

Trabajo Final de grado

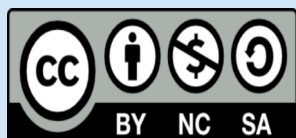
Díaz, Gustavo Daniel

Efecto de diferentes niveles de restricción hídrica sobre la calidad de la vara floral de *Lilium longiflorum* 'Forza red' en invernadero

Instituto de Ingeniería y Agronomía

2026

*Carrera: Licenciatura en Ciencias
Agrarias*



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.

Atribución – No comercial – Compartir igual 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Díaz, G. D. (2026). Efecto de diferentes niveles de restricción hídrica sobre la calidad de la vara floral de *Lilium longiflorum* 'Forza red' en invernadero [Trabajo Final de grado, Universidad Nacional Arturo Jauretche].

<https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/3701>

UNIVERSIDAD NACIONAL ARTURO JAURETCHE

Licenciatura en Ciencias Agrarias

**Efecto de diferentes niveles de restricción
hídrica sobre la calidad de la vara floral de
Lilium longiflorum 'Forza red' en invernadero**

Díaz Gustavo Daniel

Legajo 35986
gustavod87@gmail.com

Tutor: Ing. Agr. Gabriel Lorenzo

Co-tutora: Lic. Mariel González

Buenos Aires 2026

Agradecimientos

A Dios, por darme la fortaleza, la salud y la perseverancia para culminar esta importante etapa de mi vida.

A mi **tutor Gabriel Lorenzo** y **co-tutora Mariel González**, por su valioso apoyo, guía constante y profunda dedicación a lo largo de todo este proceso. Gracias por compartir su conocimiento conmigo, por orientarme en cada decisión técnica y por su compromiso incondicional para que este proyecto llegara a buen puerto.

A las **docentes de la materia**, Mariana Garbi y Diana Frezza, por su paciencia infinita, su vocación y entrega en cada clase. Gracias por ser el motor que impulsó e incentivó la realización de este trabajo de investigación, por desafiar mis límites académicos y por sembrar en mí la curiosidad científica necesaria para llevar adelante este ensayo.

A la **docente** Libertad Mascarini, por haber sido la persona que me impulsó e incentivó a realizar esta carrera, y por los inolvidables viajes de extensión que compartimos, colmados de aprendizaje y compañerismo.

A mis **colegas de trabajo**, de la Escuela Juan O. Hall y del GET QOM, por su enorme compañerismo, comprensión y apoyo diario. Gracias por brindarme el espacio y el aliento necesarios para poder balancear mis responsabilidades laborales con las exigencias académicas de esta tesis; su respaldo fue fundamental para no bajar los brazos.

A mi **familia**, mi pilar fundamental y el motor de mi vida. A mis padres, Blanca y Pedro, hermanos y sobrinos, por su amor incondicional, su paciencia y su fe ciega en mis capacidades. Este logro es tan suyo como mío, gracias por comprender mis ausencias y por ser mi refugio seguro en los momentos de mayor cansancio.

A mis **compañeros de estudio y amigos**, por estar siempre presentes, por escucharme y por regalarme esos hermosos momentos de distensión y risas tan necesarios para despejar la mente y renovar energías durante este intenso camino. Gracias por recordarme la importancia de disfrutar el trayecto.

A todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, aportaron un grano de arena, un consejo o una palabra de aliento para hacer posible la culminación de este sueño.

¡Muchísimas gracias a todos!

Índice

RESUMEN:	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
HIPÓTESIS	6
MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
Tratamientos	7
Muestreo y registro de variables	9
Diseño experimental	9
Análisis estadístico	10
RESULTADOS	11
Altura de la vara floral.....	11
Dinámica de desarrollo foliar	13
Evolución del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)	15
Temperatura foliar	16
DISCUSIÓN.....	19
CONCLUSIONES	26
CONSIDERACIONES FINALES	27
BIBLIOGRAFÍA.....	30
ANEXOS.	34

Efecto de diferentes niveles de restricción hídrica sobre la calidad de la vara floral de *Lilium longiflorum* 'Forza Red' en invernadero

RESUMEN:

A nivel mundial, el cultivo de *Lilium* como flor de corte posee una alta relevancia económica, posicionándose en el quinto lugar de las flores más comercializadas. No obstante, la producción florícola convencional demanda elevados volúmenes de agua, cuya disponibilidad y óptima calidad representan una limitante creciente. Por este motivo, resulta crucial optimizar la gestión del recurso hídrico y mejorar la eficiencia en su uso sin comprometer la calidad estética y comercial del producto final. El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de diferentes regímenes de irrigación sobre los atributos de calidad de la vara floral de *Lilium* híbrido L.A. 'Forza Red' bajo condiciones de invernadero. Se establecieron tres tratamientos: riego normal diario (RN), riego restringido en días alternos (RR1) y riego restringido con intervalos de dos días sin riego (RR2). Se evaluaron variables morfológicas (altura de la vara y número de hojas) y fisiológicas/ópticas (temperatura foliar e Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Los resultados revelaron que, entre los parámetros evaluados, únicamente la temperatura foliar se vio influenciada de manera significativa ($p < 0,05$) por los regímenes de riego, permaneciendo la altura, el desarrollo foliar y el NDVI homogéneos entre tratamientos. Estos hallazgos demuestran que la disponibilidad hídrica constituye el factor crítico en la capacidad de termorregulación de la planta

y que la restricción hídrica aplicada actúa como una estrategia viable de ahorro de agua sin demeritar los estándares de calidad comercial del cultivo.

Palabras clave: irrigación, riego deficitario, floricultura.

INTRODUCCIÓN

El género *Lilium sp*, se consolida como uno de los principales componentes en los mercados internacionales, destacando tanto en el segmento de flores de corte como en el de plantas de maceta (Samantaray et al., 2024). Su producción masiva en diversas regiones del planeta y su elevado volumen de transacciones en los canales de distribución global reafirman la enorme trascendencia económica que posee este cultivo dentro de la industria florícola actual.

Se posiciona como uno de los productos más destacados dentro del segmento de flores de corte, de acuerdo con reportes recientes de Royal FloraHolland (2026), durante campañas de alta demanda macroeconómica como San Valentín, ubicándose en el quinto lugar de comercialización global, precedido por la rosa, el tulipán, el crisantemo y la Gerbera.

En Argentina el cultivo de *Lilium* y su comercialización creció significativamente gracias a la demanda de flores no tradicionales. La producción nacional de bulbos es inexistente, siendo importados de Holanda (Scoponi y Marinangeli, 2014).

En la producción florícola intensiva, la disponibilidad de agua de riego con características óptimas, constituye uno de los principales factores limitantes del rendimiento. Por lo tanto, resulta fundamental optimizar los volúmenes de agua aplicados e incrementar la eficiencia en el uso del agua (EUA) permitiendo un manejo sostenible del recurso sin comprometer los estándares comerciales del producto final (Lorenzo et al., 2017).

Actualmente, esta preocupación se ha intensificado debido a la creciente escasez de recursos hídricos dulces y al deterioro de la calidad del agua disponible para uso agrícola. El aumento de la demanda de agua, los efectos del cambio climático, la contaminación de las fuentes superficiales y subterráneas, y los procesos de salinización han incrementado la presión sobre los sistemas de producción, convirtiendo la gestión eficiente del recurso hídrico en una de las principales preocupaciones para la agricultura moderna (Ingrao et al., 2023; Musie y Gonfa, 2023).

Los cultivos intensivos dependen principalmente de este recurso. El uso eficiente del agua, junto con la aplicación de tecnología como el sistema de riego por goteo, podrían disminuir el consumo de la misma. “El riego deficitario controlado es una técnica de manejo que permite limitar el consumo de agua de la planta sin que se vea drásticamente reducido el rendimiento” (Lorenzo et al., 2017).

La implementación de riego restringido es una práctica utilizada en distintos cultivos, que permite un uso eficiente del agua durante la producción.

En cultivos de remolacha se ha demostrado que tratamientos de riego deficitario moderado aumentan significativamente la eficiencia instantánea del uso del agua y mejoran la tolerancia a la sequía influyendo en la producción de materia seca. Sin embargo, el riego deficitario severo, redujo el rendimiento (Li et al., 2019). En *Cyclamen hederifolium* se determinó que una reducción del 50% en el aporte de agua no generó pérdidas en la calidad de la planta. Por el contrario, este régimen deficitario intermedio optimizó la eficiencia en el uso del agua y promovió el mayor desarrollo del tubérculo y del índice de área foliar (Yildirim et al., 2009).

La tolerancia de las especies ornamentales a la reducción moderada del aporte hídrico, sin que esto se traduzca en deméritos drásticos de sus parámetros morfológicos de calidad, encuentra un firme respaldo en lo reportado por Granados (2022) en geranio (*Pelargonium x hortorum*).

De acuerdo con dos Santos Coêlho et al. (2025), el éxito de una especie ornamental sometida a regímenes de riego deficitarios radica en su plasticidad para coordinar el movimiento estomático y activar el ajuste osmótico antes de que ocurra una deshidratación letal de los tejidos. En este sentido, un manejo del riego deficitario que imite las fases de 'estrés temprano' o moderado permite un ahorro sustancial del recurso hídrico.

Al respecto, Ucar y Kazaz (2015) evaluaron los efectos de diferentes programaciones de riego sobre el rendimiento de la flor de corte en *Lilium*

orientalis 'Casa Blanca', determinando que es posible aplicar reducciones controladas en las láminas de agua sin detrimento de los estándares de calidad.

En la actualidad hay escaso conocimiento sobre los efectos adversos del estrés abiótico en el crecimiento y desarrollo de *Lilium* para flor cortada. Por tal motivo es de gran importancia evaluar y cuantificar la eficiencia en el uso del agua en un cultivo de *Lilium*, mediante riego restringido, específicamente en el cultivar *Lilium longiflorum*, 'Forza Red'.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes restricciones hídricas sobre los parámetros de calidad y rendimiento de la vara floral en *Lilium longiflorum* 'Forza Red'.

Objetivos específicos

1. Determinar el impacto de tres frecuencias de riego sobre las variables de crecimiento vegetativo, específicamente la altura de la planta, la tasa de aparición de hojas y temperatura.
2. Monitorear la evolución del índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) sobre el canopeo del cultivo, bajo los distintos tratamientos hídricos a lo largo del ciclo.
3. Cuantificar altura y número de hojas de la vara floral al momento de la cosecha.

4. Comparar los componentes de rendimiento entre los tratamientos para identificar el nivel de la restricción hídrica que optimice el uso de agua sin afectar negativamente la vara floral.

HIPÓTESIS

La restricción hídrica durante el cultivo de *Lilium longiflorum* 'Forza Red' afecta la calidad final de la vara floral.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica del experimento

El ensayo se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA), Escuela Juan O. Hall sede Devoto, en un invernadero metálico con techo parabólico de 6,40 m x 24 m, ubicado (34° 35' LS, 58°29' LO; 25 m.s.n.m), con orientación NNO-SSE.

La plantación se llevó a cabo en un sistema de cultivo sin suelo sobre tres canteros elevados, donde se colocaron cajones de polipropileno, de 40 cm de ancho x 60 cm de largo y 30 cm de profundidad. Se utilizaron nueve cajones por cantero. Como sustrato se empleó perlita (Perlome®), un material de naturaleza químicamente inerte, ampliamente utilizado en sistemas de cultivo sin suelo.

Para el desarrollo del ensayo se utilizaron bulbos de *Lilium longiflorum* x asiático LA de la variedad 'Forza Red', Con un crecimiento desde plantación a cosecha de

90 días, con una altura promedio de 130 - 140 cm y diámetro de bulbo de 20 a 22 cm. (Jan de Wit en Zonen B.V., s.f.). Los bulbos importados de Holanda, fueron adquiridos a la empresa Florarbulbos® (Buenos Aires, Argentina).

Se colocaron 10 bulbos por cajón, correspondiente a una densidad de 42 bulbos/m², luego se realizó una selección aleatoria de una planta (unidad experimental) por cajón para continuar con las mediciones.

Tratamientos

Diseño del sistema de riego

El aporte de agua al cultivo se realizó mediante cintas de riego por goteo, dispuestas en tres líneas por cantero, con emisores separados 30 cm entre sí. La programación de los riegos se realizó mediante un controlador automático, estableciendo una duración constante de 5 minutos por evento. Dichos volúmenes fueron suministrados de manera fraccionada mediante un programador de riego automático marca Aqualin®, distribuyendo los pulsos de irrigación según el esquema cronológico detallado en la **Tabla 1**.

La dosis de riego de referencia se estimó mediante el método de Penman-Monteith modificado por la FAO (Allen et al., 1998), utilizando los coeficientes ajustados para cultivos de flor cortada por Mascarini et al. (2001). A partir de dicha metodología, se determinó una necesidad hídrica base de 1,7 L.m⁻².día, lo que equivale a una demanda teórica semanal acumulada de aproximadamente 12 L.m⁻². semana⁻¹ para el tratamiento de Riego Normal (RN), satisfaciendo el 100% de la

evapotranspiración del cultivo (ETC). A partir de este volumen control, se calcularon las dosis para los tratamientos de déficit hídrico, aplicando una reducción del 50% para el Riego Medio (RM) y del 70% para el Riego Restringido (RR), lo que resultó en aportes semanales de 6 L.m⁻². semana⁻¹ y 3,6 L.m⁻². semana⁻¹, respectivamente.

Los tratamientos de déficit hídrico se generaron modificando la frecuencia de riego, mediante la aplicación de diferentes períodos de suspensión de la irrigación para cada tratamiento, los cuales se detallan a continuación:

Riego Normal (RN): programado con cuatro riegos al día, todos los días.

Riego Restringido uno (RR1): programado con cuatro riegos al día, día por medio.

Riego Restringido dos (RR2): programado con cuatro riegos al día, cada dos días.

Tabla 1. Esquema de la frecuencia de irrigación y suministro hídrico según el tratamiento experimental durante un ciclo de 7 días. Nota. Los casilleros marcados con "X" indican los días en que se efectuó la aplicación de agua en cada tratamiento durante el ciclo semanal.

Días de riego y distribución semanal para cada tratamiento en un ciclo de 7 días							
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7
Riego normal RN (control)	X	X	X	X	X	X	X
Riego Restringido 1 RR1 (moderado)	X		X		X		X
Riego restringido 2 RR2 (Severo)	X			X			X

Muestreo y registro de variables

El monitoreo del cultivo se llevó a cabo semanalmente sobre un grupo de plantas seleccionadas de forma aleatoria. En cada individuo se midió la altura de la planta con una cinta métrica, considerando la longitud desde la base del tallo hasta el ápice.

Se determinó el número de hojas mediante el conteo directo de las estructuras completamente expandidas. Asimismo, se registró el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) mediante un sensor GreenSeeker (modelo RT100). El monitoreo de la temperatura foliar se realizó con un termómetro Infrarrojo Digital Pirometro Laser 380° Axen

Diseño experimental

El diseño experimental fue en bloques completos, y 3 tratamiento con 3 repeticiones por tratamiento (n=27). (**Figura 1**)

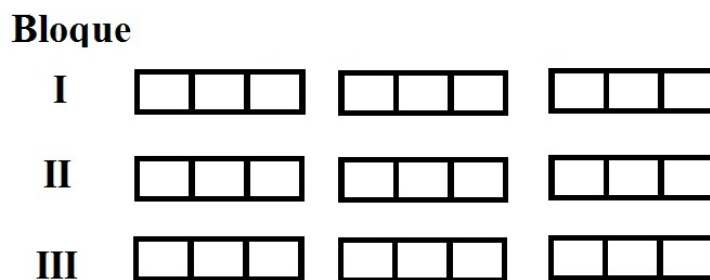


Figura 1. Disposición del diseño experimental en bloques.

Análisis estadístico

Los datos recolectados fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ANOVA) tras verificar los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Para la comparación de medias de los tratamientos se empleó la prueba de Tukey, estableciendo un nivel de significancia de 5% ($\alpha = 0,05$). Todo el procesamiento de los datos y el análisis estadístico se ejecutó mediante el software especializado InfoStat (versión estudiantil) (Di Rienzo et al., 2020).

Tabla 2: Cronograma de actividades realizadas

N°	Actividades	Meses										
		Jul.	Ag.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.
1	Preparación de canteros.	X										
	Llenado con perlita.	X										
	Instalación de cintas de riego	X										
4	Plantación de bulbos.		X									
5	Recolección de datos.			X	X							
6	Ordenamiento de datos.					X						
7	Procesamiento estadístico.						X					
8	Análisis de información.									X		
9	Redacción del informe.										X	X

RESULTADOS

Altura de la vara floral

El análisis de la altura de la vara floral a lo largo del ciclo fenológico reveló un patrón de crecimiento continuo, uniforme y de tendencia lineal en todos los grupos evaluados, sin registrarse diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos en ninguna de las fechas de muestreo. Al inicio del período de mediciones (02 de septiembre), el material vegetal exhibió una marcada homogeneidad estructural, con valores promedio que oscilaron entre los 34,5 cm y 38,1 cm para los tratamientos de restricción hídrica severa (RR2) y moderada (RR1), respectivamente (**Tabla 3**). Esta uniformidad se mantuvo inalterada a medida que avanzó el ciclo de cultivo. Hacia la última evaluación (28 de octubre), las plantas alcanzaron su altura máxima, registrando valores terminales próximos a los 120 cm, en los tres regímenes hídricos (RN, RR1 y RR2), con curvas de crecimiento prácticamente superpuestas entre sí. Estos resultados demuestran de manera contundente que los niveles de restricción hídrica impuestos mediante la variación en la frecuencia de días de riego no limitaron la división ni la elongación celular en el eje caulinar de *Lilium longiflorum* 'Forza Red'.

El hecho de que las plantas bajo déficit moderado y severo hayan alcanzado una longitud idéntica a las del tratamiento control (RN) sugiere una notable tolerancia morfológica del cultivar 'Forza Red' al estrés hídrico moderado, o bien, denota que la estrategia de riego automatizado implementada (turnos de 5 minutos) permitió

mantener el potencial de turgencia mínimo requerido para sostener el crecimiento vertical del tallo, sin comprometer su estándar de calidad comercial en términos de longitud.

Tabla 3. Evolución temporal de la altura de la vara floral (cm) de *Lilium longiflorum* 'Forza Red' bajo tres regímenes de restricción hídrica. Medias seguidas por una misma letra dentro de una misma columna no presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$). $\pm$ indica el Error Estándar (E.E.); ns: significativo.

Fechas	02-sep	09-sep	16-sep	23-sep	30-sep	07-oct	21-oct	28-oct
Tratamiento								
RN (control)	35,89 $\pm$ 1,77 a	47,56 $\pm$ 1,64 a	60,11 $\pm$ 1,66 a	75,00 $\pm$ 1,87 a	82,68 $\pm$ 3,68 a	90,22 $\pm$ 2,33 a	99,56 $\pm$ 2,56 a	123,56 $\pm$ 3,15 a
RR1 (Moderado)	38,11 $\pm$ 1,77 a	48,33 $\pm$ 1,64 a	62,00 $\pm$ 1,66 a	76,56 $\pm$ 1,87 a	82,57 $\pm$ 3,68 a	89,56 $\pm$ 2,33 a	99,67 $\pm$ 2,56 a	119,33 $\pm$ 3,15 a
RR2 (Severo)	34,56 $\pm$ 1,77 a	48,00 $\pm$ 1,64 a	61,44 $\pm$ 1,66 a	74,33 $\pm$ 1,87 a	79,08 $\pm$ 3,68 a	85,61 $\pm$ 2,33 a	93,68 $\pm$ 2,56 a	114,44 $\pm$ 3,15 a
P valor	0,3709 (ns)	0,9454 (ns)	0,7135 (ns)	0,6936 (ns)	0,7334 (ns)	0,3365 (ns)	0,1989 (ns)	0,1451 (ns)

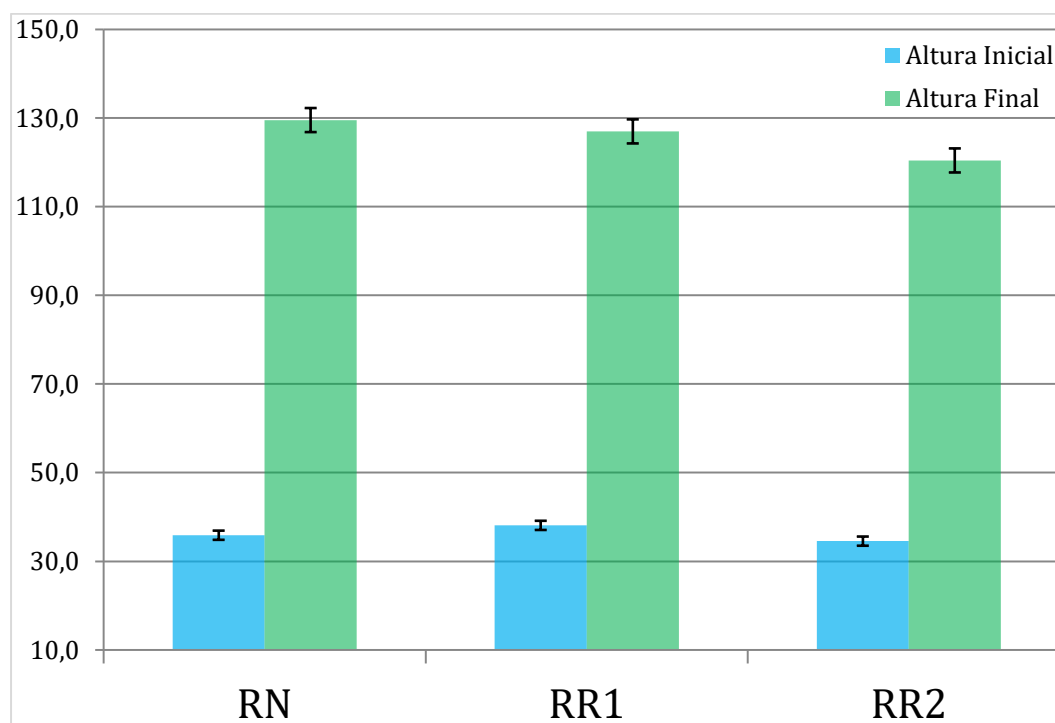


Figura 2. Comparación de altura promedio inicial y final, de la vara floral (cm) de *Lilium longiflorum* 'Forza Red' sometido a tres regímenes de restricción hídrica. RN: Riego Normal, RR1: Riego Restringido 1, RR2: Riego Restringido 2.

El análisis comparativo entre la altura registrada al inicio del ensayo y al momento de la cosecha, confirmó la ausencia de efectos significativos ($p > 0,05$) por parte de los regímenes de restricción hídrica sobre el desarrollo longitudinal acumulado de *Lilium longiflorum*. Al comienzo de las evaluaciones, las plantas presentaron una altura promedio uniforme, situándose en un rango estrecho de 34,6 cm a 38,1 cm, lo que ratifica estadísticamente que las unidades experimentales partieron de una condición de desarrollo morfológico homogénea. Tras la aplicación continua de los tratamientos de riego durante todo el ciclo, la evaluación final reflejó un incremento longitudinal notable y equitativo en todos los grupos. La **Figura 2**, muestra que las barras correspondientes a la cosecha final del tratamiento de riego normal (RN) como los tratamientos con restricción moderada (RR1) y severo (RR2) alcanzaron valores terminales equivalentes, estabilizando en torno a los 120,4 cm y 129,6 cm. Desde el punto de vista agronómico, este comportamiento resalta que la ganancia neta de altura, variación del crecimiento entre el estado inicial y final, fue de aproximadamente 80 cm en todos los casos.

Dinámica de desarrollo foliar

El número de hojas no presentó diferencias significativas entre tratamientos durante la mayor parte del período evaluado. Al inicio del período de muestreo (02 de septiembre), las unidades experimentales exhibieron un conteo foliar homogéneo, situándose en un rango promedio de 48 a 54 hojas por planta, sin diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p > 0,5$). Esta igualdad basal confirma la uniformidad en la tasa de emergencia foliar previa a la

estabilización de los regímenes de restricción. A medida que avanzó el ciclo cronológico durante el mes de septiembre, la tasa de aparición de nuevas hojas mantuvo una pendiente ascendente y constante en las tres curvas (RN, RR1 y RR2), demostrando que la diferenciación de nudos en el meristema apical continuó activa a pesar de la disminución del agua en el sustrato. Sin embargo, al final del ciclo de la fase de desarrollo foliar (mes de octubre), se detectaron diferencias significativas ($p = 0,0288$), observándose un mayor número de hojas en el tratamiento RR2 (11,89 hojas) respecto del tratamiento RN (7,56 hojas), mientras que RR1 mostró valores intermedios (8,56 hojas) sin diferir estadísticamente de los restantes tratamientos (**Tabla 4**). Sin embargo, el desarrollo foliar tendió a estabilizarse, alcanzando el máximo número de hojas expandidas previo a la diferenciación biológica hacia la etapa reproductiva (apertura de botones florales). Al igual que lo observado en la variable altura, el número final de hojas no manifestó diferencias estadísticas significativas entre el testigo irrigado a capacidad de campo (RN) y los tratamientos bajo restricción moderada (RR1) y severa (RR2), convergiendo todos en valores terminales equivalentes.

Tabla 4. Evolución temporal del desarrollo foliar de *Lilium longiflorum* 'Forza Red' bajo tres regímenes de restricción hídrica, ns: no significativo; ***: altamente significativo

Fechas	02-sep	09-sep	16-sep	23-sep	30-sep
Tratamiento					finalizado
RN (control)	54,00 ± 3,16 a	14,44 ± 0,72 a	18,89 ± 1,23 a	7,56 ± 1,12 a	
RR1 (Moderado)	48,68 ± 3,16 a	13,56 ± 0,72 a	20,67 ± 1,23 a	8,56 ± 1,12a b	
RR2 (Severo)	49,22 ± 3,16 a	13,00 ± 0,72 a	19,44 ± 1,23 a	11,89 ± 1,12 b	
P valor	0,4329 (ns)	0,4344 (ns)	0,6299 (ns)	< 0,0288 (***)	

Evolución del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)

Los valores de NDVI permanecieron relativamente estables durante gran parte del ciclo de cultivo (**Tabla 5**). En las primeras etapas del ensayo (principios de septiembre), el índice se mantuvo en valores elevados y homogéneos para todos los tratamientos, situándose en un rango de 0,81 a 0,83 ($p > 0,05$), lo que demuestra que el aparato fotosintético y la arquitectura del follaje no sufrieron alteraciones iniciales debido al espaciamiento de los riegos. No obstante, a medida que el estrés hídrico se prolongó en el sustrato se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en algunas fechas puntuales. El 9 de septiembre el tratamiento RN presentó valores superiores respecto de RR1, mientras que el 7 de octubre los tratamientos sometidos a restricción hídrica registraron valores significativamente mayores que el control. Al finalizar el ensayo, el tratamiento RN alcanzó el mayor valor de NDVI (0,91), diferenciándose estadísticamente de RR1 y RR2, que presentaron valores similares (0,88). A pesar de estas diferencias puntuales, los valores de NDVI se mantuvieron elevados en todos los

tratamientos, indicando una adecuada cobertura y actividad fotosintética del cultivo.

Tabla 5. Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) promedio en la cosecha de *Lilium longiflorum* 'Forza Red' sometido a tres regímenes de restricción hídrica; ns: no significativo, ***: altamente significativo

Fechas	02-sep	09-sep	16-sep	23-sep	30-sep	07-oct	21-oct	28-oct
Tratamiento								
RN (control)	0,83 ± 0,01 a	0,86 ± 4,9 b	0,85 ± 4,3 a	0,86 ± 4,0 a	0,85 ± 0,01 a	0,69 ± 0,03 a	0,88 ± 0,01 a	0,91 ± 0,01 b
RR1 (Moderado)	0,83 ± 0,01 a	0,84 ± 4,9 a	0,85 ± 4,3 a	0,86 ± 4,0 a	0,86 ± 0,01 a	0,86 ± 0,03 b	0,87 ± 0,01 a	0,88 ± 0,01 a
RR2 (Severo)	0,81 ± 0,01 a	0,85 ± 4,9 a b	0,86 ± 4,3 a	0,86 ± 4,0 a	0,86 ± 0,01 a	0,82 ± 0,03 b	0,87 ± 0,01 a	0,88 ± 0,01 a
P valor	0,6288 (ns)	<0,0380 (***)	0,2114 (ns)	0,3967 (ns)	0,3005 (ns)	<0,0017 (***)	0,4270 (ns)	<0,0112 (***)

Temperatura foliar

El monitoreo de la temperatura foliar reveló que esta variable actuó como un indicador fisiológico precoz y altamente sensible frente al estrés hídrico, registrando variaciones estadísticas altamente significativas ($p < 0,0001$) en múltiples fechas a lo largo del período evaluado (**Tabla 6**). Al inicio del ensayo (02 de septiembre), las plantas de todos los tratamientos exhibieron un comportamiento térmico homogéneo y sin diferencias significativas ($p > 0,05$), con registros basales situados entre los 11,7 °C y 12,5 °C. Sin embargo, una semana después (09 de septiembre), comenzaron a registrarse diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,0001$): observándose temperaturas foliares más elevadas en las plantas sometidas a restricción hídrica. Esta tendencia se acentuó hacia el final del ciclo. El tratamiento de riego normal (RN) se mantuvo refrigerado en 14,1

°C, mientras que las plantas bajo restricción moderada (RR1) y severa (RR2) incrementaron su temperatura de forma conjunta por encima de los 16,5 °C, agrupándose en el mismo rango de significancia de Tukey. Tras una fluctuación generalizada el 16 de septiembre, atribuible a condiciones microclimáticas de alta radiación ambiental en el invernadero, el comportamiento diferencial se acentuó drásticamente hacia finales de mes. El 23 de septiembre, mientras RN y RR1 permanecieron estables y estadísticamente idénticos entre sí (14,7 °C a 16,6 °C), el tratamiento de restricción severa (RR2) mostró un aumento significativo, alcanzando los 23,5 °C. Esta tendencia hacia la diferenciación culminó el 28 de octubre con una separación lineal perfecta en tres rangos de Tukey distintos (letras a, b y c), donde RN presentó la menor temperatura foliar (25,5 °C), RR1 adoptó una posición intermedia (30,3 °C) y RR2 exhibió el mayor estrés térmico, promediando los 34,02 °C.

Tabla 6. Evolución de la temperatura foliar (°C) en función de las semanas, en plantas durante el ciclo de evaluación de *Lilium longiflorum* 'Forza Red' bajo tres regímenes de restricción hídrica; ns no significativo; ***: altamente significativa.

Fechas	02-sep	09-sep	16-sep	23-sep	30-sep	07-oct	21-oct	28-oct
Tratamiento								
RN (control)	11,79 ± 0,27 a	14,19 ± 0,12 a	23,18 ±0,82 a	14,72 ± 0,65 a	17,81±0, 69 a	12,53±0, 71 a	19,04 ±0,38 a	25,57±0, 32 a
RR1 (Moderado)	11,77 ± 0,27 a	16,57 ± 0,12 b	25,48 ± 0,82 a	16,69 ± 0,65 a	19,69±0, 69 a	16,02±0, 71 b	16,77 ±0,38 b	30,33±0, 32 b
RR2 (Severo)	12,47 ± 0,27 a	16,72 ± 0,12 b	25,18 ± 0,82 a	23,53±0, 65 b	23,17±0, 69 b	25,80±0, 71 c	20,77±0, 38 c	34,02±0, 32 c
P valor	0,1388 (ns)	< 0,0001 (***)	0,1166 (ns)	< 0,0001 (***)	< 0,0001 (***)	< 0,0001 (***)	< 0,0001 (***)	< 0,0001 (***)

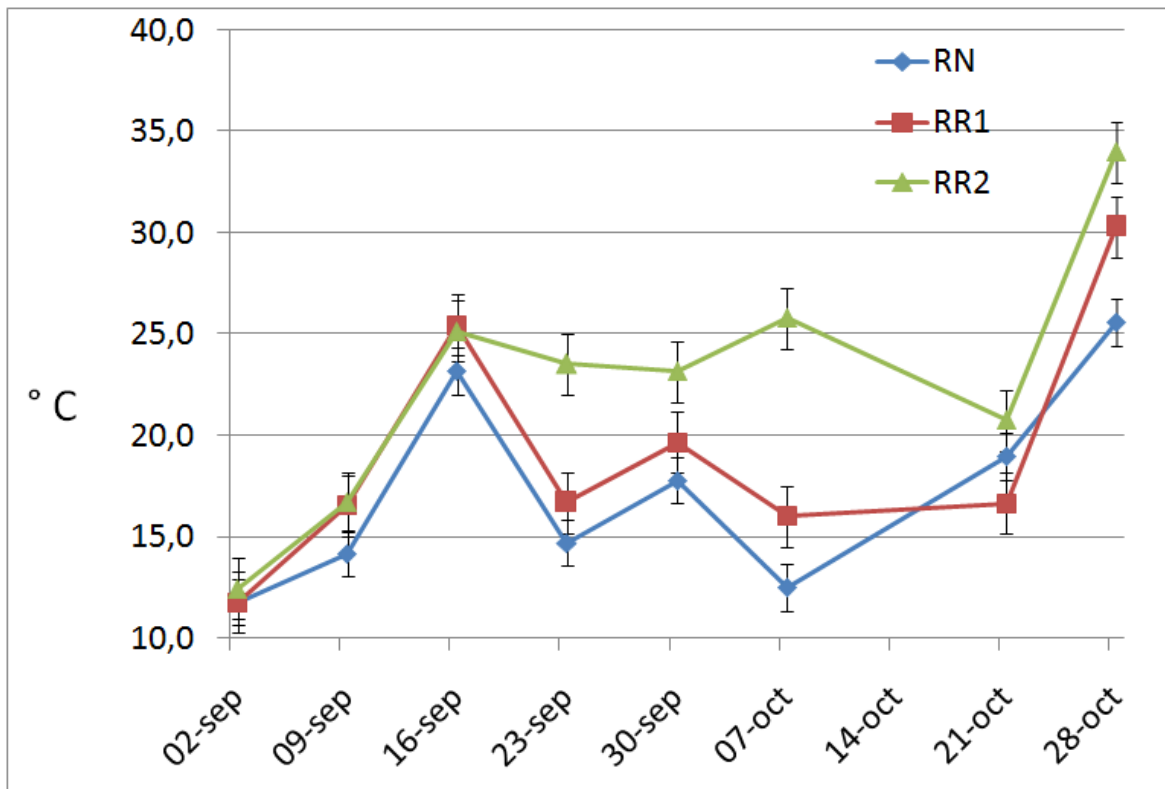


Figura 3. Evolución de la temperatura de la cubierta foliar (°C) a lo largo de las semanas. Los tratamientos de Riego Restringido (RR2 y RR1) muestran una mayor temperatura que el de Riego Normal (RN)

El análisis temporal, la reestructuración de los datos térmicos expuesta en la **Figura 3**, permite contrastar de manera directa y discreta la magnitud del impacto del déficit hídrico sobre la temperatura del conopeo de *Lilium longiflorum* 'Forza Red'. Este enfoque gráfico resalta cómo la acumulación del estrés hídrico modificó el equilibrio termorregulador de las plantas. Mientras que en las fases iniciales del ensayo los tratamientos (RN, RR1 y RR2) se mantuvieron en valores promedio equivalentes e inferiores a los 13 °C ($p > 0,05$), el avance del ciclo generó una brecha térmica creciente y estadísticamente significativa ($p < 0,0001$) entre el testigo completamente irrigado y los grupos con restricción. Hacia los momentos

de mayor demanda evaporativa, la separación de los tratamientos se manifestó con total claridad: el tratamiento de Riego Normal (RN) se consolidó como el sistema más eficiente en disipación de calor, logrando las temperaturas más bajas.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que la restricción hídrica aplicada durante el ciclo de cultivo no produjo efectos significativos sobre la altura final de las plantas de *Lilium longiflorum* 'Forza Red'. Aunque se observó una tendencia a menores valores de altura en el tratamiento con restricción severa (RR2), las diferencias no alcanzaron significancia estadística. Estos resultados sugieren que el nivel de estrés impuesto fue tolerado por las plantas sin comprometer significativamente el crecimiento longitudinal del tallo. La ausencia de una reducción significativa en la altura podría indicar que la intensidad y duración de la restricción hídrica no fueron suficientes para superar el umbral de estrés a partir del cual se limita de manera irreversible la expansión celular y el crecimiento vegetal (Wach y Skowron, 2022).

Diversos estudios han demostrado que la respuesta del crecimiento vegetativo al déficit hídrico depende de la intensidad, duración y momento de aplicación del estrés (Bandurska, 2022; Oguz et al., 2022; Wach y Skowron, 2022).

Los procesos moleculares y fisiológicos asociados a la tolerancia al déficit hídrico y a la eficiencia en el uso del agua (EUA) han sido ampliamente investigados,

dado que constituyen componentes esenciales de las complejas respuestas adaptativas que permiten a las plantas enfrentar condiciones ambientales adversas (Osakabe et al., 2014). La sequía representa uno de los principales factores de estrés abiótico y ejerce efectos sobre múltiples niveles de organización de la planta, desde los mecanismos celulares y metabólicos hasta el crecimiento y desarrollo de los órganos. Las alteraciones provocadas por la escasez de agua suelen afectar la absorción y el transporte de nutrientes, así como diversos procesos metabólicos, lo que puede traducirse en una reducción del área foliar y en modificaciones en la asignación de fotoasimilados entre los distintos órganos de la planta (Lisar et al., 2012). Sin embargo, para hacer frente a estas condiciones, las plantas despliegan una combinación de estrategias de evitación y tolerancia al estrés hídrico.

En especies ornamentales, restricciones moderadas pueden no generar reducciones importantes en variables morfológicas debido a mecanismos de ajuste fisiológico que permiten mantener el crecimiento bajo condiciones de menor disponibilidad hídrica (Mantilla Alarcón et al., 2024). Se ha reportado que diversas especies ornamentales responden al déficit hídrico mediante mecanismos fisiológicos y morfológicos, entre ellos la regulación estomática, el ajuste osmótico y cambios anatómicos, que favorecen el mantenimiento del estado hídrico y la continuidad del crecimiento durante períodos de estrés moderado (Giordano et al., 2021; Oguz et al., 2022), aunque dichos mecanismos no fueron evaluados directamente en este estudio.

Los resultados obtenidos coinciden parcialmente con los reportados por Lorenzo et al. (2017), quienes observaron que la aplicación de riego deficitario controlado en *Lilium* no necesariamente afecta de manera inmediata las variables de crecimiento, aunque sí genera modificaciones fisiológicas detectables en el estado hídrico de las plantas. De manera similar, Mantilla Alarcón (2017) encontró que algunos cultivares de *Lilium* presentan capacidad de adaptación a restricciones moderadas de agua, manteniendo parámetros de crecimiento aceptables bajo condiciones controladas.

Por otra parte, el mayor número de hojas registrado en RR2 al final de la fase de desarrollo foliar podría estar asociado a variaciones en la dinámica de crecimiento y senescencia foliar inducidas por el estrés hídrico. Sin embargo, debido a que las diferencias sólo fueron observadas en una fecha puntual, estos resultados deben interpretarse con cautela y requerirían estudios complementarios para confirmar su significado fisiológico.

La ausencia de diferencias en el número total de hojas podría atribuirse a la naturaleza bulbosa de la especie. En *Lilium*, el crecimiento inicial depende en gran medida de las reservas de carbohidratos acumuladas en las escamas del bulbo y de procesos de desarrollo establecidos previamente a la emergencia. Debido a ello, el potencial de emisión foliar se encuentra parcialmente determinado antes de la plantación y puede mantenerse relativamente estable frente a déficits hídricos moderados. Asimismo, las reservas energéticas almacenadas en el bulbo contribuyen a sostener el crecimiento inicial del brote, amortiguando los efectos

del estrés sobre variables relacionadas con la formación y supervivencia de hojas (Lazare et al., 2018; Li et al., 2019).

La estimación de parámetros relacionados con la vegetación mediante información espectral se fundamenta en las diferencias de reflectancia que presentan los tejidos fotosintéticamente activos en las regiones del rojo y del infrarrojo cercano del espectro electromagnético. Entre los índices más empleados se encuentra el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), el cual permite identificar y cuantificar la cobertura vegetal a partir de la relación entre la reflectancia registrada en dichas bandas espectrales. Numerosos estudios han demostrado una estrecha asociación entre el NDVI y diversas características estructurales y funcionales de la vegetación, tales como la biomasa, el índice de área foliar y la productividad primaria neta. Debido a ello, este índice es ampliamente utilizado como una medida indirecta de estos atributos. Los valores de NDVI cercanos a cero suelen indicar una escasa cobertura vegetal o la presencia de vegetación senescente, mientras que valores próximos a uno reflejan una elevada proporción de biomasa fotosintéticamente activa (Girimonte y García Front, 2020).

Los valores de NDVI obtenidos fueron elevados durante todo el ciclo de cultivo y mostraron escasas diferencias entre tratamientos. Esto indicaría que la actividad fotosintética y el nivel general de cobertura vegetal se mantuvieron relativamente estables a pesar de las restricciones de agua aplicadas. El NDVI suele disminuir cuando el estrés hídrico afecta severamente el contenido de clorofila, la expansión foliar o la biomasa aérea (Peñuelas y Filella, 1998; Wach y Skowron, 2022;

Gholinia, y Abbaszadeh, 2024). La ausencia de reducciones marcadas en este índice sugiere que el nivel de estrés alcanzado no fue suficiente para provocar daños importantes sobre la funcionalidad fotosintética del cultivo. Estos resultados coinciden con observaciones realizadas en ornamentales sometidas a estrés moderado, donde las respuestas fisiológicas preceden a los cambios detectables mediante índices espectrales de vegetación (Granados, 2022; Lorenzo, 2016; Ucar y Kazaz, 2015; Yildirim et al., 2009).

El incremento en los valores de NDVI se halla habitualmente asociado a una mayor disponibilidad de agua y constituye una respuesta frecuente en los cultivos, ya que el déficit hídrico limita procesos esenciales para el crecimiento vegetal, como la expansión celular y el desarrollo del área foliar (Escobar et al., 2018). Cuando la disponibilidad de agua disminuye, la elongación de las células se reduce e incluso puede detenerse, lo que repercute directamente sobre el crecimiento de la planta, dado que la restricción hídrica afecta en mayor medida la expansión celular que los procesos de división celular (Lisar et al., 2012; Franco-Navarro et al., 2025).

Sin embargo, la reducción del aporte de agua no necesariamente conduce a un deterioro del desempeño del cultivo. En determinadas condiciones, las plantas pueden mantener un estado hídrico adecuado mediante la activación de mecanismos anatómicos, morfológicos y fisiológicos que favorecen la conservación y captación de agua. La eficacia de estas respuestas, así como su impacto sobre el crecimiento y el rendimiento, dependen en gran medida de la

intensidad del déficit y del momento fenológico en que éste se manifieste (Escobar et al., 2018).

La ausencia de reducciones marcadas en este índice sugiere que la intensidad del estrés hídrico aplicada no fue suficiente para provocar alteraciones significativas en la actividad fotosintética o en la estructura del dosel vegetal. Este comportamiento coincide con antecedentes que indican que, bajo condiciones de déficit hídrico moderado, las respuestas fisiológicas de las plantas, como la disminución de la conductancia estomática o modificaciones en la eficiencia fotosintética, suelen manifestarse antes que los cambios detectables mediante índices espectrales de vegetación, los cuales generalmente reflejan respuestas acumulativas asociadas a variaciones en el contenido de clorofila, el área foliar o la biomasa (Giordano et al., 2021; Qin et al., 2021).

La variable que mostró una respuesta más consistente frente a la restricción hídrica fue la temperatura foliar. A partir de las primeras semanas de evaluación se registraron incrementos significativos en los tratamientos RR1 y RR2 respecto del control (RN), siendo RR2 el tratamiento que alcanzó los valores más elevados hacia el final del ensayo. Desde una perspectiva ecofisiológica, este aumento térmico progresivo ($RN < RR1 < RR2$) se explica por la restricción de la conductancia estomática; una respuesta adaptativa clave para mitigar la pérdida de agua ante la menor disponibilidad hídrica en el sustrato. Al disminuir la apertura estomática, se interrumpe el enfriamiento evaporativo (pérdida de calor latente), provocando que la energía solar absorbida se disipe en forma de calor sensible y

eleve la temperatura del tejido foliar por encima de la ambiental (Taiz y Zeiger, 2006; Franco-Navarro et al., 2025).

En consecuencia, la temperatura de la cubierta vegetal constituye uno de los indicadores más sensibles y tempranos del estrés hídrico en cultivos hortícolas y ornamentales. Las alteraciones en este parámetro suelen detectarse antes que los cambios morfológicos o estructurales, debido a que la disipación de calor mediante la transpiración resulta más efectiva que la arquitectura vegetal cuando la disponibilidad hídrica es adecuada (Lin et al., 2017). En este sentido, el incremento térmico observado demuestra que, aunque las restricciones hídricas alteraron significativamente el estado energético y la tasa de transpiración del cultivo, el cierre estomático precedió a cualquier efecto sobre el crecimiento vegetativo. Esto coincide con estudios que señalan que las respuestas fisiológicas al déficit hídrico anteceden a los cambios macroscópicos detectables, especialmente en especies ornamentales bajo estrategias de riego deficitario (Luna-Flores et al., 2015; Liu et al., 2022; Bawa et al., 2023; López-Rendón et al., 2024).

En conjunto, estos hallazgos demuestran que las restricciones evaluadas fueron suficientes para inducir respuestas fisiológicas de adaptación, pero no alcanzaron niveles críticos capaces de afectar significativamente la altura final de la vara ni el vigor general del cultivo. Desde una perspectiva productiva, estos resultados evidencian la viabilidad de implementar estrategias de ahorro de agua sin comprometer el desarrollo vegetativo de las plantas. No obstante, resulta

indispensable complementar esta evaluación con variables comerciales adicionales, como peso de la vara, diámetro del tallo, número de botones florales y calidad poscosecha, para determinar el impacto real sobre el rendimiento económico. Al respecto, el uso de riego restringido y controlado, formulado a partir de la evapotranspiración del cultivo (ET_c), se consolida como una herramienta eficaz para incrementar la eficiencia en el uso del agua en la producción de *Lilium*, logrando ahorros sustanciales del recurso sin comprometer la presentación comercial final de las varas florales (Mantilla Alarcón et al., 2024).

CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados y bajo las condiciones experimentales en las que se desarrolló esta investigación, se puede concluir que:

La disponibilidad hídrica es el factor crítico determinante en la termorregulación del cultivo. La frecuencia de irrigación ejerce un control directo sobre el comportamiento biofísico de *Lilium longiflorum* 'Forza Red', donde la restricción hídrica severa (RR2) provocaría un cierre estomático adaptativo para mitigar la pérdida de agua, este incremento térmico en el tejido foliar se presenta como un factor que podría acelerar la tasa de desarrollo fenológico, propiciando un adelantamiento en la apertura de los botones florales.

Las variables morfológicas de calidad comercial exhiben una alta estabilidad estructural frente al déficit hídrico. Tanto la altura final de la vara floral, como la

dinámica de emisión foliar, resultaron insensibles a los tratamientos de restricción impuestos (RR1 y RR2).

El aparato fotosintético y el vigor del cultivo manifestaron una elevada resiliencia fisiológica. Las evaluaciones no destructivas a través del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) demostraron que, a pesar del estrés térmico y la alteración de la economía del agua interna del vegetal, la densidad del conopeo, el verdor foliar y la integridad de los pigmentos fotosintéticos, mantuvieron una alta estabilidad estructural a lo largo del ciclo, registrando variaciones marginales sólo en etapas muy puntuales del desarrollo.

El riego deficitario es una estrategia agronómica viable y sustentable para la producción de Liliium 'Forza Red'. Desde una perspectiva técnico-comercial, es posible optimizar el uso del recurso hídrico en invernadero aplicando intervalos de restricción hídrica (en días alternos o con dos días de suspensión de riego). Estas prácticas permiten generar un ahorro sustancial de agua de buena calidad, la cual representa una limitante productiva creciente, sin comprometer los estándares de calidad estética, densidad foliar, arquitectura y longitud de vara exigidos por el mercado florícola internacional.

CONSIDERACIONES FINALES

La presente investigación no sólo valida la viabilidad agronómica del riego deficitario controlado en el cultivo de Liliium, sino que también abre una ventana de discusión fundamental en el ámbito de la ecofisiología vegetal. Los resultados

obtenidos marcan un punto de partida para repensar cómo las estrategias de optimización hídrica alteran el microclima interno de la planta y, potencialmente, su ciclo biológico.

Un hallazgo de especial interés científico es la estrecha relación entre la restricción de agua, y el consecuente incremento térmico en las hojas de los tratamientos RR1 y RR2. En la fisiología de especies bulbosas, el desarrollo fenológico y la tasa de diferenciación de los órganos reproductivos están fuertemente regulados por el tiempo térmico (grados-día acumulados). Bajo esta premisa, el incremento sostenido de la temperatura observado en las plantas, bajo estrés hídrico podría inducir un adelantamiento en la diferenciación y apertura de la vara floral (antesis). Este fenómeno de "escapar al estrés" acelerando el ciclo reproductivo es una respuesta evolutiva conocida en diversas especies, pero requiere ser cuantificada con precisión en el género *Lilium*.

Dado que el alcance de este estudio se centró primordialmente en los parámetros de calidad morfológica estructural y el monitoreo térmico transitorio, se considera de vital importancia diseñar y ejecutar un ensayo futuro específicamente estructurado para verificar esta hipótesis. Para esta próxima línea de investigación, se recomienda incorporar los siguientes enfoques complementarios:

- Cronología fenológica precisa: Registrar los días exactos transcurridos desde la brotación hasta la aparición del botón floral, el estado de color y la apertura total de la flor en cada tratamiento, determinando si existe un acortamiento real del ciclo comercial.

- Monitoreo de la acumulación térmica: Correlacionar los datos térmicos continuos del follaje con modelos de tiempo térmico para evaluar si el calor sensible acumulado por la falta de enfriamiento transpiratorio acelera la tasa de desarrollo.
- Calidad poscosecha y vida en florero: Evaluar si un potencial adelantamiento de la floración inducido por estrés térmico/hídrico altera la longevidad de la flor cortada, el contenido de carbohidratos solubles o la susceptibilidad al marchitamiento una vez comercializada.

Comprender con exactitud si el riego restringido permite programar o anticipar las cosechas, sin demeritar la calidad de la vara, ofrecerá a los productores florícolas una herramienta de manejo predictivo de gran valor estratégico, permitiéndoles acoplar la oferta de flor de corte a las ventanas de mayor demanda y mejor precio en el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., y Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Bandurska, H. (2022). Drought stress responses: Coping strategy and resistance. *Plants*, 11(7), 922. <https://doi.org/10.3390/plants11070922>

Bawa, G., Yu, X., Liu, Z., Zhou, Y., y Sun, X. (2023). Surviving the foes: Regulatory mechanisms of stomatal function in response to drought and salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, 210, 105291. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2023.105291>

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., y Robledo, C. W. (2020). InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <https://www.infostat.com.ar/>

dos Santos Coêlho, E., da Silva Ribeiro, J. E., da Silva, E. F., y Lucas Lima, J. V. (2025). Melatonin enhances drought tolerance in *Zinnia elegans* through osmotic adjustment and stomatal regulation. *Agronomy*, 15(11), Artículo 2571. <https://doi.org/10.3390/agronomy15112571>

Escobar, H., Solís de Ovando, L., Contreras, D., Baginsky, C., Arenas, J., y Silva, H. (2018). Efecto de la disponibilidad de agua de riego en chíá. *Interciencia*, 43(1), 55–61.

Franco-Navarro, J. D., Padilla, Y. G., Álvarez, S., Calatayud, Á., Colmenero-Flores, J. M., Gómez-Bellot, M. J., Hernández, J. A., Martínez-Alcalá, I., Penella, C., Pérez-Pérez, J. G., Sánchez-Blanco, M. J., Tasa, M., y Acosta-Motos, J. R. (2025). Advances in water-saving strategies and crops adaptation to drought: A comprehensive review. *Physiologia Plantarum*, 177(4), Artículo e70332. <https://doi.org/10.1111/ppl.70332>

Gholinia, A., y Abbaszadeh, P. (2024). Agricultural drought monitoring: A comparative review of conventional and satellite-based indices. *Atmosphere*, 15(9), 1129. <https://doi.org/10.3390/atmos15091129>

Giordano, M., Petropoulos, S. A., Cirillo, C., y Rouphael, Y. (2021). Biochemical, physiological, and molecular aspects of ornamental plants adaptation to deficit irrigation. *Horticulturae*, 7(5), Artículo 107. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7050107>

Girimonte, P., y García Fronti, J. (2020). Índice NDVI y clasificación de áreas. *Revista de Investigación en Modelos Matemáticos*, 7(1), 39–52.

Granados N. C. (2022). Efecto de la aplicación de estrés hídrico y de déficit de fósforo (P) sobre el crecimiento y tamaño de *Pelargonium x hortorum* [Trabajo de fin de estudios, Universidad de Almería]. Repositorio Institucional de la Universidad de Almería. <http://hdl.handle.net/10835/16966>

Ingrao, C., Strippoli, R., Lagioia, G., y Huisinigh, D. (2023). Water scarcity in agriculture: An overview of causes, impacts and approaches to reduce the risks. *Heliyon*, 9(8), e18507. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18507>

Jan de Wit en Zonen B.V. (s.f.). Forza Red. Surtido de Azucenas/Lilium. Recuperado el 14 de junio de 2026, de <https://www.jandewitenzonen.com/es/assortment/lily/1271/Forza-Red/>

Lazare, S., Burgos, A., Brotman, Y., y amp; Zaccai, M. (2018). The metabolic (under)groundwork of the lily bulb toward sprouting. *Physiologia Plantarum*, 163(4), 436–449. <https://doi.org/10.1111/ppl.12685>

Li, Y., Liu, N., Fan, H., Su, J., Fei, C., Wang, K., y Kisekka, I. (2019). Effects of deficit irrigation on photosynthesis, photosynthate allocation, and water use efficiency of sugar beet. *Agricultural Water Management*, 223, 105701. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105701>

Lin, H., Chen, Y., Zhang, H., Fu, P., y Fan, Z. (2017). Stronger cooling effects of transpiration and leaf physical traits of plants from a hot dry habitat than from a hot wet habitat. *Functional Ecology*, 31(12), 2202–2211. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12923>

Lisar, S. Y. S., Motafakkerazad, R., Hossain, M. M., & Rahman, I. M. M. (2012). Water stress in plants: Causes, effects and responses. En I. M. M. Rahman & H. Hasegawa (Eds.), *Water Stress* (pp. 1–14). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/39363>

Liu, H., Song, S., Zhang, H., Li, Y., Niu, L., Zhang, J., y Wang, W. (2022). ABA, ROS, and Ca²⁺ signaling transduction in plant stomatal closure in response to drought. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(23), 14824. <https://doi.org/10.3390/ijms232314824>

López-Rendón, J. F., Rodríguez-Hernandez, P., Meneses Buitrago, D. H., y López-Peñafiel, H. V. (2024). Respuesta fisiológica de *Solanum phureja* bajo déficit hídrico. *Agronomía Mesoamericana*, 35(1), Artículo 55692. <https://doi.org/10.15517/am.2024.55692> Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377418319826>

Lorenzo, G. A. (2016). Efecto del riego deficitario controlado en tres especies de plantas ornamentales cultivadas en maceta. En Actas del III Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos (IFRH 2016). Instituto Nacional del Agua (INA). https://www.ina.gob.ar/ifrh-2016/trabajos/IFRH_2016_paper_70.pdf

Lorenzo, G. A., Neves, S., Gonzalez, M. N., y Díaz, G. (2017). Riego deficitario controlado en liliun: efecto sobre el contenido relativo de agua en hojas y la duración poscosecha de flores [Ponencia]. Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos, Mendoza, Argentina. <https://bdigital.uncu.edu.ar/fichas.php?idobjeto=9744>

Luna-Flores, W., Estrada-Medina, H., Morales Maldonado, E. R., y Álvarez-Rivera, O. O. (2015). Estrés vegetal por déficit hídrico: una revisión. Revista Iberoamericana de Ciencias, 2(1), 163-172. https://www.researchgate.net/publication/283777734_Plant_stress_by_water_deficit_A_review

Mantilla Alarcón, G. A. (2017). Riego restringido y aplicación de fitohormonas para uso eficiente del agua en distintos cultivares de Lilium sp. Con seguimiento por métodos no destructivos [Tesis de maestría, Universidad de Buenos Aires]. Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n6337_MantillaAlarcon.pdf

Mantilla Alarcón, G. A., Lorenzo, G. A., y Mascarini, L. (2024). Effects of water stress on the post-harvest quality of cut Lilium flowers. Ornamental Horticulture, 30, e242647. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v30.e242647>

Mascarini, L., Delfino, O. S., y Vilella, F. (2001). Evapotranspiration of two gerbera jamesonii cultivars in hydroponics: adjustment of models for greenhouses. Acta Horticulturae, 554, 261–270. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.554.27>

Musie, W., y Gonfa, G. (2023). Fresh water resources, scarcity, water salinity problems and potential solutions: A review. Heliyon, 9(8), e18685. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18685>

Oguz, M. C., Aycan, M., Oguz, E., Poyraz, I., y Yildiz, M. (2022). Drought stress tolerance in plants: Interplay of molecular, biochemical and physiological responses in important development stages. Physiologia, 2(4), 180–197. <https://doi.org/10.3390/physiologia2040015>

Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K., & Tran, L. S. P. (2014). Response of plants to water stress. *Frontiers in Plant Science*. Volume 5. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00086>

Peñuelas, J., y Filella, I. (1998). Visible and near-infrared reflectance techniques for diagnosing plant physiological status. *Trends in Plant Science*, 3(4), 151-156. [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(98\)01213-8](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(98)01213-8)

Qin, Q., Wu, Z., Zhang, T., Sagan, V., Zhang, Z., Zhang, Y., Zhang, C., Ren, H., Sun, Y., Xu, W., y Zhao, C. (2021). Optical and thermal remote sensing for monitoring agricultural drought. *Remote Sensing*, 13(24), 5092. <https://doi.org/10.3390/rs13245092>

Royal FloraHolland. (2026, 12 de febrero). Busy times at Royal FloraHolland in the run-up to Valentine's Day: 464 million flowers sold. Royal FloraHolland. <https://www.royalfloraholland.com/en/news-2026/week-7/busy-times-at-royal-floraholland-in-the-run-up-to-valentines-day-464-million-flowers-sold>

Samantaray, P., Nayak, A., Pradhan, I., Pattanaik, A., Sahoo, R., y Mohanty, S. (2024). Lilium: A high value cut flower production guide for lucrative return. *Journal of Scientific Research and Reports*, 30(6), 67-86. <https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i62022>

Scoponi, L., y Marinangeli, P. A. (2014). Factibilidad de la producción de bulbos de lilium para floricultura comercial en Argentina. *Revista del Instituto Internacional de Costos*, (Edición especial), 78-108. <http://200.49.237.216/handle/123456789/4348>

Taiz, L., y Zeiger, E. (2006). *Fisiología Vegetal* (Vol. 2). Publicacions de la Universitat Jaume I.

Ucar, Y., y Kazaz, S. (2015). The effects of different irrigation schedulings on the cut flower performance of Oriental Lily 'Casa Blanca'. *Research for Rural Development*, 82-87.

Wach, D., y Skowron, P. (2022). An overview of plant responses to the drought stress at morphological, physiological and biochemical levels. *Polish Journal of Agronomy*, 50, 25–34. <https://doi.org/10.26114/pja.iung.435.2022.04>

Yildirim, M., Akcal, A., y Kaynas, K. (2009). The response of *Cyclamen hederifolium* to water stress induced by different irrigation levels. *African Journal of Biotechnology*, 8(6), 1069-1073. <https://doi.org/10.5897/AJB09.056>

ANEXOS

Ubicación del Predio

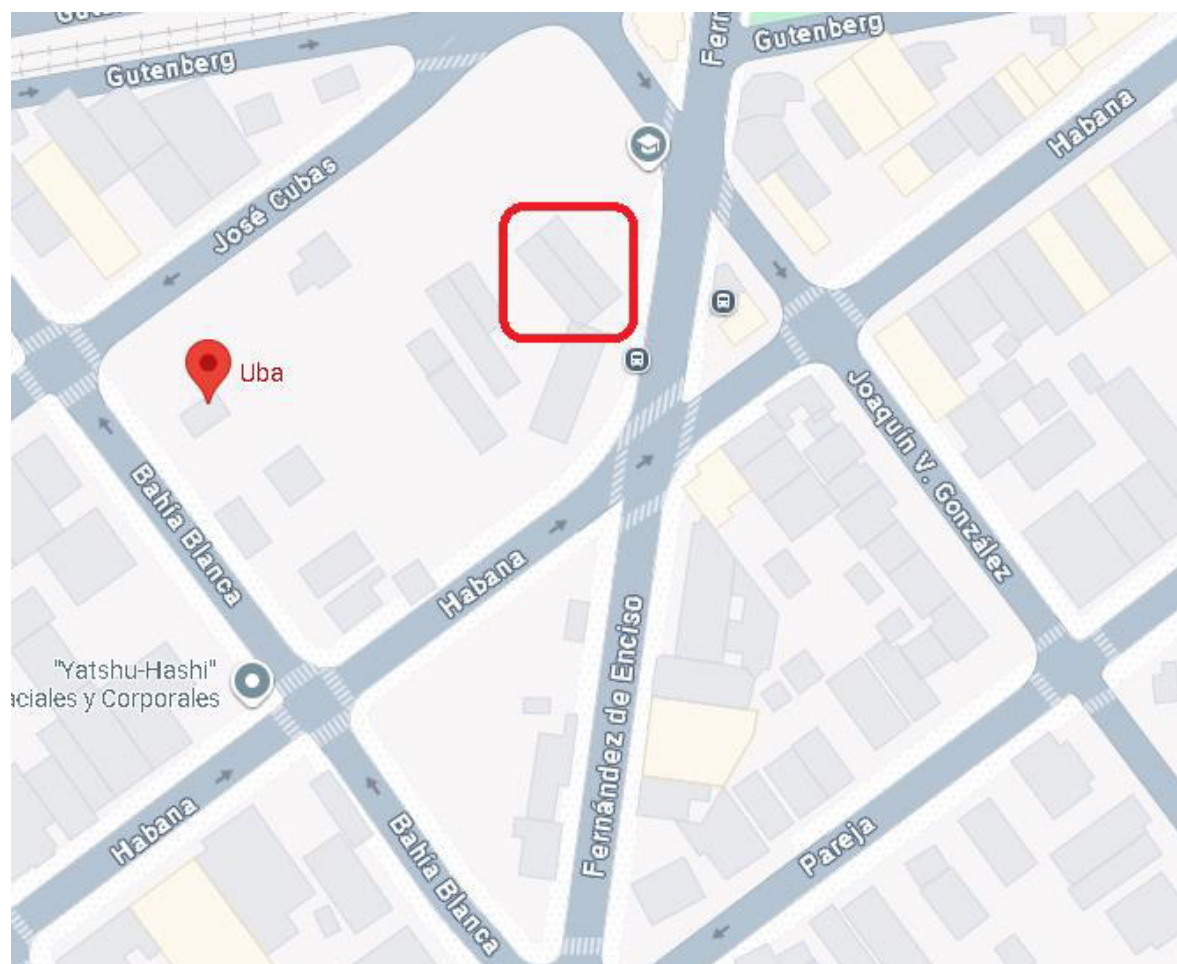


Figura 1. Escuela de Floricultura y Jardinería Juan O Hall. Villa Devoto. CABA. Ubicación de los invernaderos utilizados para el ensayo.

Imágenes del cultivo durante el ensayo



Figura 2. Plantas en estadio inicial de crecimiento durante el establecimiento del cultivo y fase inicial de muestreo.



Figura 3. Disposición de los tres canteros bajo distintos regímenes hídricos durante la etapa inicial de desarrollo de las plantas



Figura 4. Desarrollo vegetativo de las plantas en los tres canteros experimentales durante la etapa de crecimiento activo.



Figura 5. Fin del crecimiento vegetativo e inicio de la aparición del ápice floral en las plantas evaluadas.



Figura 6. Estado fenológico del cultivo con pimpollos florales visiblemente desarrollados antes de la apertura floral.



Figura 7. Detalle del estadio fenológico de «pimpollos mostrando color»,



Figura 8. Estado fenológico de corte óptimo (pimpollo mostrando color) en el tratamiento de RN, al finalizar el ensayo.



Figura 9. Estado fenológico de corte óptimo (pimpollo mostrando color) en el tratamiento de estrés hídrico RR 1 y RR 2 al finalizar el ensayo.

Anexos tablas ANOVA (INFOSTAT).

- Datos del 02 de Septiembre.

Altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	27	0,08	2,6E-03	14,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	58,07	2	29,04	1,03	0,3709
Tratamiento	58,07	2	29,04	1,03	0,3709
Error	674,00	24	28,08		
Total	732,07	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,23859

Error: 28,0833 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RR2	34,56	9	1,77 A
RN	35,89	9	1,77 A
RR1	38,11	9	1,77 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

NºHojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NºHojas	27	0,07	0,00	18,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	155,93	2	77,96	0,87	0,4329
Tratamiento	155,93	2	77,96	0,87	0,4329
Error	2157,64	24	89,90		
Total	2313,56	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,16209

Error: 89,9015 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RR1	48,63	9	3,16 A
RR2	49,22	9	3,16 A
RN	54,00	9	3,16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Temp

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temp	27	0,15	0,08	6,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,85	2	1,42	2,15	0,1388
Tratamiento	2,85	2	1,42	2,15	0,1388
Error	15,93	24	0,66		
Total	18,78	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,95907

Error: 0,6637 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RR1	11,77	9	0,27 A
RN	11,79	9	0,27 A
RR2	12,47	9	0,27 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

NDVI

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NDVI	27	0,04	0,00	4,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,5E-03	2	7,4E-04	0,47	0,6288
Tratamiento	1,5E-03	2	7,4E-04	0,47	0,6288
Error	0,04	24	1,6E-03		
Total	0,04	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04647

Error: 0,0016 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RR2	0,81	9	0,01 A
RR1	0,83	9	0,01 A
RN	0,83	9	0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- Datos del 09 de Septiembre.

Altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	27	4,7E-03	0,00	10,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,74	2	1,37	0,06	0,9454
Tratamiento	2,74	2	1,37	0,06	0,9454
Error	584,22	24	24,34		
Total	586,96	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,80825

Error: 24,3426 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RN	47,56	9	1,64 A
RR2	48,00	9	1,64 A
RR1	48,33	9	1,64 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

NºHojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NºHojas	27	0,07	0,00	15,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,07	2	4,04	0,86	0,4344
Tratamiento	8,07	2	4,04	0,86	0,4344
Error	112,22	24	4,68		
Total	120,30	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,54563

Error: 4,6759 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RR2	13,00	9	0,72 A
RR1	13,56	9	0,72 A
RN	14,33	9	0,72 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Temp

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temp	27	0,92	0,91	2,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	36,29	2	18,14	138,48	<0,0001
Tratamiento	36,29	2	18,14	138,48	<0,0001
Error	3,14	24	0,13		
Total	39,43	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,42612

Error: 0,1310 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RN	14,19	9	0,12 A
RR1	16,57	9	0,12 B
RR2	16,72	9	0,12 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

NDVI

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NDVI	27	0,24	0,18	1,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,6E-03	2	8,1E-04	3,76	0,0380
Tratamiento	1,6E-03	2	8,1E-04	3,76	0,0380
Error	0,01	24	2,2E-04		
Total	0,01	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01729

Error: 0,0002 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RR1	0,84	9	4,9E-03 A
RR2	0,85	9	4,9E-03 A B
RN	0,86	9	4,9E-03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- Datos del 16 de Septiembre.

Altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	27	0,03	0,00	8,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16,96	2	8,48	0,34	0,7137
Tratamiento	16,96	2	8,48	0,34	0,7137
Error	595,11	24	24,80		
Total	612,07	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,86213

Error: 24,7963 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RN	60,11	9	1,66 A
RR2	61,44	9	1,66 A
RR1	62,00	9	1,66 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

NºHojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NºHojas	27	0,04	0,00	20,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,89	2	7,44	0,47	0,6299
Tratamiento	14,89	2	7,44	0,47	0,6299
Error	379,11	24	15,80		
Total	394,00	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,67886

Error: 15,7963 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RN	18,89	9	1,32 A
RR2	19,44	9	1,32 A
RR1	20,67	9	1,32 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Temp

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temp	27	0,16	0,09	9,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28,14	2	14,07	2,35	0,1166
Tratamiento	28,14	2	14,07	2,35	0,1166
Error	143,51	24	5,98		
Total	171,65	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,87868

Error: 5,9794 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RN	23,18	9	0,82 A
RR2	25,18	9	0,82 A
RR1	25,48	9	0,82 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

NDVI

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NDVI	27	0,12	0,05	1,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,4E-04	2	2,7E-04	1,66	0,2114
Tratamiento	5,4E-04	2	2,7E-04	1,66	0,2114
Error	3,9E-03	24	1,6E-04		
Total	4,5E-03	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01503

Error: 0,0002 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RR1	0,85	9	4,3E-03 A
RN	0,85	9	4,3E-03 A
RR2	0,86	9	4,3E-03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- Datos del 23 de Septiembre.

Altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	27	0,03	0,00	7,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23,41	2	11,70	0,37	0,6936
Tratamiento	23,41	2	11,70	0,37	0,6936
Error	756,22	24	31,51		
Total	779,63	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,60817

Error: 31,5093 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RR2	74,33	9	1,87 A
RN	75,00	9	1,87 A
RR1	76,56	9	1,87 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

NºHojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NºHojas	27	0,26	0,19	35,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	92,67	2	46,33	4,13	0,0288
Tratamiento	92,67	2	46,33	4,13	0,0288
Error	269,33	24	11,22		
Total	362,00	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,94368

Error: 11,2222 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RN	7,56	9	1,12 A
RR1	8,56	9	1,12 A B
RR2	11,89	9	1,12 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Temp

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temp	27	0,81	0,79	10,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	385,05	2	192,52	49,94	<0,0001
Tratamiento	385,05	2	192,52	49,94	<0,0001
Error	92,52	24	3,86		
Total	477,57	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,31145

Error: 3,8552 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RN	14,72	9	0,65 A
RR1	16,69	9	0,65 A
RR2	23,53	9	0,65 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

NDVI

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NDVI	27	0,07	0,00	1,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,7E-04	2	1,4E-04	0,96	0,3967
Tratamiento	2,7E-04	2	1,4E-04	0,96	0,3967
Error	3,4E-03	24	1,4E-04		
Total	3,7E-03	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01406

Error: 0,0001 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RR1	0,86	9	4,0E-03 A
RR2	0,86	9	4,0E-03 A
RN	0,86	9	4,0E-03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- Nota: El registro del número de hojas por planta se dio por finalizado una vez que el cultivo completó su etapa de desarrollo vegetativo e inició la fase de floración, el 23 de Septiembre.

- Datos del 30 de Septiembre.

Altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	216	2,9E-03	0,00	38,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	604,89	2	302,45	0,31	0,7334
Tratamiento	604,89	2	302,45	0,31	0,7334
Error	207425,14	213	973,83		
Total	208030,03	215			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=12,20788

Error: 973,8269 gl: 213

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RR2	79,08	72	3,68 A
RR1	82,57	72	3,68 A
RN	82,68	72	3,68 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Temp

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temp	216	0,13	0,12	28,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1064,72	2	532,36	15,50	<0,0001
Tratamiento	1064,72	2	532,36	15,50	<0,0001
Error	7314,89	213	34,34		
Total	8379,61	215			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,29252

Error: 34,3422 gl: 213

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RN	17,81	72	0,69 A
RR1	19,69	72	0,69 A
RR2	23,17	72	0,69 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

NDVI

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NDVI	216	0,01	1,9E-03	6,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	2	3,8E-03	1,21	0,3005
Tratamiento	0,01	2	3,8E-03	1,21	0,3005
Error	0,68	213	3,2E-03		
Total	0,68	215			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02203

Error: 0,0032 gl: 213

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RN	0,85	72	0,01 A
RR1	0,86	72	0,01 A
RR2	0,86	72	0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- Datos del 07 de Octubre.

Altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	27	0,09	0,01	7,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	111,80	2	55,90	1,14	0,3365
Tratamiento	111,80	2	55,90	1,14	0,3365
Error	1176,67	24	49,03		
Total	1288,46	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,24296

Error: 49,0278 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RR2	85,61	9	2,33 A
RR1	89,56	9	2,33 A
RN	90,22	9	2,33 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Temp

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temp	27	0,93	0,93	3,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	323,48	2	161,74	171,34	<0,0001
Tratamiento	323,48	2	161,74	171,34	<0,0001
Error	22,66	24	0,94		
Total	346,13	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,14378

Error: 0,9440 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RN	25,57	9	0,32 A
RR1	30,33	9	0,32 B
RR2	34,02	9	0,32 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

NDVI

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NDVI	27	0,41	0,36	13,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,19	2	0,09	8,45	0,0017
Tratamiento	0,19	2	0,09	8,45	0,0017
Error	0,26	24	0,01		
Total	0,45	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12320

Error: 0,0110 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RN	0,69	9	0,03 A
RR1	0,86	9	0,03 B
RR2	0,87	9	0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- Nota: Dato no disponible para el muestreo del 14 de octubre.

- Datos del 21 de Octubre.

Altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	27	0,13	0,05	7,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	204,22	2	102,11	1,73	0,1989
Tratamiento	204,22	2	102,11	1,73	0,1989
Error	1417,78	24	59,07		
Total	1622,00	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,04817

Error: 59,0741 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RR2	93,78	9	2,56 A
RN	99,56	9	2,56 A
RR1	99,67	9	2,56 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Temp

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temp	27	0,89	0,88	11,70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	851,35	2	425,67	94,70	<0,0001
Tratamiento	851,35	2	425,67	94,70	<0,0001
Error	107,88	24	4,49		
Total	959,22	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,49585

Error: 4,4948 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RN	12,53	9	0,71 A
RR1	16,02	9	0,71 B
RR2	25,80	9	0,71 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

NDVI

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NDVI	27	0,07	0,00	2,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,3E-04	2	4,1E-04	0,88	0,4270
Tratamiento	8,3E-04	2	4,1E-04	0,88	0,4270
Error	0,01	24	4,7E-04		
Total	0,01	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02553

Error: 0,0005 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RR1	0,87	9	0,01 A
RR2	0,87	9	0,01 A
RN	0,88	9	0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- Datos del 28 de Octubre.

Altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	27	0,15	0,08	7,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	374,22	2	187,11	2,09	0,1451
Tratamiento	374,22	2	187,11	2,09	0,1451
Error	2144,44	24	89,35		
Total	2518,67	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,12792

Error: 89,3519 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RR2	114,44	9	3,15 A
RR1	119,33	9	3,15 A
RN	123,56	9	3,15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Temp

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temp	27	0,71	0,69	6,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	76,29	2	38,14	29,30	<0,0001
Tratamiento	76,29	2	38,14	29,30	<0,0001
Error	31,24	24	1,30		
Total	107,53	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,34316

Error: 1,3018 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RR1	16,67	9	0,38 A
RN	19,04	9	0,38 B
RR2	20,77	9	0,38 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

NDVI

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NDVI	27	0,31	0,26	2,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,0E-03	2	2,5E-03	5,45	0,0112
Tratamiento	5,0E-03	2	2,5E-03	5,45	0,0112
Error	0,01	24	4,5E-04		
Total	0,02	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02510

Error: 0,0005 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
RR2	0,88	9	0,01 A
RR1	0,88	9	0,01 A
RN	0,91	9	0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)