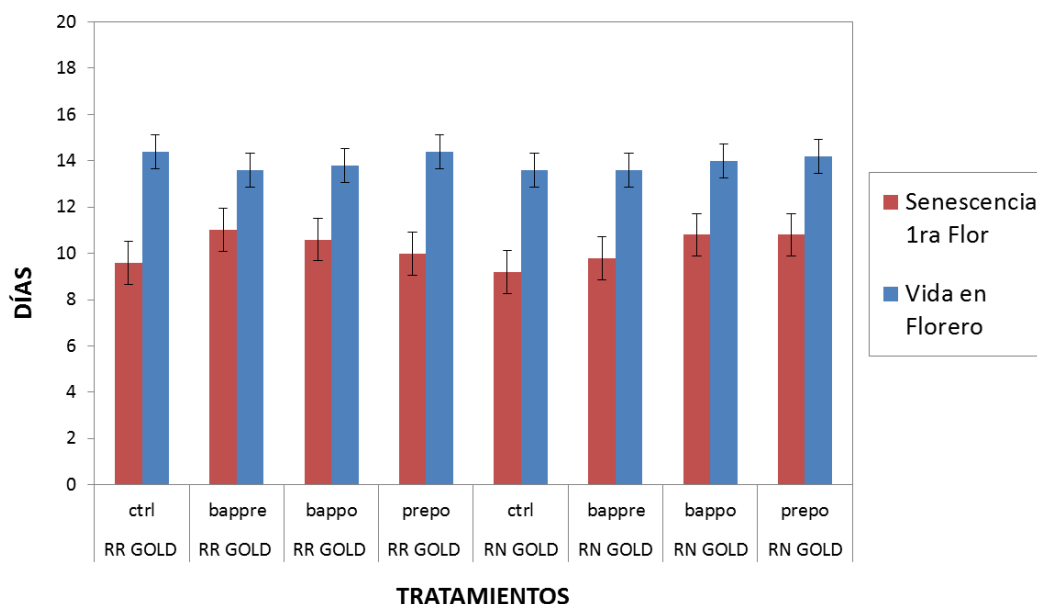


Figura 18. Senescencia de la primera flor en función de los días de vida en florero en varas de *Lilium longiflorum* cv. ‘Golden Tycoon’ cultivadas bajo riego normal (RN) o restringido (RR), con aplicación de 6-bencilaminopurina 3 días previos a la cosecha (bappre), al momento de la cosecha (bappo), en ambos momentos (prepo) o sin aplicación (ctrl). Las barras verticales indican la DMS a $p \leq 0.05$

Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), a los ocho días de almacenamiento en sala con RR y presentó el mayor número de días RR+BAP precosecha con 11 días para abscisión y RR+BAP pre y postcosecha y Ctrl, ambos con 14.4 días para vida en florero, y el menor número de días fue Ctrl con 9.6 días para abscisión y RR+BAP precosecha con 13.6 días de vida en florero, mientras que con RN se observó mayores valores con RN+ postcosecha y RR + pre y postcosecha con 10.8 días para abscisión y RN pre y postcosecha con 14.2 días de vida en florero y menor número de días fue Ctrl con 9.2 días para abscisión y 13.6 días de vida en florero (Fig.18).

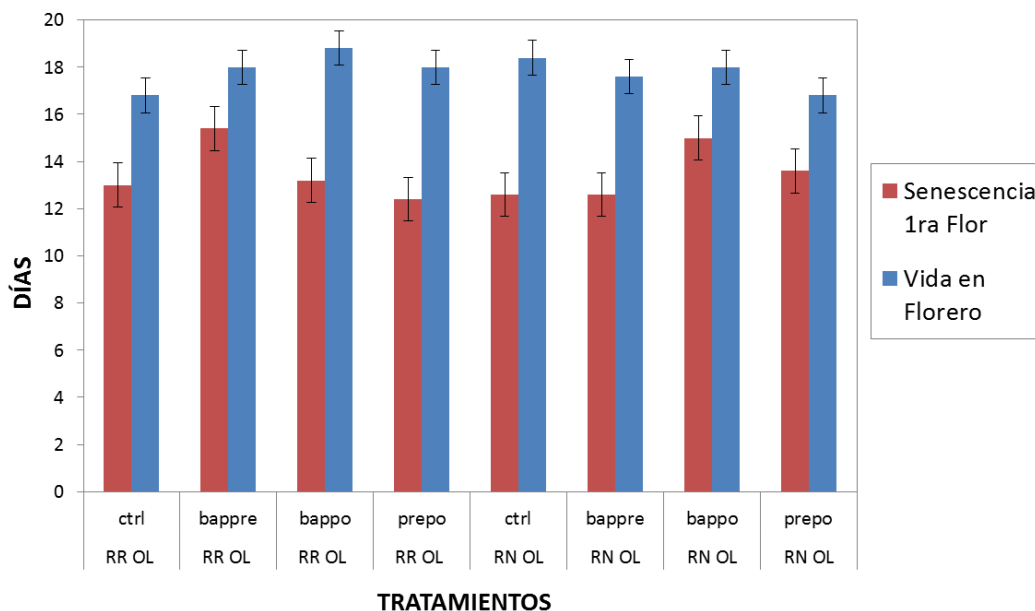


Figura 19. Senescencia de la primera flor en función de los días de vida en florero en varas de *Lilium longiflorum* cv. ‘Original love’ cultivadas bajo riego normal (RN) o restringido (RR), con aplicación de 6-bencilaminopurina 3 días previos a la cosecha (bappre), al momento de la cosecha (bappo), en ambos momentos (prepo) o sin aplicación (ctrl). Las barras verticales indican la DMS a $p \leq 0.05$

Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), a los ocho días de almacenamiento en sala con RR y presentó el mayor número de días RR+BAP precosecha con 15.4 días para abscisión y RR+BAP postcosecha con 18.8 días para vida en florero, y el menor número de días fue RR+BAP pre y postcosecha con 12.4 días para abscisión y Ctrl con 16.8 días de vida en florero, mientras que con RN se observó mayores valores con RN+ postcosecha con 15 días para abscisión y Ctrl con 18.4 días de vida en florero y menor número de días fue Ctrl con 12.6 días para abscisión y RR + pre y postcosecha con 16.8 días de vida en florero (Fig.19).

4.8 Reflectancia espectral

El porcentaje de reflectancia fue analizado con los datos obtenidos a los 60 días desde el trasplante (3° días luego de iniciado el tratamiento de riego restringido).

En las plantas que fueron tratadas bajo RN el porcentaje de reflectancia foliar se incrementó en un intervalo de 1 a 2 veces en todas las longitudes de onda en comparación con los tratamientos con RR, y registró un incremento de la reflectancia en todo el intervalo espectral, debido a la progresiva pérdida de agua, como consecuencia que las diferencias observadas responden únicamente a factores varietales (Fig. 20).

Se evidencian valores promedio de los índices para cada cobertura vegetal (NDVI), destacando que con RR no se advirtieron efectos deletéreos en el crecimiento, desarrollo de la planta ni en sus características fenológicas, debido al contenido de agua del material vegetal influye en la reflectancia no sólo de forma directa, afectando la signatura espectral mediante las bandas de absorción que le son propias, sino también de forma indirecta, ya que de la humedad depende la turgencia celular y este factor determina la estructura interna de la hoja.

Los valores más bajos corresponden a áreas con menor densidad vegetal, así el índice que registró valores más bajos fue para RR mientras que los valores más altos se evidencian con RN en los tres cultivares (Fig. 21)

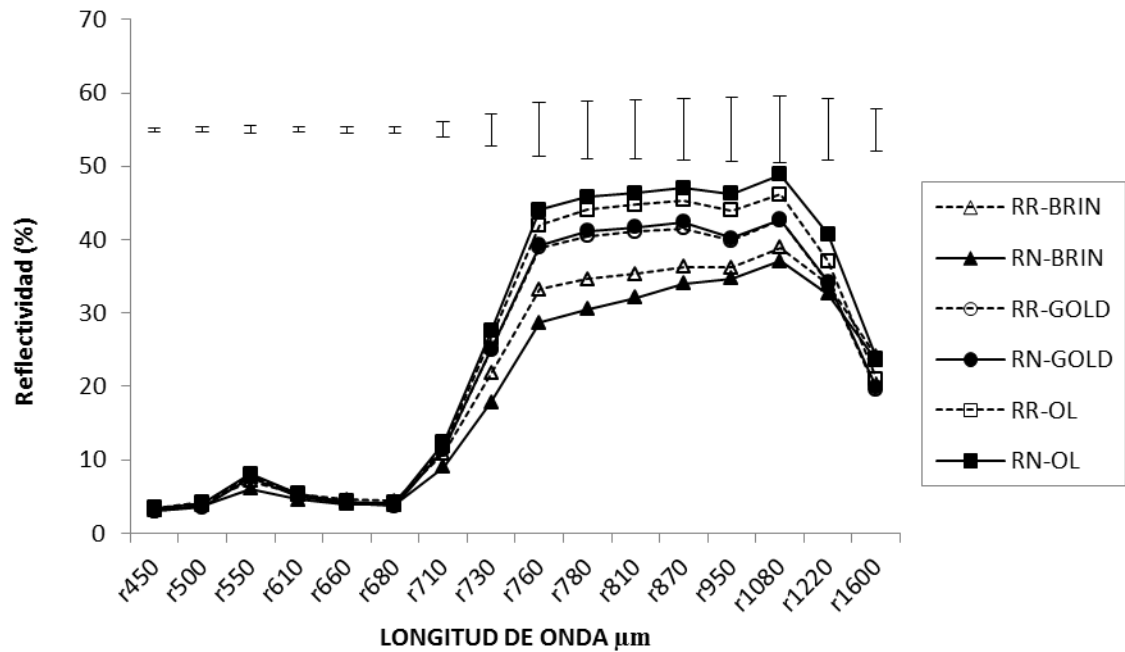


Figura 20. Dinámica de acumulación de biomasa e índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) en *Lilium longiflorum* cv. ‘Brindisi’ y ‘Golden Tycoon’ cultivadas bajo riego normal (RN) o restringido (RR), con aplicación de 6-bencilaminopurina 3 días previos a la cosecha (bappr), al momento de la cosecha (bappo), en ambos momentos (prepo) o sin aplicación (ctrl). Las barras verticales representan la DMS a $p \leq 0.05$.

El posprocesado de los datos de reflectancia espectral, tampoco pone en evidencia un claro patrón que permita identificar la condición hídrica del cultivo, dado que no se observaron diferencias significativas debidas al tratamiento de riego, aunque el NDVI muestra una ligera tendencia a una mayor acumulación de masa vegetal cuando el riego fue normal en las variedades Brindisi y Gold. (Fig.21)

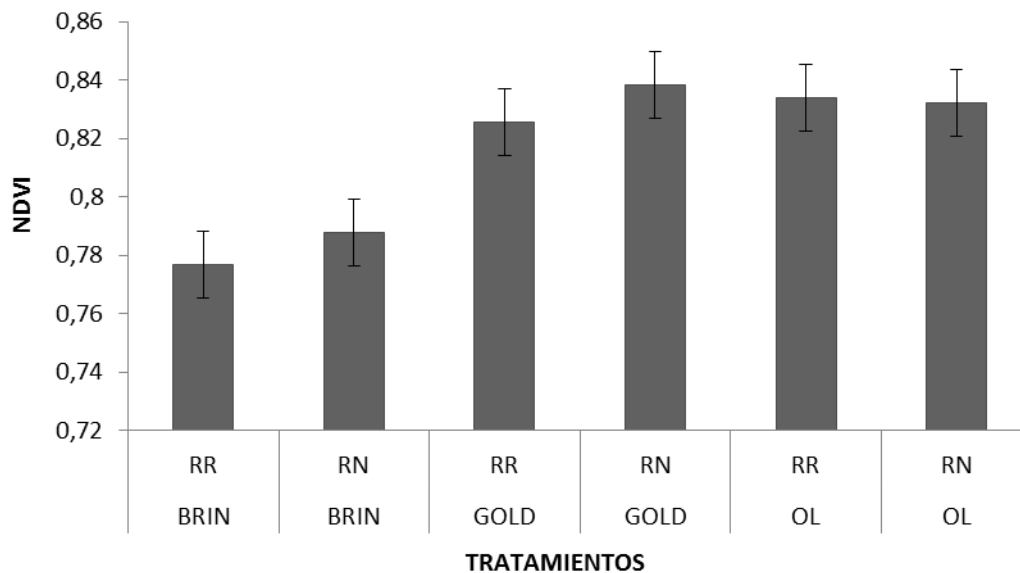


Figura 21. Efecto de los niveles de riego sobre el índice de vegetación por diferencia normalizada (NDVI) en *Lilium longiflorum* cv. ‘Brindisi’ y ‘Golden Tycoon’ y ‘Original love’ cultivadas bajo riego normal (RN) o restringido (RR), con aplicación de 6-bencilaminopurina 3 días previos a la cosecha (bappr), al momento de la cosecha (bappo), en ambos momentos (prepo) o sin aplicación (ctrl). Las barras verticales representan la DMS a $p \leq 0.05$.

El índice hídrico tampoco mostró diferencias significativas, aunque nuevamente se observa una leve tendencia a un mayor valor bajo RN, es decir estaría indicando tejidos con mayor nivel de hidratación. (Fig.22), lo cual coincide con el estudio en que nos indica que no existieron amplias diferencias en cuanto a la aplicación de la fitohormona.

Todas las variedades fueron iguales en cuanto a su índice hídrico, siendo así que todas obtuvieron una cantidad adecuada de agua al momento del experimento y al no existir inconvenientes fitosanitarios y deshidratación vegetal ofrecieron datos de baja radiación a banda roja del espectro y alta en el infrarrojo próximo, de manera que en el espectro visible, el contenido de clorofila en la planta no existieron mayores contrastes en los valores.

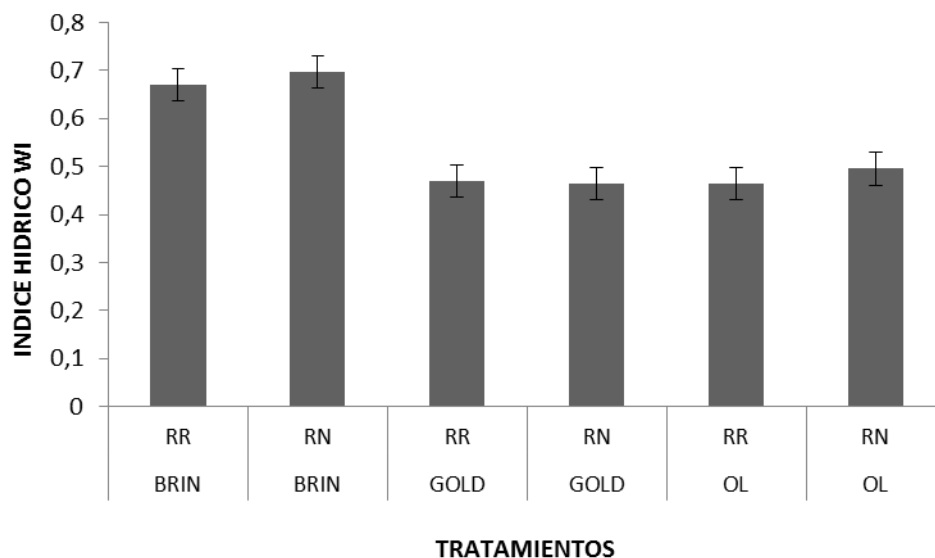


Figura 22. Relación del índice hídrico y los tratamientos con riego normal (RN) o restringido (RR), de *Lilium longiflorum* cv. 'Brindisi' y 'Golden Tycoon' y 'Original love' con aplicación de 6-bencilaminopurina. Las barras verticales representan la DMS a $p \leq 0.05$.

Es fundamental extender el rango de estudio de la reflectancia de la presente investigación y buscar otras zonas del espectro del infrarrojo cercano (NIR, por sus siglas en inglés) ya que pueden existir particularidades que se expresen mejor en zonas diferentes a las estudiadas en este caso.

6. CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados obtenidos y bajo las condiciones en las cuales fue realizada la investigación se puede concluir que:

La reflectancia espectral del cultivo del *Lilium sp.* fue el método cuantitativo y no destructivo, para el seguimiento del estado hídrico, por medio de mediciones realizadas sobre las hojas y que bajo las condiciones en que se realizó este ensayo, no fue posible establecer satisfactoriamente patrones que permitan estimar la demanda hídrica del cultivo.

En el caso de ‘Original Love’, además de ser el cultivar con mayor longevidad en florero, fue el menos afectado tanto por el régimen de riego como por la aplicación de fitohormonas. Para los cultivares ‘Brindisi’ y ‘Golden Tycoon’, una mayor longevidad de las varas, y mayor turgencia en el follaje, se relacionó con los cambios en las láminas de riego y la aplicación de BAP, lo que resultó en un mayor contenido de clorofila en las hojas.

Si bien puede desprenderse que las aplicaciones BAP no tuvieron el efecto esperado, provocando que el cultivo tenga mejores resultados y mayor consumo de agua en los tratamientos con riego normal con respecto al restringido, sí prolongaron la vida en florero con el tratamiento en pre y postcosecha con Riego restringido y por tanto, no es descartable que se pueda realizar nuevos estudios con registros disponibles, a los efectos de poder seleccionar diferentes dosis de riego, y obtener datos más precisos.

En razón a los resultados obtenidos, se abre una gran cantidad de interrogantes y de posibilidades en investigaciones futuras y se puede derivar que existen otros factores limitantes en el uso de fitohormonas para el uso eficiente del agua, como por ejemplo:

1. Incrementar la restricción de agua, disminuyendo la lámina de riego.
2. Si bien en postcosecha la citoquinina no afectó a dos de los cultivares estudiados, se recomienda realizar aplicaciones de fitohormona superior a tres días, incluso en fase vegetativa, previo a la aparición de las flores en todas las variedades.

Se concluye que no todas las variedades responderían positivamente en postcosecha frente a una reducción del régimen de riego. A partir de los datos obtenidos en el estudio es fundamental conocer además de las dosis de riego, cuáles son la temperatura y humedad relativa adecuadas para obtener flores de óptima calidad.

Del análisis de los resultados obtenidos podemos decir que la aplicación de fitohormonas permitió obtener flores con óptima calidad, sin embargo el riego restringido provocó mayores incrementos de apertura floral durante la fase de almacenamiento comparado con la que tuvieron aplicación de riego normal.

La reducción hídrica no fue directamente proporcional a su calidad comercial, ya que además se consideran factores como concentración de etileno, hidratación después del corte, cadena de frío, que pudieron afectar de algún modo a elevar la calidad de la vara de Liliium.

CONSIDERACIONES FINALES

El presente trabajo aporta metodologías y resultados de la aplicación de fitohormonas con restricción de riego, misma que no fue suficiente para modificar significativamente el comportamiento fisiológico del *Lilium*.

En este sentido, deben considerarse aquellos aspectos que son necesariamente de carácter imprevisible, y que deben someterse a un proceso de seguimiento a fin que los datos obtenidos sean considerados para futuras investigaciones sobre el riego restringido con aplicación de fitohormonas.

Es conveniente, que las fitohormonas también tengan que ser validadas en otros cultivares de *Lilium sp.*, con una mayor restricción hídrica y en distintas condiciones climáticas, a fin de elaborar una herramienta práctica para el uso eficiente del recurso hídrico.

Por otra parte, si bien se registran estudios vinculados de las citoquininas, debemos enfatizar que desde un punto de vista ambiental y productivo, estas investigaciones agrícolas deben difundirse y seguir estudiando los efectos en el cultivo de *Lilium sp.* para decidir, cuál alternativa de aplicación de fitohormonas y láminas de riego es la más idónea sin afectar la calidad de las varas.

ABREVIATURAS

Abreviatura	Descripción
ABA	Ácido abscísico
AIA	Ácido indolacético
BAP	6-Bencilaminopurina
Bappr	6-Bencilaminopurina precosecha
Bappo	6-Bencilaminopurina postcosecha
Br	Brindisi
DDT	Días después del transplante
DDC	Días después del corte
DSM	Diferencia Significativa Mínima
CKs	Citoquininas
Ctrl	Control
cv.	Cultivar
EPA	Environmental Protection Agency (por sus siglas en Ingles)
EUA	Eficiencia en el uso del agua
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
°f	Grados franceses (unidades de dureza del agua)
Go	Golden Tycoon
NDVI	Índice de vegetación de diferencia normalizada
NIR	Región espectral del infrarrojo cercano
OL	Original love
OMS	Organización Mundial de la Salud
Prepo	6-Bencilaminopurina precosecha y postcosecha
Q	Quinetina
RFT	Relación del peso seco entre flor y tallo/hoja
RR	Riego restringido
RN	Riego Normal
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria
ZT	Zeatina
ZTR	Zeatina ribósido

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M. (2008). El papel estratégico de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) frente a los desafíos y oportunidades para una agricultura sustentables en la América Latina y el Caribe del siglo XXI. *Agroecología* 3:87-95

ARKHIPOVA T, PRINSEN E, VESELOV S, MARTINENKO E, MELENTIEV A, y KUDOYAROVA G (2007). Cytokinin producing bacteria enhance plant growth in drying soil. *Plant Soil*, 292:305-315.

ARROM, L, y MUNNÉ-BOSCH, S (2012). Hormonal regulation of leaf senescence in *Lilium*. Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona, Barcelona, España.

BAÑÓN S., CIFUENTES, D., FERNÁNDEZ, J., Y GONZALEZ, A (1993). Cultivos ornamentales para complementos de flor Universidad de Sevilla. Editorial Mundi-Prensa, 84-7114-446-8.

BLUMWALD, E (2011). Obtención de cultivos resistentes a estrés abiótico: síntesis de citoquininas y la alteración en las relaciones fuente-sumidero. Departamento de Ciencias Vegetales, Universidad de California, Davis CA95616, USA

CABADA, S., VALENTINUZ, O., EYHERABIDE, G. (2007). Evaluación de híbridos experimentales de maíz (*Zea Mays L.*) ante estrés hídrico durante floración y llenado de grano. Actualización Técnica en Maíz, Girasol y Sorgo – INTA EEA Paraná. Serie Extensión. nº 44.

CANTERO, E (2014). Influencia hormonal en el uso eficiente del agua y en respuesta al estrés abiótico en tomate (*Solanum lycopersicum L.*). Consejo Superior de investigaciones científicas. Universidad de Murcia, España.

CAYSSIALS, R (2008). “Aspectos ambientales” Ponencia en el Taller Nacional de Sustentabilidad de la cadena productiva de la soja en Uruguay y la región || Departamento de Desarrollo Sostenible, Fundación ECOS, Montevideo, Uruguay

COHEN, J (2012). Floral evolution in Lithospermum (Boraginaceae): independent origins of similar flower types. *Botanical Journal of the Linnean Society*, Volume 180, Issue 2, 1 February 2016, Pages 213–228

CUTLER, S. R., RODRIGUEZ, P. L., FINKELSTEIN, R. R., y ABRAMS, S. R. (2010). Abscisic Acid: emergence of a core signaling network. *Annual Review of Plant Biology* 61: 651–679.

De La Riva, F. (2011). Postcosecha de flores de corte y medio ambiente. Volumen 29, N0 3. Páginas 125-130 IDESIA (Chile). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292011000300019>

DONALD, A., LANGE N. y REID M (2004). Physiology of flower senescence. In: plant cell death processes. Noodén, L. D. (Ed.). Elsevier Academic Press. San Diego, California, USA. 307-318 pp

EPA (2015) Smart Growth and Water. Long-term Planning for Sustainable Water and Wastewater Infrastructure in Wellpinit, Washington, for the Spokane Tribe of Indians. Disponible en: <http://www2.epa.gov/smartgrowth/smart-growth-and-water>

ESPINOZA, C., BERGER, H., GALLETTI, L. y MULLER, C. (2007) Efectividad de Benciladenina mas Giberelina 4+7 aplicadas por aspersion o inmersión, para la conservación de *Lilium cv. Visaversa*. Departamento Producción Agrícola, Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile, Santiago - Chile.

FAO (2002). Agua y cultivos. Logrando el uso óptimo de agua en la agricultura. Departamento económico y social de la FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/005/y3918S/Y3918S00.pdf>

FAO (2002). Descubrir el potencial del agua para la agricultura. Departamento de desarrollo sustentable depósito de documentos de la FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/worldfoodsummit/sideevents/papers/y6899s.htm>

FAO (2014). Water and the Rural Poor. Food and Agriculture Organization of the United Nations . Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok 161 pg. Disponible en: <http://www.fao.org/publications/card/es/c/9385d3f8-2282-4b41-ba80-0737aa37c520>

FERNÁNDEZ, E., ARIAS C., (2003). La demanda de tecnología ahorradora de agua en la agricultura de regadío. Revista de Economía Aplicada, vol. XI, núm. 33, 2003, pp. 83-100 Universidad de Zaragoza Zaragoza, España

FIELD, R (1990). Influence of chilling stress on ethylene production. *In*: chilling injury of horticultural crops. Wang, C. Y. (Ed.). CRC Press. Boca Raton, Florida, USA. 235-253 pp.

FISCHER, G., BOLIVAR, P., FLOREZ, V., MORA, A (1999) Effect of pre and postharvest treatments on flower longevity of Ariana cut roses . En: Alemania Acta Horticulturae ISSN: 0567-7572 ed: International Society Horticultural Science v. fasc. p.83 - 87 ,1999

FUENTES, C. (2009) Efectividad de la aplicación de Giberelina 4+7 y Benciladenina en la calidad de postcosecha de Lilium. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

GARCES, E Y OROZCO M (2004), Algunos problemas patológicos y fisiológicos de la floricultura en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, primera edición, Bogotá – Colombia.

GHANEM M, ALBACETE A, SMIGOCKI A, FRÉBORT I, POSPÍŠILOVÁ H, MARTÍNEZ-ANDÚJAR C, ACOSTA M, SÁNCHEZ-BRAVO J, LUTTS S, DODD IC, PÉREZALFOCEA F (2011). Root-synthesized cytokinins improve shoot growth and fruit yield in salinized tomato (*Solanum lycopersicum L.*) plants. *J Exp Bot* 62:125–140.

HABERER, G., KIEBER, J., (2002). Cytokinins. New Insights into a Classic Phytohormone. Department of Biology, University of North Carolina, Chapel Hill, North Carolina 27599–3280, USA.

IRIGOYEN ML, INIESTO E, RODRÍGUEZ L, PUGA MI, YANAGAWA Y, PICK E, STRICKLAND E, PAZ-ARES J, WEI N, DE JAEGER G, RODRIGUEZ PL, DENG XW, y RUBIO V.(2014) Targeted degradation of abscisic acid receptors is mediated by the ubiquitin ligase substrate adaptor DDA1 in Arabidopsis. Spanish National Biotechnology Centre. Superior Council for Scientific Research, Madrid, Spain.

JIAO, J., TSUJITA, M.,J. AND D. y MURR,P (1986). Effects of paclobutrazol and A-Rest on growth, flowering, leaf carbohydrate and leaf senescence in „Nellie White“ Easter lily (*Lilium longiflorum* Thumb.). *Scientia Horticulturae*. 30: 135-141.

JORDÁN M. y CASARETTO J. (2006). Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas. *Fisiología Vegetal*. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile15: xx-xx Capítulo XV

KHALATBARI A., JAAFAR H., MAHMOOD M., OTHMAN R. Y KHALATBARI M. (2015). Arabidopsis plants adapt to different water regimes: An integrated analysis of growth, development and gene expression. WFL Publisher Science and Technology. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.13 (1): 120-124.

LATIMER, J. y WHIPKER, B (2012) Selecting and Using Plant Growth Regulators on Floricultural Crops. College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University.

LI, JenLiao, (2000). Postharvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulfate and sucrose National Kaohsiung Normal University. Department of Biotechnology. Kaohsiung, Taiwan.

MARASSI, M.A. (2007) Hormonas vegetales. Universidad Nacional del Nordeste. Chaco. <http://www.biologia.edu.ar/plantas/hormona.htm>.

MARTÍNEZ, P (1994). The influence of environmental conditions of mild winter climate on the physiological behaviour of protected crops. *Acta Horticulturae* 357, 29-48.

MASCARINI, L., DELFINO, O., VILLELLA, F (2001). Evapotranspiration of two *Gerbera jamesonii* cultivars in hydroponics: adjustment of models for greenhouses. *Acta Horticulturae* 554, 261-269.

MASCARINI, L., LORENZO, G., VILLELLA, F (2006). Leaf area index, water index and red: far red ratio calculated by spectral reflectance and its relation with plant architecture and cut rose production. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 131:3,313-319

MELGAREJO, L (2010). Experimentos en Fisiología Vegetal, ISBN: 978-958-719-668-9. Universidad Nacional de Colombia Primera edición, Colombia.

MOK, D. y MOK, M. (2001). "Cytokinin Metabolism and Action". *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 52, pp. 89-118.

ORTÍZ-CASTRO R, VALENCIA-CANTERO E, y LOPEZ-BUCIO J. 2008. Plant growth promotion by *Bacillus megaterium* involves cytokinin signaling. *Plant Signal Behav*,3: 263-265.

PENG YB, ZOU C, WANG DH, GONG HQ, XU ZH, and BAISN (2006). Preferential localization of abscisic acid in primordial and nursing cells of reproductive organs of *Arabidopsis* and cucumber. *New Phytologist*, 170: 459-466.

PÉREZ Y MARTÍNEZ-LABORDE. (1994). Introducción a la Fisiología Vegetal. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 123 pp.

PÉREZ-GARCÍA A., ROMERO D. y DE VICENTE, A. (2011). Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of Bacilli in agriculture *Current Opinion in Biotechnology*, 22:187–193.

PINHEIRO C, ANTONIO C, ORTUNO M, DOBREV P, HARTUNG W, and THOMAS-OATES J (2011). Initial water deficit effects on *Lupinus albus* photosynthetic performance, carbon metabolism, and hormonal balance: metabolic reorganization prior to early stress responses. *J Exp Bot.* 62(14):4965–74. doi: 10.1093/jxb/err194.

POSPÍŠILOVÁ J., RULCOVÁ J., VOMÁČKA L (2001) Effect of benzyladenine and hidroxybenzyladenosine on gas exchange of bean and sugar beet leaves. *Biol. Plant.* 44: 523-528

PRADO, F (1996). Fisiología y bioquímica del estrés: Respuesta de las plantas al ambiente. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

RABIEI, B., HATAMZADEH, A., HASSANPOUR , M., GANDABY, M. and CHAMANI, E. (2008), *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, Benzyladenine (BA), Silver Thiosulphate, Isfahan University of Technology, Isfahan- Iran

RAYEN, P., EVERT, R., EICHHORN, S (1999). *Biology of plants*. Sixth edition. W.H Freeman and Company Worth Publishers. pp. 686-693.

REID, M (2009). *Postcosecha y manejo de las flores de corte*. Universidad de California, Davis, CA, 95616, Ediciones Hortitecnia Ltda, ISBN: 978-958-97911-2-7

RONDÓN, J.G (1997). Informe final de la consultoría técnica sobre el diagnóstico de la situación del cultivo de flores en Colombia. CORPOICA. Bogotá, Colombia.

SAFI, M., BULAD, A., BLAWENAH, A., and BASHABSHEH, I. (2007). Water Use Efficiency, Flower Yield and Quality of *Lilium aziatische* Irrigated with Different Water Types. International Journal Of Agriculture y Biology 2, 264-266

SAKAKIBARA, H (2012). Cytokinins: activity, biosynthesis, and translocation. Riken Plant Science Center, Tsurumi, Yokohama 230-0045, Japan

SAUTER A, DAVIES W. y HARTUNG W (2001). The long-distance abscisic acid signal in the droughted plant: the fate of the hormone on its way from root to shoot. Journal of Experimental Botany 52: 1991-1997.

SHINOZAKI K, YAMAGUCHI-SHINOZAKI K, ySEKI M (2003). Regulatory network of gene expression in the drought and cold stress responses. Curr. Opin. Plant Biol. 6, 410-417.

SHINOZAKI, K. y K. YAMAGUCHI-SHINOZAKI (2007). Gene networks involved in drought stress response and tolerance. J. Exp. Bot. 58(2), 221-227.

STEPANOVA, A. y ALONSO, J. (2005). Ethylene signaling and response pathway: A unique signaling cascade with a multitude of inputs and outputs. Physiol. Plantarum 123:195-206.

TAIZ, L. y E. ZEIGER. (2006). Plant Physiology. 4th ed. Sinauer Associates, Sunderland, MA, 764 pages.

TAIZ, L. y ZEIGER, E. (2010) Plant Physiology, Fifth Edition. Sinauer Associates. Sunderland, MA. (In press)

TAYANA, H.; LARSON, R.; HAMMER, P. y ROLL, T. (1992). On the use of chemical growth regulators on floriculture crops. Ohio Florists' Association. Columbus, Ohio, USA.

TIAN, D (2008). Container production and post-harvest handling of Lotus (Nelumbo) and micropropagation of Herbaceous Peony (Paeonia). Auburn University. ISBN 0549857435. p. 165

UNCCD (2016). United Nations Convention to Combat Desertification. The world's dry areas. Disponible en: <http://knowledge.unccd.int/publications/worlds-dry-areas>

VAN IEPEREN, W. VAN MEETEREN, U. NIJSSE, J. 2002. Embolism repair in cut flower stems: a physical approach. *Postharvest Biology and Technology* 25: 1–14

VANSTRAELEN, M. y BENKOVA, E (2012). Hormonal Interactions in the Regulation of Plant Development. Faculty of Science and CEITEC, Masaryk University, Annual Review of Cell and Developmental Biology. Vol. 28: 463-487, Czech Republic.

VIVEROS, C. (2011) Identificación de características asociadas con la mayor eficiencia en el uso de agua para la producción de caña de azúcar. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia, pp: 69-71

WANG, J. Yu, J. Chen, T. Zhang, Z. Hao, Y. Zhang, J. y Chen, S. (2005). Functional analysis of a putative Ca²⁺ channel gene TaTPC1 from wheat. *J. Exp. Bot.* 56(422), 3051-3060

WEAVER, R.J. (1980). Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. Editorial Trillas, México, 622 p.

WHITMAN C., HEINS, R, MOE, R. y FUNNELL, K. (2001). GA₄₊₇ plus benzyladenine reduce foliar chlorosis of *Lilium longiflorum* Department of Horticulture, Michigan State University, East Lansing, MI, USA.

ZAMUDIO, R. (2004) Sobre impactos ambientales de la floricultura en colombiana. En: La floricultura y los derechos humanos. Nota a propósito de la Reunión de ONGS ambientalistas en Washington con el embajador de Colombia en Estados Unidos Alberto Moreno. Ed. Pilar Rueda (Oxfam). 17 pp: 15-17.

ZHANG L, OHTA A, TAKAGI M, y IMAI R (2000). Expression of plant group 2 and group 3 lea genes in *Saccharomyces cerevisiae* revealed functional divergence among LEA proteins. *J. Biochem.* 127, 511-516.

ZHANG S. y W. OUTLAW (2001). Abscisic acid introduced into the transpiration stream accumulates in the guard cell apoplast and causes stomatal closure. *Plant Cell Environment.* 24, 1045- 1054.

APÉNDICE

Tabla 7. ANOVA del peso relativo a 3 DDC de *Lilium sp.* para dos riegos con distintas aplicaciones del 6-BAP.

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
riego	1	1833	1833	9.3	0.003
varie	2	7198.3	3599.2	18.3	0.000
tratam	3	360.21	120.07	0.6	0.610
riegovar	2	1683.3	841.63	4.3	0.017
riegotra	3	681.3	227.1	1.2	0.331
varietra	6	348.57	58094	0.3	0.938
riegovar	6	1957.1	326.18	1.7	0.139
Residual	96	18869	196.55		
Total	119	32931			

Tabla 8 . ANOVA del peso relativo a 6 DDC de *Lilium sp.* para dos riegos con distintas aplicaciones del 6-BAP.

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
riego	1	1098.1	1098.1	7.1	0.009
varie	2	5208.2	2604.1	16.9	0.000
tratam	3	813.54	271.18	1.8	0.160
riegovar	2	700.68	350.34	2.3	0.108
riegotra	3	728.5	242.83	1.6	0.200
varietra	6	655.44	109.24	0.7	0.642
riegovar	6	1375.6	229.27	1.5	0.190
Residual	96	14772	153.87		
Total	119	25352			

Tabla 9 . ANOVA del peso relativo a 9 DDC de *Lilium sp.* para dos riegos con distintas aplicaciones del 6-BAP.

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
riego	1	578.6	578.6	4.3	0.042
varie	2	4679.3	2339.6	17.2	0.000
tratam	3	828.92	276.31	2.0	0.114
riegovar	2	754.62	377.31	2.8	0.067
riegotra	3	735.61	245.2	1.8	0.152
varietra	6	756.29	126.05	0.9	0.479
riegovar	6	829.89	138.31	1.0	0.418
Residual	96	13045	135.89		
Total	119	22208			

Tabla 10. ANOVA del peso relativo a 12 DDC de *Lilium sp.* para dos riegos con distintas aplicaciones del 6-BAP.

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
riego	1	608.85	608.85	4.0	0.048
varie	2	7998.5	3999.2	26.4	0.000
tratam	3	1141.5	380.5	2.5	0.063
riegovar	2	546.53	273.26	1.8	0.170
riegotra	3	1090.9	363.62	2.4	0.072
varietra	6	686.37	114.39	0.8	0.606
riegovar	6	621.05	103.51	0.7	0.663
Residual	96	14521	151.26		
Total	119	27214			

Tabla 11 . ANOVA del peso relativo a 15 DDC de *Lilium sp.* para dos riegos con distintas aplicaciones del 6-BAP.

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
riego	1	1066.6	1066.6	2.5	0.114
varie	2	128845	64422	153.8	0.000
tratam	3	7581.4	2527.1	6.0	0.001
riegovar	2	1459.1	729.53	1.7	0.181
riegotra	3	4929.8	1643.3	3.9	0.011
varietra	6	5328.5	888.08	2.1	0.058
riegovar	6	2883	480.5	1.1	0.341
Residual	96	39362	418.74		
Total	119	191455			

Tabla 12. ANOVA del peso seco final de flor de *Liliumsp.* en la evaluación de riego restringido y aplicación de fitohormonas para uso eficiente del agua.

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Variedad	1	77.224	77.224	37.3	0.000*
Riego	1	5.618	5.618	2.7	0.104*
Tratamiento	3	0.287	0.09567	0.0	0.987*
Var x riego	1	19.801	19.801	9.6	0.003*
Var x Tratamiento	3	64.165	2.1388	1.0	0.384*
Riego x Tratamient	3	7.937	2.6457	1.3	0.289*
Variedad x riego	3	62.505	2.0835	1.0	0.396*
Residual	64	132.49	2.0701		
Total	79	256.02			

*Significativo ($p \leq 0,05$)

Tabla 13. ANOVA del peso seco final de tallo de *Lilium sp.* en la evaluación de riego restringido y aplicación de fitohormonas para uso eficiente del agua.

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Variedad	1	2474.2	2474.2	66.1	0.000*
Riego	1	46.36	46.36	1.2	0.270
Tratamiento	3	307.57	102.52	2.7	0.050*
Var x riego	1	174.35	174.35	4.7	0.035*
Var x Tratamiento	3	139.6	46.534	1.2	0.301
Riego x Tratamient	3	373.65	124.55	3.3	0.025*
Variedad x riego	3	391.68	130.56	3.5	0.021*
Residual	64	2394.2	37.409		
Total	79	6301.6			

*Significativo ($p \leq 0,05$)

Tabla 14. ANOVA del peso seco total de la vara (flor, hoja, tallo) de *Liliumsp.* en la evaluación de riego restringido y aplicación de fitohormonas para uso eficiente del agua.

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Variedad	1	0.03705	0.03705	6.3	0.015*
Riego	1	0.00013	0.00013	0.0	0.884
Tratamiento	3	0.03018	0.01006	1.7	0.175
Var x riego	1	0.00141	0.00141	0.2	0.626
Var x Tratamiento	3	0.0091	0.00303	0.5	0.674
Riego x Tratamient	3	0.00483	0.00161	0.3	0.845
Variedad x riego	3	0.03219	0.01073	1.8	0.153
Residual	64	0.37751	0.0059		
Total	79	0.49239			

*Significativo ($p \leq 0,05$)

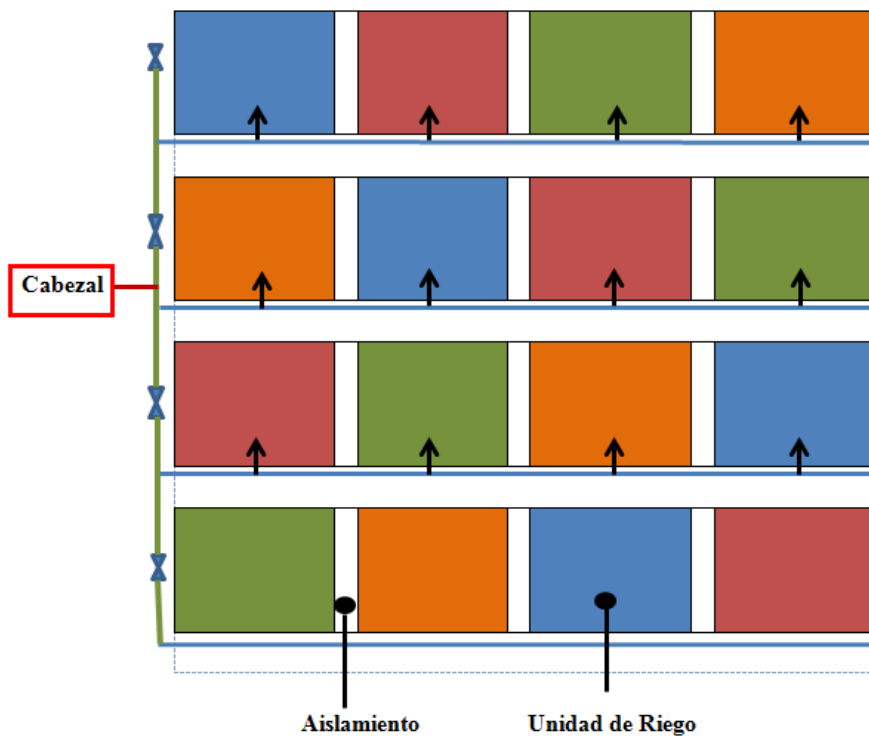
Tabla 15. ANOVA de la vida en florero de la vara de *Lilium* sp. en la evaluación de riego restringido y aplicación de fitohormonas para uso eficiente del agua.

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Variedad	1	6.05	6.05	10.3	0.002*
Riego	1	3.2	3.2	5.4	0.023*
Tratamiento	3	2.45	0.81667	1.4	0.254
Var x riego	1	7.2	7.2	12.3	0.001*
Var x Tratamiento	3	1.45	0.48333	0.8	0.486
Riego x Tratamient	3	6.7	2.2333	3.8	0.014*
Variedad x riego	3	2.9	0.96667	1.6	0.188
Residual	64	37.6	0.5875		
Total	79	67.55			

*Significativo ($p \leq 0,05$)

Tabla 16. Ficha Técnica de la fitohormona 6 – BAP aplicada en la evaluación.

Nombre del producto	Promotor de crecimiento de las plantas 6-BA(6-benzylamino purina) citoquinina.
Clasificación	Regulador de crecimiento vegetal/agroquímicos
Nombre químico	N-phenylmethyl-1H-purin-6-amine
Física y propiedades químicas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formula empírica: C₁₂H₁₅N₅ 2. Peso molecular: 225.26 3. Punto de fusión: 230-233°C 4. Descripción: Polvo cristalino blanco, ligeramente soluble en agua, soluble en etanol y soluciones ácidas.
Especificaciones	99%TC



1	r1. Riego localizado con dos líneas de riego programado + h1+h2+h3
2	r2. Riego localizado con tres líneas de riego programado + h1+h2+h3
3	r3. Riego localizado con cuatro líneas de riego programado + h1+h2+h3
4	r4. Riego localizado con cinco líneas de riego programado + h1+h2+h3

Figura 23. Diseño con cuatro operaciones de riego y tres híbridos de *Lilium* sp.

Tabla 17. Aplicaciones fertirriego para tres variables postcosecha en *Liliumsp.* para desarrollo vegetativo en la evaluación de riego restringido y aplicación de fitohormonas para uso eficiente del agua.

Modificación Álvarez Sánchez, 2008

Para crec.	N	P	K	S	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	
Vegetativo		(P ₂ O ₅)	(K ₂ O)	(SO ₄)			
TOTAL (mg/litro)	2160	189,15	91,242	189,01	211,05	186,67	47,328
			2	6			
	1,0	0,5	1,0		1,0	0,3	
	N	P	K		Ca	Mg	
Preparación de un tanque:	2000	L					
	g/l	conc 1:	1				
	final						
Sulfato de amonio	0,1	200					
Nitrato de Potasio	0,3	600					
Nitrato de calcio	1,1	2200					
Fosfato mono potásico	0,18	360					
Sulfato de magnesio	0,48	960					
	2,16						

Tabla 18. Aplicaciones fertirriego para tres variables postcosecha en *Liliumsp.* para floración en la evaluación de riego restringido y aplicación de fitohormonas para uso eficiente del agua.

Modificación Álvarez Sánchez, 2008							
Para floración	N	P	K	S	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	
		(P2O5)	(K2O)	(SO4)			
TOTAL (mg/litro)	2335	189,15	38,0175	285,57	345,54	186,67	47,328
	1,0	0,2	1,5		1,0	0,3	
	N	P	K		Ca	Mg	
Preparación de un tanque de	2000	L					
	g/l	conc	1: 1				
	final						
Sulfato de amonio	0,1	200	g				
Nitrato de Potasio	0,3	600	g				
Nitrato de calcio	1,1	2200	g				
Fosfato mono potásico	0,075	150	g				
Sulfato de magnesio	0,48	960	g				
Sulfato de potasio	0,28	560	g				
	2,335						



Figura 24. Facultad de Agronomía-Sede Devoto (1). Comparación de canteros en diferentes fases fenológicas del cultivo, bajo condiciones óptimas de agua RN y restringidas RR en perlita (2,3,4). Uso de mallas de sombreo en el cultivo (3). Desarrollo de pimpollos (5). Cultivares de *Lilium sp.* *Ol* (rojo), *Br* (rosa), *Go* (amarillo) (6).



Figura 25. Medidor de clorofila Spad-502 (7). Data Logger Li-COR 1400 (8). Espectrofotómetro Cropscan (9, 11). Ph-metro portátil Hanna HI 9813-5 + CE/TDS/°C (12). Extractores de solución de suelo (10). Cantero con perlita y cintas de riego (13).



Figura 26. Sonda de extracción de nutrientes(14). Sonda volumétrica (16). Toma de pesos de cada vara con balanza (15). Plantas con mulch negro antes del paso del Espectrofotómetro (17). Varas en postcosecha en probetas con agua destilada y sello plástico (19). Canteros con 2 y 5 cintas de riego Cropsan (20).



23



Figura 27. Identificación de probetas por tipo de riego y tratamiento (21). Embolsado e identificación de tratamientos a la tercera flor senescente y su posterior secado en estufa (22,23), para su posterior pesado.