



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS CÓRDOBA

POSTGRADO EN INNOVACIÓN AGROALIMENTARIA

SUSTENTABLE

INNOVACIONES EN POSTCOSECHA DE HELICONIAS A TRAVÉS DE ELEMENTOS BENÉFICOS

MARÍA DE LOS ÁNGELES JÁCOME CHACÓN

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

AMATLÁN DE LOS REYES, VERACRUZ

2015

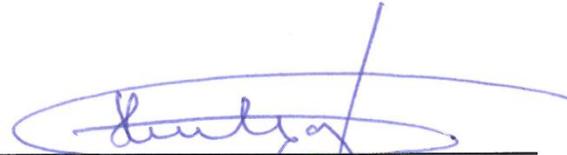
**INNOVACIONES EN POSTCOSECHA DE HELICONIAS A TRAVÉS DE
ELEMENTOS BENÉFICOS**

La presente tesis titulada: “**Innovaciones en postcosecha de heliconias a través de elementos benéficos**” realizada por la alumna: **María de los Ángeles Jácome Chacón** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS
INNOVACIÓN AGROALIMENTARIA SUSTENTABLE

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



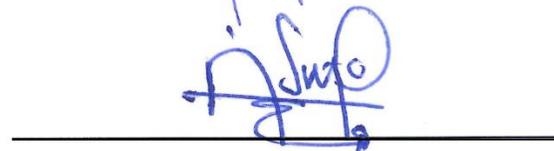
Dr. Fernando Carlos Gómez-Merino

ASESORA



Dra. Libia Iris Trejo-Téllez

ASESOR



Dr. Juan Antonio Pérez Sato

Amatlán de los Reyes, Veracruz. Diciembre de 2015

RESUMEN

INNOVACIONES EN POSTCOSECHA DE HELICONIAS A TRAVÉS DE ELEMENTOS BENÉFICOS

María de los Ángeles Jácome Chacón, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2015

Las heliconias son especies ornamentales tropicales que conforman un solo género, *Heliconia*, dentro del orden de las Zingiberales. Como plantas ornamentales de origen tropical, las heliconias proporcionan elementos innovadores como colores llamativos y formas exóticas, características necesarias para las nuevas tendencias en el diseño floral. Investigaciones recientes reportan los sinergismos valorados en postcosecha de flores ornamentales tratadas con elementos benéficos, mismos que pueden proporcionar resistencia a factores de estrés biótico y abiótico. En esta clasificación se encuentra el aluminio (Al), cerio (Ce), cobalto (Co), yodo (I), lantano (La), sodio (Na), selenio (Se), silicio (Si), titanio (Ti) y vanadio (V). En esta investigación se trabajó con Al, Co, La y Si en concentraciones 0.3 y 0.6 mM en la solución de florero, en las especies *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian. El Al proporcionó un aumento en el consumo de agua en ambos cultivares con las dosis aplicadas, así como una disminución en la pérdida relativa de peso en el cultivar Andromeda. El Co en ambas dosis aplicadas incrementó el consumo de agua en el cultivar Adrian, y en el cultivar Andromeda incrementó la concentración de clorofila a y total con la concentración de 0.3 mM, al igual que la concentración de N. El La aumentó notablemente la concentración de N en pseudotallos e inflorescencias del cultivar Andromeda. Finalmente, el Si incrementó el consumo de agua en el cultivar Adrian con la mayor dosis aplicada, al igual que la concentración de N en inflorescencias del cultivar Andromeda. Se concluye que los elementos benéficos pueden mejorar algunas características poscosechas y de concentraciones nutrimentales en heliconias, y que tales mejoras dependen del genotipo.

Palabras clave: Heliconia, elemento benéfico, vida de florero, Al, Co, La, Si

ABSTRAC

POSTHARVEST INNOVATIONS IN HELICONIAS THROUGH BENEFICIAL ELEMENTS

María de los Ángeles Jácome Chacón, M. Sc.

Colegio de Postgraduados, 2015

Heliconias are tropical ornamental species, comprising a sole genus, *Heliconia*, within the order of the Zingiberales. As ornamental plants of tropical origin, heliconias provide us innovative elements such as bright colors and exotic forms, features needed for new trends in floral design. Recent research reports the synergies valued at postharvest of ornamental flowers treated with beneficial elements, which may provide resistance to biotic and abiotic stressors. This classification includes aluminum (Al), cerium (Ce), cobalt (Co), iodine (I), lanthanum (La), sodium (Na), selenium (Se), silicon (Si), titanium (Ti) and vanadium (V). In this research we worked with Al, Co, La and Si in concentrations of 0.3 and 0.6 mM in the nutrient solution for cot inflorescences of *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda and *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian. Al provided an increase in the consumption of water in both cultivars with applied doses, as well as a decrease in the relative loss of weight in the cultivar Andromeda. Co, at both doses applied, increased water consumption in the cultivar Adrian, and with 0.3 mM applied to Andromeda, it increased the concentration of chlorophyll a and total chlorophyll concentrations, as well as the concentration of N. La notably increased N concentration in pseudostems and inflorescences of cultivar Andromeda. Finally, Si increased water consumption in the cultivar of Adrian with the higher dose applied, as well as the concentration of N in inflorescences cultivar Andromeda. We conclude that beneficial elements improve some postharvest characteristics and nutrient concentrations in heliconia flower branches, and that such improvements depend on the genotypes used.

Keywords: Heliconia, beneficial element, base life, Al, Co, La, Si

DEDICATORIA

A Dios: Señor, Tú que en silencio me has acompañado a lo largo de mi vida y sin pedirme nada a cambio, hoy me regalas la alegría de ver realizado uno más de mis sueños. Guarda mi corazón cerca de tí y guíame día con día en el camino que lleva hacia tí.

A San José de Cupertino y a San Cayetano: Porque la fe mueve montañas y su ejemplo de vida me ayudó a salir adelante y a poner mis metas en las manos de Dios.

A mis Padres: Estela Chacón C. y David Jácome Galán, por brindarme su apoyo en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, y más que nada, por su cariño. Gracias!

A Casildo: Compartir contigo esta nueva etapa en mi vida es lo que la hizo divertida. Tu apoyo y compañía me hicieron ser más fuerte, gracias por tu cariño y por no dejar que me diera por vencida en esos momentos difíciles. Te Amo.

A mis Hermanas Gloria y Martha: Para mí es un honor dedicarles este trabajo. Gracias por sus palabras de aliento, por su cariño y por creer en mí. Las quiero mucho.

A mis sobrinos y ahijados: David (Mi Chipitín), Melina, Coral, Ángel (Mi Gato Bebé), Iveth y Mario. Simplemente porque con una sonrisa o un abrazo suyo, me han dado fuerzas para poder superarme día a día. ¡Los quiero mucho mis niñas y mis niños!.

A mis Abuelitos Ángela Galán y Mario D. Jácome†, por el cariño y apoyo que siempre me han brindado. Abue, mil gracias por creer en mí y siempre estar ahí para mí como una segunda madre.

A mi Prima Isaura, a mis tías Lourdes, Gloria y Consuelo y a mi madrina Carmen: Por su inmenso cariño y por su incondicional apoyo durante mi formación profesional.

A mi **Abuelita Angelina** y a toda mí **Familia Chacón** que radica en la Ciudad de México, porque cada vez que tenía la dicha de verlos me daban ese calor de hogar

que tanto extrañaba de mi familia. Gracias por su tiempo, su cariño y por preocuparse por mí.

A mi sensei, Dra. Libia Trejo: Siendo ésta una de las etapas más importante de mi vida, le agradezco todo el esfuerzo y dedicación que me ha brindado a lo largo de esta jornada.

A la M.C. Perla Olivares: ¡Qué raro y maravilloso es ese fugaz instante en el que nos damos cuenta de que hemos descubierto un amigo! William Rotsler (1926-1997). Perlita, gracias por tu apoyo durante la fase experimental, por todas las experiencias compartidas, por los momentos que siempre estuviste a mi lado, tus consejos y sobre todo por tu hermosa amistad.

A mis compañeros: Casildo, Luz, Anel, Nadia, Margarita, Jorge, Etelberto y Mariel. Por los momentos compartidos.

A pesar de la distancia siempre han estado conmigo, mis amigas: **Nohemí, Rubí y Mónica**, porque con sus logros me demuestran que los límites se los pone uno mismo y que la perseverancia siempre tiene su recompensa.

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT por el apoyo otorgado para llevar a cabo mis estudios de postgrado.

Al Colegio de Postgraduados, por todas las facilidades brindadas en mi desarrollo profesional y por la oportunidad de seguir mi formación académica.

A la Línea Prioritaria de Investigación 4 en *Agronegocios, Agroecoturismo y Arquitectura del Paisaje*, del Colegio de Postgraduados, por la filosofía de trabajo inter y transdisciplinaria que impulsaron, y por los apoyos recibidos.

A la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento 1 en *Eficiencia y sustentabilidad en la producción primaria de sistemas agroalimentarios* del programa de postgrado en Innovación Agroalimentaria Sustentable del Campus Córdoba del Colegio de Postgraduados, por los apoyos y orientaciones recibidas.

A la **Subdirección de Vinculación del Campus Córdoba** por los apoyos y facilidades recibidas, gracias a los cuales se pudieron obtener materiales vegetativos de las **Microrregiones de Atención Prioritarias (MAP)** que se atienden, por lo que esta tesis amplía el impacto del Campus Córdoba en estas MAP.

Al Dr. Fernando Carlos Gómez-Merino, quien ha sabido guiar mis pasos hacia el conocimiento y ha sembrado en mí la vocación de ser cada día mejor en todos los aspectos. Por permitirme trabajar en el equipo que él lidera, por su incorporable ayuda para la redacción del artículo y la presente tesis.

A la Dra. Libia Iris Trejo-Téllez por las facilidades prestadas en el laboratorio LABSAB, su gran apoyo y entusiasmo en la realización de la fase experimental. Por compartir sus valiosos conocimientos y su inolvidable carisma. Por su gran ayuda en el análisis estadístico de los datos obtenidos en esta investigación.

Al Dr. Juan Antonio Pérez-Sato, por el apoyo brindado en esta investigación, y por el gran ser humano que es.

CONTENIDO

RESUMEN.....	ii
ABSTRAC.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xix
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
I.1. ANTECEDENTES SOBRE FLORICULTURA	1
I.2. TAXONOMÍA Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LAS HELICONIAS	1
Pseudotallo	3
Hojas	3
Inflorescencia	3
Fruto.....	4
I.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	5
I.3. IMPORTANCIA DE LAS HELICONIAS	9
I.4. FLORACIÓN Y MANEJO POSCOSECHA	10
I.5. MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	11
I.6. MANEJO NUTRIMENTAL EN HELICONIAS.....	13
I.7. MICROPROPAGACIÓN.....	15
I.8. FILOGENIA Y DIVERSIDAD GENÉTICA.....	16
I.9. MERCADOS Y COMERCIALIZACIÓN DE HELICONIAS	17
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	21
LITERATURA CITADA	22
CAPÍTULO II.....	29
II.1. Efecto del aluminio en postcosecha de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian y <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda. .	30
Importancia de la calidad postcosecha.....	30
II.2. OBJETIVO GENERAL.....	32
II.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	32
II.4. HIPÓTESIS GENERAL.....	33
II.5. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	33
II.6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
Material biológico.....	33
Desarrollo del experimento.....	34

Solución de florero.....	35
Condiciones experimentales	35
VARIABLES MEDIDAS	36
Determinación del peso de la materia seca	37
Determinación foliar de clorofilas	37
ANÁLISIS NUTRIMENTAL	38
Nitrógeno total.....	39
Análisis de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Mn, B, Na y Al	39
Análisis estadístico de los datos.....	39
II.7. RESULTADOS	39
Longitud de varas	39
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.....	39
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian.	40
Consumo de agua	41
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.....	41
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian..	43
Pérdida relativa de peso de tallos florales	44
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.....	44
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian..	46
Concentración foliar de clorofilas en <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda	46
Concentración nutrimental en pseudotallos.....	47
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.....	47
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian.	50
Concentración nutrimental en inflorescencias	52
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.....	52
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian.	55
Concentración nutrimental en hojas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda	59
Aspecto de tallos florales tratados con aluminio en postcosecha.....	61
II.8. DISCUSIÓN.....	62
II.9. CONCLUSIONES	64
II.10. LITERATURA CITADA	65
CAPÍTULO III.....	67
III.1. Efecto del cobalto en <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian y <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en postcosecha.	68
III.2. OBJETIVO GENERAL.....	69

III.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	69
III.4. HIPÓTESIS GENERAL.....	69
III.5. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	70
III.6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	70
Material biológico.....	70
Desarrollo del experimento.....	70
Solución de florero.....	70
Condiciones experimentales	71
Variables medidas	71
Determinación del peso de la materia seca	71
Determinación foliar de clorofilas	72
Análisis nutrimental	73
Nitrógeno total.....	73
Análisis de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Mn, B, Na y Al	73
Análisis estadístico de los datos.....	73
III.7.RESULTADOS	74
Longitud de varas.....	74
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.....	74
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian.....	74
Consumo de agua	75
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.....	75
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian.....	76
Pérdida relativa de peso de tallos florales	77
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.....	77
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian.....	77
Concentración foliar de clorofilas en <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda	78
Concentración nutrimental en pseudotallos.....	79
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.....	79
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian.....	81
Concentración nutrimental en inflorescencias	84
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.....	84
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian.....	88
Concentración nutrimental en hojas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda	91
Aspecto de tallos florales tratados con cobalto en postchosecha	93

III.8. DISCUSIÓN.....	95
III.9. CONCLUSIONES.....	97
III.10. LITERATURA CITADA.....	98
CAPÍTULO IV.....	100
IV.1. Efecto del lantano en postcosecha de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian y <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.	101
IV.2. OBJETIVO GENERAL.....	102
IV.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	102
IV.4. HIPÓTESIS GENERAL.....	102
IV.5. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	102
IV.6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	103
Material biológico.....	103
Desarrollo del experimento.....	103
Solución de florero.....	103
Condiciones experimentales.....	103
Variables medidas.....	104
Determinación del peso de la materia seca.....	104
Determinación foliar de clorofilas.....	105
Análisis nutrimental.....	105
Nitrógeno total.....	105
Análisis de macronutrientes y micronutrientes.....	106
Análisis estadístico de los datos.....	106
IV.7. RESULTADOS.....	106
Longitud de varas florales.....	106
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda.....	106
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian.....	107
Consumo de agua.....	107
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda.....	107
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian.....	108
Pérdida relativa de peso de tallos en florero.....	108
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.....	108
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian.....	109
Concentración foliar de clorofilas en <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.....	109
Concentración nutrimental en pseudotallos.....	110
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.....	110

<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian..	113
Concentración nutrimental en inflorescencias	116
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.	116
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian.	120
Concentración foliar de nutrimentos en <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda..	122
Aspecto de tallos florales tratados con lantano en postcosecha	124
IV.8. DISCUSIÓN	126
IV.9. CONCLUSIONES.....	128
IV. 10. LITERATURA CITADA.....	129
CAPÍTULO V	131
V.1. Efecto del silicio en <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian y <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.	132
V.2. OBJETIVO GENERAL.....	133
V.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	133
V.4. HIPÓTESIS GENERAL	133
V.5. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	133
V.6. MATERIALES Y MÉTODOS	134
Material biológico.....	134
Desarrollo del experimento.....	134
Solución de florero.....	134
Condiciones experimentales	134
Variables medidas	135
Determinación del peso de la materia seca	136
Determinación foliar de clorofilas	136
Análisis nutrimental	136
Nitrógeno total.....	137
Análisis de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Mn, B, Na y Al	137
Análisis estadístico de los datos.....	137
V.7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	137
Consumo de agua	137
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda.	137
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian.	138
Longitud de varas florales	139
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda.	139
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian.	139

Pérdida relativa de peso de tallos en florero	140
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda.....	140
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian.	140
Concentración foliar de clorofilas en <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda.	141
Concentración de nutrimentos en pseudotallos.....	141
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.....	141
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian..	145
Concentración nutrimental en inflorescencia.....	148
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.....	148
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian.	151
Concentración foliar de nutrimentos en <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda..	154
Aspecto de tallos florales tratados con silicio en postcosecha	156
V.8. DISCUSIÓN	157
V.9. CONCLUSIONES.....	158
V.10. LITERATURA CITADA.....	159

ÍNDICE DE CUADROS

CAPÍTULO I

Cuadro I.1. Principales países en los que se distribuyen las especies del género *Heliconia*. 7

CAPÍTULO II

Cuadro II.1. Longitud de varas inicial y durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta al tratamiento con diferentes concentraciones de Al. 40

Cuadro II.2. Longitud de varas inicial y durante el periodo de evaluación en florero de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta al tratamiento con diferentes concentraciones de Al. 40

Cuadro II.3. Pérdida relativa de peso de tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a Al en la solución de florero. 46

Cuadro II.4. Concentración foliar de clorofilas a, b y total en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda tratadas con Al en la solución de florero. 46

Cuadro II.5. Concentración de N, Ca y Mg en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero. 47

Cuadro II.6. Concentración de Fe, Zn y B en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero. 49

Cuadro II.7. Concentración de N, P, K, Ca, Mg y S en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero. 51

Cuadro II.8. Concentración de Fe, Cu, Zn, Mn y B en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a Al en la solución de florero. 51

Cuadro II.9. Concentración de P, Ca, Mg y S en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero. 53

Cuadro II.10. Concentración de Fe, Cu, Zn y B en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero. 54

Cuadro II.11. Concentración de Na y Al en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero. 55

Cuadro II.12. Concentración de N, K, Ca, Mg y S en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian en respuesta a Al en la solución de florero.	55
Cuadro II.13. Concentración de Zn y B en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian en respuesta a Al en la solución de florero.	56
Cuadro II.14. Concentración de N, P, K, Ca, Mg y S en hojas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en respuesta a aluminio en la solución nutritiva.	59
Cuadro II.15. Concentración de Fe, Cu, Mn, B y Na en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.	59
Cuadro II.16. Concentración de Na en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.	60
CAPÍTULO III	
Cuadro III.1. Longitud inicial y durante el periodo de vida de florero de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.	74
Cuadro III.2. Longitud inicial y durante el periodo de vida de florero de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian en respuesta a diferentes concentraciones de cobalto en la solución de florero.	75
Cuadro III.3. Consumo de agua durante el periodo de vida de florero de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.	75
Cuadro III.4. Pérdida porcentual de peso a los dos, cuatro y seis días en florero de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en respuesta a la concentración de cobalto en la solución de florero.....	77
Cuadro III.5. Pérdida porcentual de peso a los dos, cuatro y seis días en florero de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian en respuesta a la concentración de cobalto en la solución de florero.	78
Cuadro III.6. Concentración de P, K, Ca, Mg y S en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.	80
Cuadro III.7. Concentración Fe, Cu, Zn, B y Na en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.	81

Cuadro III.8. Concentración de N, Ca y S en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.	81
Cuadro III.9. Concentración de Fe, Cu, Zn y B en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.....	83
Cuadro III.10. Concentración de Ca en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.	86
Cuadro III.11. Concentración de Zn, Mn, B y Co en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.	88
Cuadro III.12. Concentración de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.	88
Cuadro III.13. Concentración de B y Co en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian en respuesta a cobalto en la de florero.	89
Cuadro III.14. Concentración de P, K, Ca y Mg en hojas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en respueata a cobalto en la solución de florero.	92
Cuadro III.15. Concentración Fe, Cu, Zn, B y Na en hojas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en respuesta a cobalto en la solución nutritiva.	93
CAPÍTULO IV	
Cuadro IV.1. Longitud inicial y durante el periodo de vida de florero de pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda tratados con lantano.	106
Cuadro IV.2. Longitud inicial y durante el periodo de vida de florero de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian en respuesta a La en la solución de florero.	107
Cuadro IV.3. Consumo de agua durante el periodo de vida de florero de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda en respuesta a La en la solución nutritiva.	107
Cuadro IV.4. Consumo de agua durante el periodo de vida de florero de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian en respuesta a La en la solución nutritiva.	108

Cuadro IV.5. Pérdida porcentual de peso durante el periodo de vida de florero de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.	108
Cuadro IV.6. Pérdida porcentual de peso durante el periodo de vida de florero de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.	109
Cuadro IV.7. Concentración de Fe, Zn y B en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.	113
Cuadro IV.8. Concentración de macronutrientos (N, Ca y S) en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.	115
Cuadro IV.9. Concentración de Fe, Cu, Zn, Mn y B en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.....	116
Cuadro IV.10. Concentración de P y Mg en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.	118
Cuadro IV.11. Concentración de Fe, Cu, Zn y B en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.	119
Cuadro IV.12. Concentración de La en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.	119
Cuadro IV.13. Concentración de macronutrientos (N, P, K, Ca, Mg y S) en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.	120
Cuadro IV.14. Concentración de Zn y B en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.	122
Cuadro IV.15. Concentración de La en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.	122
Cuadro IV.16. Concentración N, P, K, Ca y Mg en hojas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.	123

Cuadro IV.17. Concentración de Fe, Cu, Zn, Mn y B en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero. 124

CAPÍTULO V

Cuadro V.1. Consumo de agua durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda. 138

Cuadro V.2. Longitud de tallos durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, con tratamientos con silicio. 139

Cuadro V.3. Longitud inicial y durante el periodo de vida de florero en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a Si en la solución de florero. 139

Cuadro V.4. Pérdida de peso porcentual de varas florales durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero. 140

Cuadro V.5. Pérdida de peso porcentual de varas florales durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero. 140

Cuadro V.6. Concentración de clorofila a, b y total en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda tratadas con Si en la solución de florero. 141

Cuadro V.7. Concentración de P, K y Mg en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero. 143

Cuadro V.8. Concentración de Cu, Zn, B y Si en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero. 145

Cuadro V.9. Concentración de N, P, Ca y S en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero..... 146

Cuadro V.10. Concentración de Fe, Cu, Zn, Mn y B en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero..... 147

Cuadro V.11. Concentración de Si en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero. 147

Cuadro V.12. Concentración de P y Mg en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero. 149

Cuadro V.13. Concentración de Cu, Zn, B y Si en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero. 151

Cuadro V.14. Concentración de N, P, K, Ca y S en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero..... 152

Cuadro V.15. Concentración de Zn y B en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero. 154

Cuadro V.16. Concentración de N, P, K, Ca, Mg y S en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero. 154

Cuadro V.17. Concentración de Fe, Cu, Zn, Mn y B en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero. 155

Cuadro V.18. Concentración de Na y Si en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero. 155

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura I.1. El Orden Zingiberales	2
Figura I.2. Tipos de inflorescencias en especies del género <i>Heliconia</i>	4
Figura I.3. Inflorescencia y tallos florales de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda. .	5
Figura I.4. Distribución geográfica del género <i>Heliconia</i>	6
Figura I.5. Especies de heliconias nativas de México.....	8
Figura I.6. Tamaño óptimo (30 cm) de rizomas de <i>Heliconia psittacorum</i> x <i>H. spathocircinata</i> cv. Tropics para comercialización.....	17
Figura I.7. Canal de distribución de heliconias en Estado Unidos.	19
Figura I.8. Canales de distribución de heliconias en Europa.	19

CAPÍTULO II

Figura II.1. Plantaciones de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda del Colegio de Postgraduados Campus Córdoba.....	34
Figura II.2. Varas florales de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda y de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian para su estudio postcosecha en el laboratorio de Nutrición Vegetal.....	34
Figura II.3. Unidad experimental: tallos florales de ambas especies en soluciones de florero.	36
Figura II.4. Vara floral de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda.	37
Figura II.5. Varas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda y de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian fraccionadas.	38
Figura II.6. Consumo de agua de tallos florales de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda durante seis días en florero, tratados con distintas concentraciones de Al.	41
Figura II.7. Consumo acumulado de agua de tallos florales de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Al en la solución de florero.	42
Figura II.8. Consumo de agua de tallos florales de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian, durante cinco días en florero, tratados con distintas concentraciones de Al.	43

Figura II.9. Consumo acumulado de agua de tallos florales de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Al en la solución de florero.....	44
Figura II.10. Pérdida relativa de peso de tallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f cv. Andromeda, durante seis días en florero al ser tratados postcosecha con distintas concentraciones de Al.	45
Figura II.11. Concentración de P, K y S (g kg^{-1} PMS) en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Al en solución de florero.	48
Figura II.12. Concentración de Cu, Mn, Na y Al (mg kg^{-1} PMS) en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Al en la solución de florero.....	50
Figura II.13. Concentración de Al y Na (mg kg^{-1} PMS) en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Al en la solución en florero.....	52
Figura II.14. Concentración de N y K (g kg^{-1} PMS) en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Al en la solución de florero.	53
Figura II.15. Concentración de Mn (mg kg^{-1} PMS) en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Al en la solución de florero.	54
Figura II.16. Concentración de P (g kg^{-1} PMS) en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Al.	56
Figura II.17. Concentración de Fe, Cu, Mn, Na y Al (mg kg^{-1} PMS) en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Al en solución de florero..	58
Figura II.18. Concentración de Zn y Al (mg kg^{-1} PMS) en hojas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratada con distintas concentraciones de Al en la solución de florero.	60

Figura II.19. Varas florales representativas de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda del tratamiento testigo y de las tratadas durante seis días con las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de Al en la solución de florero. 61

Figura II.20. Varas florales representativas de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian del tratamiento testigo y de las tratadas durante seis días con las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de Al en la solución de florero. 62

CAPÍTULO III

Figura III.1. Biomasa seca de inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda del tratamiento testigo. 72

Figura III.2. Consumo de agua de tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución nutritiva. 76

Figura III.3. Concentración de clorofila en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución de florero. .. 78

Figura III.4. Concentración de N (g kg^{-1} PMS) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratadas con distintas concentraciones de Co en la solución de florero. 79

Figura III.5. Concentración de Mn y Co (mg kg^{-1} PMS) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución de florero. 80

Figura III.6. Concentración de P, K y Mg (g kg^{-1} de materia seca) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución de florero. 82

Figura III.7. Concentración de Mn, Na y Co (mg kg^{-1} PMS) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución de florero. 84

Figura III.8. Concentración de N, P, K, Mg y S (g kg^{-1} PMS) en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución de florero. 85

Figura III.9. Concentración de Fe, Cu y Na (mg kg^{-1} PMS) en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución de florero.....	87
Figura III.10. Concentración de Fe, Cu, Zn, Mn y Na (mg kg^{-1} PMS) en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución de florero.	90
Figura III.11. Concentración de N y S (g kg^{-1} PMS) en hojas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Co..	91
Figura III.12. Concentración de Mn y Co (mg kg^{-1} PMS) en hojas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución de florero..	92
Figura III.13. Varas florales representativas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda del tratamiento testigo y de las tratadas con las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de Co en la solución de florero.	94
Figura III.14. Varas florales representativas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian del tratamiento testigo y de las tratadas con las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de Co en la solución de florero.	95
CAPÍTULO IV	
Figura IV.1. Varas florales de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian en solución con La.	104
Figura IV.2. Concentración de clorofila en hojas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de La en la solución de florero..	110
Figura IV.3. Concentración de N, P, K, Ca, Mg y S (g kg^{-1} PMS) en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de La en la solución de florero.....	111
Figura IV.4. Concentración de Cu, Mn, Na y La (mg kg^{-1} de materia seca) en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de La en la solución de florero.....	112
Figura IV.5. Concentración de P, K y Mg (g kg^{-1} de materia seca) en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de La en la solución de florero.....	114

Figura IV.6. Concentración de Na y La (mg kg ⁻¹ PMS) en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de La en la solución de florero.....	115
Figura IV.7. Concentración de N, K, Ca y S (g kg ⁻¹ de materia seca) en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de La en la solución de florero.....	117
Figura IV.8. Concentración de Mn y Na (mg kg ⁻¹ PMS) en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de La.....	118
Figura IV.9. Concentración de Fe, Cu, Mn y Na (mg kg ⁻¹ de materia seca) en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de La.....	121
Figura IV.10. Concentración de S (g kg ⁻¹ PMS) en hojas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de La.....	123
Figura IV.11. Concentración de Na y La (mg kg ⁻¹ de materia seca) en hojas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de La en la solución de florero.....	124
Figura IV.12. Varas florales representativas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda del tratamiento testigo y de las tratadas con las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de La en la solución de florero durante seis días.....	125
Figura IV.13. Varas florales representativas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian del tratamiento testigo y de las tratadas con las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de La en la solución de florero durante seis días.	126
CAPÍTULO V	
Figura V.1. Varas florales de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda en solución de florero con silicio.	135
Figura V.2. Consumo de agua en florero en intervalos de 24 h durante cinco días, de tallos florales de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Si en la solución de florero.	138
Figura V.3. Concentración de K, Ca y S (g kg ⁻¹ de materia seca) en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Si en la solución de florero.....	142

Figura V.4. Concentración de Fe, Mn y Na (mg kg ⁻¹ PMS) en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Si en la solución de florero.	144
Figura V.5. Concentración de K y Mg (mg kg ⁻¹ PMS) en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Si en solución..	145
Figura V.6. Concentración de Na (mg kg ⁻¹ PMS) en pseudotallos de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Si..	146
Figura V.7. Concentración de N, K, Ca y S (g kg ⁻¹ de materia seca) en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Si en la solución de florero.....	148
Figura V.8. Concentración de Fe, Mn y Na (mg kg ⁻¹ de materia seca) en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Si en la solución de florero.....	150
Figura V.9. Concentración de Mg (g kg ⁻¹ de materia seca) en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Si en la solución de florero.	151
Figura V.10. Concentración de Fe, Cu, Mn y Na (mg kg ⁻¹ PMS) en inflorescencias de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Si en la solución de florero.	153
Figura V.11. Varas florales representativas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda del tratamiento testigo y de las tratadas con las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de Si.....	156
Figura V.12. Varas florales representativas de <i>Heliconia psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch Adrian del tratamiento testigo y de las tratadas con las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de Si.	157

INTRODUCCIÓN GENERAL

I.1. ANTECEDENTES SOBRE FLORICULTURA

La floricultura es el arte y la ciencia del cultivo de flores y especies ornamentales. Como actividad económica es una de las ramas de la agricultura que genera más dividendos, dado que los productos florícolas pueden alcanzar altos precios en los mercados nacionales e internacionales, además de que a través de diferentes técnicas se puede hacer mejor uso de los recursos agua, suelo y fertilizante, lo que tiende a abaratar costos.

En la actualidad la industria floral incluye el cultivo y venta de flores de corte, follajes, plantas en maceta y plántulas, y abarca la producción y venta de plantas *in vitro* reproducidas a través del cultivo de tejidos vegetales o de embriones de semillas. De éstos, las flores de corte y plantas en maceta representan 80% del comercio mundial de ornamentales (Bañuelos-Hernández, 2012).

La gran diversidad de las especies que se comercializan es una de las principales características que estimulan el éxito en este sector. Además, las nuevas tendencias en el diseño floral incorporan elementos innovadores como colores llamativos, formas exóticas y larga duración en florero. Las heliconias como plantas ornamentales de origen tropical nos proporcionan estas características.

I.2. TAXONOMÍA Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LAS HELICONIAS

Los primeros estudios sobre las heliconias datan de la década de 1980, gracias a la conformación de la Sociedad Internacional de Heliconias que integraron botánicos y especialistas en el estudio de estas plantas (Orozco y Chavarro, 2005).

Las heliconias pertenecen al orden Zingiberales, donde se agrupan alrededor de 2000 especies en ocho familias: Heliconiaceae, Musaceae, Streliziaceae, Lowiaceae, Zingiberaceae, Costaceae, Cannaceae y Marantaceae (Figura I.1). La mayoría de plantas que conforman estas familias son nativas de las regiones tropicales y son

cultivadas como plantas ornamentales (Sosof *et al.*, 2006). La familia Heliconiaceae está representada únicamente por el género *Heliconia*, y se estima que este género puede incluir de 225 a 250 especies, de las cuales solo 184 han sido descritas (Jerez, 2007).

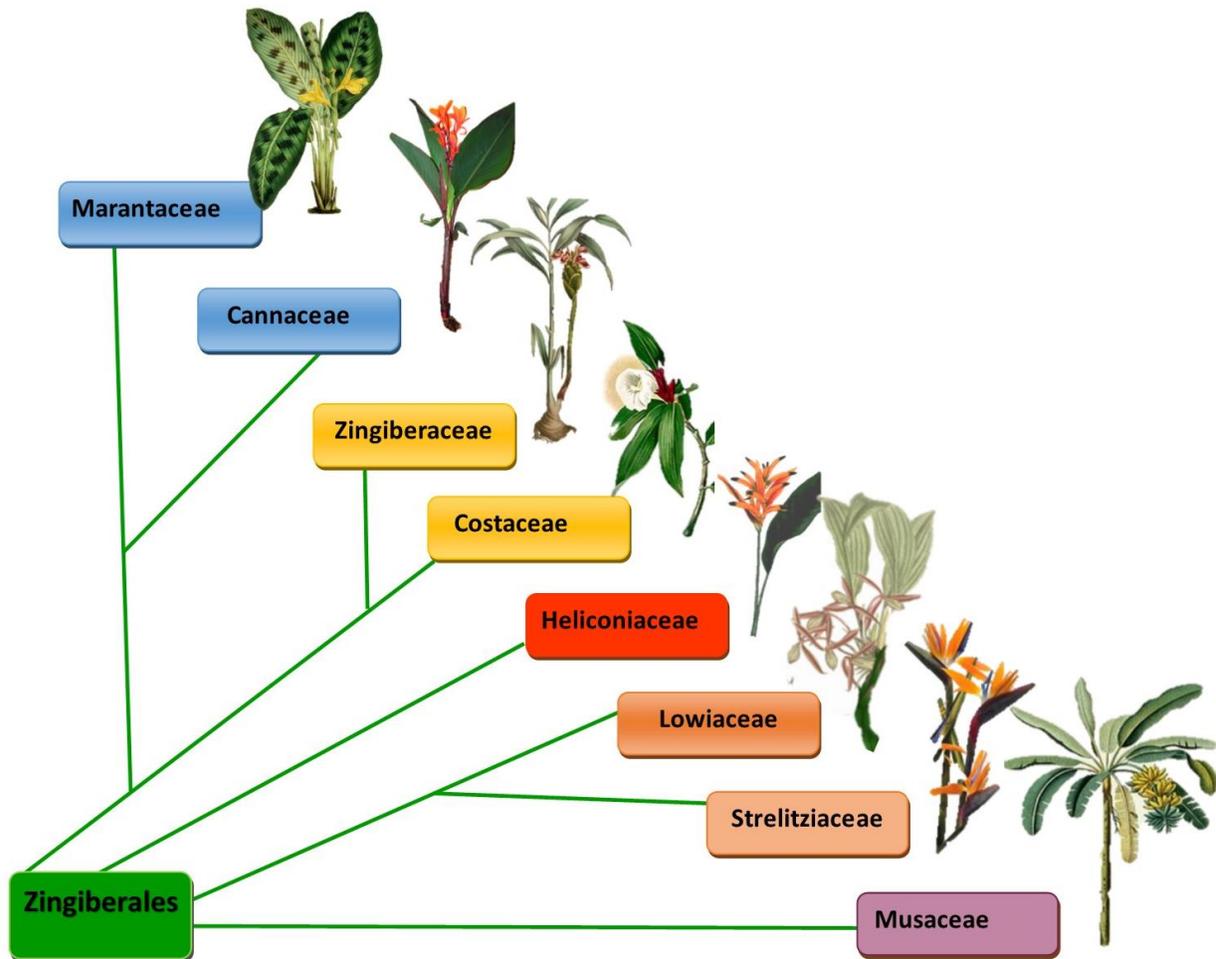


Figura I.1. El Orden Zingiberales comprende las familias Cannaceae, Costaceae, Heliconiaceae, Lowiaceae, Marantaceae, Musaceae, Strelitziaceae y Zingiberaceae (adaptado de Berry y Kress, 1991).

Las heliconias son plantas herbáceas que pueden alcanzar hasta 12 m de altura. Crecen a través de rizomas que emiten vástagos a la superficie, y cada vástago está compuesto por un pseudotallo, hojas e inflorescencias (Kress *et al.*, 2004).

Pseudotallo

El pseudotallo está formado por la superposición de las bases de las hojas (vainas) y se origina desde el sitio de crecimiento del rizoma hasta donde brotan los peciolo de las hojas, proporcionando sostén a las mismas. Dependiendo del tipo de especie, se pueden presentar variaciones en el color y la textura de éstos (Kress *et al.*, 2004).

Hojas

Las hojas de las heliconias están compuestas por el pecíolo y la lámina, la cual tiene una nervadura central de color variable, con una concavidad que continúa al pecíolo, cuya función es conducir agua al pseudotallo. El pecíolo y el pseudotallo varía en tamaño y color (Kres *et al.*, 2004).

En base a la disposición y forma de las hojas, se pueden identificar tres hábitos de crecimiento: musoide (hojas en posición vertical y con largos peciolo), zingiberoide (hojas en la mayoría de los casos, sésiles y dispuestas en forma horizontal con peciolo cortos) y canoide (cuando la hojas presentan peciolo medianos y se disponen oblicuamente) (He *et al.*, 1996).

Inflorescencia

Las inflorescencias son muy llamativas, poseen las características morfológicas más importantes para clasificar a las especies, y pueden aparecer todo el año o por temporada según el genotipo. En la mayoría de las heliconias la inflorescencia es terminal erecta, emergiendo hacia el ápice del pseudotallo, aunque en ocasiones; pueden originarse desde un vástago basal sin hojas. Además, la inflorescencia también puede ser terminal péndula, y descender desde el ápice floral hacia el suelo (Figura 1.2).

En promedio, la inflorescencia puede medir entre 20 y 50 cm de longitud. Está formada por un pedúnculo y estructuras modificadas en forma de hoja, llamadas

brácteas cincinales, distribuidas a lo largo de un raquis rígido o flexible, en forma dística o espiral con ángulo de inserción variable. Dentro de cada bráctea hay un número variable de flores hermafroditas dispuestas en forma alterna a lo largo del eje y cada una protegida por una bráctea floral (Berry y Kress, 1991).

La estructura exótica y el colorido de las brácteas de estas inflorescencias constituyen el principal atractivo ornamental de las heliconias, ya que las verdaderas flores y brácteas florales (blancas, verdes o pálidas) sólo a veces contribuyen a su valor estético, pero la mayoría son poco vistosas (Jerez, 2007).

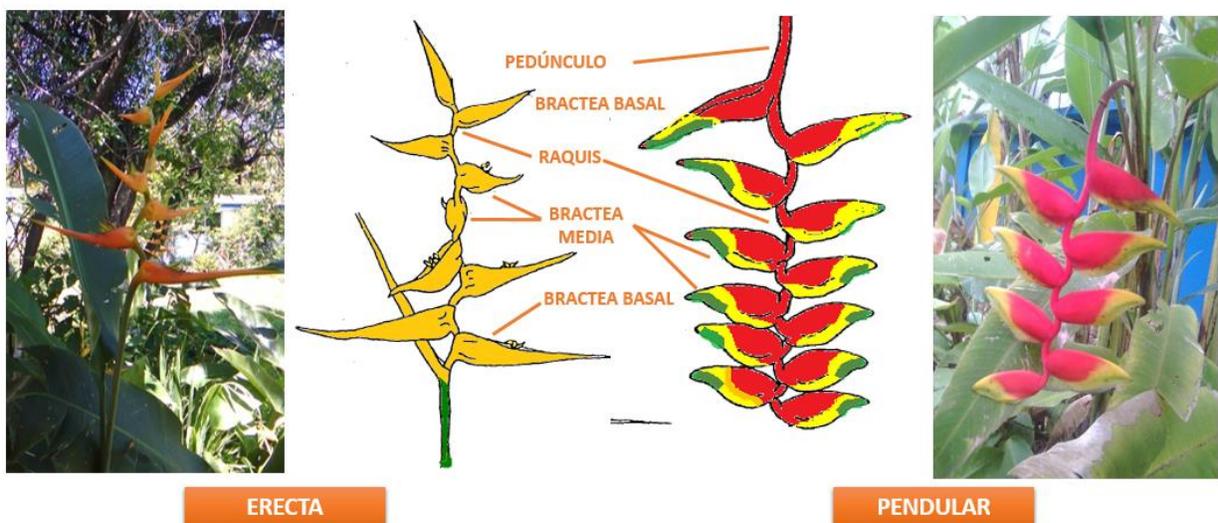


Figura 1.2.Tipos de inflorescencias en especies del género *Heliconia*.

Fruto

El fruto de las heliconias es una drupa que contiene de una a tres semillas. La drupa puede ser de color verde o amarillo cuando está inmadura y se torna de color azul o violeta al madurar (Figura 1.3). Las semillas poseen un endocarpio muy duro, son desnudas y al madurar contienen un embrión no diferenciado, lo que evita la germinación en épocas desfavorables y a su vez, puede ser el responsable del retraso de la germinación (Kress *et al.*, 2004).

Respecto a estudios para mejorar el porcentaje de germinación de semillas, Gómez-Merino *et al.* (2010) evaluaron la remoción de testa, la remoción de opérculo y la extracción del embrión para germinar semillas de *Heliconia bihai* L., *H. collinsiana* Griggs, *H. latispatha* Bentham y *H. psittacorum* L. f. en condiciones *in vitro*. Los tres métodos incrementaron el porcentaje de germinación en las especies de *H. collinsiana* y *H. latispatha*, obteniendo el mayor porcentaje de germinación (90%) en *H. collinsiana* cuando se extrajeron los embriones.

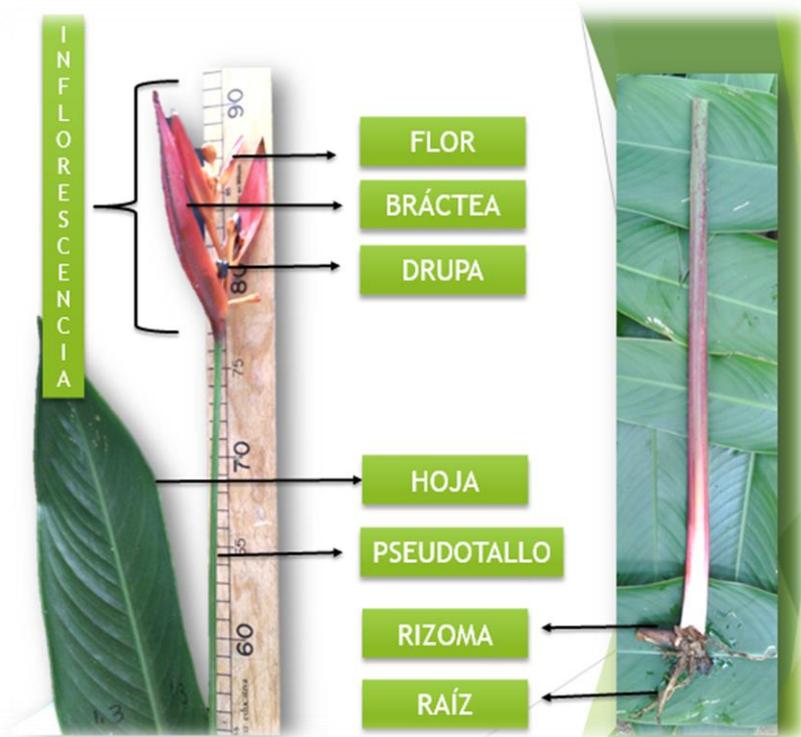


Figura I.3. Inflorescencia y tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.

I.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Las heliconias están distribuidas principalmente en América tropical, desde el sur de México hasta el norte de Argentina, incluyendo las islas del Caribe (Figura I.4) (Kress *et al.*, 2004). Además, existe un curioso grupo de seis especies de este género que se ha separado de la mayoría de otras especies, y que se encuentra distribuido en algunas islas en el Océano Pacífico, desde Samoa hacia el oeste a través de Fiji,

Vanuatu, las Islas Salomón y Nueva Guinea a la isla central indonesia de Sulawesi o Célebes (Kress, 1990).

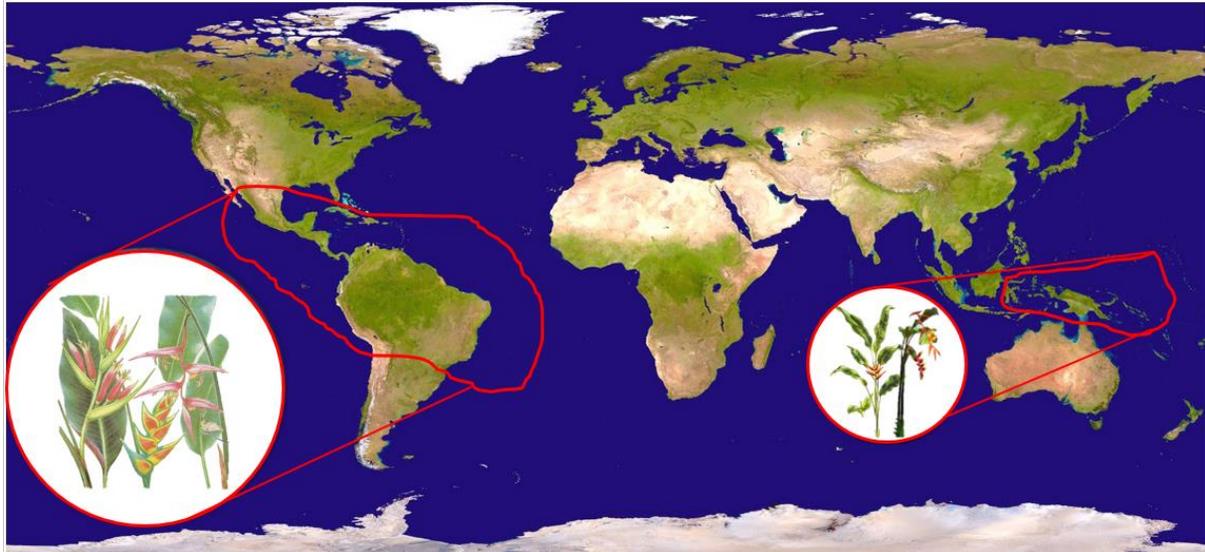


Figura I.4. Distribución geográfica del género *Heliconia*. Más del 98% de las especies de este género se distribuyen en América tropical, desde el sur de México hasta el norte de Argentina, y el resto en algunas islas del Pacífico que forman parte del Archipiélago Indonesio, así como Micronesia y Melanesia.

Estas especies pueden crecer y desarrollarse en diversos hábitats, incluyendo regiones húmedas y subhúmedas. Prosperan bien desde los 200 y hasta 2000 m de altitud, aunque la altitud a la que se desarrollan en su mayoría es de 1500 m. El rango de precipitación pluvial en el que mejor se desarrollan es de 1500 y 2000 mm al año (Reinel y Andrea, 2008). De las 200 a 225 especies del género *Heliconia* descritas en el mundo, 100 se reportan en Colombia, convirtiéndose así, en el país con mayor número de especies de este género (Maza, 2004). En importancia le siguen Ecuador con 57 especies y Costa Rica con 43 especies (**Cuadro I.1**).

Cuadro I.1. Principales países en los que se distribuyen las especies del género *Heliconia*.

País	Número total de especies de <i>Heliconia</i>	Número de especies endémicas de <i>Heliconia</i>
Colombia	100	48
Ecuador	57	18
Costa Rica	42	11
Brasil	37	4
Perú	35	18
Venezuela	30	19
México	20-25	16
Bolivia	20	10

Fuentes: León, 2006; Morales, 2002; Sousa, 1993; Maza, 2004; Amazonia, 2008; Gutiérrez-Báez 2000.

México cuenta con 16 especies endémicas de heliconias (Figura I.5), las cuales se encuentran distribuidas en el trópico húmedo, principalmente en los estados de Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Puebla, Campeche y Tabasco y en menor cantidad en Guerrero, Michoacán, San Luis Potosí, Nayarit y Jalisco (Baltazar-Bernal *et al.*, 2011; Gutiérrez-Báez, 2000).

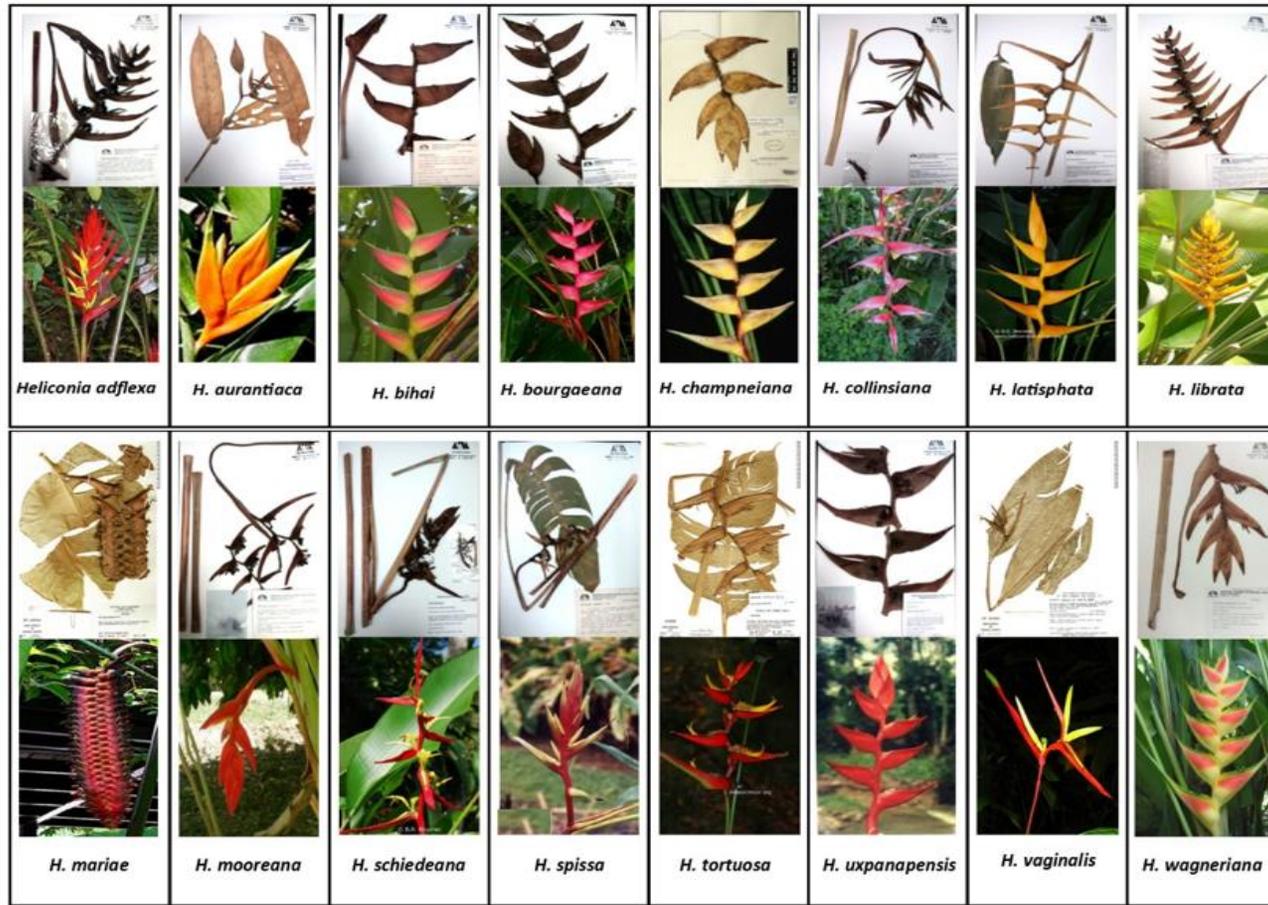


Figura 1.5. Especies de heliconias nativas de México. Los ejemplares de herbario han sido tomados del Herbario Metropolitano de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa y de Muestras Neotropicales de Herbario en el sitio The Field Museum disponible en la dirección www.fieldmuseum.org/. Las imágenes de las inflorescencias han sido tomadas del banco de imágenes de The Heliconia Society of Puerto Rico disponible en la dirección http://www.heliconiasocietypr.org/heliconia_cultivars3.htm y del Exotic Tropical Plants disponible en <http://members.iinet.net.au/~meckms/Heliconias.html>.

Con nueve especies nativas, el estado de Veracruz ocupa el primer lugar a nivel nacional en cuanto a número de especies de este género, incluyendo *Heliconia adflexa* (Griggs) Standl., *H. bourgaeana* Petersen, *H. collinsiana* Griggs, *H. latispatha* Bentham, *H. librata* Griggs, *H. schiedeana* Klotzsch, *H. spissa* Griggs, *H. uxpanapensis* y *H. wagneriana* Petersen (Gutiérrez-Báez, 2000).

I.3. IMPORTANCIA DE LAS HELICONIAS

Las heliconias son importantes como protectoras de las fuentes hídricas e imprescindibles en la reforestación (Vargas, 2002). Las heliconias desempeñan también una función ecológica determinante, debido a su crecimiento rizomatoso y a que sus raíces forman una verdadera malla, muy útil para contrarrestar los movimientos de tierra en las laderas erosionadas de barrancos y pendientes. Así mismo, actúan recíprocamente con un número considerable de insectos, incluyendo escarabajos, orugas y hormigas que se alimentan o viven dentro de sus brácteas (Santos *et al.*, 2009). Estas interacciones biológicas demuestran el valor ecológico de las heliconias y su importancia en las comunidades tropicales en la conservación de la biodiversidad.

Además de los insectos, el néctar de las heliconias es aprovechado también por colibríes y murciélagos. Estos últimos, además de desempeñar una importante función en la polinización de las heliconias y de otras especies, contribuyen a la estabilidad de las poblaciones de algunos insectos y arañas plaga, pues se alimenta de ellos (Velayos, 2001)

En cuanto a sus usos alternativos, el rizoma o tubérculo de algunas especies es comestible asado o hervido, como es el caso de la *Heliconia hirsuta*, conocida como isira o bijao. Las hojas se usan para envolver alimentos como tamales, quesos y carnes, ya que gracias a su consistencia fibrosa y acumulación natural de sales de calcio, éstas mantienen la humedad y frescura (Kress *et al.*, 2004).

También se utilizan en construcción de palapas y tipos de viviendas en las zonas tropicales (Bruna, 2002).

A algunas de estas especies también se les han dado usos medicinales. Por ejemplo, el rizoma de *Heliconia curtispatha* se ha empleado propiedades antihemorrágicas en la medicina tradicional de Antioquía y Chocó en Colombia. Además, estudios *in vitro* han demostrado que los extractos del rizoma muestran alta capacidad para neutralizar el efecto hemorrágico del veneno de la serpiente *Bothrops atrox*. Así mismo, se ha encontrado actividad anticoagulante de los rizomas de *Heliconia psittacorum* y *Heliconia rostrata* ante el veneno de la serpiente *Bothrops asper* (Estrada *et al.*, 2009; Otero *et al.*, 2002).

I.4. FLORACIÓN Y MANEJO POSCOSECHA

El inicio del periodo de floración de las heliconias depende de la especie. En general, las especies más rápidas tardan desde el momento de la plantación hasta seis meses en producir sus primeras flores, en tanto que otras hasta tres años. El número de flores por planta también varía según la especie, variedad y el año de producción. Así, las más productivas pueden llegar a tener hasta 300 flores y las menos productivas 15 en cada ciclo anual. Se considera que el primer año es el de menor producción, y posteriormente llega a estabilizarse. Una vez cortadas, las inflorescencias pequeñas (longitud máxima de 5 cm) duran hasta cinco días, las medianas y grandes (algunas péndulas alcanzan hasta 2 m) pueden persistir hasta 45 días en florero (Agrotropical, 2009).

Se recomienda que la cosecha se realice por la mañana (de 6 a 8 am) para evitar posibles daños por contacto directo con los rayos del sol. También es recomendable que el corte de los tallos florares se realice lo más cerca de la base (rizoma), a fin de conservar la mayor cantidad de agua en tejido vegetal.

La selección de la inflorescencia se hace con base en indicadores de calidad: coloración firme, longitud de tallos ancho y recto, sin daños mecánicos y libres de plagas y enfermedades (Baltazar-Bernal *et al.*, 2011; Sosof *et al.*, 2006).

Las inflorescencias deben cosecharse cuando las primeras dos o tres brácteas apicales están abiertas. Cuando ya alcanzaron una etapa de madurez avanzada, detendrán su crecimiento y no se abrirán después de la cosecha (Broschat *et al.*, 1984).

El tipo de corte depende de la especie y del destino de las flores. Las heliconias con inflorescencias pequeñas como *H. psittacorum* se cortan con una bráctea abierta o totalmente cerrada a 80 o 90 cm de longitud. Las que producen inflorescencias de tamaño medio para florero como *H. wagneriana* se cortan con dos a tres brácteas abiertas, de 120 a 130 cm de longitud. Cuando se usan para bouquet, con solo una bráctea abierta y con 60 a 80 cm será suficiente (Baltazar-Bernal *et al.*, 2011).

Después del corte los tallos florales deben hidratarse durante un periodo mínimo de cuatro horas, ya sea en agua o en una solución nutritiva especial para ello (por ejemplo, 0.5 g L⁻¹ de Floralife® Hydraflor 100 clear). Posteriormente, los tallos deben ser lavados, a la sombra a temperatura entre 20 y 24 °C y sin corrientes de aire. Con esto se reduce la pérdida de carbohidratos por respiración y de agua por transpiración, lo que garantiza una mayor vida de florero. El lavado se realiza con agua corriente, y si los tallos se van a transportar es importante sumergirlos en una solución que contenga un fungicida. Para mantener la calidad postcosecha, se recomienda que después del lavado, se continúe hidratando los tallos florales (Baltazar-Bernal *et al.*, 2011).

Para asegurar criterios de calidad, es determinante mantener caracteres como color, tamaño, forma y aspecto sano, en todos los pasos de la cadena de valor, desde su producción en campo, hasta su manejo postcosecha y su comercialización (Rodríguez, 2004).

I.5. MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Generalmente las heliconias están libres de problemas serios causados por insectos plaga, aunque se recomienda tener especial cuidado para evitar su ataque, ya que ello disminuye la calidad de las inflorescencias y merma su precio en el mercado.

Alarcón *et al.* (2012) mencionan que dentro de las principales plagas que afectan el cultivo de heliconias se encuentra el picudo de la especie *Cholus sicaudata*, mismo que causa perforaciones en las brácteas y órganos externos de la inflorescencia. También se puede encontrar trips (*Trips palmi*) en pequeñas hendiduras de la planta hospedera, causando cicatrices con apariencia plateada.

La mayoría de las especies del género *Heliconia* sufren afectaciones severas por distintos hongos, los cuales pueden ocasionar daños en sus hojas e inflorescencias, aparición de manchas de diferentes formas y tamaños, y disminución de la calidad del producto (Serra y Coelho, 2007).

Madriz *et al.* (1991), reportaron que las especies más susceptibles a ataques de hongos son *Heliconia caribea*, *H. latisphata* y *H. psittacorum*, las cuales presentaban daños severos en los diferentes órganos. Los hongos que se presentan con mayor frecuencia en estas especies son: *Phyllosticea musae*, *Glomerella cingulata*, *Alternaria alternata*, *Gloeosporium musarum*, *Colletotrichum musae*, *Guignardia musae*, *Curvalaria* sp., *Fusarium oxysporum*, *Mycosphaerella musicola*, *Drechslera musaesapientum* y *Pestalotiopsis* sp.

Alarcón (2008) reportó que las especies *H. wagneriana* y *H. caribaea* son las más susceptibles al ataque de nemátodos, en tanto que *H. wagneriana* cv. Amarilla y *H. orthotricha* cv. Fucsia resultan más susceptibles al ataque de hongos de los géneros *Colletotrichum* y *Cercospora*. Por su parte, las especies *H. rostrata* y *H. caribaea* cv. Vulcano son las más susceptibles al ataque de bacterias del género *Erwinia* y de hongos del género *Botrytis*, especialmente en postcosecha.

Arenas *et al.* (2013), reportaron la presencia de hongos del género *Fusarium* que pueden atacar tallos, raíces, hojas e inflorescencias de diversas heliconias y encontraron que el hongo *Trichoderma* sp. muestra potencial como agente antagónico del fitopatógeno *Fusarium* sp.

Canacuán *et al.* (2009) reportaron por primera vez la presencia de un lepidóptero del género *Zale* (Hübner) (Noctuidae: Catocalinae) principalmente en *H.*

bihai (43%) y *H. caribaea* (32%), *H. orthotricha* (9%), *H. wagneriana* (6%), *H. rostrata* (6%), *H. stricta* (2%) y *H. collinsiana* (2%). Las larvas de este insecto que actúa como barrenador provocaron decoloración de brácteas, amarillamiento de hojas y pudrición del tejido, y cuando el ataque fue severo, ocasionaron incluso la muerte de la planta.

La bacteria *Ralstonia solanacearum* ocasiona la enfermedad conocida como Moko, lo que provoca detención del crecimiento, clorosis, necrosis y doblamiento foliar, obstrucción de los haces vasculares, pudrición del rizoma y raíz (Alarcón *et al.*, 2012). Para el control de esta bacteria, Torres *et al.* (2013) mostraron que el hidróxido de cobre tuvo una efectividad del 100%, en tanto que *Bacillus subtilis* 92% y el extracto de toronja 36%.

De acuerdo con Henao y Ospina (2008), los organismos más usados para el control biológico en heliconias incluyen los hongos entomopatógenos de los géneros *Trichoderma*, *Paecilomyces-Beuveria* y *Metarrizium*; los insectos como las crisopas y avispa parasitoides del género *Trichogramma*; así como extractos vegetales de ajo y chile, usados como repelente de insectos plaga para los cultivos.

I.6. MANEJO NUTRIMENTAL EN HELICONIAS

Benítez-Domínguez *et al.* (2011) encontraron el mayor contenido de B, Ca, Mg, Mn, Fe y Zn en semillas de *H. collinsiana*, y las menores concentraciones de estos elementos, así como de Cu y P en *H. psittacorum*, lo cual tiene relación directa con los porcentajes de germinación reportados por Gómez-Merino *et al.* (2010).

De acuerdo con Ribeiro *et al.* (2007), el abastecimiento suficiente de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch asegura buena calidad de longitud y diámetro del tallo floral, longitud de la inflorescencia, durabilidad poscosecha y contenido carbohidratos del tallo floral. Recientemente Ribeiro *et al.* (2015) caracterizaron las deficiencias nutricionales de esta especie de heliconia, a través de los indicadores de crecimiento, la sintomatología y los macronutrientes contenidos en hojas y en la parte subterránea de la planta. Este experimento se llevó a cabo con ocho tratamientos que comprende la solución

completa, solución con omisión individual de los nutrimentos N, P, K, Ca, Mg o S y solución escasa de todos los nutrimentos. Los síntomas de deficiencia de N fueron clorosis generalizada; por deficiencia de P y S clorosis ligera; por deficiencia de K hojas verde oscuro y necrosis; y por deficiencia de Mg clorosis y necrosis marginal. La omisión de calcio no causa ningún síntoma visual. Las deficiencias de N y P afectan la producción de materia seca de la hoja, reducen el número total de hojas y área foliar.

Comúnmente la utilización de la formulación NPK varía sin tener en cuenta aspectos importantes de la planta, como las condiciones de ésta, la fase de desarrollo o la especie. Castro *et al.* (2011) evaluaron el contenido de N, P, K en dos fases de desarrollo de tres diferentes partes de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch, en el rizoma, en una mezcla de hojas y en la tercera hoja de las plantas. La mayor cantidad de nitrógeno se observó en la fase reproductiva a los 90 días después de la siembra (DDS) en la mezcla de hojas y en la tercera hoja, y el contenido de P y de K fue más alto en la fase vegetativa 360 DDS, en rizomas.

Colfloras (2007) describe la sintomatología causada por la deficiencia de nutrimentos en el cultivo de las heliconias de la siguiente manera:

- Nitrógeno: Esta deficiencia se manifiesta inicialmente en las hojas, vástagos o pseudotallos más desarrollados, manifestándose una clorosis (amarillamiento) general.
- Potasio: Aparece como una necrosis de los bordes de las hojas maduras, acompañada por una clorosis marginal, manchas necróticas de color naranja, o ambas (clorosis y necrosis).
- Hierro: Los síntomas de deficiencia aparecen en las hojas nuevas como color verde claro a casi blanco, mientras que las venas permanecen verdes.
- Manganeso: Se presenta inicialmente en hojas nuevas como una necrosis intervenal puede o no estar acompañada de clorosis.
- Magnesio: El principal síntoma típico causado por la deficiencia de Mg se presenta en las hojas viejas como un amarillamiento paralelo a los borde de las hojas en forma de “V” invertida.

Se considera que el cultivo de heliconias en suelo requiere altos aportes de fertilizantes, particularmente nitrógeno, en relación a otros cultivos de flores. La información acerca del manejo de la nutrición en cultivo sin suelo es muy limitada. Pérez *et al.* (2007) estudiaron la absorción de nutrimentos en los cultivares Golden Torch y Sassy, cultivados en tezontle, evaluando las tres soluciones nutritivas siguientes: 2N:1P:1K (CE= 1.6 dS m⁻¹, 2% N-NH₄⁺), 2.5N:1P:4K (CE=2 dS m⁻¹, 2% N-NH₄⁺) y 3N:1P:2K (CE=1.8 dS m⁻¹, 5% N-NH₄⁺). Las pautas de absorción fueron muy estables a lo largo del periodo estudiado (tres meses). La absorción de nitrógeno, aumentó con la concentración de N y K de la solución aplicada (7.9 a 13.7 mmol L⁻¹ en Golden Torch y 7.1 a 12.2 mmol L⁻¹ en Sassy). El consumo de fosfato, similar en ambos cultivares, decreció al aumentar el contenido de N en la solución. La absorción de calcio, entre 2.2 y 3.3 mmol L⁻¹ para las dos soluciones con 2% de N, se redujo a la mitad cuando se incrementó la concentración de N-NH₄⁺ a 5% en la solución nutritiva.

I.7. MICROPROPAGACIÓN

Meneses-Guzmán *et al.* (2009) propagaron *Heliconia psittacorum* var. Choconiana *in vitro* en medio Murashige y Skoog (MS) y demostraron la capacidad de regeneración de esta especie para la producción de plantas vigorosas.

Usando yemas florales, Marulanda-Ángel *et al.* (2011) desarrollaron un protocolo para la propagación *in vitro* de *Heliconia bihai* cv. Loster Salmon en medio MS, y reportaron una sobrevivencia del 92% de las vitroplántulas al aclimatarlas en invernadero.

Sosa *et al.* (2009) aplicaron un protocolo que permitió la micropropagación de la especie ornamental *Heliconia standleyi* Macbride usando 2.0 mg L⁻¹ de bencilamino purina (BAP) y entre 0.65 y 1.3 mg L⁻¹ de ácido indol-acético (AIA) en medio semisólido. A los 45 días después de la siembra, las plantas se aclimataron satisfactoriamente en invernadero.

Nathan *et al.* (1992) desarrollaron un protocolo para la propagación *in vitro* de *Heliconia psittacorum* L.f. mediante el cultivo de yemas terminales y brotes axilares de

rizomas. Los cultivos se iniciaron en medio (MS modificado) que contenía 40 μM benciladenina (BA), 150 mL L^{-1} de agua de coco, 30 g L^{-1} de sacarosa, y 2 g L^{-1} Gelrite. La multiplicación de brotes se logró en el medio anterior sin agua de coco, pero suplementado con 10 μM BA. Los brotes se enraizaron en medio basal MS y fueron aclimatadas a condiciones de invernadero.

Con el objetivo de investigar la incidencia de cambios somaclonales en explantes micropropagados de *Heliconia bihai* cv. Lobster Claw, Viegas (2008) observó tres tipos de variantes al introducir en medio de cultivo MS los ápices del tallo con 2.5 mg L^{-1} de BAP y 500 mg L^{-1} de cefotaxima sodio; para producir brotes secundarios de ápices de tallo previamente seleccionado se subcultivaron en medio MS, suplementado con 4.0 mg L^{-1} BAP. Las variaciones somaclonales observadas fueron en el contenido de clorofila en la hoja, altura de planta y el color en el peciolo, este último con potencial ornamental.

I.8. FILOGENIA Y DIVERSIDAD GENÉTICA

Dado que el género *Heliconia* puede incluir hasta 250 especies, en ocasiones es posible que la indentificación de las mismas sea un proceso complejo. De hecho, es posible que una misma especie tenga más de un cultivar o variedad, como lo ha reportado Yamakawa *et al.* (1999) para *H. orthotricha*, con los cultivares Kauai Morning Sun, Kauai Christmas y Kauai Sunset.

La identificación de cultivares de heliconias se ha basado principalmente en las diferencias morfológicas de las flores e inflorescencias. A partir de la década de 1990 se empezaron a utilizar herramientas moleculares para este tipo de análisis. Kumar *et al.* (1998) desarrollaron un protocolo para extraer el ADN de las hojas de heliconias y analizar la variación genética utilizando RAPD (Randomly Amplified Polimorphic DNA). Se determinaron las similitudes genéticas porcentuales entre las especies de *Heliconia*, cultivares e híbridos. Los datos de los 11 iniciadores mostraron que la técnica RAPD es útil para distinguir las especies y cultivares de *Heliconia*. Los perfiles característicos generados por RAPD pueden usarse como marcadores de ADN adicionales para la

clasificación de las diferentes especies y cultivares de heliconias. El árbol filogenético derivado de los datos de RAPD mostró que los 16 cultivares examinados están estrechamente relacionados entre sí, proporcionando así la primera evidencia genética de que este gran grupo de cultivares tiene un fondo genético común.

Isaza *et al.* (2012) determinaron la variabilidad genética de siete especies de heliconias cultivadas en Colombia que sumaron 67 genotipos diferentes, utilizando AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism). El menor porcentaje de polimorfismo se encontró en *H. psittacorum* (17.65%) y el más alto en *H. stricta* (55.88%). Así mismo, realizaron una aproximación filogenética mostrando las asociaciones existentes por datos morfológicos y moleculares.

Gowda *et al.* (2012) desarrollaron microsatélites para la caracterización genética de heliconias caribeñas como *H. bihai* y *H. caribaea*. Los microsatélites desarrollados tienen un potencial discriminatorio que resulta de gran utilidad en las caracterizaciones genéticas de heliconias.

I.9. MERCADOS Y COMERCIALIZACIÓN DE HELICONIAS

La introducción de las heliconias a los mercados nacionales e internacionales ha sido lenta, debido principalmente a que su tamaño y peso aumentan los costos de envío. En la Figura I.6 se muestran los tamaños de los rizomas, donde se hace visible el tamaño óptimo para transporte.



Figura I.6. Tamaño óptimo (30 cm) de rizomas de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cv. Tropics para comercialización.

Como consecuencia de su origen tropical, la temperatura de almacenamiento de las heliconias difiere con la de las flores tradicionales. Generalmente éstas últimas son almacenadas de 0 a 2 °C, mientras que las heliconias necesitan temperaturas de 10 a 13 °C, ya que las temperaturas más bajas provocan quemaduras y oxidación de tejidos (Reid, 2009).

Las variedades e híbridos más comercializados son de las especies *H. psittacorum*, *H. bihai*, *H. chartaceae*, *H. caribaea*, *H. wagneriana*, *H. stricta*, *H. rostrata* y *H. farinosa*. Debido a los altos costos que han alcanzado, las heliconias son menos demandadas en comparación con otras flores, pues por ejemplo, una sola inflorescencia de heliconia equivale a comprar media docena de rosas o un ramillete de claveles (Florvertical Comercio, 2008).

Los principales clientes son los decoradores de interiores y las floristerías. Sin embargo, recientemente son instituciones y empresas (hoteles, restaurantes, clínicas, bares, bancos, oficinas, edificios residenciales, etc.) los que han puesto mayor atención en las heliconias por proyectar una imagen innovadora para adornar sus espacios con bajas inversiones. Por tal motivo, el mercado corporativo se convierte en el mayor potencial comprador de flores de heliconia en la actualidad (Orozco y Chavarro, 2005).

En la Figura I.7 se ilustra el canal de distribución de las heliconias en los Estados Unidos, el cual abarca desde el productor-exportador hasta el consumidor, pasando por el importador, el mayorista, el supermercado, las empresas decoradoras y las tiendas o expendios finales (Díaz *et al.*, 2002)

Por su parte, en la Figura I.8 se ilustra el canal de distribución de las heliconias en Europa, con sus diferencias visibles respecto al de los Estados Unidos. Un componente distintivo de este modelo europeo es la subasta (Díaz *et al.*, 2002)

La mayor demanda anual se registra en ocasiones especiales que marcan un ritmo comercial para flores tropicales, entre ellas, el día de la madre, el día del amor y la amistad, cumpleaños, entre otros (Aranda *et al.*, 2007).

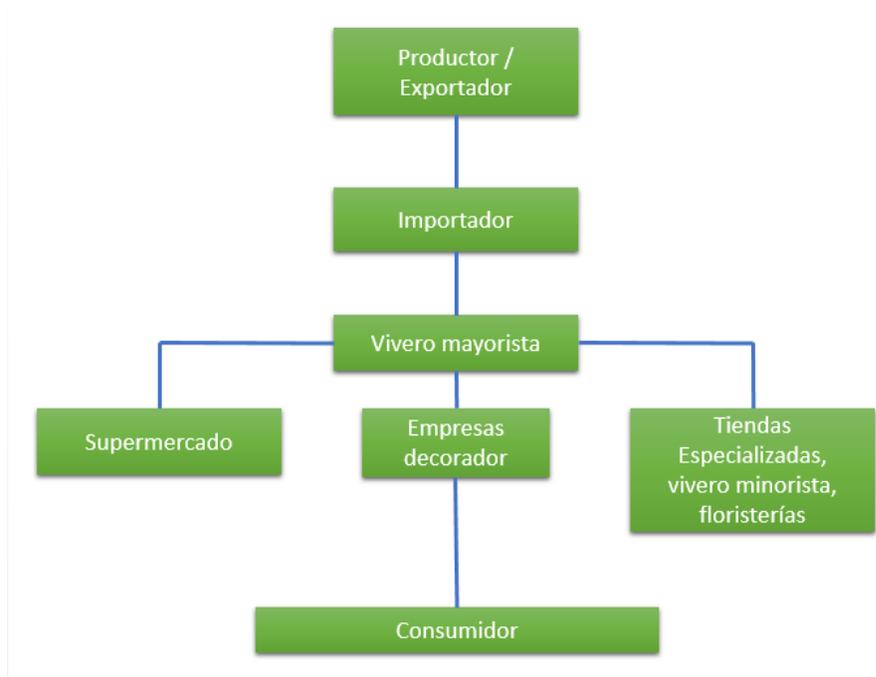


Figura I.7. Canal de distribución de heliconias en Estado Unidos (Díaz *et al.*, 2002).

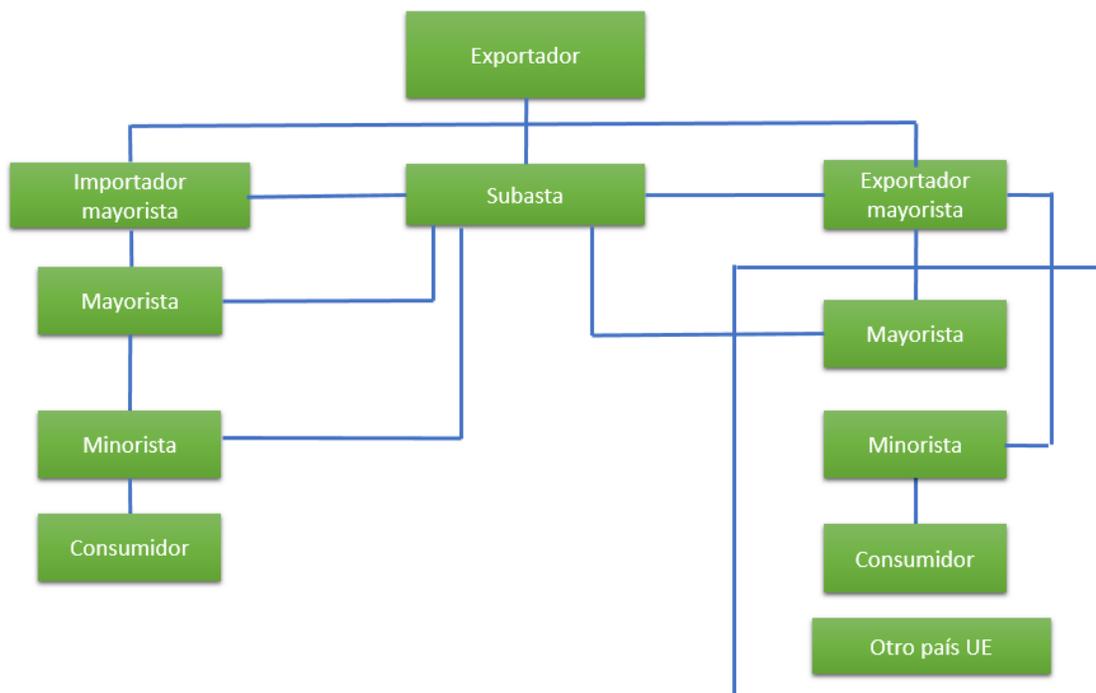


Figura I.8. Canales de distribución de heliconias en Europa. (Díaz *et al.*, 2002).

Un aspecto relevante de las heliconias es que pueden ser utilizadas también en el ornato de parques y jardines. Esto ha aumentado el comercio de semillas y rizomas, y en los Estados Unidos, una planta de heliconia en maceta puede alcanzar los 30 dólares.

Las áreas más importantes para la producción de heliconias como flor de corte se sitúan en los estados de Hawái y Florida en Estados Unidos, Costa Rica, Honduras, Colombia y Puerto Rico. Los principales mercados de estas especies se ubican en Estados Unidos, Canadá, y Europa. Otros países como Brasil y Venezuela empiezan a interesarse también en la producción de estas especies. En el Pacífico y el Sudeste Asiático, el cultivo se ha desarrollado en Singapur y Tailandia, así como en Filipinas, Malasia y Taiwán, con vistas a exportar a Estados Unidos y Japón (López, 2009).

Los principales países importadores de flores tropicales son Estados Unidos, Holanda, Rusia, Canadá, Alemania e Italia, entre otros (Fundación ALTROPICO, 2005).

Los principales exportadores de heliconias en el mundo son, en orden de importancia: Costa Rica, Kenia, Honduras, Colombia, Costa de Marfil y Ecuador (Díaz *et al.*, 2002). Dependiendo de las variedades de heliconias, actualmente las exportaciones de flores exóticas oscilan entre 24,000 a 30,000 tallos al año (Escriu, 2011).

Lanzas *et al.* (2007) reportan que el precio en el mercado internacional se mantuvo constante durante el periodo 2003 a 2007 en \$0.8 centavos de dólar por flor; esta situación es una desventaja para los floricultores con respecto a los costos que cada año aumentan y añadido a eso, se han visto enfrentados a la revaluación del dólar frente al peso.

Las variedades y calidad existentes en esta especie de flores de corte, representa una dificultad para proveer información acerca de precios. Conjuntamente, las condiciones climáticas y los periodos de cosecha tienen influencia en éstos, así

mismo las distintas festividades y ferias hacen variar los precios en el corto plazo (Díaz *et al.*, 2002).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El cultivo de especies del género *Heliconia*, puede formar una importante alternativa dentro de la comercialización de plantas ornamentales. Para esto es necesario que los productores tengan conocimiento de las generalidades de este cultivo, así mismo optar por la propagación *in vitro* para obtener plántulas con las condiciones deseadas. Una de las grandes ventajas de estas especies es que en general son poco susceptibles a plagas y enfermedades. Por otro lado, es evidente la necesidad de intensificar la investigación en aspectos relacionados con todo el manejo de la producción primaria, y el manejo nutrimental en específico podría impactar considerablemente la calidad de las inflorescencias para su comercialización. Este último aspecto también representa un área de oportunidad, ante la escasez de alternativas para su transporte y conservación.

LITERATURA CITADA

- Agrotropical. 2009. Heliconias y otras flores tropicales. Disponible en: <http://www.heliconias.net/heliconiasinformaciongeneral.html>
- Alarcón, R.J. 2008. Enfermedades en la producción de *Heliconias* en los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío. *Agronomía (Manizales)*. 15: 45-61.
- Alarcón, R.J., Bernal, M. 2012. El cultivo de heliconias. Medidas para la temporada invernal. ICA. 36 p.
- Amazonia. 2008. El Patujú: una bella y enigmática planta. Disponible en: http://www.amazoniaboliviana.com/amazonia_bo.php?id_contenido=267&opcion=detalle_des
- Aranda, Y., Bello, A., Montoya, I. 2007. Exploración del mercado de heliconias en el segmento de consumo intermedio en las ciudades de Arauca (Colombia) y Acarigua y Caracas (Venezuela). *Agronomía Colombiana*. 25: 189-196.
- Arenas, Y.A., Torres, C., Díaz, J. 2013. Identificación de microorganismos antagonistas del hongo *Fusarium* sp. en órganos de *Heliconia* spp. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*. 12: 69-78.
- Baltazar-Bernal, O., Zavala, J., Hernández, S. 2011. Producción comercial de heliconias. México, Colegio de Postgraduados. 66 p.
- Bañuelos-Hernández, K. 2012. Temperatura, humedad relativa y luz para almacenamiento de tallos florales de *Heliconia psittacorum* L. f. cv. Tropica. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 132 p.
- Benítez-Domínguez, L., Gómez-Merino, F., Trejo-Téllez, L., Robledo-Paz, A. 2011. Anatomía, contenidos de ácido abscísico y nutrientes y germinación de

- semillas de heliconia. Revista Fitotecnia Mexicana. 34: 189-196.
- Berry, F., Kress, W.J. 1991. Heliconia: An identification guide. Smithsonian Institution Press. Washington.
- Broschat, T. K., Donselman, M., Will, A. 1984. Golden torch, an orange Heliconia for cut flower use. Gainesville: Sciences Agricultural. University of Florida. 4 p.
- Bruna, E.M. 2002. Effects of forest fragmentation on *Heliconia acuminata* seedling recruitment in central Amazonia. Oecologia 132: 235-243.
- Canacuán, N.D., Bernal, A., Chacón, de U.P. 2009. Presencia del género *Zale* sp. (Lepidoptera: Noctuidae) en cultivares de Heliconias del Valle de Cauca. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle. 10: 19-24.
- Castro, A.C., Loges, V., Costa, A.S., Willadino, L., Castro, M. 2011. Macronutrients contents in two development phases of *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* 'Golden Torch'. Acta Horticulturae. 886: 285-288.
- Colfloras. 2007. Manual técnico para el cultivo de heliconias. Pereira, Risalda, Colombia.
- Díaz, J., Ávila, L., Oyola, J. 2002. Sondeo del mercado internacional de Heliconias y Follajes Tropicales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogota, Colombia. 32 p.
- Escriu, F.C. 2011. Estudio de mercado para la comercialización de heliconias (flores exóticas) en floristerías, hoteles y puntos de venta de flores de las zonas 10 y 14 de la ciudad capital de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 41 p.
- Estrada, G.S., Quintana, J.C., Jiménez, S.L., Alarcón, P.J., Pereañez, J.A., Vargas, L.J. 2009. Evaluación fitoquímica preliminar de *Heliconia psittacorum* y *Heliconia*

rostrata y de la potencial actividad inhibitoria de algunos de los efectos del veneno de *Bothrops asper*. *Vitae*. 16: 252-257.

Florvertical Comercio. Venta de flores. 2008. Disponible en: www.florvertical.com

Fundación ALTROPICO. 2005. Estudio de mercado local para flores tropicales con potencial comercial y productivo desde la zona de chical. *Biodiversity & Sustainable Forestry (biofor) IQC Task*. 817. 4 p.

Gómez-Merino, F.C., Vidal-Morales, B., Trejo-Téllez, L.I., Molinos, da Silva. C. 2010. Escarificación y germinación *in vitro* de semillas de heliconias. *Universidad y Ciencia*. 26: 293-297.

Gowda, V., Erickson, D., Kress, W. 2012. Development and characterization of microsatellite loci for two caribbean *Heliconia* (Heliconiaceae: *H. bihai* and *H. caribaea*). *American Journal of Botany*. 99: 81-83.

Gutiérrez-Báez, C. 2000. Flora de Veracruz. Heliconiaceae. México: Instituto de Ecología, A. C. 32 p.

He, J., Chee, C.W., Goh, C.J. 1996. Photoinhibition of *Heliconia* under natural tropical conditions: the importance of leaf orientation for light interception and leaf temperature. *Plant, Cell and Environment*. 19: 1238-1248.

Henao, E.R., K, Ospina. 2008. Insectos benéficos asociados a cultivos de heliconias en el eje cafetalero. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*. 12: 157-166.

Isaza, L., Marulanda, M., López, A. 2012. Genetic diversity and molecular characterization of several *Heliconia* species in Colombia. *Genetics and Molecular Research*. 11: 4552-4563.

Jerez, E. 2007. El cultivo de las heliconias. *Cultivos Tropicales*. 28: 29-35.

- Kress, J. 1990. The diversity and distribution of *Heliconia* (Heliconiaceae) in Brazil. *Acta Botánica Brasílica*. 4: 159-167.
- Kress, W., Betancur, J., Echeverry, B. 2004. Heliconias: Llamaradas de la Selva Colombiana. Segunda Edición. Ed. Cristina Uribe Editores, Ltda., Santa Fé de Bogotá-Colombia. 191 p.
- Kumar, P.P., Yau, C.K., Goh, C. 1998. Genetic analyses of *Heliconia* species and cultivars with Randomly Amplified Polymorphic DNA (RAPD) Markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 123: 91-97.
- Lanzas, A., Cruz, E., Lanzas, V. 2007. Caracterización del sistema de costos de la cadena de flores tropicales (heliconias) en el departamento de Risaralda. *Scientia Et Technica*. 8: 331-336.
- León, B. 2006. Heliconiaceae endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*. 13: 751s.
- López, J.G. 2009. Heliconias de Colombia. Boletín informativo. No. 9. Ed. Assenda S. A. Risaralda, Colombia.
- Madriz, R.G., Smits, B., Noguera, R. 1991. Principales hongos patógenos que afectan algunas especies ornamentales del género *Heliconia*. *Agronomía Tropical*. 41: 265-274.
- Marulanda-Ángel, M., Isaza, L., Londoño, L. 2011. Propagación *in vitro* de *Heliconia bihai* (L.) cv. Lobster Salmón a partir de meristemos florales. *Acta Agronómica*. 60: 132-139.
- Maza, V. 2004. Cultivo, cosecha y poscosecha de Heliconias y flores tropicales. *Jardín Botánico*. 193 p.
- Meneses-Guzmán, A., Rojas, N., Atehortúa, L. 2009. Regeneración *in vitro* de *Heliconia psittacorum*, variedad choconiana, usando el sistema de sección

- transversal delgada "Tcls" (thin cells layer). UDO Agrícola. 9: 547-555.
- Morales, C.O. 2002. Notas Varias Sobre *Heliconia rodriguezii* (Heliconiaceae) de Costa Rica. Lankesteriana: La Revista Científica. 5: 23-25.
- Nathan, M.J., Goh, C., Kumar, P. 1992. *In vitro* propagation of *Heliconia psittacorum* by bud culture. HortScience. 27: 450-452.
- Orozco, L.A., Chavarro, B.D. 2005. De la investigación al mercado: Un acercamiento a la medición del impacto de las heliconias colombianas. Estudios gerenciales. 21: 107-126.
- Otero, R., Núñez, R., Barona, J., Díaz, A., Saldarriaga, M. 2002. Características bioquímicas y capacidad neutralizante de cuatro antivenenos polivalentes frente a los efectos farmacológicos y enzimáticos del veneno de *Bothrops asper* y *Porthidium nasutum* de Antioquía y Chocó. Latreia Revista Médica Universidad de Antioquía. 15: 5-15.
- Pérez, M. L., Socorro, A., Pérez, P., Díaz, M., Mansito, P., Cid, M. 2007. Influence of nutrient solution composition on macronutrients uptake in *Heliconia "psittacorum"* soilless cultured. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. 47: 181-184.
- Reid, M. 2009. Poscosecha y manejo de las flores de corte. Ed. Horti Tecnia Ltda., Bogotá D.C. 36 p.
- Reinel, E., Andrea, K. 2008. Insectos benéficos asociados a cultivos de heliconias en el eje cafetero Colombiano. Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural. 12: 157-166.
- Ribeiro, A.C., Gomes, L., Loges, V., Arruda, M., Souza, F. 2015. Macronutrients deficiency in *Heliconia psittacorum* x *Heliconia spathocircinata* 'Golden Torch'. Revista Ciencia Agronómica. 46: 258-265.

- Ribeiro, A.C., Loges, V., Santos, da C., Arruda, de C.M., Souza, F. de A., Gomes, L.W. 2007. Hastes florais de helicônia sob deficiência de macronutrientes. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 42: 1299-1306.
- Rodríguez, M. 2004. Canales alternativos para la comercialización de productos de biocomercio. Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 141 p.
- Santos, A.B., Lombera, R., Benitez, M. J. 2009. New records of *Heliconia* (Heliconiaceae) for the region of Chajul, Southern México, and their potential use in biodiversity-friendly cropping systems. Revista Mexicana de Biodiversidad. 80: 857-860.
- Serra, I.M., Coelho, R.S. 2007. Mancha de Pestalotiopsis em helicônia: caracterização da doença e potenciais fontes de resistência. Fitopatologia Brasileira 32:044-049.
- Sosa, R.F., Ortiz, R., Hernández, R., Armas, P., Guillen, D. 2009. Propagación *in vitro* de *Heliconia standley* Macbride en Cuba. Chapingo. 15 p.
- Sosof, V., Alvarado, G.J., Sánchez, C.D., Martín, S. 2006. Estudio de la variabilidad de cultivares nativos de flores del género *Heliconia* (Heliconiaceae) provenientes de la región Suroccidental de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Sousa, N.M. 1993. Denominación científica botánica actualizada y ubicación geográfica del género *Heliconia* L. de Venezuela. Bioagro. 5: 1-8.
- Torres, G.C., Casas, M., Díaz, J.O. 2013. Manejo de *Ralstonia solanacearum* raza 2 a través de productos químicos y biológicos. ITECKNE. 10: 217-223.
- Vargas, W.G. 2002. Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes centrales. Manizales-Colombia: Universidad de Caldas.

- Velayos, M. 2001. Heliconias, colibríes y murciélagos. Real Jardín Botánico. CSIC. Madrid.
- Viegas, R.P. 2008. Somaclonal variation in micropropagated *Heliconia Bihai* cv. Lobster Claw I Plantlets (Heliconiaceae). *Scientia Agricola*. 65: 681-684.
- Yamakawa, R.M., Sekioka, T., Matsuno, F., Paull, R., Bobisud, C., Ferreira, S. 1999. Three New Cultivars of *Heliconia orthotricha*: 'Kauai Morning Sun', 'Kauai Christmas', and 'Kauai Sunset'. College of Tropical Agriculture and Human Resources.

CAPÍTULO II

II.1. Efecto del aluminio en postcosecha de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian y *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.

El aluminio (Al) dentro de la tabla periódica ocupa el lugar 13, se encuentra presente en el suelo, es considerado uno de los metales más abundantes ya que constituye el tercer elemento por abundancia en la corteza terrestre. Se encuentra en la naturaleza formando partes de minerales (Trejo-Téllez *et al.*, 2007). Las especies de Al monohidróxido [$\text{Al}(\text{OH})_2^+$, $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ y $\text{Al}(\text{OH})_4^-$], presentes en solución a valores de pH entre 5.0 y 6.2, no son tóxicas para las plantas, mientras que la forma iónica Al^{3+} es considerada tóxica para la raíz, y se encuentra en solución en el suelo a valores de pH menores a 5 (Kinraide, 1997).

A pesar de que el Al no es considerado un micronutriente esencial, existen algunos reportes en los cuales el crecimiento de las plantas es estimulado por bajas concentraciones de Al. Este elemento se encuentra dentro del grupo de los elementos benéficos.

Los elementos benéficos son considerados útiles para las plantas, debido a que promueven ciertas características como lo son crecimiento, incremento de resistencia a factores de estrés biótico como herbívoros y patógenos, aumento en la tolerancia a factores estrés abiótico como toxicidad o deficiencia nutrimental, sequía, salinidad, altas y bajas temperaturas, entre otros. Algunos de los elementos benéficos son esenciales para ciertas familias o grupos de plantas. En esta clasificación se encuentra el aluminio (Al), cerio (Ce), cobalto (Co), lantano (La), sodio (Na), selenio (Se), silicio (Si), titanio (Ti), vanadio (V) y yodo (I) (Trejo-Téllez *et al.*, 2007).

Importancia de la calidad postcosecha

Al separar los tallos florales de la planta, se da inicio a la senescencia, en donde el valor comercial depende de la vida de florero en que esta conserve sus cualidades decorativas. Las investigaciones postcosecha en especies ornamentales tropicales son

escasas, aunque en años recientes se ha observado un incremento en publicaciones sobre el tema.

En inflorescencias de *H. latisphata* Benth., en dos estados de desarrollo, se evaluó el efecto de la aspersion del regulador de crecimiento benziladenina en concentraciones de 0, 100, 200 y 300 mg L⁻¹, y se encontró que la benziladenina incrementa la longevidad en comparación con las inflorescencias control, y que existió una correlación positiva entre la concentración de la benziladenina y la duración de la vida de florero (de Moraes *et al.*, 2005).

Por su parte, Bahudali *et al.* (2014) evaluaron en *H. psittacorum x spathocircinata* cv. Golden Torch, los efectos de soluciones de florero (citrato de 8-hidroxiquinolina, sacarosa, cloruro de calcio, ácido α -lipoico, benzoato de sodio, espermina, ácido cítrico y surfactante comercial), en la calidad poscosecha y vida de las inflorescencias. Concluyeron que la combinación de ácido α -lipoico, citrato de 8-hidroxiquinolina y sacarosa en concentraciones de 100 mg L⁻¹, 250 mg L⁻¹ y 3%, respectivamente; así como la combinación de espermina, citrato de 8-hidroxiquinolina y sacarosa a concentraciones de 100 mg L⁻¹, 250 mg L⁻¹ y 3%, incrementan de manera efectiva la absorción de agua y mantienen en consecuencia el peso en fresco de la inflorescencia y la concentración de pigmentos (carotenos) en brácteas.

Respecto a estudios sobre elementos benéficos como el aluminio (Al) en la biología de las plantas, desde la década de 1990, diversos investigadores han demostrado el efecto de este elemento en la estimulación del crecimiento en especies no hiperacumuladoras. Por ejemplo, Kinraide y Parker (1990) encontraron que en *Brassica rapa* L. subsp. *campestris* A. R. Clapham, la longitud de raíz se incrementó al aumentar los niveles de aluminio hasta 1.2 μ M en la solución nutritiva a un pH de 4.3. De manera similar, la aplicación de hasta 150 μ M de Al estimuló el crecimiento de plántulas de *Pseudotsuga menziesii* Franco (Keltjens, 1990). En soya (*Glycine max* Merr.), la aplicación de hasta 10 μ M de Al incrementó la elongación de raíz y la absorción de N (Rufy *et al.*, 1995; Lazof y Holland, 1999). A partir de estos y otros hallazgos, Miysaka *et al.* (2006) postularon que la aplicación de Al a bajas

concentraciones mejora la respuesta de las plantas al reducir los efectos tóxicos de iones como H^+ , estimular el transporte de nutrientes y estabilizar la pared celular y las membranas en eventos de estrés.

Dado que el aluminio resulta tóxico para algunos microorganismos patógenos, su aplicación en plantas puede reducir la susceptibilidad a enfermedades. Por ejemplo, la germinación de esporas y el crecimiento de *Thielaviopsis basicola* Ferraris se inhibe al aplicar 350 μM de Al a un pH de 5 (Meyer *et al.*, 1994). Lo mismo sucede con *Phytophthora infestans*, al aplicar 185 μM de Al (Andrivon, 1995), lo que ha permitido postular su uso en el control de enfermedades en plantas, propuesta que requiere investigaciones más profundas.

Empero, no se reportan estudios de metales en soluciones de florero en los cultivares Adrian y Andromeda, los cuales han mostrado ser efectivos en el incremento en la calidad poscosecha de otras especies ornamentales. En el contexto anterior, este estudio tiene como objetivo evaluar los efectos que la adición de aluminio en la solución de florero, tiene en algunos parámetros importantes poscosecha de las especies *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian y *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.

II.2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los parámetros poscosecha y de concentraciones nutrimentales en varas florales de las especies *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian y *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda, tratadas durante la vida en florero con distintas concentraciones de aluminio.

II.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el efecto del aluminio adicionado a la solución de florero en parámetros de calidad poscosecha de varas florales de dos genotipos de heliconias.

2. Analizar el efecto del aluminio en las concentraciones de macronutrientes y micronutrientes en diferentes órganos de varas florales de dos genotipos de heliconia en postcosecha.

II.4. HIPÓTESIS GENERAL

El aluminio puede influir positivamente en la vida de florero, calidad postcosecha y concentraciones nutrimentales en las varas florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.

II.5. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

1. La adición de las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ mejoran la calidad postcosecha y aumentan la vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.

2. El aluminio tiene influencia positiva en la concentración de macronutrientes y micronutrientes en varas florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en postcosecha.

II.6. MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Se utilizaron tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian de entre 70 y 80 cm, obtenidos de las plantaciones de estas especies en el Campus Córdoba del Colegio de Postgraduados (Figura II.1.), ubicado a 650 m de altitud, 18° 50" latitud norte 96° 51" longitud oeste, 18.4 °C de temperatura media anual y 78% de HR.



Figura II.1.Plantaciones de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda del Colegio de Postgraduados Campus Córdoba.

Desarrollo del experimento

Los tallos florales se trasladaron al laboratorio de Nutrición Vegetal (Figura II.2) del Colegio de Postgraduados en el Campus Montecillo, ubicado en el km 36.5 de la Carretera México-Texcoco, localizado a 19° 29' latitud norte, 98° 53' longitud oeste y una altitud de 2250 m.



Figura II.2.Varas florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian para su estudio postcosecha en el laboratorio de Nutrición Vegetal.

Las varas florales de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian no llevaban hojas debido al excesivo tamaño de las mismas, lo cual complicaría el traslado y afectaría la calidad de las inflorescencias.

Solución de florero

Como soluciones de florero, se evaluaron dos concentraciones de aluminio: 0.3 y 0.6 mM, suministradas a partir de $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ grado reactivo (Marca Fermont). Las soluciones fueron formuladas utilizando agua destilada. Como tratamiento testigo se utilizó agua destilada.

Condiciones experimentales

En el periodo de conducción del experimento, las temperaturas medias durante el día y la noche fueron de 26.5 y 25.8 °C, respectivamente; las humedades relativas fueron de 31.9 y 37.5%, diurnas y nocturnas, respectivamente. La intensidad luminosa promedio fue de 21 lumens en el día y de 2 lumens por la noche.

Cada una de las soluciones en3 evaluación tuvo tres repeticiones, mismas que fueron distribuidas en el laboratorio en un arreglo completamente al azar. La unidad experimental consistió en un contenedor de plástico de 2.6 L de capacidad conteniendo 10 tallos florales (Figura II.3).



Figura II.3. Unidad experimental: tallos florales de ambas especies en soluciones de florero.

Variables medidas

Durante la vida de florero se realizaron tres evaluaciones (2, 4 y 6 días en florero; def) de la pérdida relativa de peso del tallo floral, longitud del tallo floral y consumo de agua.

En cada evaluación se midió el peso de cada vara floral en una balanza de laboratorio electrónica (Ohaus Adventurer® Pro). En el caso de la longitud del tallo floral ésta se realizó con un metro de madera (Figura II.4), del inicio del pseudotallo hasta el inicio del color de la inflorescencia. El consumo de agua se evaluó en base a los mL absorbidos en cada florero.



Figura II.4. Vara floral de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.

Determinación del peso de la materia seca

Después de seis días en florero, los tallos florales fueron fraccionados en tallo, hojas e inflorescencia (Figura II.5) y secados en una estufa de aire forzado (Riossa, HCF-125D, México), a una temperatura de 70 °C durante 72 h, para la obtención de los pesos de biomasa seca.

Determinación foliar de clorofilas

La determinación de esta variable solo se realizó en *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda debido a que a la especie *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian se le cortaron las hojas.

En material foliar congelado (-80 °C) se determinó la concentración de clorofilas a, b y total, las muestras se leyeron a 645 y 665 nm (espectrofotómetro UV/VIS; 6715 Jenway; Reino Unido).

Los cálculos se realizaron utilizando las fórmulas siguientes:

$$\text{Clorofila a } (\mu\text{g/mg PMF}) = (5.46 \times \text{Abs}_{665}) - (2.16 \times \text{Abs}_{645})$$

$$\text{Clorofila b } (\mu\text{g/mg PMF}) = (9.67 \times \text{Abs}_{645}) - (3.04 \times \text{Abs}_{665})$$

PMF: Peso de la Materia Fresca.



Figura II.5. Varas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian fraccionadas.

Análisis nutrimental

En *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda se realizó análisis nutrimental en pseudotallos, inflorescencias y hojas; mientras que, en *Heliconia psittacorum* L.f. x *H.*

spathocircinata cv. Golden Torch Adrian el análisis se llevó a cabo solo en pseudotallos e inflorescencias.

La materia seca se trituró para realizar los análisis correspondientes, según lo especificado a continuación.

Nitrógeno total

La acumulación y concentración de N total se determinó mediante la técnica Semimicro-Kjeldahl (Bremner, 1965).

Análisis de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Mn, B, Na y Al

Se determinó mediante la lectura de extractos en un equipo de espectroscopia de emisión óptica de inducción por plasma acoplado (ICP-OES 725), provenientes de digestión húmeda diácida, según Alcántar y Sandoval (1999).

Análisis estadístico de los datos

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente, para lo que se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias usando la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), empleando el software SAS (Statistical Analysis System).

II.7. RESULTADOS

Longitud de varas

***Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.** La longitud de varas florales durante el transcurso de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda, no se vio afectada por la adición de aluminio en la solución de florero (Cuadro II.1).

Cuadro II.1. Longitud de varas inicial y durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta al tratamiento con diferentes concentraciones de Al.

Tratamiento Al (mM)	Inicial	Dos días	Cuatro días	Seis días
	Longitud (cm)			
0.0	73.0 ± 1.3a	73.2 ± 1.4a	73.4 ± 1.4a	73.4 ± 1.4a
0.3	74.0 ± 1.1a	75.0 ± 1.1a	75.4 ± 1.3a	75.6 ± 1.2a
0.6	73.0 ± 1.0a	72.6 ± 1.0a	72.6 ± 1.0a	72.6 ± 1.0a

Medias ± DE con la misma letra en cada columna, indican que no existieron diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$). DE: Desviación estándar.

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.** De la misma manera, la longitud de varas florales de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian durante el transcurso de vida de florero, no se vio afectada con las concentraciones de Al aplicadas en esta investigación (Cuadro II.2).

Cuadro II.2. Longitud de varas inicial y durante el periodo de evaluación en florero de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta al tratamiento con diferentes concentraciones de Al.

Tratamiento Al (mM)	Inicial	Un día	Tres días	Cinco días
	Longitud (cm)			
0.0	70.3 ± 3.82 a	70.5 ± 3.9 a	70.8 ± 4.0 a	70.3 ± 4.2 a
0.3	75.5 ± 3.97 a	74.8 ± 4.0 a	74.0 ± 4.1 a	74.0 ± 4.1 a
0.6	67.7 ± 4.91 a	67.3 ± 5.1 a	66.3 ± 5.1 a	66.3 ± 5.1 a

Medias ± DE con la misma letra en cada columna, indican que no existieron diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$). DE: Desviación estándar.

Consumo de agua

***Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.** En la Figura II.6 se presentan los volúmenes consumidos por tallo floral durante seis días de evaluación en *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda. Se observa un decremento en los volúmenes de absorción a medida que transcurre el tiempo en florero, independientemente de los tratamientos evaluados.

Después de 48 h en florero, los tallos del tratamiento testigo absorbieron volúmenes de agua significativamente menores a los registrados en el tratamiento con Al a dosis de 0.6 mM, el volumen de agua promedio consumido en este último tratamiento, es superior en 30.43% al registrado en el tratamiento testigo (Figura II.6).

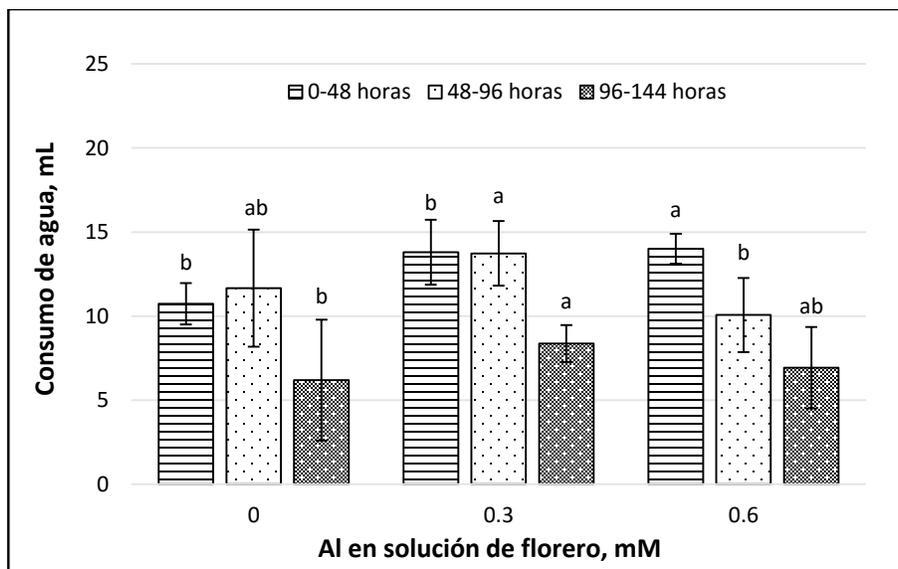


Figura II.6. Consumo de agua de tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda durante seis días en florero, tratados con distintas concentraciones de Al. Medias \pm DE con letras diferentes en cada fecha de muestreo, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

En el segundo muestreo realizado, correspondiente al intervalo de 48 a 96 h, el mayor consumo de agua se registró en tallos florales tratados con 0.3 mM de Al, aunque este valor fue estadísticamente similar al registrado en el tratamiento testigo.

La menor absorción se tuvo en el tratamiento con la dosis más alta de Al evaluada (Figura II.6).

En el intervalo de 96 a 144 h, se mantuvo la tendencia del mayor consumo de agua con la adición de 0.3 mM, pero ésta es estadísticamente diferente solo al consumo presentado en el testigo (Figura II.6).

Al analizar los consumos acumulados de agua en los seis días de evaluación, destaca el tratamiento consistente en la adición de 0.3 mM, con valores de 35.9 mL, el cual es estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Este tratamiento supera en 25.52 y 15.81%, a los volúmenes registrados en el tratamiento testigo y en el tratamiento con 0.6 mM, respectivamente (Figura II.7).

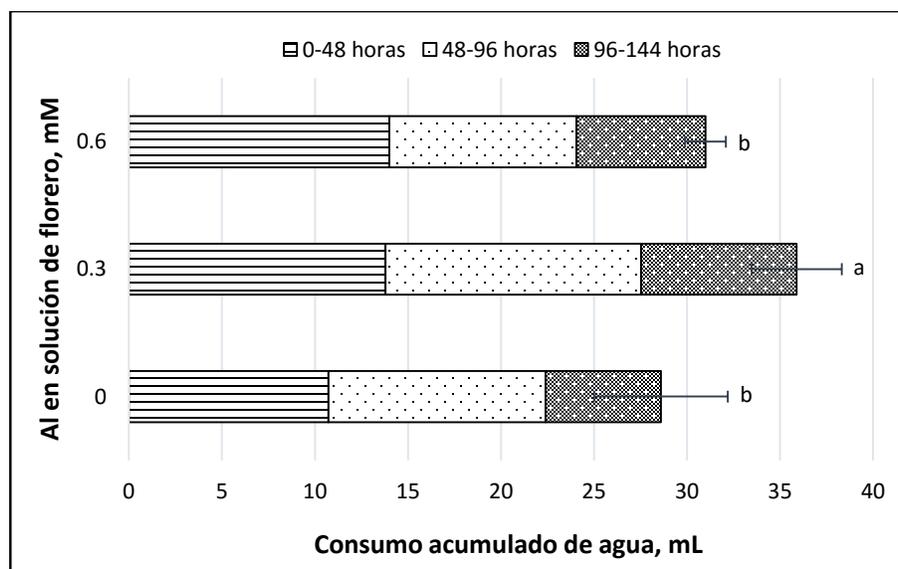


Figura II.7. Consumo acumulado de agua de tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Al en la solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes en cada fecha de muestreo, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.** Se observa un incremento significativo en los volúmenes de absorción de las varas que contenían Al en solución, resaltando la concentración 0.3 mM de Al con un mayor consumo de agua. En el intervalo de 24 a 120 horas no existieron diferencias estadísticas significativas con respecto al testigo (Figura II.8).

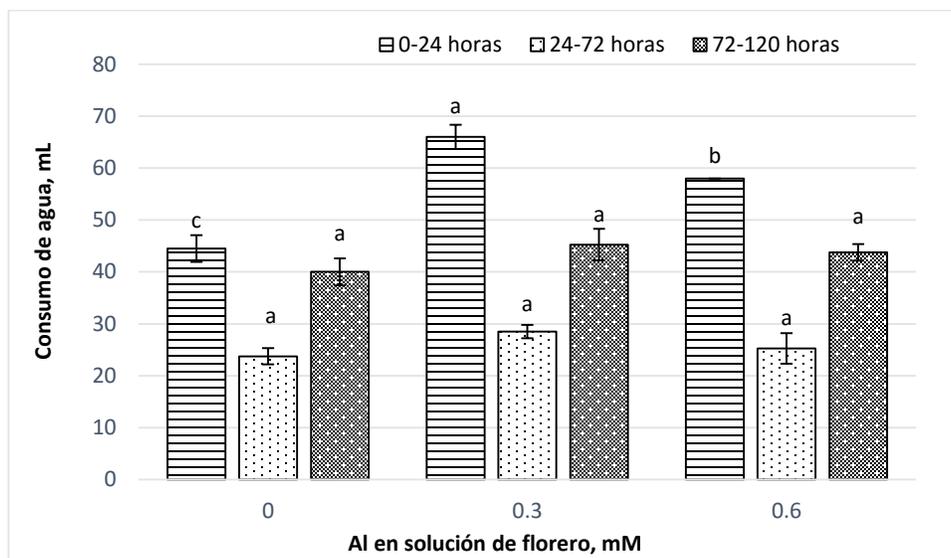


Figura II.8. Consumo de agua de tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, durante cinco días en florero, tratados con distintas concentraciones de Al. Medias \pm DE con letras diferentes en cada fecha de muestreo, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

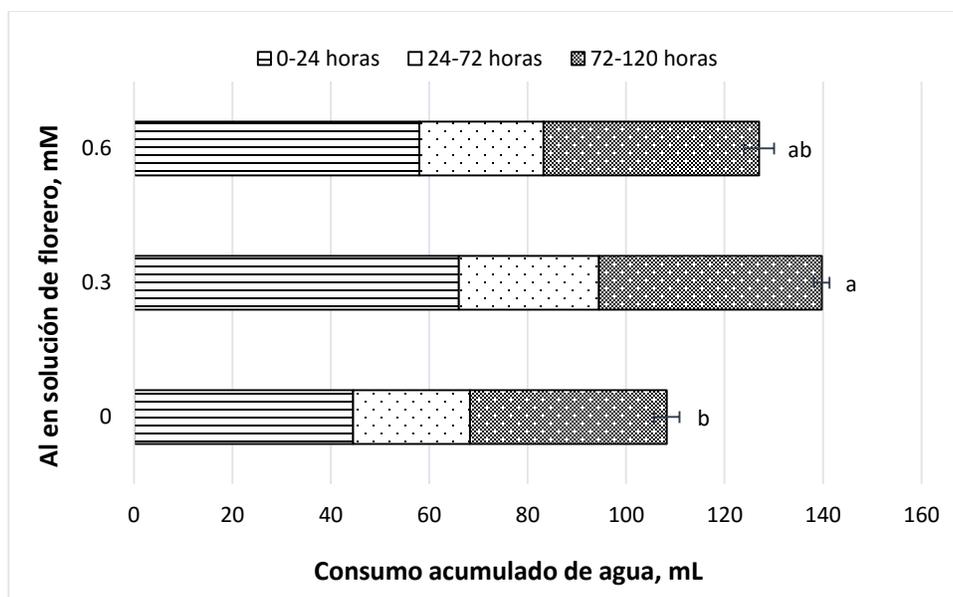


Figura II.9. Consumo acumulado de agua de tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Al en la solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes en cada fecha de muestreo, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Pérdida relativa de peso de tallos florales

***Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda.** Los tallos florales de esta especie mostraron pérdidas relativas de peso estadísticamente diferentes en las tres evaluaciones realizadas (Figura II.10). Después de dos días en florero, se observa la formación de tres grupos estadísticos, en los cuales es evidente la relación negativa entre la concentración de Al y el porcentaje de pérdida de peso de los tallos; es decir, a medida que aumentó la concentración de Al en la solución, los tallos perdieron menor peso; incluso en la concentración más alta de Al evaluada (0.6 mM), no se registró pérdida de peso, por el contrario, ganancia en peso de tallos en un porcentaje aproximado de 1.66.

En las evaluaciones realizadas después de cuatro y seis días de tratamiento, se advierte la formación de dos grupos estadísticos; el primero representado por el

tratamiento con ausencia de Al; el segundo formado por ambas concentraciones de Al (Figura II.10).

La tendencia observada en el primer muestreo se mantiene en los muestreos subsecuentes. Así, después de 4 días en florero, en el tratamiento testigo los tallos florales registraron una pérdida de peso relativo al inicial, de 11.36%. Por el contrario, con la adición de 0.6 mM de Al en el medio, la pérdida de peso relativa al peso inicial fue de solo 2.25%.

A los 6 días en florero se registró la mayor pérdida de peso de los tallos florales de esta investigación en los tres tratamientos evaluados. En el testigo la pérdidas de peso, respecto al inicial fue de 16.91%; mientras que en los tratamientos con 0.3 y 0.6 mM de Al, las pérdidas fueron de 8.32 y 5.41%, respectivamente.

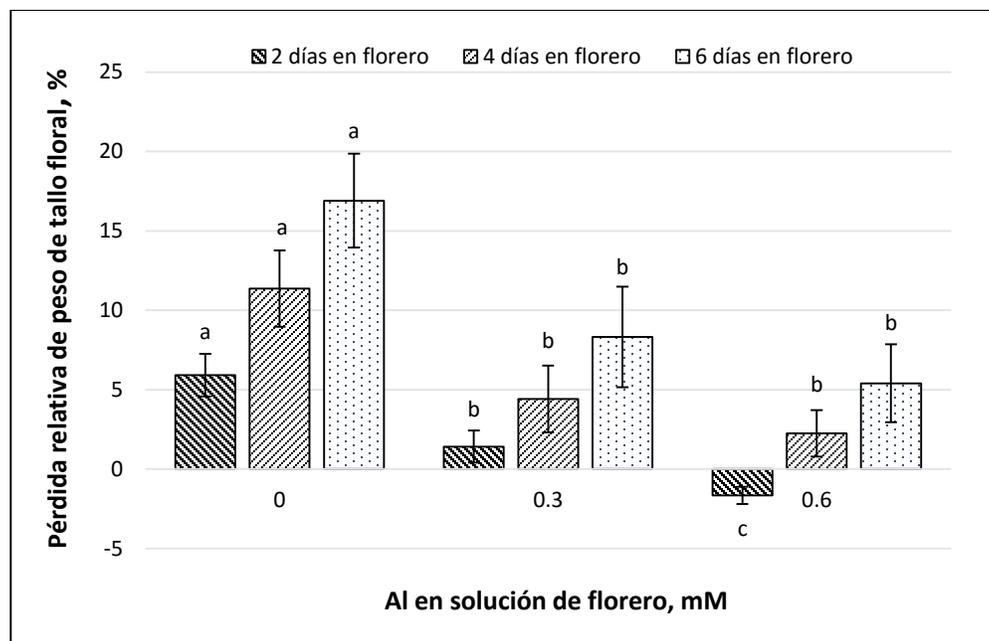


Figura II.10. Pérdida relativa de peso de tallos de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda, durante seis días en florero al ser tratados postcosecha con distintas concentraciones de Al. Medias \pm DE con letras diferentes en cada fecha de muestreo, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.**

Las pérdidas relativas de peso de los tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian no fueron estadísticamente diferentes entre tratamientos; empero, se observan en las dos últimas evaluaciones tendencias positivas en los tratamientos con aluminio (Cuadro II.3).

Cuadro II.3. Pérdida relativa de peso de tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a Al en la solución de florero.

Tratamiento	Dos días	Cuatro días	Seis días
Al (mM)	Pérdida relativa de peso de tallos florales (%)		
0.0	-3.1 ± 0.9 a	1.9 ± 1.8 a	10.8 ± 2.8 a
0.3	-0.8 ± 0.6 a	1.2 ± 0.9 a	6.5 ± 1.4 a
0.6	-1.3 ± 0.5 a	0.1 ± 0.8 a	7.3 ± 3.9 a

Medias ± DE con las mismas letras entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). DE: Desviación estándar.

Concentración foliar de clorofilas en *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda

No se obtuvieron diferencias estadísticas significativas en las concentraciones de clorofila (Cuadro II.4) por efecto del Al en la solución de florero.

Cuadro II.4. Concentración foliar de clorofilas a, b y total en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda tratadas con Al en la solución de florero.

Tratamiento	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila total
Al (mM)	(µg mg ⁻¹ PMF)		
Inicial	0.6 ± 0.1 a	0.4 ± 0.0 a	1.0 ± 0.1 a
0.0	0.5 ± 0.1 a	0.4 ± 0.1 a	0.9 ± 0.2 a
0.3	1.0 ± 0.4 a	0.7 ± 0.2 a	1.6 ± 0.6 a
0.6	1.2 ± 0.5 a	0.6 ± 0.2 a	1.8 ± 0.6 a

Medias ± DE con las mismas letras entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). DE: Desviación estándar.

Concentración nutrimental en pseudotallos

***Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.** La concentración de los macronutrientes N, Ca y Mg en pseudotallo no se vio estadísticamente afectada por los tratamientos de Al (Cuadro II.5).

Cuadro II.5. Concentración de N, Ca y Mg en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Tratamiento Al (mM)	N	Ca (g kg ⁻¹ PMS)	Mg
Inicial	0.58 ± 0.05 a	2.31 ± 0.07 a	2.35 ± 0.04 a
0.0	0.74 ± 0.03 a	3.13 ± 0.09 a	2.99 ± 0.05 a
0.3	0.64 ± 0.06 a	2.71 ± 0.08 a	2.96 ± 0.08 a
0.6	0.98 ± 0.19 a	4.03 ± 0.73 a	6.81 ± 3.05 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Para el caso de los macronutrientes P, K y S, sus concentraciones tendieron a disminuir cuando se aplicó 0.3 mM de Al en la solución, pero cuando se aplicó 0.6 mM de Al las concentraciones de estos macronutrientes se incrementaron a niveles similares a los que mostraron los pseudotallos al inicio del experimento o en el tratamiento testigo (Figura II.11).

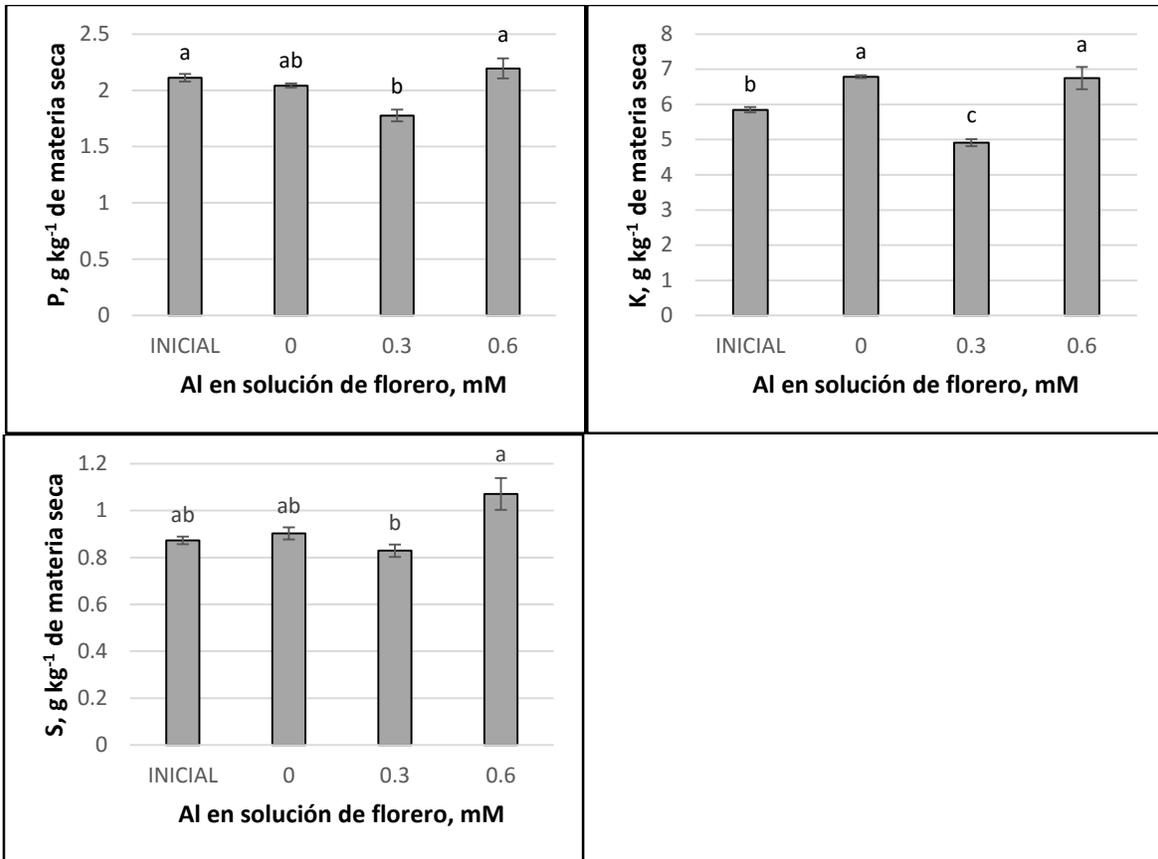


Figura II.11. Concentración de P, K y S (g kg^{-1} PMS) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Al en solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

La concentración de Fe, Zn y B en pseudotallo no fueron estadísticamente diferentes entre tratamientos (Cuadro II.6).

Cuadro II.6. Concentración de Fe, Zn y B en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Tratamiento	Fe	Zn	B
Al (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)		
Inicial	40.1 ± 2.0 a	14.6 ± 1.5 a	6.7 ± 1.6 a
0.0	45.1 ± 2.6 a	19.5 ± 0.7 a	9.3 ± 1.3 a
0.3	38.7 ± 1.5 a	13.3 ± 1.3 a	5.4 ± 0.8 a
0.6	65.1 ± 11.0 a	22.6 ± 4.6 a	8.3 ± 1.5 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

En el caso de las concentraciones de Cu, Na y Al en pseudotallos, se observó que fueron incrementadas de manera general por la presencia de aluminio, en comparación con el testigo. Por el contrario, las concentraciones de Mn se reducen de manera significativa en los tratamientos conteniendo aluminio (Figura II.12).

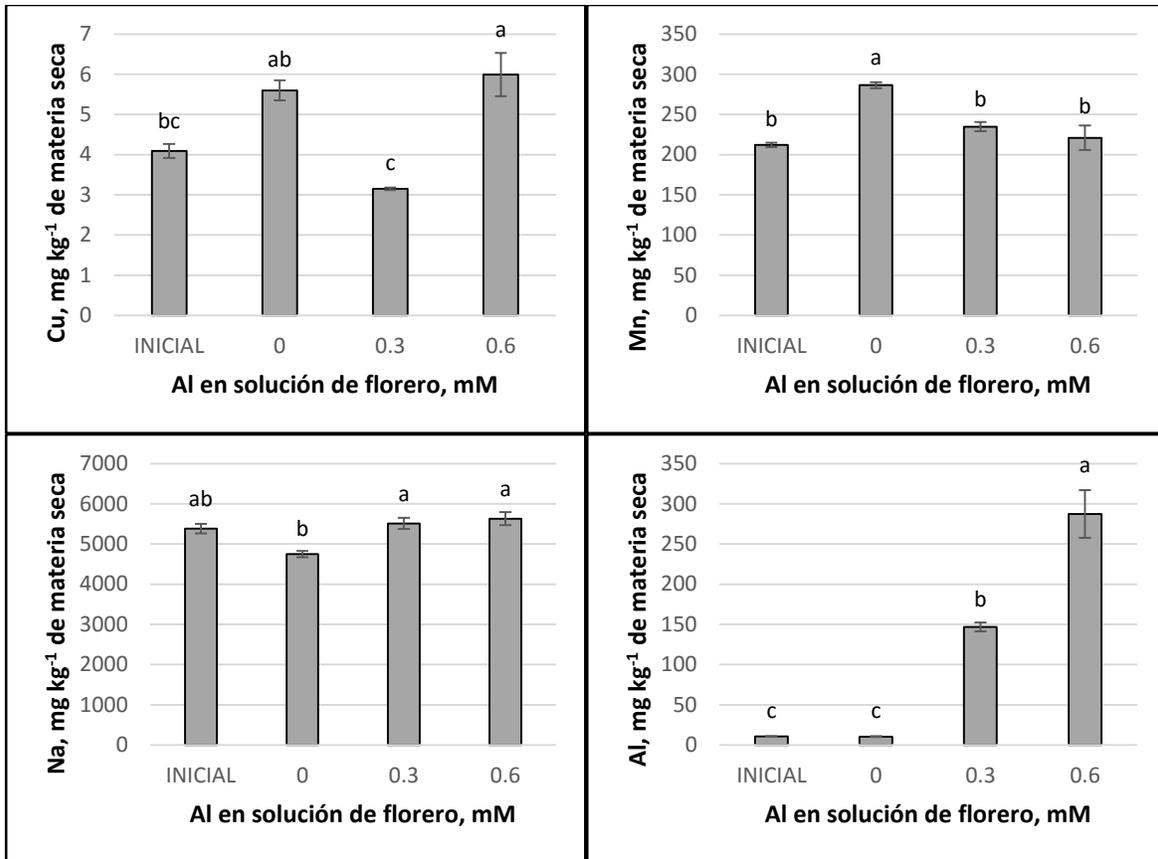


Figura II.12. Concentración de Cu, Mn, Na y Al (mg kg⁻¹ PMS) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Al en la solución de florero. Medias ± DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.**

Respecto a la concentración de macronutrientes en pseudotallo (Cuadro II.7), los resultados indican que no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro II.7. Concentración de N, P, K, Ca, Mg y S en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	S
Al (mM)	(g kg ⁻¹ PMS)					
Inicial	0.7 ± 0.1 a	1.7 ± 0.1 a	6.9 ± 0.4 a	3.1 ± 0.2 a	2.5 ± 0.1 a	0.7 ± 0.0 a
0.0	0.7 ± 0.0 a	2.2 ± 0.2 a	11.9 ± 4.1 a	2.8 ± 0.1 a	3.4 ± 0.1 a	0.9 ± 0.1 a
0.3	0.6 ± 0.1 a	2.3 ± 0.6 a	11.2 ± 0.6 a	6.0 ± 2.3 a	4.1 ± 0.7 a	1.6 ± 0.8 a
0.6	0.6 ± 0.0 a	1.4 ± 0.1 a	11.4 ± 0.1 a	3.1 ± 0.1 a	2.9 ± 0.1 a	0.8 ± 0.0 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

En lo que concierne a micronutrientos, se observa que aluminio no tiene efecto en las concentraciones de Fe, Cu, Zn, Mn y B (Cuadro II.8).

Cuadro II.8. Concentración de Fe, Cu, Zn, Mn y B en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a Al en la solución de florero.

Tratamiento	Fe	Cu	Zn	Mn	B
Al (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)				
Inicial	793.7 ± 475.2 a	3.4 ± 0.3 a	14.5 ± 1.4 a	148.2 ± 8.0 a	12.4 ± 4.0 a
0.0	93.8 ± 15.8 a	5.8 ± 1.1 a	11.9 ± 0.6 a	150.0 ± 12.3 a	6.1 ± 0.1 a
0.3	121.1 ± 16.0 a	15.2 ± 7.1 a	34.5 ± 19.3 a	226.0 ± 53.6 a	21.0 ± 5.1 a
0.6	75.0 ± 2.4 a	5.2 ± 1.9 a	10.4 ± 1.4 a	167.9 ± 20.2 a	10.2 ± 0.3 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

En la Figura II.13 se aprecia que el aluminio se concentró más en pseudotallos a medida de que su concentración en la solución de florero aumentaba, lo cual demuestra que fue absorbido por la planta. Por otra parte, la concentración de Na solo aumentó en pseudotallos florales tratados en florero con la solución sin Al.

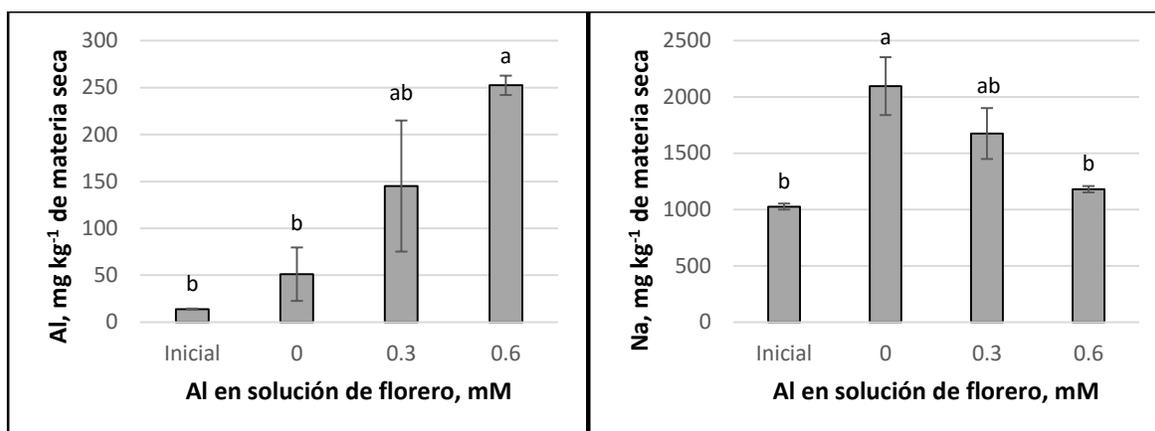


Figura II.13. Concentración de Al y Na (mg kg^{-1} PMS) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Al en la solución en florero. Medias \pm DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Concentración nutrimental en inflorescencias

***Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.** La concentración de N en inflorescencias se redujo de manera significativa en el tratamiento consistente en 0.3 mM de Al. De la misma manera, en el caso de la concentración de K, se observan efectos negativos del tratamiento con Al, particularmente en la dosis baja (0.3 mM) (Figura II.14).

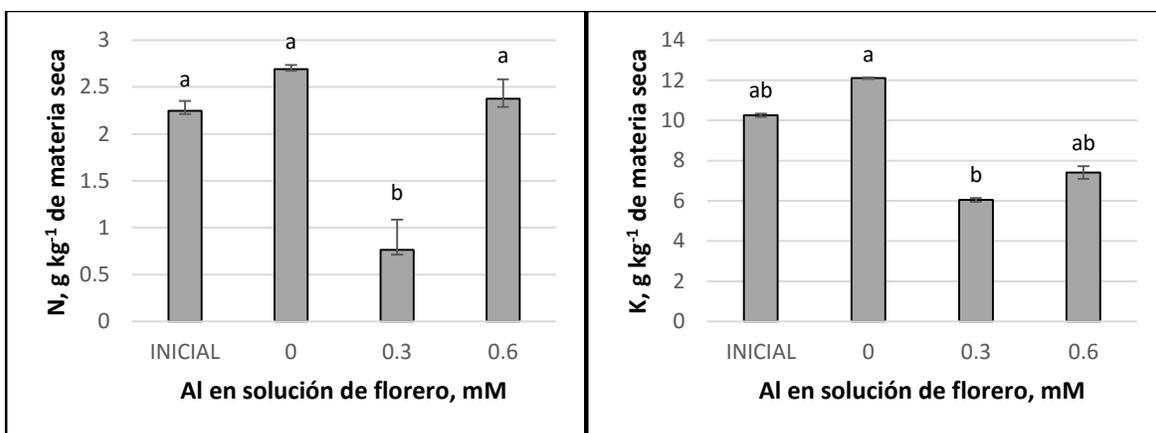


Figura II.14. Concentración de N y K (g kg^{-1} PMS) en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Al en la solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Las concentraciones de P, Ca, Mg y S no fueron estadísticamente diferentes entre tratamientos (Cuadro II.9).

Cuadro II.9. Concentración de P, Ca, Mg y S en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Treatment	P	Ca	Mg	S
Al (mM)	(g kg ⁻¹ PMS)			
Inicial	3.05 \pm 0.00 a	15.35 \pm 0.18 a	7.88 \pm 0.04 a	2.01 \pm 0.01 a
0.0	3.33 \pm 0.06 a	18.57 \pm 0.27 a	8.04 \pm 0.10 a	2.32 \pm 0.07 a
0.3	1.99 \pm 0.39 a	12.25 \pm 2.61 a	6.03 \pm 1.10 a	1.51 \pm 0.26 a
0.6	2.39 \pm 0.41 a	13.23 \pm 2.19 a	6.28 \pm 1.04 a	1.80 \pm 0.30 a

Medias \pm DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

El caso de la respuesta de las inflorescencias a la aplicación de Al resultó interesante para el caso del micronutriente Mn, ya que al inicio del experimento y en

el tratamiento testigo, la concentración de éste se mantuvo alta, y disminuyó cuando se aplicó Al a la solución de florero, independientemente del nivel usando (Figura II.15).

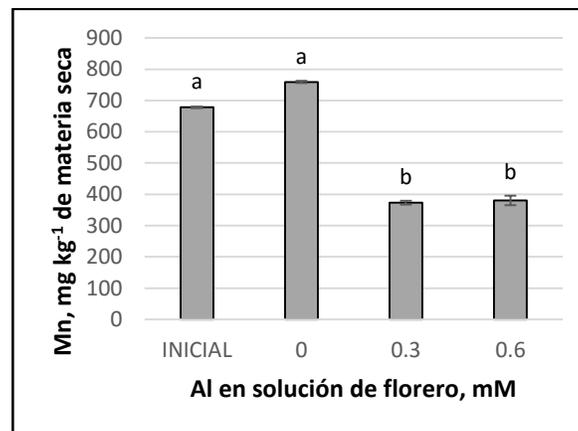


Figura II.15. Concentración de Mn (mg kg^{-1} PMS) en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Al en la solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Por su parte, las concentraciones de los micronutrientes Fe, Cu, Zn y B, lo mismo que de Na y Al, no mostraron efecto de los tratamientos de Al en inflorescencias (Cuadro II.10 y II.11).

Cuadro II.10. Concentración de Fe, Cu, Zn y B en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Tratamiento	Fe	Cu	Zn	B
Al (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)			
Inicial	133.8 \pm 1.0 a	22.0 \pm 0.5 a	112.1 \pm 2.7 a	17.6 \pm 3.6 a
0.0	81.1 \pm 1.9 a	19.5 \pm 0.6 a	123.2 \pm 1.5 a	19.5 \pm 0.7 a
0.3	133.9 \pm 20.8 a	15.8 \pm 3.2 a	99.4 \pm 17.4 a	9.6 \pm 2.4 a
0.6	149.4 \pm 20.0 a	16.0 \pm 3.1 a	90.7 \pm 13.5 a	14.9 \pm 1.2 a

Medias \pm DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). DE: Desviación estándar. PMS: Peso de la materia seca.

Cuadro II.11. Concentración de Na y Al en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Tratamiento	Na	Al
Al (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)	
Inicial	4678.8 ± 26.7 a	23.1 ± 1.2 a
0.0	4493.5 ± 68.5 a	23.5 ± 0.7 a
0.3	3252.5 ± 574.0 a	34.0 ± 6.6 a
0.6	3851.1 ± 689.9 a	36.5 ± 5.6 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.** En inflorescencias de esta especie, las concentraciones de N, K, Ca, Mg y S, no mostraron diferencias estadísticas con las dosis de aluminio suministradas (Cuadro II.12).

Cuadro II.12. Concentración de N, K, Ca, Mg y S en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a Al en la solución de florero.

Tratamiento	N	K	Ca	Mg	S
Al (mM)	(g kg ⁻¹ PMS)				
Inicial	2.2 ± 0.1 a	14.7 ± 0.9 a	10.9 ± 0.1 a	5.3 ± 0.0 a	2.7 ± 0.0 a
0.0	1.9 ± 0.0 a	13.6 ± 0.4 a	10.9 ± 0.2 a	5.8 ± 0.2 a	3.4 ± 0.5 a
0.3	2.2 ± 0.0 a	12.9 ± 0.5 a	13.9 ± 0.4 a	5.8 ± 0.1 a	2.6 ± 0.0 a
0.6	2.0 ± 0.1 a	11.3 ± 1.3 a	13.8 ± 2.0 a	5.1 ± 0.6 a	2.5 ± 0.3 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Respecto a la concentración de P, ésta disminuyó a medida que la concentración de Al se incrementó en la solución de florero (Figura II.16).

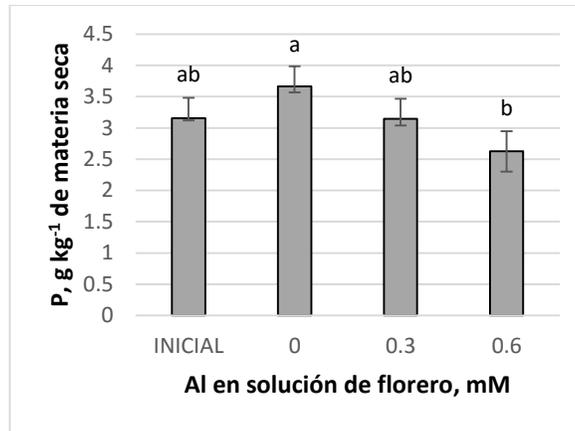


Figura II.16. Concentración de P (g kg^{-1} PMS) en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Al. Medias \pm DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Estos datos demuestran que el Al no estuvo involucrado en el aumento de la concentración de macronutrientes en inflorescencia de *Heliconia* Adrian.

En cuanto a micronutrientes en inflorescencias, se aprecia que las concentraciones de Zn y B no variaron por efecto de los tratamientos de Al (Cuadro II.13).

Cuadro II.13. Concentración de Zn y B en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a Al en la solución de florero.

Tratamiento	Zn	B
Al (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)	
Inicial	64.13 \pm 1.31 a	23.49 \pm 0.79 a
0.0	62.35 \pm 1.31 a	21.15 \pm 2.05 a
0.3	62.81 \pm 1.44 a	23.04 \pm 0.56 a
0.6	66.29 \pm 8.77 a	21.39 \pm 3.51 a

Medias \pm DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

En la Figura II.17 se observa como el aluminio disminuyó drásticamente la concentración de Fe y Cu, mientras que la concentración de Mn aumentó en las inflorescencias tratadas con 0.6 mM de Al. Por su parte, la concentración de Na en inflorescencias de varas tratadas con Al fue mayor que en varas del tratamiento testigo. Lo que también resulta evidente de la Figura II.17 es la relación positiva entre la concentración de Al en la inflorescencia y la concentración de este elemento en la solución de florero.

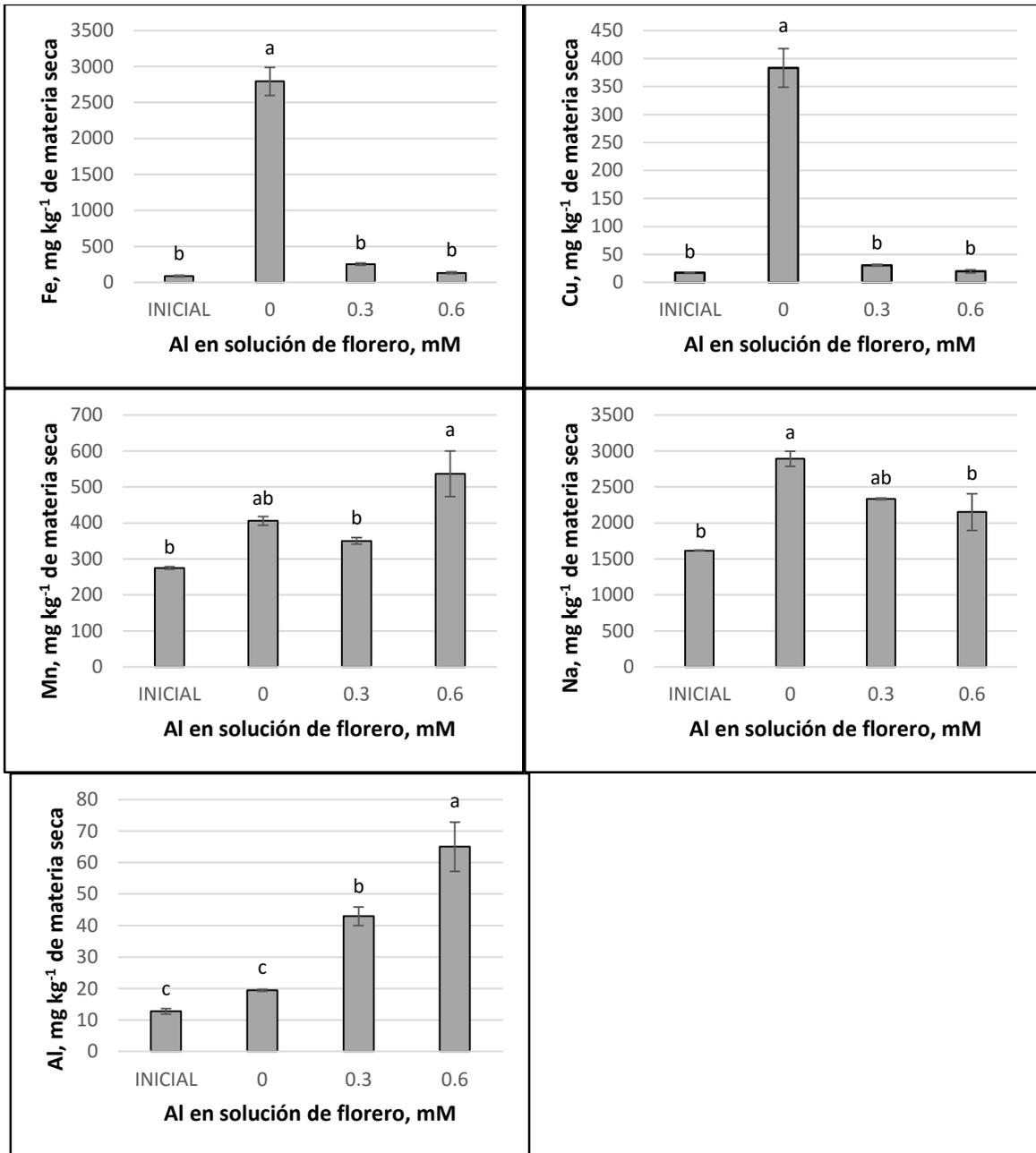


Figura II.17. Concentración de Fe, Cu, Mn, Na y Al (mg kg^{-1} PMS) en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Al en solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Concentración nutrimental en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda

Los tratamientos de aluminio en la solución nutritiva de florero no afectaron la concentración de macronutrientes en hojas (Cuadro II.14).

Cuadro II.14. Concentración de N, P, K, Ca, Mg y S en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a aluminio en la solución nutritiva.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	S
Al (mM)	(g kg ⁻¹ PMS)					
Inicial	2.8 ± 0.1 a	1.6 ± 0.0 a	7.7 ± 0.1 a	4.8 ± 0.3 a	2.9 ± 0.1 a	2.2 ± 0.0 a
0.0	2.6 ± 0.1 a	1.6 ± 0.2 a	7.8 ± 1.1 a	4.2 ± 0.6 a	2.7 ± 0.4 a	2.6 ± 0.1 a
0.3	2.7 ± 0.1 a	1.5 ± 0.0 a	7.6 ± 0.0 a	4.6 ± 0.2 a	3.0 ± 0.0 a	2.5 ± 0.1 a
0.6	2.6 ± 0.2 a	1.7 ± 0.1 a	8.4 ± 0.3 a	5.2 ± 0.2 a	3.3 ± 0.2 a	2.6 ± 0.1 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Para la mayoría de los micronutrientes en hoja (Fe, Cu, Mn, B) y el Na, tampoco se observaron efectos de los tratamientos de aluminio (Cuadros II.15 y II.16).

Cuadro II.15. Concentración de Fe, Cu, Mn, B y Na en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Tratamiento	Fe	Cu	Mn	B
Al (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)			
Inicial	116.4 ± 3.8 a	4.8 ± 0.2 a	278.2 ± 6.5 a	12.0 ± 2.4 a
0.0	118.0 ± 13.1 a	4.2 ± 0.8 a	292.3 ± 38.4 a	12.6 ± 0.4 a
0.3	132.5 ± 1.8 a	4.0 ± 0.1 a	289.4 ± 2.0 a	12.3 ± 0.4 a
0.6	123.2 ± 4.2 a	5.5 ± 0.5 a	278.0 ± 10.2 a	16.6 ± 1.4 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Cuadro II.16. Concentración de Na en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Tratamiento	Na
Al (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)
Inicial	2889.4 ± 113.4 a
0.0	2707.9 ± 380.4 a
0.3	3466.0 ± 17.5 a
0.6	3557.6 ± 124.8 a

Medias ± DE con las mismas indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Por su parte, la concentración de Zn no fue diferente entre tratamientos en hojas, en tanto que la de aluminio se relacionó de manera positiva con la concentración de Al en la solución nutritiva de florero (Figura II.18).

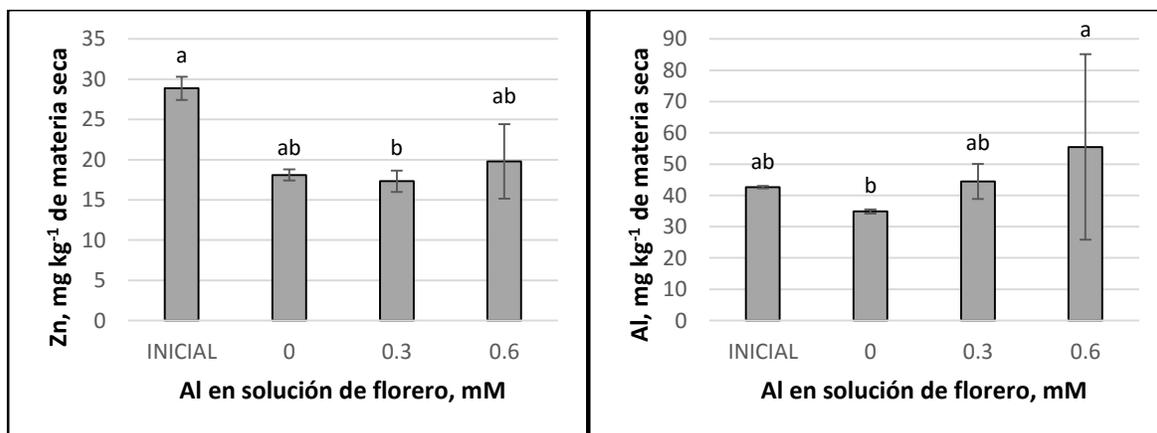


Figura II.18. Concentración de Zn y Al (mg kg⁻¹ PMS) en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratada con distintas concentraciones de Al en la solución de florero. Medias ± DE con letras diferentes en cada subfigura, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Aspecto de tallos florales tratados con aluminio en postchosecha

En las Figuras II.19 y II.20 se muestran las varas florales que contienen inflorescencias representativas de las heliconias Andromeda y Adrian, ya sea de los tratamientos testigo (sin aplicación de Al) o tratadas con las diferentes concentraciones de Al (0.3 y 0.6 mM) en la solución nutritiva de florero por seis días.



Figura II.19. Varas florales representativas de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda del tratamiento testigo y de las tratadas durante seis días con las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de Al en la solución de florero.



Figura II.20. Varas florales representativas de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian del tratamiento testigo y de las tratadas durante seis días con las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de Al en la solución de florero.

II.8. DISCUSIÓN

El aluminio inhibe la actividad de canales de potasio tanto en pelos radicales de raíces como en células guarda en hojas (Liu y Luan, 2001). En esta investigación, la concentración de K en pseudotallos y flores de *Heliconia psittacorum* disminuyó con la concentración 0.3 mM de Al aplicada en comparación con el testigo. El potasio es el cation más abundante en el citosol, y uno de los elementos más importantes en la

fisiología de las plantas debido a que desempeña funciones básicas de regulación osmótica, neutralización eléctrica de aniones, y control de la polarización de la membrana celular. Además, algunas enzimas utilizan al potasio como cofactor. Típicamente, la membrana plasmática es más permeable a K que a cualquier otro ión (Horbowicz *et al.*, 2011).

En inflorescencias de heliconia Adrian se obtuvo un decremento de P con el tratamiento de 0.6 mM de Al, lo mismo que en pseudotallos de heliconia Andromeda con el tratamiento de 0.3 mM. Façanha *et al.* (2002) estudiaron los efectos producidos por los fluoruros de aluminio en plantas de maíz, y también reportaron una disminución de la absorción de fósforo.

Como efecto benéfico del aluminio se encuentra la reducción en la absorción de otro elemento presente en el ambiente radical a concentraciones tóxicas, tal el caso del Mn (Trejo-Téllez *et al.*, 2007). En esta investigación, se observó efecto antagónico del Al en las concentraciones de Mn en pseudotallos e inflorescencias de *Heliconia psittacorum* cv Andromeda, con las concentraciones de 0.3 y 0.6 mM de Al; lo cual hace suponer la acumulación de este elemento en hojas.

En la planta *Trifolium repens*, al estar expuesta durante tres semanas a 50 mM de Al se inhibió la absorción de nitrato, medido por el contenido de nitrógeno en plantas (Jarvis y Hatch, 1986). En maíz, al ser expuesto durante 30 min a 100 mM de Al, disminuyó la absorción de NO_3^- en solución (Durieux *et al.*, 1995). En inflorescencias de *Heliconia psittacorum* se presentó un decremento en la concentración de N al aplicar 0.3 mM de Al en solución, lo cual coincide con los resultados previamente citados.

En pseudotallos de ambas especies y en inflorescencias de heliconia Adrian, se presentó un aumento en la concentración de Al, a medida que se incrementaba la dosis de este elemento en la solución nutritiva. En hojas de *Heliconia psittacorum* se presentó un aumento con la concentración 0.6 mM de Al aplicada.

II.9. CONCLUSIONES

El aluminio puede ejercer efectos benéficos en la fisiología de las plantas, siempre que se consideren los umbrales de tolerancia y toxicidad. En esta investigación el efecto benéfico de este elemento se observó principalmente en el consumo de agua, que permitió mayor duración de la vida en florero de las inflorescencias, y en la reducción de la pérdida de peso de los tallos florales. Por lo demás, el Al no tuvo efectos significativos en la mayoría de macronutrientes y micronutrientes en los diferentes tejidos analizados, aunque si se pudieron apreciar diferentes respuestas entre los dos genotipos de heliconias estudiados. Visualmente se presentó una mayor calidad en inflorescencias y hojas de las especies estudiadas al ser tratadas con Al, característica importante para la comercialización de éstas.

II.10. LITERATURA CITADA

- Alcántar G., G., Sandoval V., M. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Publicación Especial 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, México.
- Andrison, D. 1995. Inhibition by aluminum of mycelia growth and sporangial production and germination in *Phytophthora infestans*. European Journal of Plant Pathology. 101: 517-533.
- Bahudali, D.M., Singh, A., Jha, S., Chawla, S.L. 2014. Postharvest physiology and quality of heliconia inflorescence cv. Golden Torch as influenced by antioxidants. Indian Journal of Horticulture. 71: 232-236.
- Bremner, J. M. 1965. Total nitrogen. In: C. A. Black (ed.). Methods of soil analysis. Part. 2. Agronomy 9. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, U. S. A.
- De Moraes, P.J., Finger, F.L., Barbosa, J.G., Cecon, P.R., Cesa, L.P. 2005. Influence of benzyladenine on longevity of *Heliconia latispatha* Benth. Acta Horticulturae. 683: 369-373.
- Durieux, R.P., Bartlett, R.J., Magdoff, F. R. 1995. Separate mechanisms of aluminium toxicity for nitrate uptake and root elongation. Plant and Soil. 172: 229-234.
- Façanha, A.R., Okorokova-Façanha, A.L. 2002. Inhibition of phosphate uptake in corn roots by aluminum-fluoride complexes. Plant Physiology. 129: 1763-1772.
- Horbowicz, M., Kowalczyk, W., Grzesiuk, A., Mitrus, J. 2011. Uptake of aluminium and basic elements, and accumulation of anthocyanins in seedlings of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) as a result increased level of aluminium in nutrient solution. Ecological Chemistry and Engineering. 18: 479-488.

- Jarvis, S.C., Hatch, D.J. 1986. The effects of low concentrations of aluminium on the growth and uptake of nitrate-N by white clover. *Plant and Soil*. 95: 43-55.
- Keltjens, W.G. 1990. Effect of aluminum on growth and nutrient status of Douglas-fir seedlings grown in culture solutions. *Tree Physiology*. 6: 165-175.
- Kinraide, T.B. 1997. Reconsidering the rhizotoxicity of hydroxyl, sulphate, and fluoride complexes of aluminum. *Journal of Experimental Botany*. 48: 1115-1124.
- Kinraide, T.B., Parker, D.R. 1990. Apparent phytotoxicity of mononuclear hydroxyl-aluminum to four dicotyledoneous species. *Plant Physiology*. 79: 283-288.
- Lazof, D.B., Holland, M.J. 1999. Evaluation of the aluminium-induced root growth inhibition in isolation from low pH effects in *Glycine max*, *Pisum sativum* and *Phaseolus vulgaris*. *Australian Journal Plant Physiology*. 26: 147-157.
- Liu, K., Luan, S. 2001. Internal aluminium block of plant inward potassium channels. *Plant Cell*. 13: 1453-1465.
- Meyer, J.R., Shew, H.D., Harrison, U.J. 1994. Inhibition of germination and growth of *Thielaviopsis basicola* by aluminum. *Phytopathology*. 84: 598-604.
- Miyasaka, S.C., Hue, N.V., Dunn, M. 2006. Aluminum . *In: Handbook of plant nutrition*. A. Barker, D. Pilbeam (eds.). Boca Raton, USA CRC Press. pp. 439-497.
- Rufty, T. W., MacKown, D. T., Lazof, D. B., Carter, T. E. 1995. Effect of aluminium on nitrate uptake and assimilation. *Plant Cell and Environment*. 18: 1325-1331.
- Trejo-Téllez, L. I., F. C. Gómez-Merino, G. Alcántar-González. 2007. Elementos benéficos. *In: Nutrición de cultivos*. G. Alcántar, L. I. Trejo-Téllez (eds.). México, D. F.: MundiPrensa y Colegio de Postgraduados. pp. 59-101.

CAPÍTULO III

III.1. Efecto del cobalto en *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian y *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en postcosecha.

El cobalto (Co) se ubica en el grupo VIII B de la tabla periódica. Es un metal de transición y no está clasificado como un nutrimento esencial para las plantas, pero frecuentemente se describe como elemento benéfico (Trejo-Téllez *et al.*, 2007).

Chao-Zhou *et al.* (2005) reportaron efectos de protección del cobalto en las hojas de plántulas de papa durante el estrés osmótico, al inhibir la producción de etileno, disminuir el contenido de poliamina y la actividad de las enzimas antioxidantes, y por lo tanto elimina el incremento en los niveles de las especies reactivas de oxígeno, así como los daños en membrana.

Por su parte Liu *et al.* (2000) investigaron los efectos de cobalto sobre el crecimiento y equilibrio de nutrimentos del frijol mungo. Plantas tratadas con 5 mM de Co mostraron reducciones en las concentraciones de Mn y Fe, en tanto que la absorción y el transporte de S fueron favorecidos.

En ornamentales, Jamali y Rahemi (2011) evaluaron el impacto que los elementos Ni, Co y Si en la vida de florero y producción de etileno en claveles del cv. Harlem. Utilizando solución de las siguientes concentraciones: NiSO₄ (30, 45, 60 mg L⁻¹) CoCl₂ (50, 75, 100 mg L⁻¹) y K₂SiO₃ (100, 150, 200 mg L⁻¹). La aplicación de estos elementos aumentó la vida en florero y disminuyó la producción de etileno.

Mandujano-Piña *et al.* (2012) evaluaron el efecto del cloruro de cobalto en distintas variables en tallos de *Lilium* de los híbridos Star Gazer y Star Fighter. Utilizaron soluciones que contenían como fuente de carbono sacarosa al 4% y Co (0.0, 0.1, 0.2, 0.4 y 0.8 mM) y reportaron que la aplicación de 0.1 y 0.2 mM Co retrasa los síntomas de senescencia de los tallos florales de esta especie.

Mohammdi *et al.* (2012), valoraron el efecto del cloruro de cobalto en la vida de florero y postcosecha en nardo (*Polianthes tuberosa* L.) utilizando cuatro concentraciones de cloruro de cobalto (0, 200, 300, 400 mg L⁻¹) siendo la

concentración de 300 mgL^{-1} de CoCl_2 la que tuvo el mayor efecto al mostrar la vida de florero más larga (10.66 días), una absorción de agua de 1.53 mL g^{-1} de materia fresca y una pérdida de peso fresco de 19.99 g.

A pesar de que existen varios estudios del uso del Co en especies ornamentales, no existe reporte alguno en heliconias, por lo que en esta investigación se indagó el efecto del cobalto en dos genotipos de heliconias, con el objetivo general que se plantea a continuación.

III.2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los parámetros postcosecha y de concentraciones nutrimentales en varas florales de las especies *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian y *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda, tratadas durante la vida en florero con distintas concentraciones de cobalto.

III.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el efecto del cobalto adicionado a la solución de florero en parámetros de calidad postcosecha de varas florales de dos genotipos de heliconias.
2. Analizar el efecto del cobalto en las concentraciones de macronutrientes y micronutrientes en diferentes órganos de varas florales de dos genotipos de heliconia en postcosecha.

III.4. HIPÓTESIS GENERAL

El cobalto puede influir positivamente en la vida de florero, calidad postcosecha y concentraciones nutrimentales en las varas florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.

III.5. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

1. La adición de las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ mejora la calidad postcosecha y aumentan la vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.
2. El cobalto tiene influencia positiva en la concentración de macronutrientes y micronutrientes en varas florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en postcosecha.

III.6. MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Se utilizaron tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian de entre 70 y 80 cm, obtenidos de las plantaciones de estas especies en el Campus Córdoba del Colegio de Postgraduados, ubicado a 650 m de altitud, 18° 50" latitud norte 96° 51" longitud oeste, 18.4 °C de temperatura media anual y 78% de HR.

Desarrollo del experimento

Los tallos florales se trasladaron al laboratorio de Nutrición Vegetal del Colegio de Postgraduados en el Campus Montecillo, ubicado en km 36.5 de la Carretera México-Texcoco, localizado a 19° 29' latitud norte, 98° 53' longitud oeste y una altitud de 2250 m.

Solución de florero

Como soluciones de florero, se evaluaron dos concentraciones de cobalto: 0.3 y 0.6 mM, suministradas a partir de $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ grado reactivo. Las soluciones fueron formuladas utilizando agua destilada. Como tratamiento testigo se utilizó agua destilada.

Condiciones experimentales

En el periodo de conducción del experimento, las temperaturas medias durante el día y la noche fueron de 26.5 y 25.8 °C, respectivamente; las humedades relativas fueron de 31.9 y 37.5%, diurnas y nocturnas, respectivamente. La intensidad luminosa promedio fue de 21 lumens en el día y de 2 lumens por la noche.

Cada una de las soluciones en evaluación tuvo tres repeticiones, mismas que fueron distribuidas en el laboratorio en un arreglo completamente al azar. La unidad experimental consistió en un contenedor de plástico de 2.6 L de capacidad conteniendo 10 tallos florales.

Variabes medidas

Durante la vida de florero se realizaron tres evaluaciones (2, 4 y 6 días en florero; def) de la pérdida relativa de peso del tallo floral, longitud del tallo floral y consumo de agua.

En cada evaluación se midió el peso de cada vara floral en una balanza de laboratorio electrónica (Ohaus Adventurer® Pro). En el caso de la longitud del tallo floral ésta se realizó con un metro de madera, del inicio del pseudotallo hasta el inicio del color de la inflorescencia. El consumo de agua se evaluó en base a los mL absorbidos en cada florero.

Determinación del peso de la materia seca

Después de seis días en florero, los tallos florales fueron fraccionados en tallo, hojas e inflorescencia y secados en una estufa de aire forzado (Riossa, HCF-125D, México), a una temperatura de 70 °C durante 72 h, para la obtención de los pesos de biomásas secas (Figura III.1).



Figura III.1. Biomasa seca de inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda del tratamiento testigo.

Determinación foliar de clorofilas

La determinación de ésta variable solo se realizó en *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda debido a que a la especie *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian se le cortaron las hojas.

En material foliar congelado (-80 °C) se determinó la concentración de clorofilas a, b y total, las muestras se leyeron a 645 y 665 nm (espectrofotómetro UV/VIS; 6715 Jenway; Reino Unido).

Los cálculos se realizaron utilizando las fórmulas siguientes:

$$\text{Clorofila a } (\mu\text{g/mg PMF}) = (5.46 \times \text{Abs}_{665}) - (2.16 \times \text{Abs}_{645})$$

$$\text{Clorofila b } (\mu\text{g/mg PMF}) = (9.67 \times \text{Abs}_{645}) - (3.04 \times \text{Abs}_{665})$$

PMF: Peso de la Materia Fresca.

Análisis nutrimental

En *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda se realizó análisis nutrimental en pseudotallos, inflorescencias y hojas; mientras que, en *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian el análisis se llevó a cabo solo en pseudotallos e inflorescencias.

La materia seca se trituró para realizar los análisis correspondientes, según lo especificado a continuación.

Nitrógeno total

La acumulación y concentración de N total se determinó mediante la técnica Semimicro-Kjeldahl (Bremner, 1965).

Análisis de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Mn, B, Na y Al

Se determinó mediante la lectura de extractos en un equipo de espectroscopia de emisión óptica de inducción por plasma acoplado (ICP-OES 725), provenientes de digestión húmeda diácida, según Alcántar y Sandoval (1999).

Análisis estadístico de los datos

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente, para lo que se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias usando la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), empleando el software SAS (Statistical Analysis System).

III.7.RESULTADOS

Longitud de varas

***Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.** Las varas florales de *Heliconia psittacorum* no presentaron diferencias en la longitud de tallo al ser tratadas con 0.3 y 0.6 mM de Co (Cuadro III.1) en la solución de florero, en comparación con la longitud inicial.

Cuadro III.1. Longitud inicial y durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Tratamiento Co (mM)	Inicial	Dos días	Cuatro días	Seis días
0.0	75.1 ± 2.2 a	75.1 ± 3.2 a	75.4 ± 3.2 a	75.5 ± 3.2 a
0.3	75.4 ± 3.2 a	77.5 ± 3.6 a	77.5 ± 3.6 a	77.4 ± 3.6 a
0.6	71.7 ± 3.8 a	73.7 ± 4.4 a	73.8 ± 4.4 a	74.5 ± 4.5 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$).

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.** Los tratamientos aplicados en esta especie tampoco afectaron la longitud del tallo floral durante la vida de florero (Cuadro III.2).

Cuadro III.2. Longitud inicial y durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a diferentes concentraciones de cobalto en la solución de florero.

Tratamiento Co (mM)	Inicial	Un día	Tres días	Cinco días
	Longitud (cm)			
0.0	70.3 ± 3.8 a	70.5 ± 3.9 a	70.8 ± 4.0 a	70.3 ± 4.2 a
0.3	64.8 ± 2.3 a	64.3 ± 2.2 a	63.5 ± 2.1 a	63.8 ± 2.3 a
0.6	67.8 ± 1.8 a	67.0 ± 1.7 a	67.0 ± 1.7 a	67.0 ± 1.7 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). DE: Desviación estándar.

Consumo de agua

***Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.** Los tratamientos de cobalto aplicados en la especie *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda no afectaron el consumo de agua, (Cuadro III.3).

Cuadro III.3. Consumo de agua durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Tratamiento Co (mM)	Dos días	Cuatro días	Seis días
	Consumo de agua (mL)		
0	10.7 ± 1.4 a	11.9 ± 2.6 a	5.9 ± 0.4 a
0.3	15.2 ± 1.9 a	7.0 ± 2.3 a	6.1 ± 1.2 a
0.6	10.1 ± 0.5 a	11.2 ± 0.7 a	4.3 ± 1.8 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$).

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.** En la Figura III.2 se presentan los volúmenes de agua consumidos por tallo floral durante seis días de evaluación. En los tres tratamientos evaluados se observa un aumento en los volúmenes de absorción a medida que transcurre el tiempo en florero.

En las primeras 24 h en florero, los tallos de los tratamiento 0.3 y 0.6 mM absorbieron volúmenes de agua significativamente mayores a los registrados en tallos del tratamiento testigo (Figura III.2).

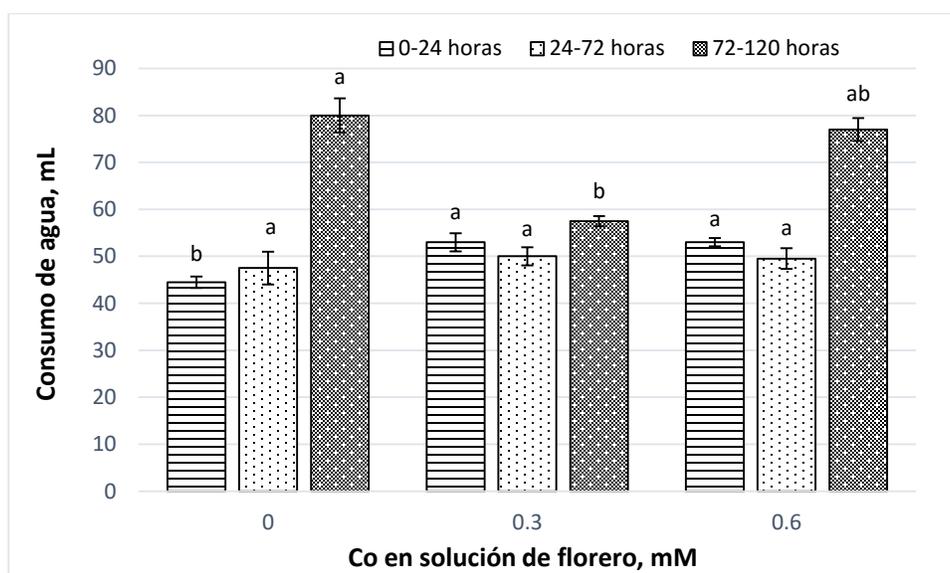


Figura III.2. Consumo de agua de tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución nutritiva. Medias \pm DE con letras diferentes en cada fecha de muestreo, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Posteriormente, en el intervalo de 24 a 72 h el consumo de agua no fue estadísticamente diferente entre tratamientos.

En el intervalo de 72 a 120 h, se observa una disminución en el consumo de agua con la adición de 0.3 mM de Co, siendo ésta estadísticamente menor al consumo registrado en el tratamiento con 0.6 mM, pero no diferente al tratamiento testigo.

Pérdida relativa de peso de tallos florales

***Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.** En esta especie no existieron diferencias estadísticas significativas en la pérdida relativa de peso en los tallos florales, respecto a los pesos iniciales (Cuadro III.4). A pesar de ello, se observa en los tres muestreos, una mayor pérdida de peso en varas del tratamiento testigo que en aquellas tratadas con cobalto.

Cuadro III.4. Pérdida porcentual de peso a los dos, cuatro y seis días en florero de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a la concentración de cobalto en la solución de florero.

Tratamiento Co (mM)	Dos días Pérdida relativa de peso de tallos florales (%)	Cuatro días	Seis días
0.0	7.3 ± 3.8 a	12.6 ± 4.3 a	18.4 ± 4.3 a
0.3	0.5 ± 7.1 a	8.5 ± 7.2 a	16.0 ± 7.3 a
0.6	-1.1 ± 11.3 a	4.7 ± 11.8 a	12.0 ± 11.8 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$).

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.** En esta especie no existieron diferencias estadísticas significativas en la pérdida relativa de peso en los tallos florales, respecto a los pesos iniciales (Cuadro III.5).

Cuadro III.5. Pérdida porcentual de peso a los dos, cuatro y seis días en florero de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a la concentración de cobalto en la solución de florero.

Tratamiento Co (mM)	Un día	Tres días	Cinco días
	Pérdida relativa de peso de tallos florales (%)		
0.0	-3.1 ± 0.9 a	1.9 ± 1.8 a	10.8 ± 2.8 a
0.3	-1.3 ± 3.2 a	14.9 ± 7.4 a	28.9 ± 8.9 a
0.6	-1.6 ± 1.0 a	6.6 ± 3.8 a	22.7 ± 8.5 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$).

Concentración foliar de clorofilas en *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda

Se observó un efecto positivo del cobalto en la concentración de clorofila a, b y total (Figura III.3) en hojas al ser tratadas con Co 0.3 y 0.6 mM en solución de florero. Destaca el aumento en las concentraciones de clorofila con el tratamiento 0.3 mM de Co.

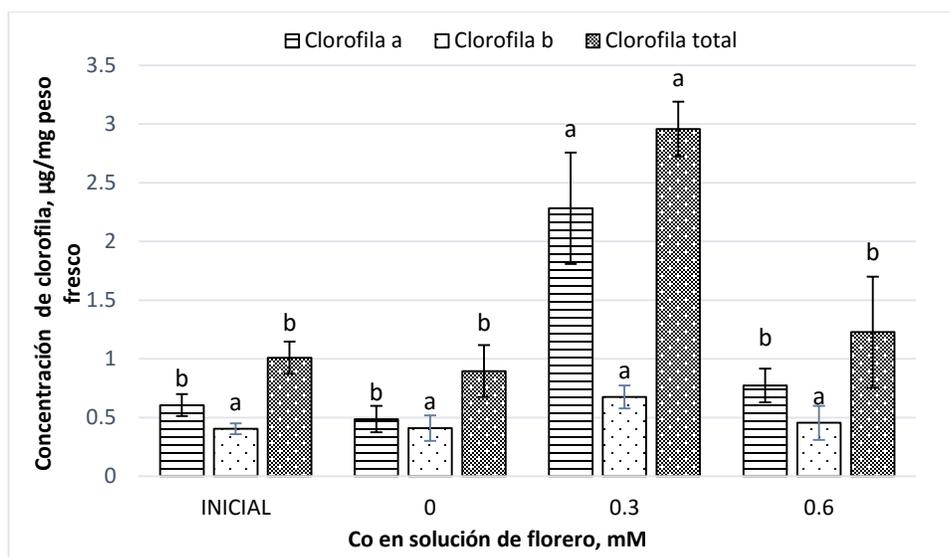


Figura III.3. Concentración de clorofila en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución de florero. Medias ± DE con letras diferentes en cada fecha de muestreo, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Concentración nutrimental en pseudotallos

***Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.** En pseudotallos, se obtuvo una mayor concentración de N (Figura III.4) al aplicar el tratamiento con 0.6 mM de Co, en comparación con el testigo.

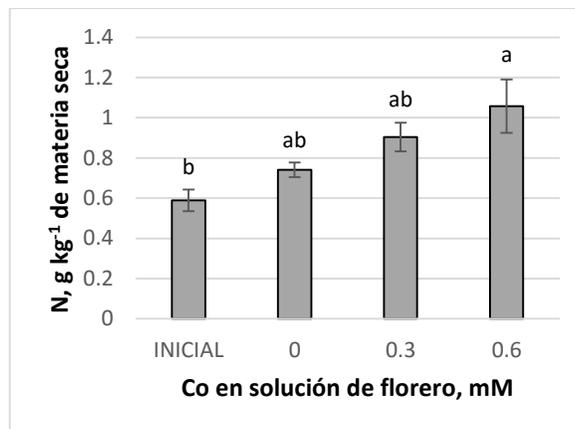


Figura III.4. Concentración de N (g kg⁻¹ PMS) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda, tratadas con distintas concentraciones de Co en la solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes en cada tratamiento, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Contario a lo observado en nitrógeno, el cobalto no afectó significativamente las concentraciones del resto de los macronutrientes (P, K, Ca, Mg y S) en pseudotallos (Cuadro III.6).

Cuadro III.6. Concentración de P, K, Ca, Mg y S en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Tratamiento Co (mM)	P	K	Ca	Mg	S
	(g kg ⁻¹ PMS)				
Inicial	2.1 ± 0.0 a	5.8 ± 0.1 a	2.3 ± 0.1 a	2.4 ± 0.0 a	0.8 ± 0.0 a
0	2.0 ± 0.0 a	6.8 ± 0.0 a	3.1 ± 0.1 a	3.0 ± 0.1 a	0.9 ± 0.0 a
0.3	1.8 ± 0.1 a	6.2 ± 0.5 a	2.8 ± 0.1 a	2.8 ± 0.2 a	0.8 ± 0.1 a
0.6	1.8 ± 0.2 a	6.1 ± 0.7 a	3.7 ± 0.9 a	2.9 ± 0.5 a	0.7 ± 0.1 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

En la concentración de Mn y Co en pseudotallos (Figura III.5), de manera general se observa una relación positiva entre ésta y la concentración de Co en la solución de florero; presentándose las medias más altas con la concentración de 0.6 mM Co.

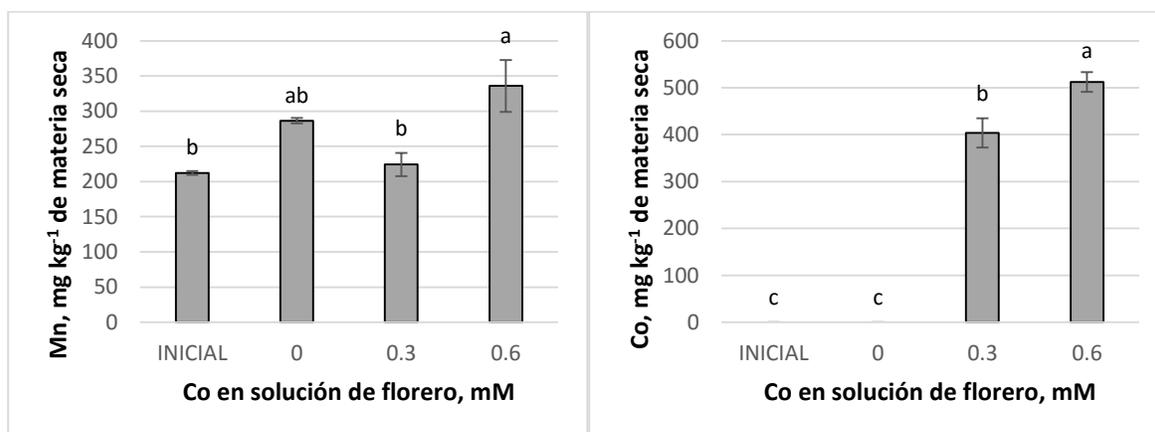


Figura III.5. Concentración de Mn y Co (mg kg⁻¹ PMS) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución de florero. Medias ± DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

En el caso de las concentraciones de Fe, Cu, Zn, B y Na en pseudotallos (Cuadro III.7), no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro III.7. Concentración Fe, Cu, Zn, B y Na en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Tratamiento	Fe	Cu	Zn	B	Na
Co (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)				
Inicial	40.1 ± 1.9 a	4.1 ± 0.2 a	14.6 ± 1.5 a	6.7 ± 1.6 a	5384.2 ± 120.3 a
0.0	45.1 ± 2.6 a	5.6 ± 0.2 a	19.5 ± 0.7 a	9.3 ± 1.3 a	4746.4 ± 79.2 a
0.3	40.4 ± 5.4 a	3.3 ± 0.4 a	17.56 ± 0.8 a	12.5 ± 0.9 a	4114.9 ± 329.8 a
0.6	46.9 ± 6.4 a	4.4 ± 1.4 a	23.0 ± 8.4 a	8.3 ± 2.0 a	4615.9 ± 388.0 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Heliconia psittacorum L.f. x H. spathocircinata cv. Golden Torch Adrian.

Las concentraciones de N, Ca y S en pseudotallos de esta especie no fueron afectadas de manera significativa por la adición de cobalto en la solución de florero (Cuadro III.8).

Cuadro III.8. Concentración de N, Ca y S en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Tratamiento	N	Ca	S
Co (mM)	(g kg ⁻¹ PMS)		
Inicial	0.7 ± 0.1 a	3.1 ± 0.2 a	0.7 ± 0.0 a
0.0	0.7 ± 0.0 a	2.8 ± 0.1 a	0.9 ± 0.1 a
0.3	0.7 ± 0.1 a	2.5 ± 0.0 a	0.7 ± 0.0 a
0.6	0.6 ± 0.1 a	2.9 ± 0.1 a	0.8 ± 0.0 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

En el caso de la concentración de P en pseudotallos, es evidente el efecto negativo de la adición de Co; por otra parte, en las concentraciones de K y Mg la respuesta observada no es atribuible a las concentraciones de Co evaluadas (Figura III.6).

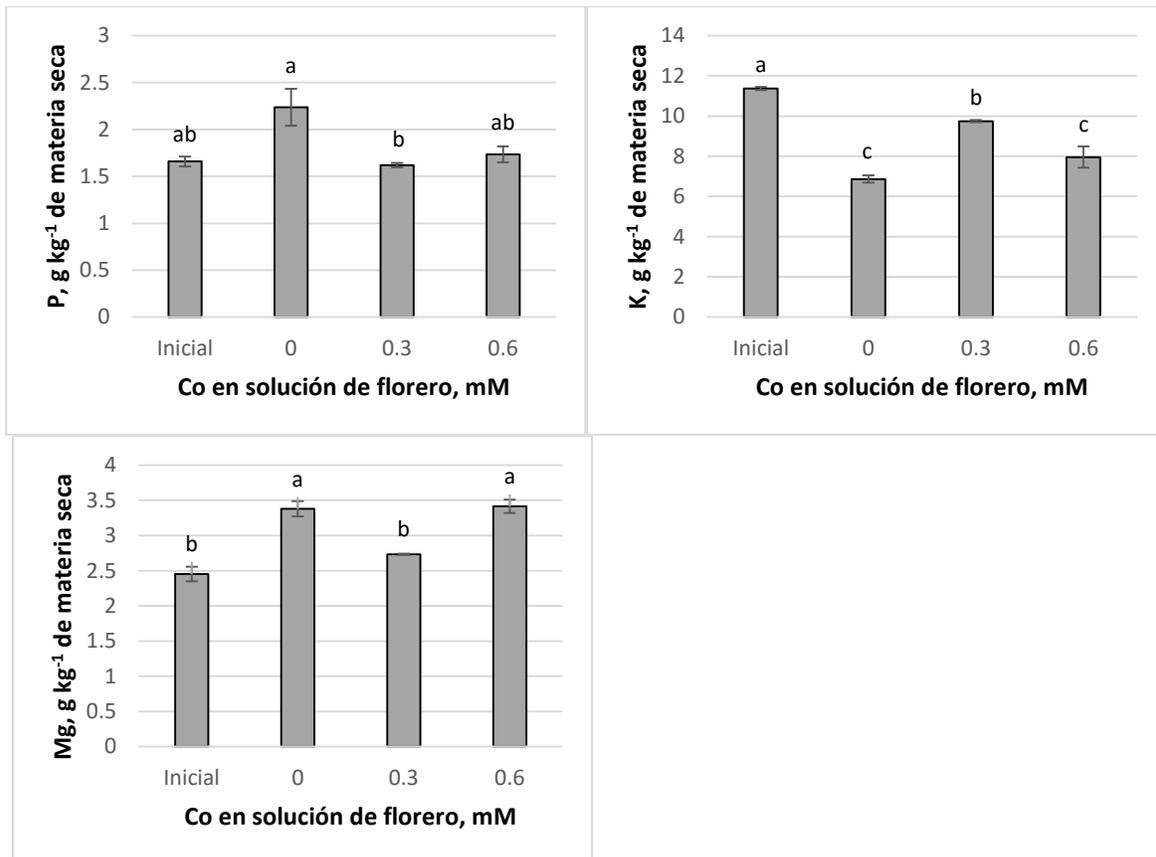


Figura III.6. Concentración de P, K y Mg (g kg⁻¹ de materia seca) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución de florero. Medias ± DE con letras diferentes en cada tratamiento, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

La concentración de los micronutrientes Fe, Cu, Zn y B en pseudotallos, no se vio estadísticamente afectada por el Co (Cuadro III.9).

Cuadro III.9. Concentración de Fe, Cu, Zn y B en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Tratamiento Co (mM)	Fe	Cu (mg kg ⁻¹ PMS)	Zn	B
Inicial	793.7 ± 475.2 a	3.4 ± 0.3 a	14.5 ± 1.4 a	12.4 ± 4.0 a
0.0	93.8 ± 15.8 a	5.8 ± 1.1 a	11.9 ± 0.6 a	6.1 ± 0.1 a
0.3	64.2 ± 3.7 a	5.3 ± 0.4 a	19.5 ± 3.9 a	9.1 ± 0.2 a
0.6	63.3 ± 7.6 a	5.6 ± 0.8 a	9.1 ± 0.6 a	7.0 ± 1.5 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

En el caso de Mn y Na, las tendencias de concentración no se relacionan con las dosis de Co adicionadas a la solución de florero; por el contrario, las concentraciones de Co en pseudotallos y en la solución se relacionan de manera positiva (Figura III.7).

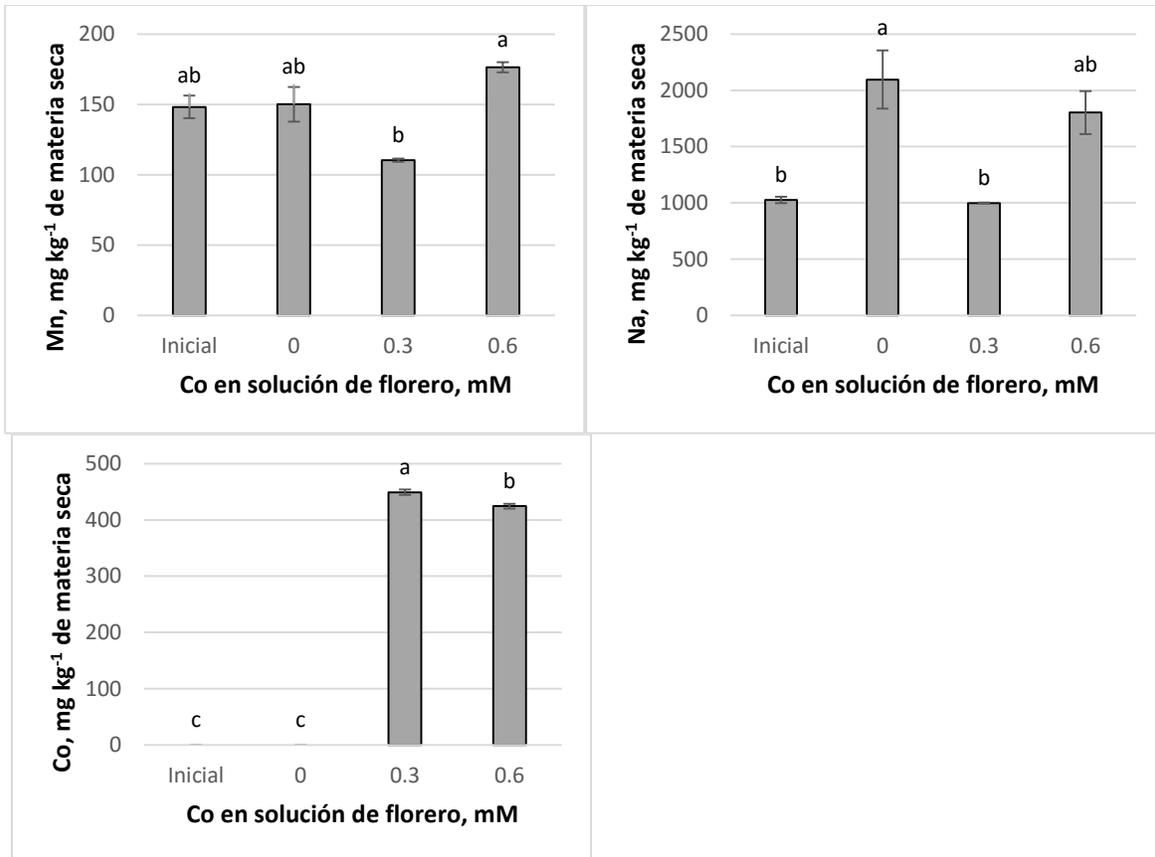


Figura III.7. Concentración de Mn, Na y Co (mg kg^{-1} PMS) en pseudotallops de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes en cada tratamiento, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Concentración nutrimental en inflorescencias

***Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda.** El tratamiento con 0.3 mM de Co disminuye la concentración de N, mientras que al aplicar 0.6 mM Co decrecen las concentraciones de P, K, Mg y S (Figura III.8).

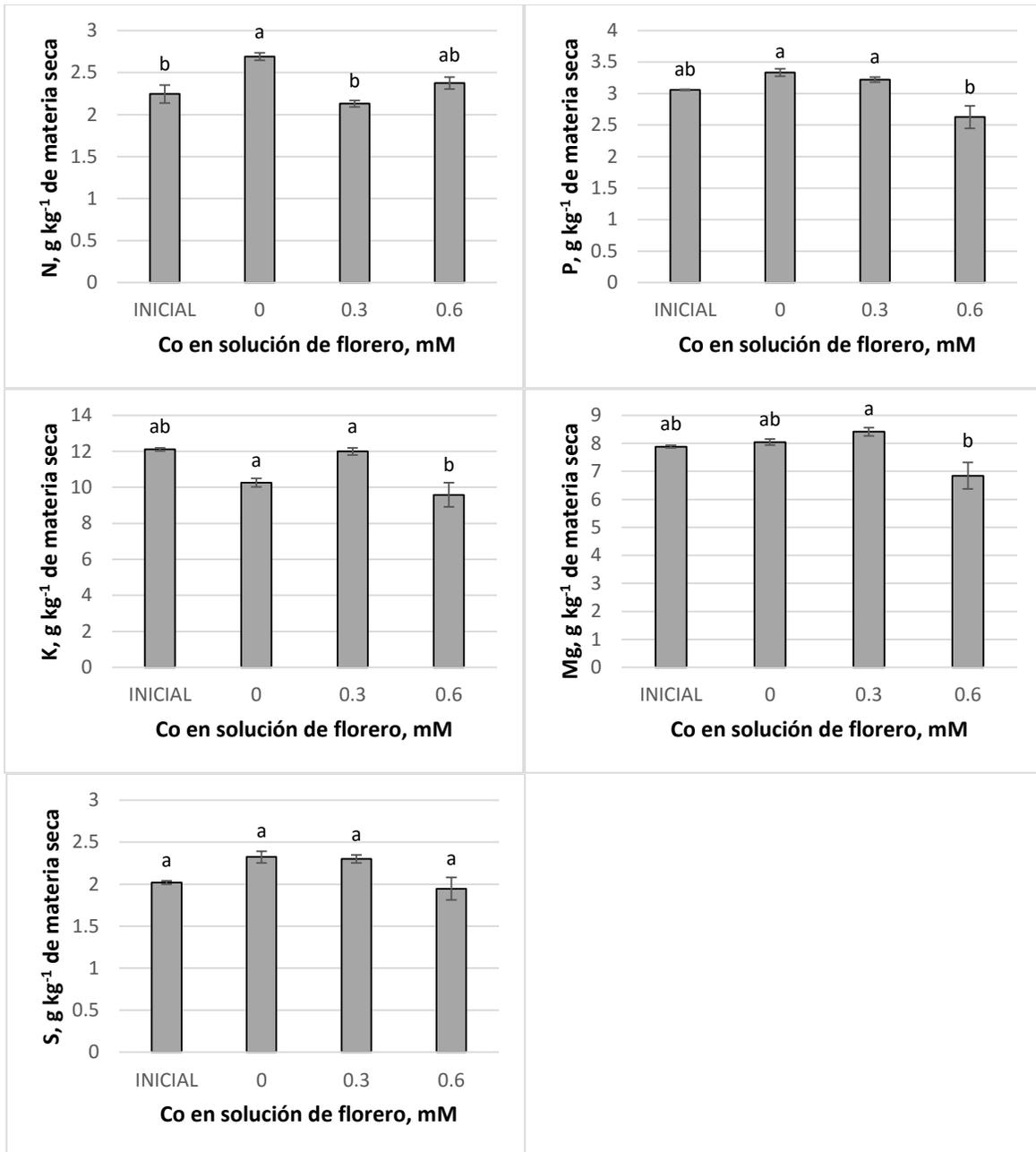


Figura III.8. Concentración de N, P, K, Mg y S (g kg⁻¹ PMS) en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución de florero. Medias ± DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

En el caso de la concentración de calcio en inflorescencias no se observaron diferencias significativas por efecto de la aplicación de cobalto (Cuadro III.10).

Cuadro III.10. Concentración de Ca en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Tratamiento	Ca
Co (mM)	(g kg ⁻¹ PMS)
Inicial	15.4 ± 0.2 a
0.0	18.6 ± 0.3 a
0.3	20.6 ± 2.4 a
0.6	16.6 ± 1.0 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

En cuanto a las concentraciones de Fe, Cu y Na en inflorescencias, éstas disminuyeron con el tratamiento 0.6 mM de Co. En el caso del Fe, se observa efecto positivo en su concentración con la concentración baja de Co evaluada (0.3 mM) (Figura III.9).

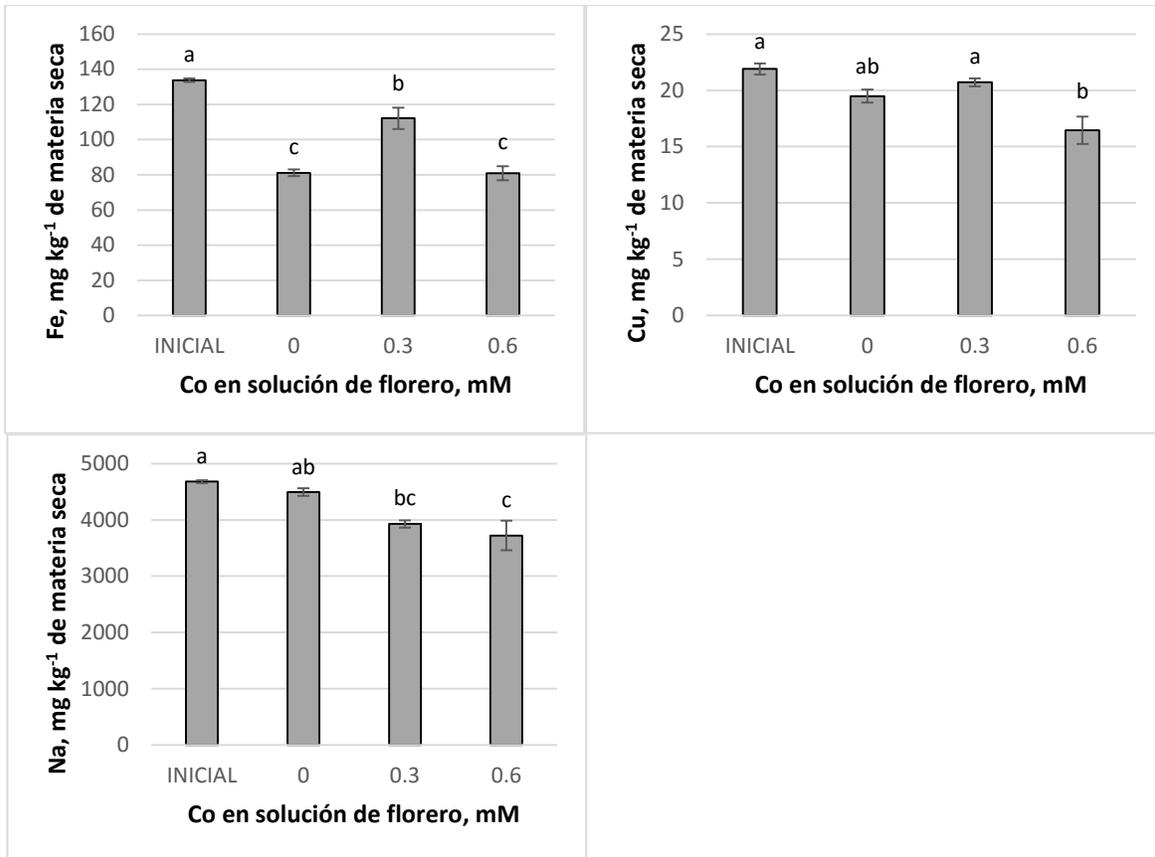


Figura III.9. Concentración de Fe, Cu y Na (mg kg^{-1} PMS) en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$).

Para el caso de la concentración de Zn, Mn, B y Co en inflorescencias, los tratamientos de Co no ejercieron efectos significativos (Cuadro III.11).

Cuadro III.11. Concentración de Zn, Mn, B y Co en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Tratamiento Co (mM)	Zn	Mn (mg kg ⁻¹ PMS)	B	Co
Inicial	112.1 ± 2.7 a	678.2 ± 14.8 a	17.7 ± 3.6 a	0.0 ± 0.0 a
0	123.2 ± 1.5 a	759.2 ± 11.3 a	19.5 ± 0.7 a	0.0 ± 0.0 a
0.3	141.5 ± 10.1 a	680.8 ± 5.7 a	23.5 ± 0.2 a	0.0 ± 0.0 a
0.6	114.8 ± 6.9 a	733.1 ± 53.0 a	17.0 ± 1.6 a	1.9 ± 1.7 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.** En la concentración de macronutrientes en inflorescencias no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro III.12).

Cuadro III.12. Concentración de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Tratamiento Co (mM)	N	P	K	Ca	Mg	S
Inicial	2.2 ± 0.1 a	3.2 ± 0.0 ab	14.7 ± 0.9 a	10.9 ± 0.1 a	5.3 ± 0.0 a	2.7 ± 0.0 a
0.0	1.9 ± 0.0 a	3.7 ± 0.1 a	13.6 ± 0.4 a	10.9 ± 0.2 a	5.8 ± 0.2 a	3.4 ± 0.5 a
0.3	2.0 ± 0.2 a	2.5 ± 0.4 b	11.7 ± 2.0 a	12.7 ± 2.0 a	5.2 ± 0.8 a	2.3 ± 0.4 a
0.6	2.0 ± 0.0 a	3.4 ± 0.1 ab	15.1 ± 0.2 a	11.2 ± 0.2 a	6.8 ± 0.1 a	2.9 ± 0.2 a

Medias ± DE con distinta letra entre columnas, indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

La concentración de B y Co en inflorescencias no se vio estadísticamente afectada por el cobalto contenido en solución de florero (Cuadro III.13).

Cuadro III.13. Concentración de B y Co en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a cobalto en la de florero.

Tratamiento	B	Co
Co (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)	
Inicial	23.5 ± 0.8 a	0.0 ± 0.0 a
0.0	21.3 ± 2.1 a	0.0 ± 0.0 a
0.3	19.4 ± 3.9 a	0.1 ± 0.1 a
0.6	22.0 ± 1.1 a	0.5 ± 0.4 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Las concentraciones de Fe y Cu fueron reducidas de manera significativa en los tratamientos con Co en comparación con el testigo. Para los micronutrientes Zn y Mn, de manera general se observan efectos positivos en su concentración con la dosis más alta de Co evaluada (0.6 mM). La concentración de sodio, no se relaciona con los tratamientos evaluados de Co (Figura III.10).

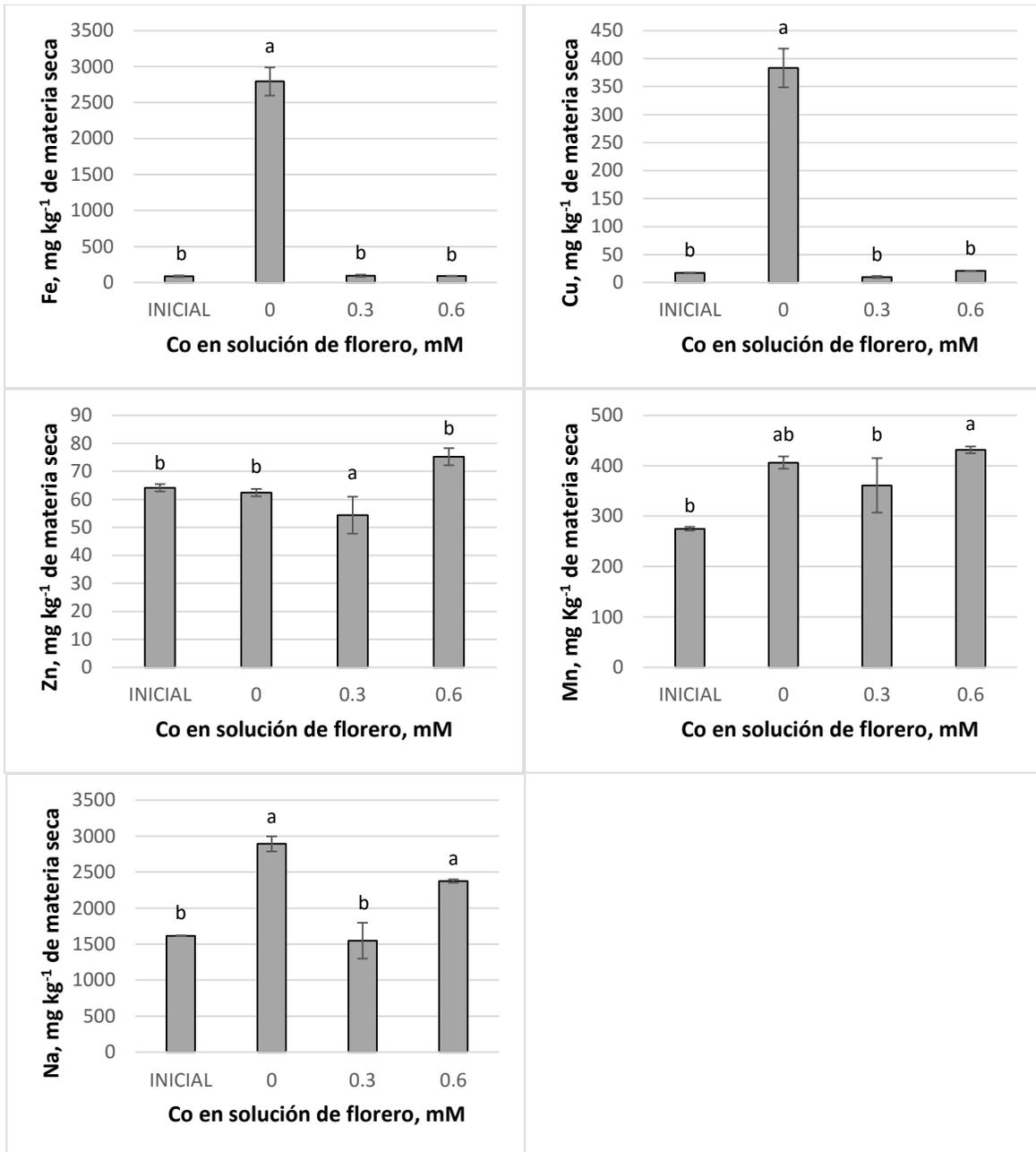


Figura III.10. Concentración de Fe, Cu, Zn, Mn y Na (mg kg^{-1} PMS) en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes en cada tratamiento, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Concentración nutrimental en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda

La concentración de nitrógeno en hojas aumentó significativamente en el tratamiento consistente en 0.3 mM de Co. Por su parte, la concentración de S fue estadísticamente superior en los tratamientos testigo y con la dosis baja de Co, en comparación con el resto de tratamientos (Figura III.11.).

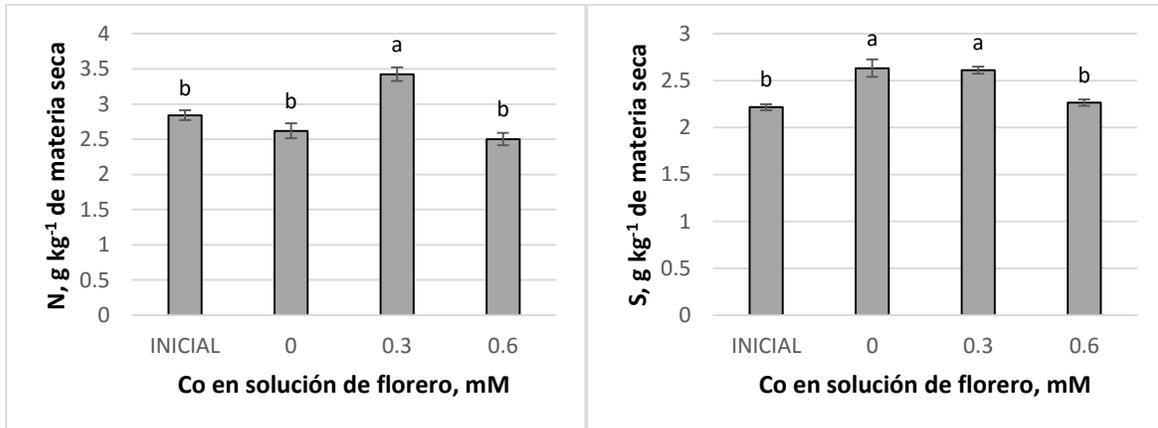


Figura III.11. Concentración de N y S (g kg^{-1} PMS) en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Co. Medias \pm DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Las concentraciones de los macronutrientes P, K, Ca y Mg no fueron diferentes estadísticamente entre tratamientos (Cuadro III.14.).

Cuadro III.14. Concentración de P, K, Ca y Mg en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Tratamiento Co (mM)	P	K	Ca	Mg
	(g kg ⁻¹ PMS)			
Inicial	1.6 ± 0.0 a	7.7 ± 0.1 a	4.8 ± 0.3 a	2.9 ± 0.1 a
0.0	1.6 ± 0.2 a	7.8 ± 1.1 a	4.2 ± 0.6 a	2.7 ± 0.4 a
0.3	1.7 ± 0.0 a	9.4 ± 0.1 a	5.0 ± 0.1 a	3.5 ± 0.0 a
0.6	1.6 ± 0.0 a	7.9 ± 0.1 a	4.5 ± 0.1 a	2.9 ± 0.1 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Para el caso de las concentraciones de Mn y Co, el suministro de Co las incrementó, especialmente en el tratamiento 0.6 mM (Figura III.12.).

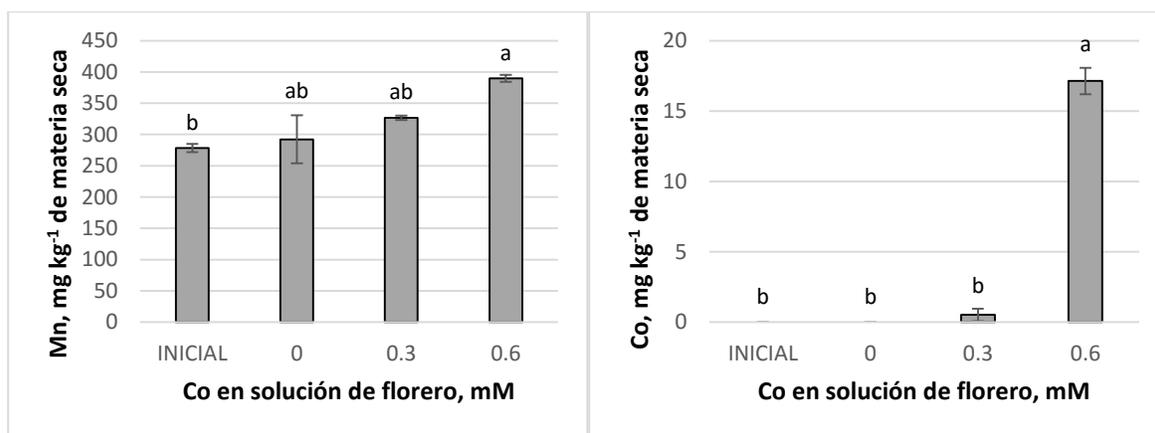


Figura III.12. Concentración de Mn y Co (mg kg⁻¹ PMS) en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Co en la solución de florero. Medias ± DE con letras diferentes en cada fecha de muestreo, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Sin embargo, las concentraciones de Fe, Cu, Zn, B y Na no fueron afectadas por los tratamientos (Cuadro III.15).

Cuadro III.15. Concentración Fe, Cu, Zn, B y Na en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a cobalto en la solución nutritiva.

Tratamiento Co (mM)	Fe	Cu	Zn (mg kg ⁻¹ PMS)	B	Na
Inicial	116.4 ± 3.9 a	4.8 ± 0.2 a	28.9 ± 2.4 a	12.0 ± 2.4 a	2889 ± 113 a
0.0	118.0 ± 13.1a	4.2 ± 0.8 a	18.1 ± 2.9 a	12.6 ± 0.4 a	2707 ± 380 a
0.3	144.2 ± 3.5 a	5.1 ± 0.1 a	19.6 ± 0.9 a	12.7 ± 0.1 a	2931 ± 14 a
0.6	120.2 ± 3.0 a	4.2 ± 0.3 a	21.9 ± 2.5 a	11.2 ± 0.8 a	3126 ± 48 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Aspecto de tallos florales tratados con cobalto en postchosecha

En las Figuras III.13 y III.14 se muestran las varas florales que contienen tratamientos testigo (sin aplicación de Co) o tratadas con las diferentes concentraciones de Co (0.3 y 0.6 mM) en la solución nutritiva de florero por seis días. Se puede observar una mayor senescencia en las inflorescencias del cultivar Adrian, en comparación con el cultivar Andromeda, lo que es indicador objetivo de que las respuestas de las plantas a este elemento benéfico también dependen del genotipo.



Figura III.13. Varas florales representativas de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda del tratamiento testigo y de las tratadas con las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de Co en la solución de florero.



Figura III.14. Varas florales representativas de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian del tratamiento testigo y de las tratadas con las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de Co en la solución de florero.

III.8. DISCUSIÓN

Durante el día uno se obtuvo un mayor consumo de agua en las varas florales de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian con los tratamientos que contenían Co en la solución de florero, Mandujano-Piña *et al.* (2012), reportan un incremento durante el día tres del 39 % en el consumo de solución en tallos de *Lilium* tratados con 0.1 mM de Co con relación al tratamiento control.

Trejo-Téllez *et al.* (2014), observaron un aumento significativo en la concentración foliar de clorofilas en varas florales de gladiola (*Gladiolus grandiflorus* Hort.) con la concentración 0.3 mM de Co, en esta investigación se presentó un aumento en la concentración foliar de clorofila a y total en la variedad Andromeda con 0.3 mM de Co en la solución de florero.

La concentración de N aumentó en pseudotallos y hojas de la especie *Heliconia psittacorum* con las concentraciones de cobalto aplicadas. Quesada y Valpuesta (2008) indican que una fracción importante del nitrógeno celular se encuentra en los cloroplastos, durante el periodo de senescencia éstos se degradan, liberando el contenido de nitrógeno.

Palit y Sharma (1994) mencionan que el cobalto induce deficiencias de potasio, lo cual fue observado en pseudotallos de heliconia Adrian con ambas concentraciones de Co aplicadas y en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* con 0.6 mM de Co, comparado en el tratamiento testigo.

Talukder y Sharma (2007) reportaron que la presencia de cobalto provoca una baja acumulación de magnesio en la planta, lo cual es evidente en las inflorescencias de *Heliconia psittacorum* como resultado de la aplicación del tratamiento 0.6 mM de Co.

En inflorescencias de *Heliconia psittacorum* se observó una disminución de hierro con el tratamiento que contenía 0.6 mM de Co. Pandey y Sharma (2002) reportan que el cobalto disminuye la asimilación de hierro, produciendo clorosis en las hojas.

El cobalto y el zinc aumentaron la acumulación de manganeso en los brotes de frijol (Wallace *et al.*, 1976). En esta investigación se obtuvo un aumento de Mn en inflorescencias de heliconia Adrian, al igual que en los pseudotallos y hojas de *Heliconia psittacorum* tratados con la concentración de Co 0.6 mM.

En inflorescencias de ambas especies no existió translocación de Co, sin embargo se observó un incremento en pseudotallos de ambas especies, al igual que en las hojas de *Heliconia psittacorum*. Esto se atribuye a la presencia de este elemento en las soluciones, sobre todo en las varas tratadas con 0.6 mM de Co.

III.9. CONCLUSIONES

Los efectos benéficos del cobalto en los dos genotipos de heliconias evaluados fueron más evidentes con relación al consumo de agua, concentración de manganeso en *Heliconia Adrian*. El aumento en la concentración de clorofila total en *Heliconia psittacorum* destacó en las hojas tratadas con cobalto, así como la concentración de nitrógeno. Al final de esta investigación estos resultados se vieron reflejados en una mejor apariencia en las hojas, dado que las hojas del tratamiento testigo presentaron un enroscamiento. El Co no tuvo efectos significativos en la mayoría de macronutrientes y micronutrientes en los diferentes tejidos analizados.

III.10. LITERATURA CITADA

- Alcántar G.G., Sandoval, V.M. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Publicación Especial 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, México.
- Bremner, J. M. 1965. Total nitrogen. *In*: C. A. Black (ed.). Methods of soil analysis. Part. 2. Agronomy 9. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, U. S. A.
- Chao-Zhou, LI., Di, Wang., Gen-Xuan, W. 2005. The protective effects of cobalt on potato seedling leaves during osmotic stress. Botanical Bulletin of Academia Sinica. 46: 119-125.
- Jamali, B., Rahemi, M. 2011. Carnation flowers senescence as influenced by nickel, cobalt and silicon. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. 5: 147-152.
- Liu, J., Reid, R. J., Smith, F. A. 2000. The mechanism of cobalt toxicity in mung beans. Plant Physiology. 110: 104-110.
- Mandujano-Piña, M., Colinas-León, T., Castillo-González, A. M., Alía-Tejagal, I., Valdez-Aguilar, L. A. 2012. Cobalto como retardante de la senescencia de *Lilium* híbrido oriental en postcosecha. Revista Chapingo Serie Horticultura. 18: 239-252.
- Mohammadi, M., Hashemabadi, D., Kaviani, B. 2012. Effect of cobalt chloride on vase life and postharvest quality of cut tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). European Journal of Experimental Biology. 2: 2130-2133.
- Palit, S., Sharma, A. 1994. Effects of cobalt on plant. Botanical Review. 60: 150-171.
- Pandey, N., Sharma, C.P. 2002. Effect of heavy metals Co^{2+} , Ni^{2+} and Cd^{2+} on growth and metabolism of cabbage. Plant Science. 163: 753-758.

- Quesada, M. A., Valpuesta, V. 2008. Senescencia y Abscisión. In: Fundamentos de Fisiología Vegetal. 2ª Edición. Azcón-Bieto, J.; Talón, M. (eds.). McGraw-Hill Interamericana de España. S. A. U. Barcelona, España. pp: 559-576.
- Talukder, G., Sharma, A. 2007. Cobalt. *In*: Handbook of Plant Nutrition. Barker, V.A., Pilbeam, J.D. (eds.). London: CRC Press Taylor & Francis Group. pp: 500-514.
- Trejo-Téllez, L. I., Gómez-Merino, F.C., Gómez-Pérez, V., Castro-García, F. A. 2014. Cobalto en poscosecha de varas florales de gladiola (*Gladiolus grandiflorus* Hort.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 9: 1575-1587
- Trejo-Téllez, L.I., F.C. Gómez-Merino, G. Alcántar-González. 2007. Elementos benéficos. *In*: Nutrición de cultivos. G. Alcántar, L.I. Trejo-Téllez (eds.). México, D. F.: MundiPrensa y Colegio de Postgraduados. pp. 59-101.
- Wallace, R.T., Muller, C.V. 1976. High levels of four heavy metals on the iron status of plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 7: 43-46.

CAPÍTULO IV

IV.1. Efecto del lantano en postcosecha de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian y *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.

Elementos de tierras raras (REEs) han sido utilizados en la agricultura para el crecimiento de los cultivos en China desde la década de 1980, el elemento benéfico lantano (La) se encuentra dentro de este grupo. Recientemente, Liu *et al.* (2012) estudiaron los efectos de La^{3+} en el cambio de Ca^{2+} en las células de la raíz de arroz (*Oryza sativa* L. cv. *Shengdao* 16); los resultados mostraron que el La^{3+} participa en las redes de transducción de señales a través de la calmodulina (CaM) y que el La^{3+} podría entrar en las células de la raíz a través de los canales intracelulares de Ca^{2+} en la membrana. Posteriormente, Liu *et al.* (2013), en la especie de arroz mencionada anteriormente, encontraron que la acumulación de K, Mg, Ca, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, y Mo en las raíces es afectada con la exposición de La^{3+} . Se demostró que La^{3+} modifica el estado nutricional de las raíces y regula el crecimiento de arroz.

Wei-Jun *et al.* (2001) evaluaron los efectos de La en plántulas de tabaco (*Nicotiana tobacum*), obteniendo como resultado que el La^{3+} estimula el crecimiento de las plántulas y en concentraciones adecuadas *in vivo*, acelera las reacciones fotosintéticas luminosas.

En cuanto a estudios en especies ornamentales, en tulipán cv. Ile de France en plantas tratadas con soluciones nutritivas que contenían 10 mM lantano mostraron diámetros de tallo medio 2% más grandes que las plantas de control. Estos resultados indican que el lantano puede mejorar algunos rasgos cualitativos en flores de tulipán cuando se añade a bajas concentraciones en la solución nutritiva (Ramírez *et al.*, 2010). Ramírez-Martínez *et al.* (2012) evaluaron el efecto de la aplicación de lantano sobre la acumulación de potasio (K), calcio (Ca) y Lantano (La) en hojas por planta de tulipán (*Tulipa gesneriana* L.), deduciendo que el La tiene efecto sinérgico sobre la absorción de K y Ca en tulipán.

En el contexto anterior, esta investigación tiene como objetivo evaluar los efectos del La en parámetros de calidad postcosecha y en la concentración nutrimental en varas florales de dos genotipos de heliconias.

IV.2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los parámetros postcosecha y de concentraciones nutrimentales en varas florales de las especies *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian y *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda, tratadas durante la vida en florero con distintas concentraciones de lantano.

IV.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el efecto del lantano adicionado a la solución de florero en parámetros de calidad postcosecha de varas florales de dos genotipos de heliconias.
2. Analizar el efecto del lantano en las concentraciones de macronutrientes y micronutrientes en diferentes órganos de varas florales de dos genotipos de heliconia en postcosecha.

IV.4. HIPÓTESIS GENERAL

El lantano puede influir positivamente en la vida de florero, calidad postcosecha y concentraciones nutrimentales en las varas florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.

IV.5. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

1. La adición de las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de LaCl_3 mejora la calidad postcosecha y aumentan la vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.

2. El lantano tiene influencia positiva en la concentración de macronutrientos y micronutrientos en varas florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en postcosecha.

IV.6. MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Se utilizaron tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian de entre 70 y 80 cm, obtenidos de las plantaciones de estas especie en el Campus Córdoba del Colegio de Postgraduados, ubicado a 650 m de altitud, 18° 50" latitud norte 96° 51" longitud oeste, 18.4 °C de temperatura media anual y 78% de HR.

Desarrollo del experimento

Los tallos florales se trasladaron al laboratorio de Nutrición Vegetal del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, ubicado en el Km 36.5 de la Carretera México-Texcoco, localizado a 19° 29' latitud norte, 98° 53' longitud oeste y una altura de 2250 sobre el nivel del mar.

Solución de florero

Como soluciones de florero, se evaluaron dos concentraciones de La: 0.3 y 0.6 mM, suministrado a partir de LaCl₃ grado reactivo. Las soluciones fueron formuladas utilizando agua destilada. Como tratamiento testigo se utilizó agua destilada.

Condiciones experimentales

En el periodo de conducción del experimento, las temperaturas medias durante el día y la noche fueron de 26.5 y 25.8 °C, respectivamente; las humedades relativas fueron de 31.9 y 37.5%, diurnas y nocturnas, respectivamente. La intensidad luminosa promedio fue de 21 lumens en el día y de 2 lumens por la noche.

Cada una de las soluciones en evaluación tuvo tres repeticiones, mismas que fueron distribuidas en el laboratorio en un arreglo completamente al azar. La unidad experimental consistió en un contenedor de plástico de 2.6 L de capacidad conteniendo 10 tallos florales (Figura IV.1).



Figura IV.1. Varas florales de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en solución con La.

Variables medidas

Durante la vida de florero se realizaron tres evaluaciones (2, 4 y 6 días en florero; def) de peso de tallo, longitud y consumo de agua.

En cada evaluación se midió el peso de cada vara floral en una balanza de laboratorio electrónica (Ohaus Adventurer® Pro). En el caso de la longitud del tallo floral ésta se realizó con un metro de madera (Figura II.4), del inicio del pseudotallo hasta el inicio del color de la inflorescencia. El consumo de agua se evaluó en base a los mL absorbidos en cada florero.

Determinación del peso de la materia seca

Después de seis días en florero, los tallos florales fueron fraccionados en tallo, hojas e inflorescencia y secados en una estufa de aire forzado (Riossa, HCF-125D,

México), a una temperatura de 70 °C durante 72 h, para la obtención de los pesos de biomásas secas.

Determinación foliar de clorofilas

La determinación de ésta variable solo se realizó en *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda debido a que a la especie *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian se le cortaron las hojas.

En material foliar congelado (-80 °C) se determinó la concentración de clorofilas a y b, las muestras se leyeron a 645 y 665 nm.

Los cálculos se realizaron utilizando las fórmulas siguientes:

$$\text{Clorofila a } (\mu\text{g/mg PMF}) = (5.46 \times \text{Abs}_{665}) - (2.16 \times \text{Abs}_{645})$$

$$\text{Clorofila b } (\mu\text{g/mg PMF}) = (9.67 \times \text{Abs}_{645}) - (3.04 \times \text{Abs}_{665})$$

PMF: Peso de la Materia Fresca.

Análisis nutrimental

En *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda se realizó análisis nutrimental en pseudotallos, inflorescencias y hojas; mientras que, en *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian el análisis se llevó a cabo solo en pseudotallos e inflorescencias.

La materia seca se trituro para realizar los análisis correspondientes, según lo especificado a continuación.

Nitrógeno total

La acumulación y concentración de N total se determinó mediante la técnica Semimicro-Kjeldahl (Bremner, 1965).

Análisis de macronutrientos y micronutrientos

Se determinó mediante la lectura de extractos en un equipo de espectroscopia de emisión óptica de inducción por plasma acoplado (ICP-OES 725), provenientes de digestión húmeda diácida, según Alcántar y Sandoval (1999).

Análisis estadístico de los datos

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente, para lo que se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias usando la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), empleando el software SAS (Statistical Analysis System).

IV.7. RESULTADOS

Longitud de varas florales

***Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda.** Los tratamientos con La no afectaron de manera significativa la longitud de los tallos florales durante la vida postcosecha de esta especie; lo anterior, tanto respecto a la longitud inicial y la longitud presentada en el tratamiento testigo (Cuadro IV.1).

Cuadro IV.1. Longitud inicial y durante el periodo de vida de florero de pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda tratados con lantano.

Tratamiento La (mM)	Inicial	Dos días	Cuatro días	Seis días
0.0	75.1 ± 2.2 a	75.1 ± 3.2 a	75.4 ± 3.2 a	75.5 ± 3.2 a
0.3	68.8 ± 2.9 b	68.9 ± 4.3 a	68.9 ± 4.3 a	68.9 ± 4.3 a
0.6	73.3 ± 3.1 ab	72.5 ± 4.7 a	72.6 ± 4.7 a	72.6 ± 4.7 a

Medias ± DE con distinta letra entre columnas, indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.** La longitud de las varas florales de esta especie, no se vio afectada al aplicar los tratamientos con lantano, estos al ser comparados con la longitud obtenida en el día inicial y con la longitud del tratamiento testigo (Cuadro IV.2).

Cuadro IV.2. Longitud inicial y durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a La en la solución de florero.

Tratamiento La (mM)	Inicial	Un día	Tres días	Cinco días
	Longitud (Cm)			
0.0	70.3 ± 3.8 a	70.5 ± 3.9 a	70.8 ± 4.0 a	70.2 ± 4.2 a
0.3	69.0 ± 2.0 a	68.0 ± 2.0 a	68.3 ± 2.0 a	68.5 ± 1.9 a
0.6	69.5 ± 5.9 a	68.3 ± 5.9 a	68.5 ± 5.9 a	68.5 ± 5.9 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$).

Consumo de agua

***Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda.** Las concentraciones de La en la solución de florero, no obtuvieron efectos en lo que respecta al consumo de agua (Cuadro IV.3).

Cuadro IV.3. Consumo de agua durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda en respuesta a La en la solución nutritiva.

Tratamiento La (mM)	Dos días	Cuatro días	Seis días
	Consumo (mL)		
0.0	10.7 ± 1.4 a	11.9 ± 2.6 a	5.9 ± 0.4 a
0.3	12.6 ± 0.7 a	8.7 ± 0.5 a	8.1 ± 1.5 a
0.6	13.0 ± 0.0 a	6.1 ± 2.6 a	9.7 ± 3.4 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$).

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.**

Los tratamientos aplicados con La en la solución de florero, no obtuvieron efectos en lo que respecta al consumo de agua (Cuadro IV.4).

Cuadro IV.4. Consumo de agua durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a La en la solución nutritiva.

Tratamiento La (mM)	Un día	Tres días	Cinco días
0.0	44.5 ± 2.6 b	47.5 ± 3.2 a	80 ± 5.2 a
0.3	68 ± 2.3 a	50 ± 1.7 a	67 ± 5.2 a
0.6	51 ± 0.6 b	49.5 ± 6.1 a	76.5 ± 11.3 a

Medias ± DE con distinta letra entre columnas, indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Pérdida relativa de peso de tallos en florero

***Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda.** No se presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en la pérdida relativa de peso; pero se aprecia una tendencia de menor reducción en peso con la concentración más alta de La evaluada (Cuadro IV.5).

Cuadro IV.5. Pérdida porcentual de peso durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Tratamiento La (mM)	Dos días	Cuatro días	Seis días
0.0	7.3 ± 3.8 a	12.6 ± 4.3 a	18.4 ± 4.3 a
0.3	9.2 ± 3.7 a	13.9 ± 4.5 a	19.0 ± 4.2 a
0.6	0.6 ± 6.6 a	5.6 ± 6.2 a	10.4 ± 6.1 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$).

***Heliconia psittacorum* L.f x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.** No se mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos; sin embargo, es notable una tendencia de menor reducción en peso con la concentración más alta de La evaluada (Cuadro IV.6).

Cuadro IV.6. Pérdida porcentual de peso durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Tratamiento	Un día	Tres días	Cinco días
La (mM)	Pérdida relativa de peso de tallos florales (%)		
0.0	-3.1 ± 0.9 a	1.9 ± 1.8 a	10.8 ± 2.8 a
0.3	-0.2 ± 0.3 a	1.4 ± 1.1 a	7.3 ± 3.0 a
0.6	-1.8 ± 1.3 a	0.2 ± 0.9 a	3.4 ± 0.7 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$).

Concentración foliar de clorofilas en *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda

La concentración de clorofila total se mantuvo particularmente en el tratamiento con la concentración de La de 0.3 mM (Figura IV.2).

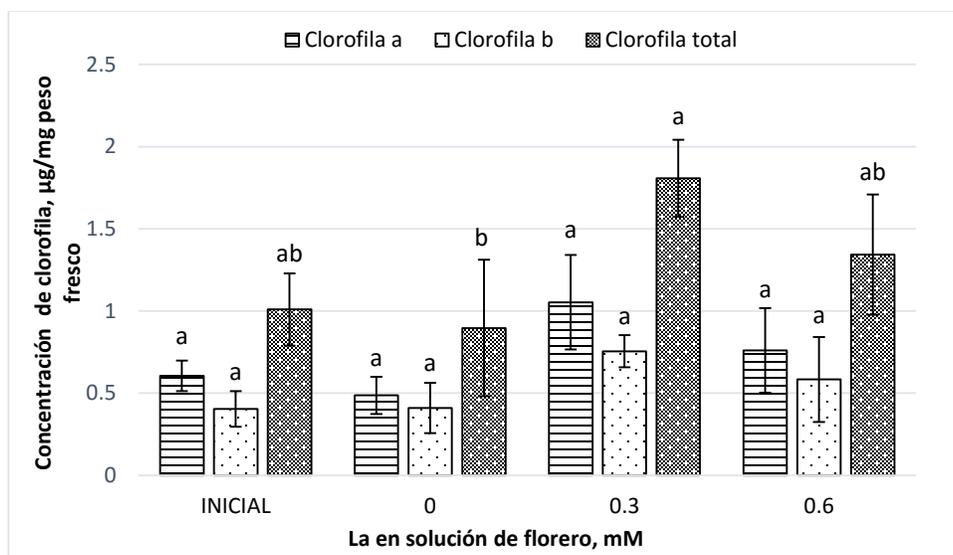


Figura IV.2. Concentración de clorofila en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de La en la solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes en cada fecha de muestreo, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Concentración nutrimental en pseudotallos

***Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda.** En pseudotallos, es evidente el aumento en la concentración de N con el tratamiento de La a una concentración de 0.6 mM. Por el contrario, de manera general se observa que las concentraciones DE K, Ca, Mg y S y se reducen conforme incrementa la concentración de La en la solución de florero. En el caso del P la tendencia mostrada no se asocia con los tratamientos de lantano evaluados (Figura IV.3).

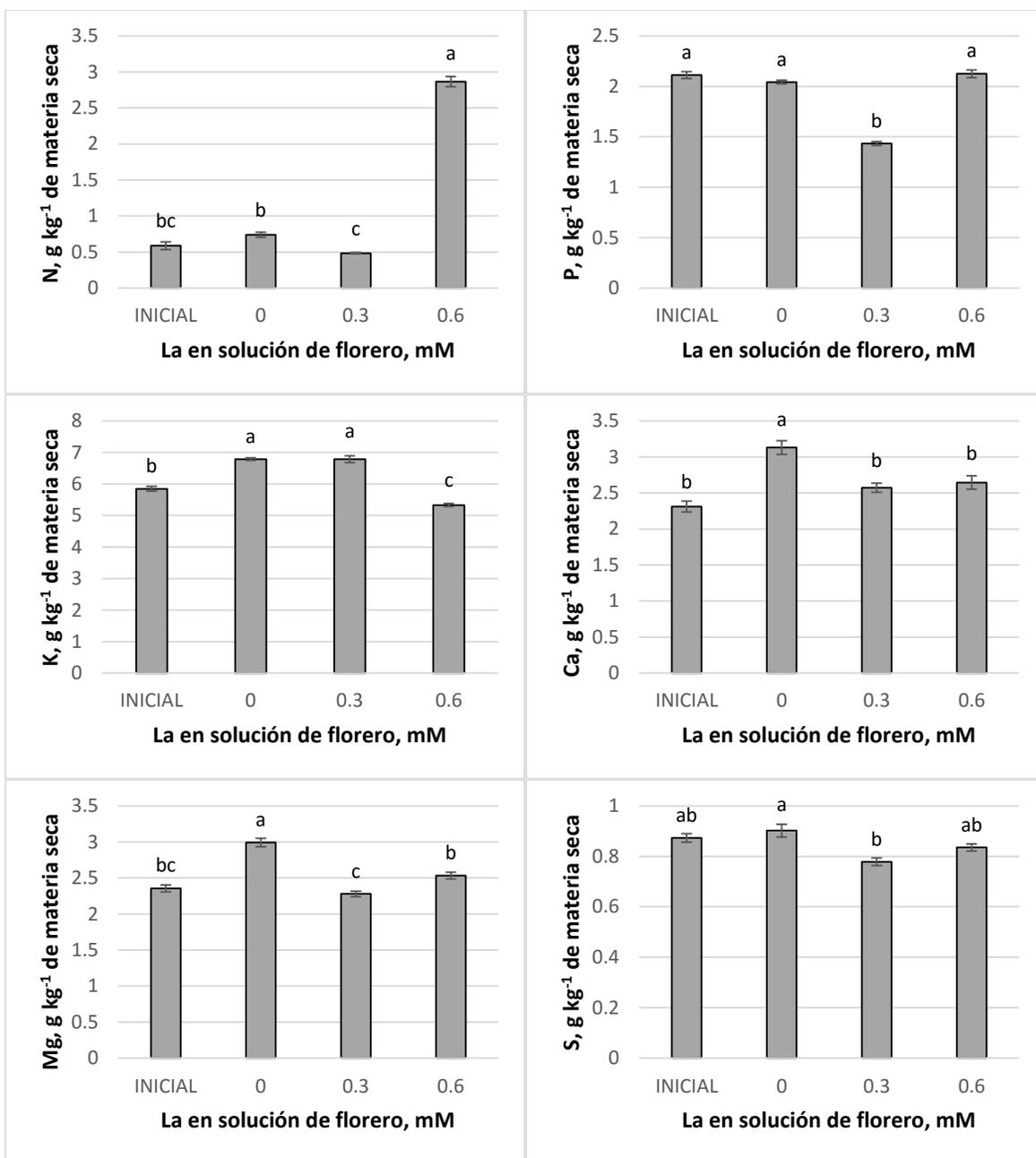


Figura IV.3. Concentración de N, P, K, Ca, Mg y S (g kg^{-1} PMS) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de La en la solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

En las concentraciones de los micronutrientes Cu y Mn en pseudotallos se observa una disminución en ellas a medida que incrementa la concentración de La suministrada. La concentración de Na se reduce con la ausencia de La y hasta la concentración de 0.3 mM en la solución de florero, incrementa con la dosis más alta de La. Por otra parte, existió relación positiva entre las concentraciones de La en pseudotallos y en la solución de florero (Figura IV.4).

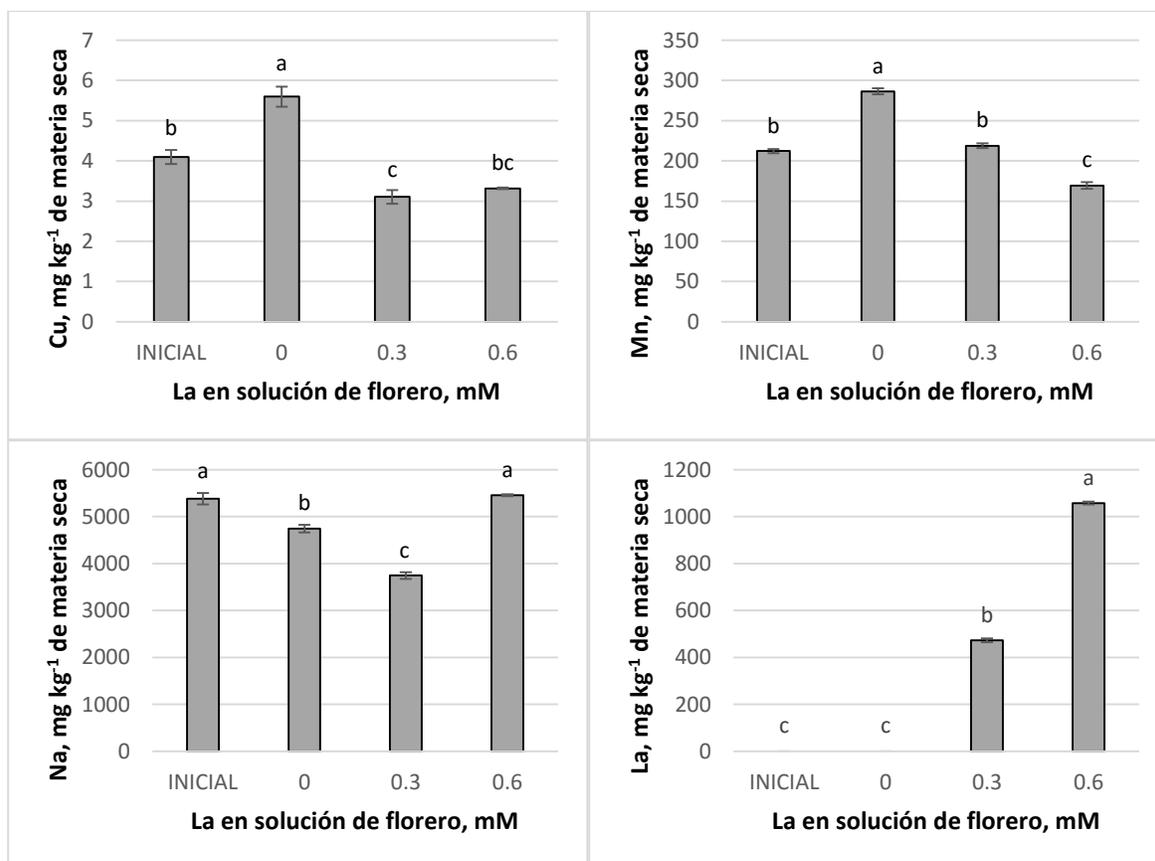


Figura IV.4. Concentración de Cu, Mn, Na y La (mg kg^{-1} de materia seca) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de La en la solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

En la concentración de los micronutrientes Fe, Zn y B no se obtuvieron diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro IV.7).

Cuadro IV.7. Concentración de Fe, Zn y B en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Tratamiento	Fe	Zn	B
La (mM)	(g kg ⁻¹ PMS)		
Inicial	40.1 ± 2.0 a	14.6 ± 1.5 a	6.7 ± 1.6 a
0.0	45.1 ± 2.6 a	19.5 ± 0.7 a	9.3 ± 1.3 a
0.3	35.0 ± 2.3 a	15.8 ± 1.8 a	5.8 ± 0.2 a
0.6	35.3 ± 2.1 a	21.2 ± 1.8 a	7.5 ± 0.5 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$).

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.** En los pseudotallos no se observan diferencias en la concentración de P entre tratamientos durante la vida d florero, solo se observan diferencias entre el testigo y la concentración inicial. En la concentración de K existe un efecto positivo del La a altas concentraciones en comparación con el resto de los tratamientos, empero, es significativamente menor a la concentración inicial de K. En la concentración de Mn se observan efectos positivos del suministro de La en postcosecha (Figura IV.5).

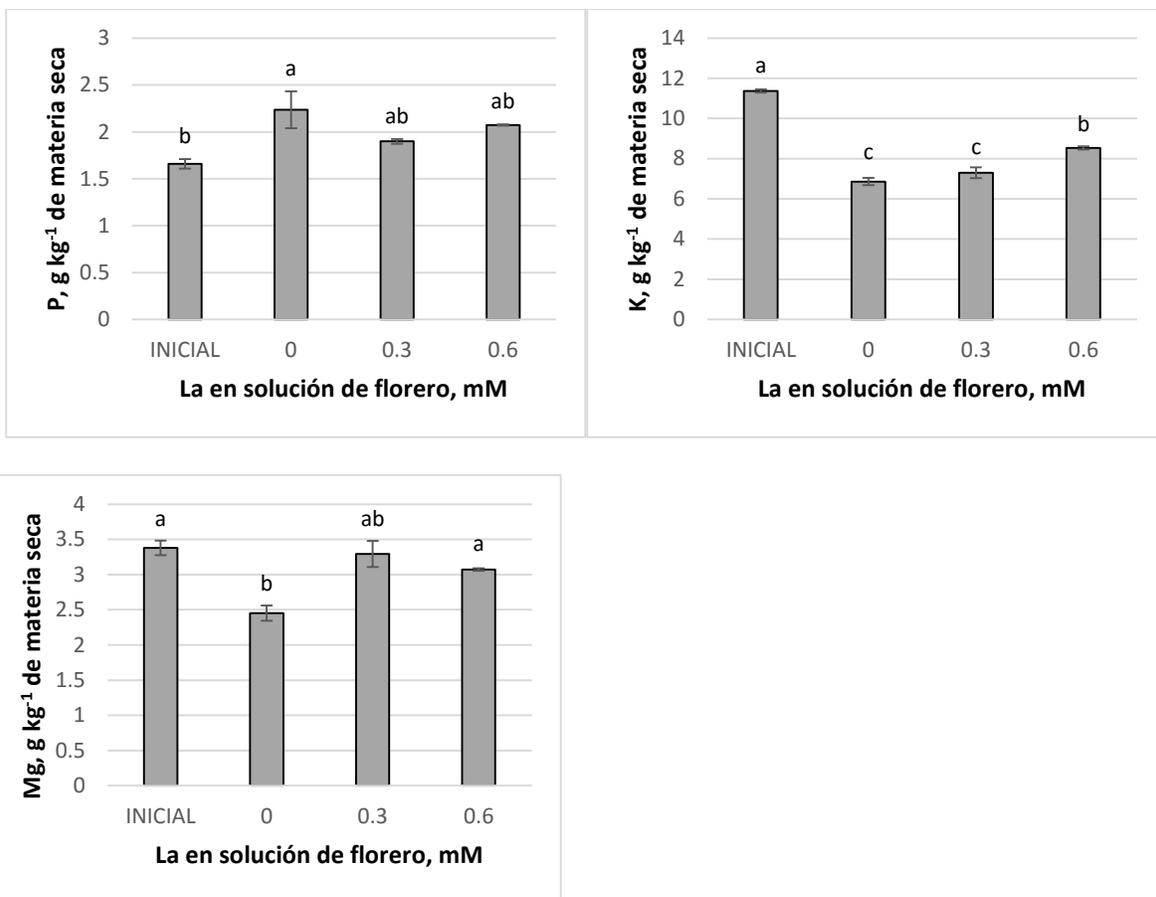


Figura IV.5. Concentración de P, K y Mg (g kg⁻¹ de materia seca) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de La en la solución de florero. Medias ± DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

La concentración de La no tuvo efectos en las concentraciones en pseudotallos de N, Ca y S (Cuadro IV.8).

Cuadro IV.8. Concentración de macronutrientos (N, Ca y S) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Tratamiento	N	Ca	S
La (mM)	(g kg ⁻¹ PMS)		
Inicial	0.7 ± 0.1 a	3.1 ± 0.2 a	0.7 ± 0.0 a
0.0	0.7 ± 0.0 a	2.8 ± 0.1 a	0.9 ± 0.0 a
0.3	0.5 ± 0.1 a	3.1 ± 0.2 a	0.8 ± 0.1 a
0.6	0.6 ± 0.0 a	2.6 ± 0.1 a	0.7 ± 0.0 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

No se observó efecto del La en la concentración de Na en postcosecha; por otra parte, las concentraciones de La en tallos y en la solución de florero solo se presentaron en los tratamientos que lo contenían (Figura IV.6).

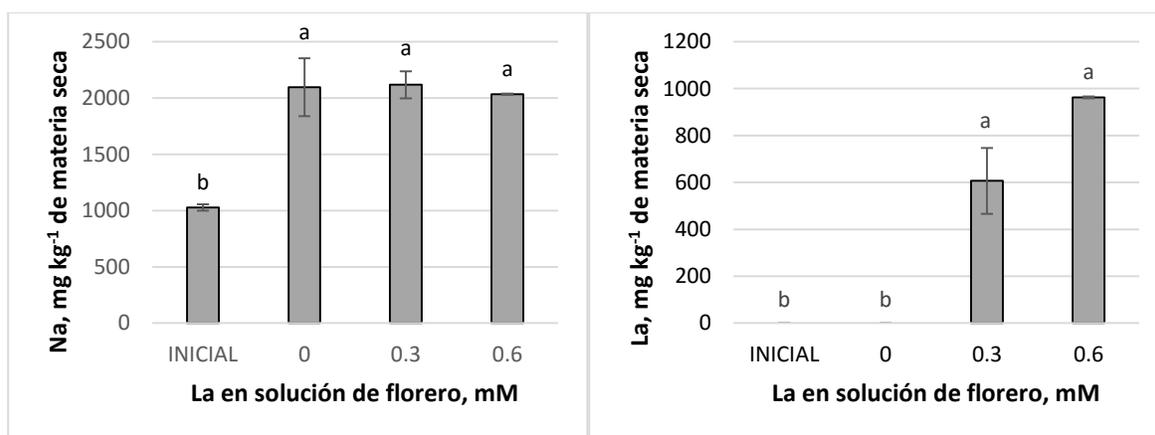


Figura IV.6. Concentración de Na y La (mg kg⁻¹ PMS) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de La en la solución de florero. Medias ± DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

No se observó efecto del La en la concentración de micronutrientes en tallos (Cuadro IV.9.).

Cuadro IV.9. Concentración de Fe, Cu, Zn, Mn y B en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Tratamiento	Fe	Cu	Zn	Mn	B
La	(mg kg ⁻¹ PMS)				
Inicial	793.7 ± 475.2 a	3.4 ± 0.3 a	14.5 ± 1.4 a	148.2 ± 8.0 a	12.4 ± 4.0 a
0.0	93.8 ± 15.8 a	5.8 ± 1.1 a	11.9 ± 0.6 a	150.1 ± 12.3 a	6.1 ± 0.1 a
0.3	69.3 ± 8.3 a	5.2 ± 1.1 a	12.7 ± 1.7 a	162.3 ± 19.4 a	7.4 ± 0.8 a
0.6	51.9 ± 6.4 a	4.7 ± 0.1 a	12.1 ± 0.9 a	123.3 ± 1.6 a	11.1 ± 1.3 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Concentración nutrimental en inflorescencias

***Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.** En inflorescencias la concentración de N aumentó al aplicar el tratamiento 0.6 mM de La; contrariamente al N, la concentración de K, Ca y S fue menor con la concentración alta de La evaluada (Figura IV.7).

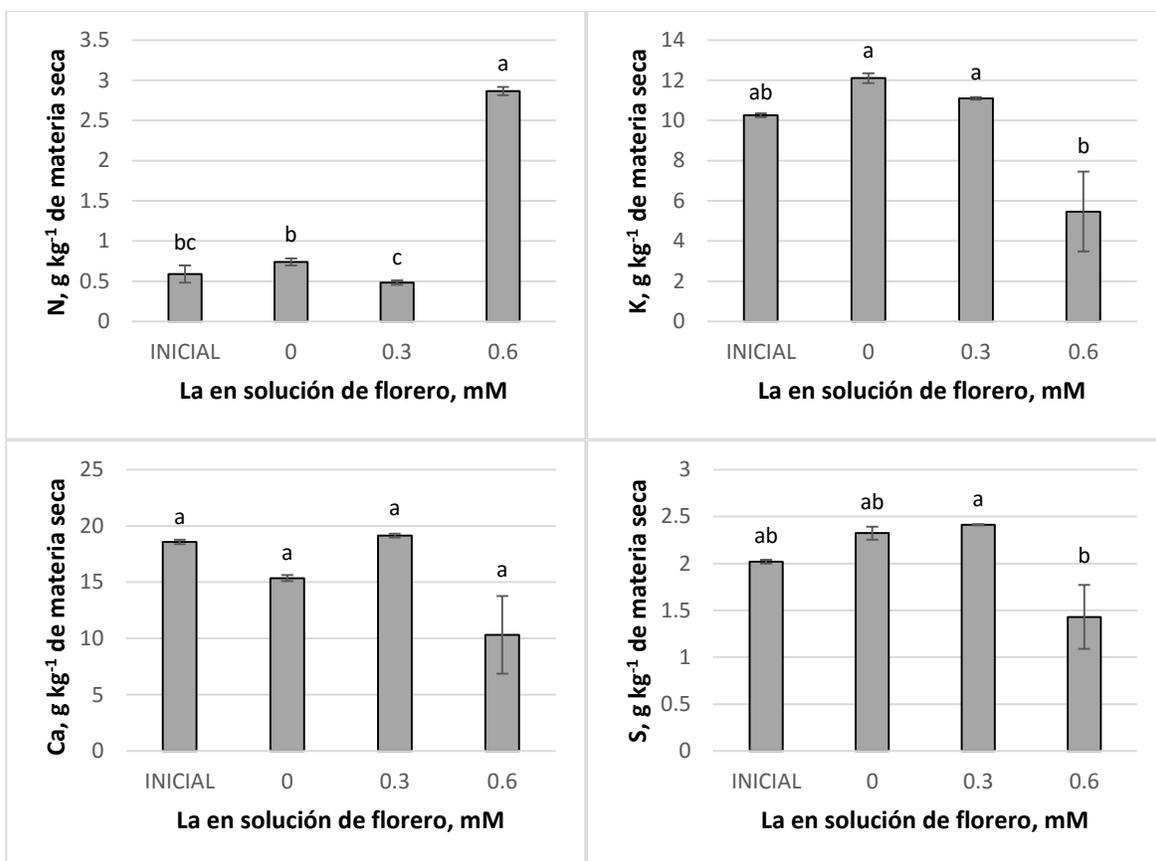


Figura IV.7. Concentración de N, K, Ca y S (g kg^{-1} de materia seca) en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de La en la solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Para los macroelementos P y Mg no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Cuadro IV.10).

Cuadro IV.10. Concentración de P y Mg en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Tratamiento	P	Mg
La (mM)	(g kg ⁻¹ PMS)	
Inicial	3.1 ± 0.0 a	7.9 ± 0.0 a
0.0	3.3 ± 0.1 a	8.0 ± 0.1 a
0.3	3.1 ± 0.0 a	8.3 ± 0.2 a
0.6	1.8 ± 0.7 a	4.8 ± 1.6 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). DE: Desviación estándar. PMS: Peso de la materia seca.

La concentración de los micronutrientos Mn y Na disminuyó a medida que incrementó la concentración de La en la solución de florero (Figura IV.8).

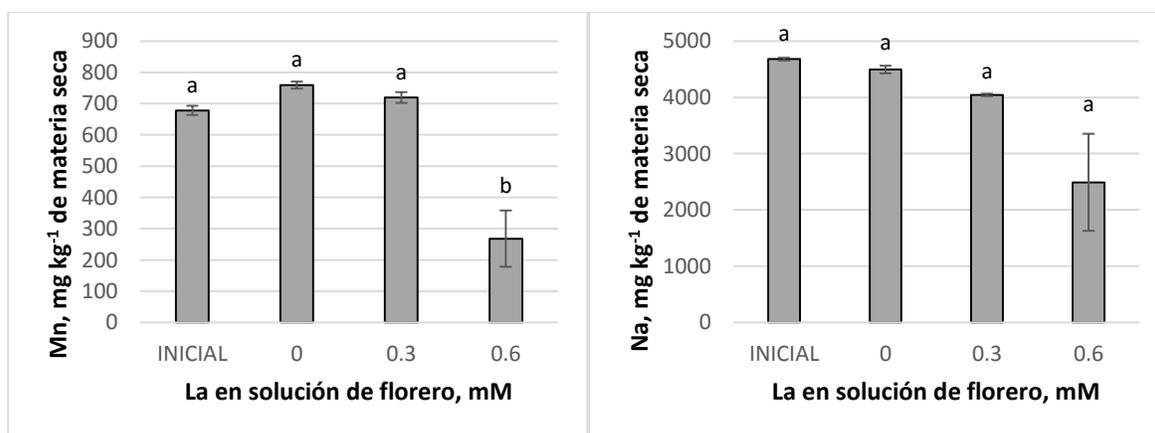


Figura IV.8. Concentración de Mn y Na (mg kg⁻¹ PMS) en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de La. Medias ± DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Las concentraciones de los micronutrientos Fe, Cu, Zn, B y el La (Cuadros IV.11 y IV.12) no fueron diferentes entre tratamientos.

Cuadro IV.11. Concentración de Fe, Cu, Zn y B en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Tratamiento	Fe	Cu	Zn	B
La (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)			
Inicial	133.8 ± 1.0 a	21.9 ± 0.5 a	112.1 ± 2.7 a	17.7 3.6 a
0.0	81.1 ± 1.9 a	19.5 ± 0.6 a	123.2 ± 1.5 a	19.5 ± 0.7 a
0.3	103.3 ± 16.4 a	21.1 ± 0.1 a	118.1 ± 1.5 a	16.3 ± 0.4 a
0.6	76.0 ± 20.4 a	10.9 ± 4.5 a	73.5 ± 23.0 a	8.3 ± 5.0 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Cuadro IV.12. Concentración de La en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Tratamiento	La
La (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)
Inicial	23.1 ± 1.2 a
0.0	23.5 ± 0.7 a
0.3	25.1 ± 1.3 a
0.6	19.6 ± 6.4 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.** La concentración de macronutrientes en inflorescencias no fue diferente estadísticamente entre tratamientos (Cuadro IV.13).

Cuadro IV.13. Concentración de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	S
La (mM)	(g kg ⁻¹ PMS)					
Inicial	2.2 ± 0.1 a	3.2 ± 0.0 a	14.7 ± 0.9 a	10.9 ± 0.1 a	5.3 ± 0.0 a	2.7 ± 0.0 a
0.0	1.9 ± 0.0 a	3.7 ± 0.1 a	13.6 ± 0.4 a	10.9 ± 0.2 a	5.8 ± 0.2 a	3.4 ± 0.5 a
0.3	2.4 ± 0.2 a	3.2 ± 0.1 a	13.7 ± 0.4 a	10.1 ± 0.4 a	5.8 ± 0.2 a	2.8 ± 0.1 a
0.6	2.2 ± 0.1 a	3.0 ± 0.5 a	11.6 ± 1.7 a	11.6 ± 1.5 a	5.1 ± 0.7 a	2.4 ± 0.4 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

La concentración de los micronutrientes Fe y Cu en inflorescencias (se comportaron de manera similar, esto es, una mayor concentración de éstos se registró en el tratamiento testigo. En la concentración de Mn y Na no existieron diferencias entre los tres tratamientos evaluados en postcosecha, pero los valores fueron numéricamente superiores a las concentraciones iniciales respectivas (Figura IV.9).

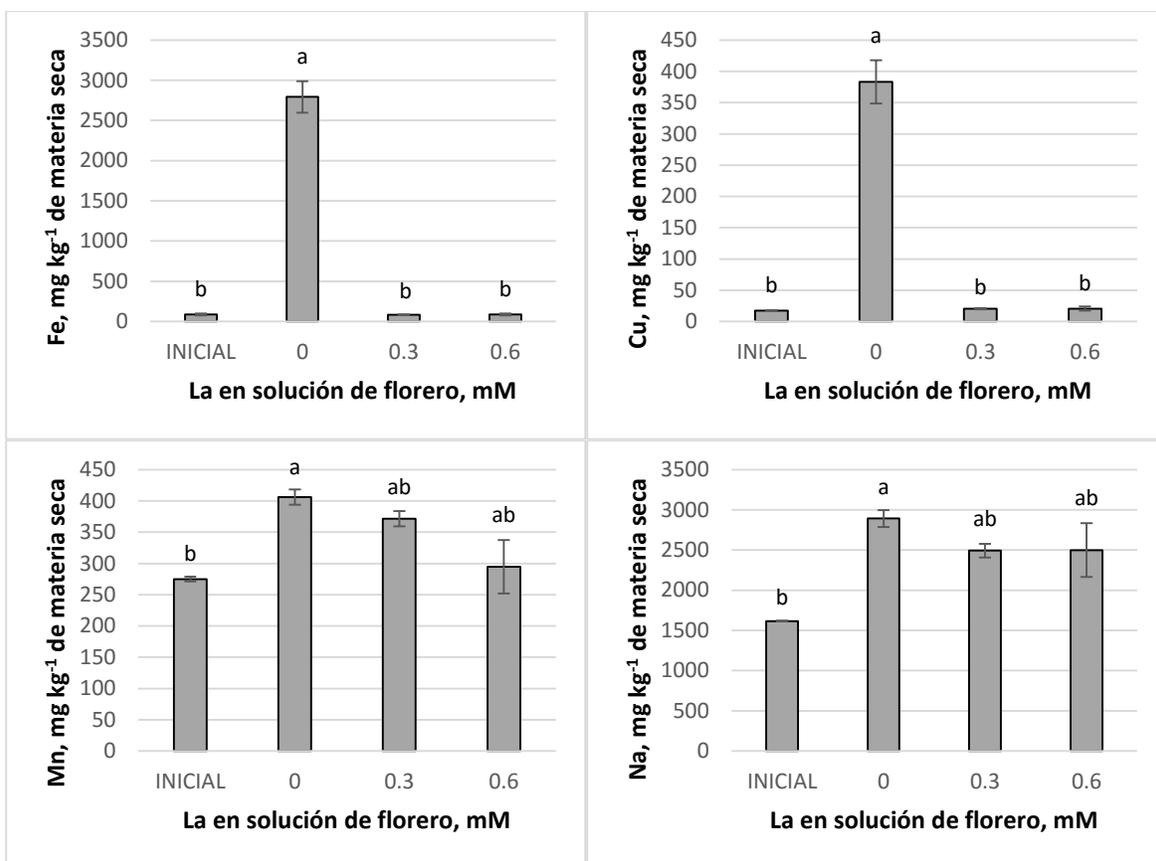


Figura IV.9. Concentración de Fe, Cu, Mn y Na (mg kg^{-1} de materia seca) en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de La. Medias \pm DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Las concentraciones de Zn, B y La en inflorescencias no fueron influenciadas por la adición de La en la solución de florero (Cuadros IV.14 y IV.15).

Cuadro IV.14. Concentración de Zn y B en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Tratamiento	Zn	B
La (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)	
Inicial	64.1 ± 1.3 a	23.5 ± 0.8 a
0.0	62.4 ± 1.3 a	21.2 ± 2.1 a
0.3	74.3 ± 5.4 a	20.3 ± 0.9 a
0.6	71.2 ± 9.2 a	23.3 ± 3.5 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$).

Cuadro IV.15. Concentración de La en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Tratamiento	La
La (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)
Inicial	0.0 ± 0.0 a
0.0	0.0 ± 0.0 a
0.3	0.0 ± 0.0 a
0.6	2.8 ± 1.9 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$).

Concentración foliar de nutrimentos en *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.

La concentración de macronutrimentos en hojas (Cuadro IV.16) no tuvieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, solo se observó un ligero aumento en la concentración de S con el tratamiento 0.6 mM de La (Figura IV.10).

Cuadro IV.16. Concentración N, P, K, Ca y Mg en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
La (mM)	(g kg ⁻¹ PMS)				
Inicial	2.8 ± 0.1 ab	1.6 ± 0.0 a	7.7 ± 0.1 a	4.8 ± 0.3 a	2.9 ± 0.1 a
0.0	2.6 ± 0.1 ab	1.6 ± 0.2 a	7.8 ± 1.1 a	4.2 ± 0.6 a	2.7 ± 0.4 a
0.3	3.5 ± 0.5 a	1.5 ± 0.0 a	8.4 ± 0.1 a	4.3 ± 0.0 a	2.9 ± 0.0 a
0.6	2.0 ± 0.0 b	1.9 ± 0.1 a	8.0 ± 0.3 a	5.4 ± 0.6 a	3.3 ± 0.3 a

Medias ± DE con distinta letra entre columnas, indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$). DE: Desviación estándar. PMS: Peso de la materia seca.

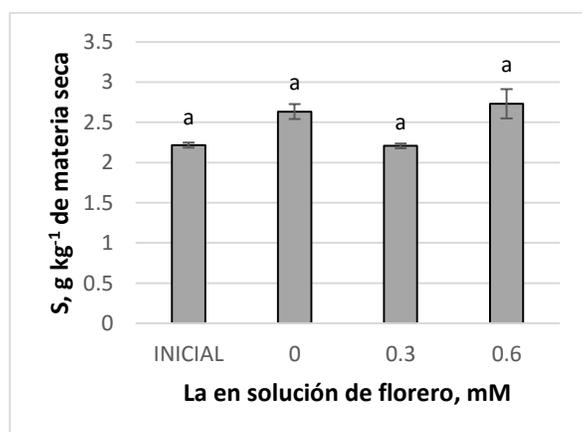


Figura IV.10. Concentración de S (g kg⁻¹ PMS) en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de La. Medias ± DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

La concentración del Na aumentó al aplicar el tratamiento 0.6 mM de lantano; por otra parte, la mayor concentración de La se presentó en el tratamiento 0.3 mM (Figura IV.11). La concentración de los micronutrientes Fe, Cu, Zn, Mn y B en hojas, no obtuvieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Cuadro IV.17).

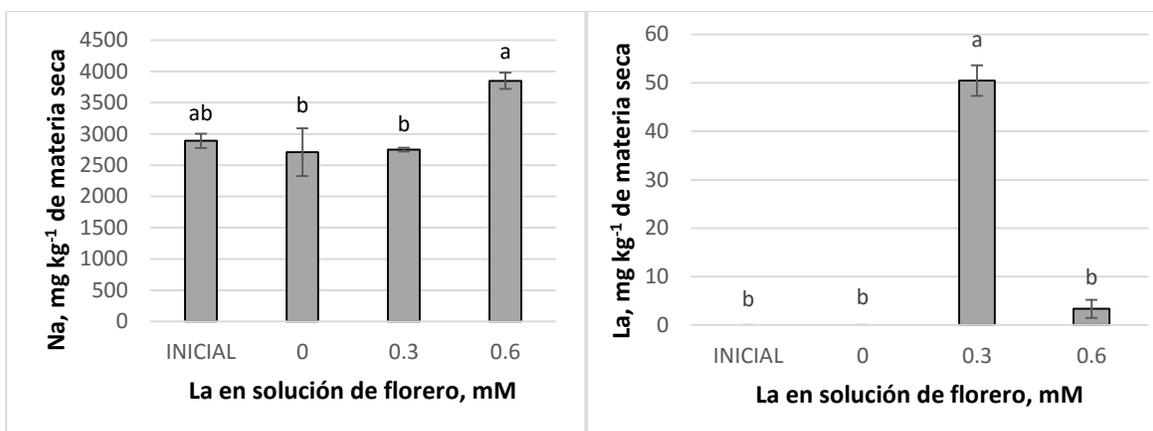


Figura IV.11. Concentración de Na y La (mg kg^{-1} de materia seca) en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de La en la solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Cuadro IV.17. Concentración de Fe, Cu, Zn, Mn y B en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Tratamiento	Fe	Cu	Zn	Mn	B
La (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)				
Inicial	116.4 \pm 3.9 a	4.8 \pm 0.2 a	28.9 \pm 2.4 a	278.2 \pm 6.5 a	12.0 \pm 2.4 a
0.0	118.0 \pm 13.1 a	4.2 \pm 0.8 a	18.1 \pm 2.9 a	292.3 \pm 38.4 a	12.6 \pm 0.4 a
0.3	108.9 \pm 3.7 a	4.8 \pm 0.1 a	20.1 \pm 0.7 a	308.5 \pm 2.1 a	12.0 \pm 0.5 a
0.6	126.5 \pm 3.6 a	5.0 \pm 0.9 a	24.6 \pm 3.5 a	275.7 \pm 15.2 a	15.0 \pm 1.7 a

Medias \pm DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Aspecto de tallos florales tratados con lantano en postcosecha

En las Figuras IV.12 y IV.13 se muestran las varas florales que contienen inflorescencias representativas de los cultivares Andromeda y Adrian, ya sea de los tratamientos testigo (sin aplicación de La) o tratadas con las diferentes concentraciones

de La (0.3 y 0.6 mM) en la solución nutritiva de florero por seis días. Se puede observar una mayor calidad en las inflorescencias heliconia Andromeda tratadas con lantano y en las inflorescencias de heliconia Adrian con 0.3 mM de lantano en solución.

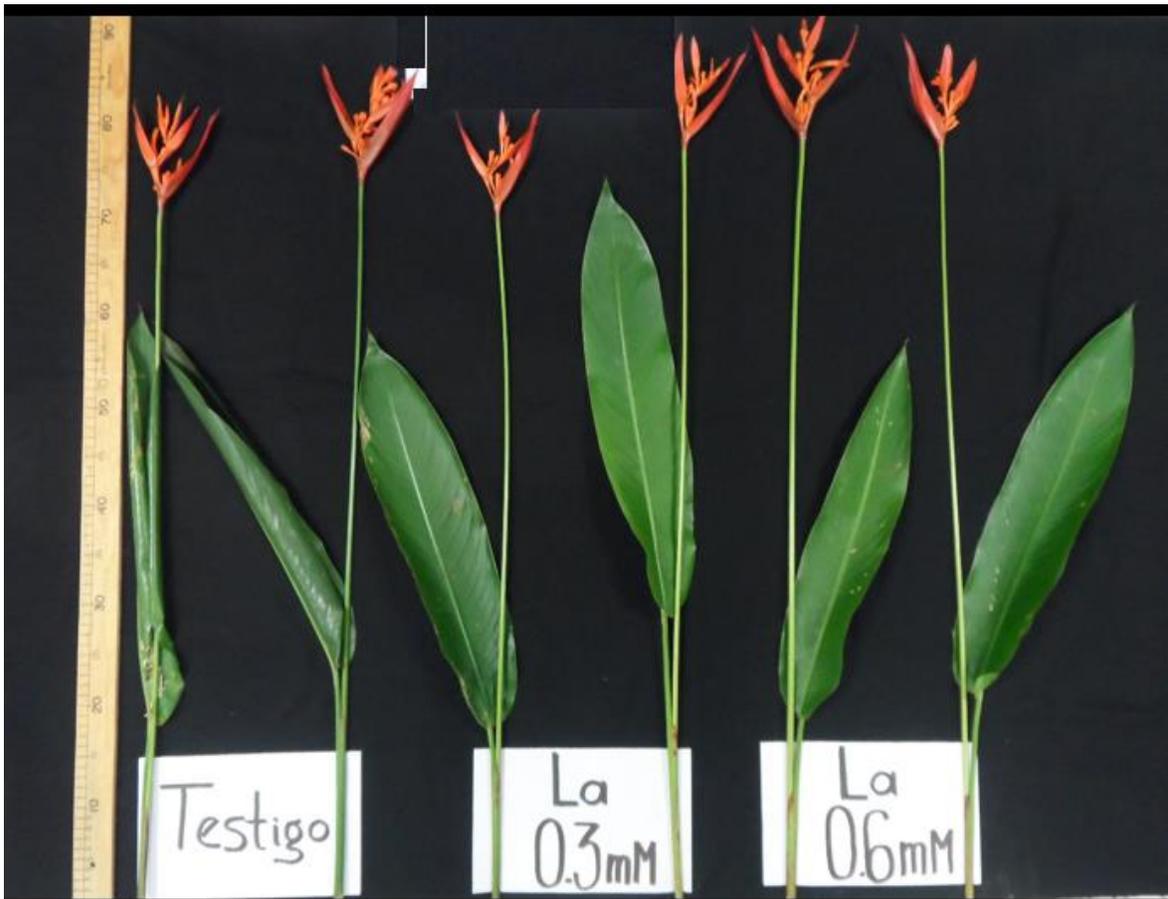


Figura IV.12. Varas florales representativas de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda del tratamiento testigo y de las tratadas con las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de La en la solución de florero durante seis días.

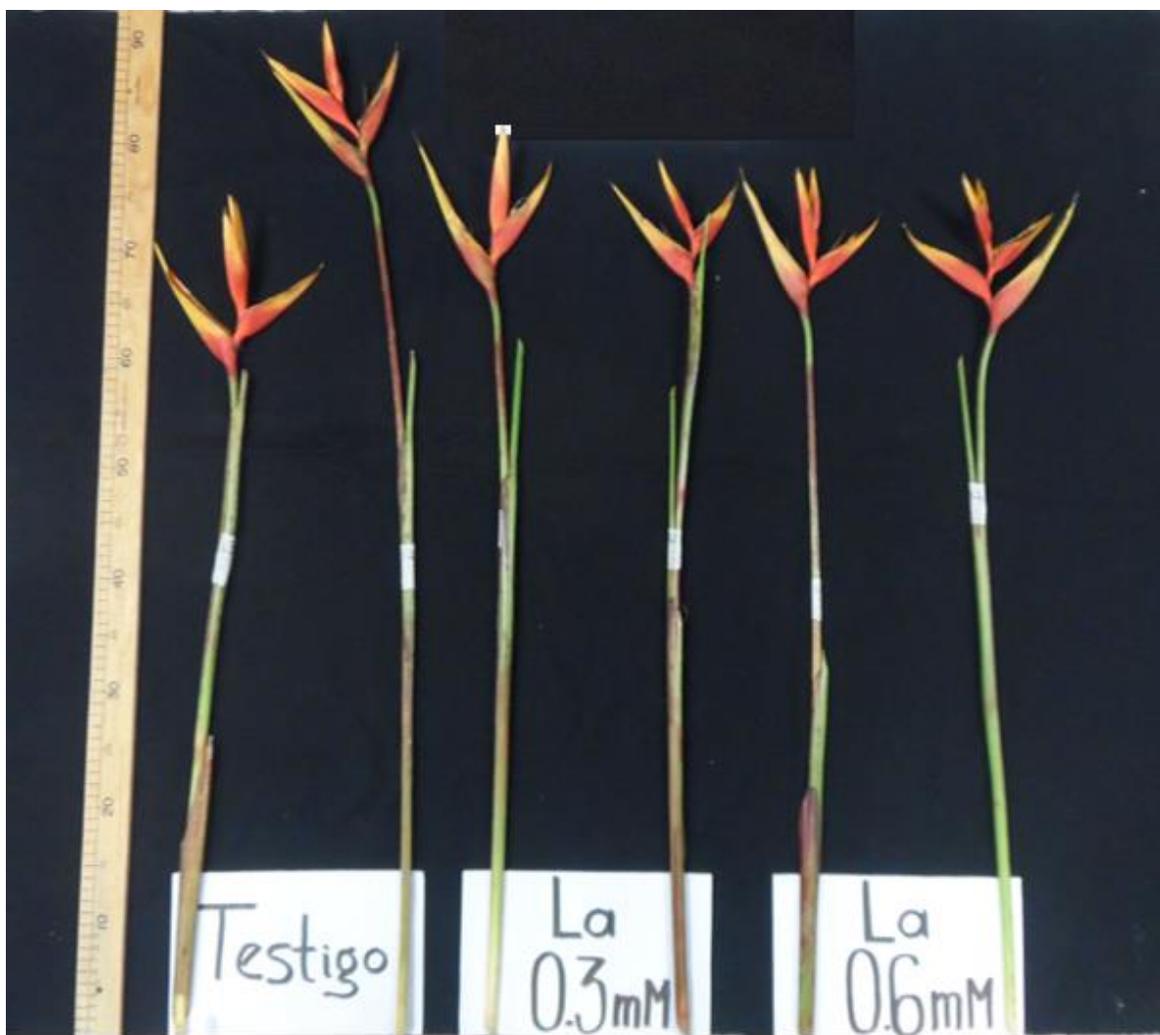


Figura IV.13. Varas florales representativas de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian del tratamiento testigo y de las tratadas con las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de La en la solución de florero durante seis días.

IV.8. DISCUSIÓN

Hong *et al.* (2002), reportaron un aumento en el contenido de clorofila en espinacas tratadas con la solución Hoagland+La³⁺, en esta investigación se obtuvo una mayor concentración de clorofila total con 0.3 mM de La en solución de florero en varas de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda.

Generalmente los elementos del grupo de las tierra raras (REE), incluido el lantano, presentan propiedades químicas que les proporcionan la capacidad de sustituir a iones metálicos, tales como el Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} y Mn^{2+} , afectando la absorción, transferencia y asimilación nutrimental (Evans, 1983). En arroz, Hu y Zhu (1994) encontraron que la adición de La^{3+} y Ce incrementó la absorción de NO_3^- y disminuyó la de NH_4^+ . En algodón la aplicación de La^{3+} en solución nutritiva incrementó el contenido de N (Zhu, 1986). En esta investigación, en inflorescencias de la especie de *H. psittacorum* se observa un aumento en la concentración de N con el tratamiento 0.6 mM de La.

El lantano es un catión que presenta propiedades químicas similares al K, lo cual puede ocasionar efectos sobre la absorción y acumulación de éste (D'Aquino *et al.*, 2009). Von Toucher *et al.* (2001) reportaron deficiencias de K, Ca y Mg en presencia de concentraciones bajas de La en frijol. En esta investigación el La presentó efectos antagónicos en pseudotallos de ambas especies y en inflorescencias, ya que se obtuvo una menor concentración de K con los tratamientos 0.3 y 0.6 mM de La.

El lantano al presentar similitud en absorción con el Ca, el La puede desplazar al Ca en los sitios de unión extracelulares, provocando una inhibición en el flujo e influjo celular de Ca (Hu *et al.*, 2004; Diatloff *et al.*, 2008). En inflorescencias de *H. psittacorum* se observó un efecto antagónico del La con la concentración 0.3 mM, esto al presentarse una disminución en la concentración de Ca.

En pseudotallos de *H. psittacorum* se obtuvo una disminución en la concentración de P con el tratamiento 0.3 mM de La. Zeng *et al.* (2006) reportaron que en plantas de arroz tratadas con La, obtuvieron deficiencias de P.

En plántulas de trigo, Hu *et al.* (2002) mencionan que el suministro de La^{3+} afecta negativamente la absorción de Mg, Mn, Cu y Zn. En frijol chino, el tratamiento con 0.2 μM de La^{3+} disminuyó la concentración de Cu, Fe y Mn en 50, 17 y 29% en comparación con el testigo, respectivamente. En pseudotallos e inflorescencias de *H. psittacorum* disminuyó la concentración de Cu con los tratamientos 0.3 y 0.6 mM de La,

así mismo, se observó un efecto antagónico en la concentración de Mn con 0.6 mM de La.

IV.9. CONCLUSIONES

El lantano puede ejercer efectos benéficos en la fisiología de las plantas. En esta investigación el efecto benéfico de este elemento se observó principalmente en el aumento de la concentración de nitrógeno con el tratamiento 0.6 mM de lantano, así como una mayor concentración de clorofila total en las hojas tratadas con el mismo. Las varas florales de ambas especies presentaron mayor vigor y apariencia al ser tratadas con lantano. Por lo demás, el La no tuvo efectos significativos en la mayoría de macronutrientes y micronutrientes en los diferentes tejidos estudiados.

IV. 10. LITERATURA CITADA

- Alcántar, G. G., y Sandoval, V. M. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Publicación Especial 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, México.
- Bremner, J. M. 1965. Total nitrogen. *In*: C. A. Black (ed.). Methods of soil analysis. Part. 2. Agronomy 9. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, U. S. A.
- D'Aquino, L., de Pinto, M.C., Nardi, L., Morgana, M., Tommasi, F. 2009. Effect of some light rare earth elements on seed germination, seedling growth and antioxidant metabolism in *Triticum durum*. *Chemosphere*. 75: 900-905.
- Diatloff, E., Smith, F.W., Asher, C.J. 2008. Effects of lanthanum and cerium on the growth and mineral nutrition of corn and mungbean. *Annals of Botany*. 101: 971-982.
- Evans, C. H. 1983. Interesting and useful biochemical properties of lanthanides. *Trends in Biochemical Sciences*. 8: 445-449.
- Hong, F., Wei, Z., Zhao, G. 2002. Mechanism of lanthanum effect on chlorophyll of spinach. *Science in China*. 45: 166-176.
- Hu, X., Ding, Z.H., Chen, Y.J., Wang, X.R., Dai, L.M. 2002. Bioaccumulation of lanthanum and cerium and their effects on the growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. *Chemosphere* 48: 621-629.
- Hu, Z., Richter, H., Sparovek, G., Schnug, E. 2004. Physiological and biochemical effects of rare earth elements on plants and their agricultural significance: A review. *Journal of Plant Nutrition*. 27: 183-220.
- Hu, Z.Y. Zhu, W.M. 1994. Kinetics of ion absorption by rice and ion interaction. *Soils*. 25: 278-281.

- Liu, D., Wang, X., Chen, X., Lin, Y., Chen, Z., Xu, H. 2012. Effects of lanthanum on the change of calcium level in the root cells of rice. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 43: 1994-2003.
- Liu, D., Wang, X., Zhang, X., Gao, Z. 2013. Effects of lanthanum on growth and accumulation in roots of rice seedlings. *Plant Soil Environment*. 59: 196-200.
- Ramírez, M. M, Gómez-Merino, F.C., Trejo-Téllez, L. I., Hernández, I., Osorio, B., Castillo, A.M., Hernández, E. 2010. Effect of lanthane on quality of tulip flower 'Ile de France'. *Acta Horticulturae*. 295-300.
- Ramírez-Martínez, M., Trejo-Téllez, L.I., Gómez-Merino, F.C., Castillo-González, A.M., Hernández-Ríos, I., Hernández-Acosta, E. 2012. Bioacumulación de potasio, calcio y lantano en tulipán tratado con lantano. *Terra Latinoamericana*. 30: 229-238.
- Von Toucher, S., Goy, C., Schmidhalter, U. 2001. Effect of lanthanum on growth and composition of mineral nutrients of *Phaseolus vulgaris* L. var. nanus and *Zea mays* L. conv. saccharata. *In: Horst, W.J. (ed.), Plant Nutrition*. pp. 524-525.
- Wei-Jun, C., Tao Y., Yue-Hua, G., Gui-Wen, Z. 2001. Effect of lanthanide chloride on photosynthesis and dry matter accumulation in tobacco seedlings. *Biological Trace Element Research*. 79: 169-176.
- Zeng, Q., Zhu, J.G., Cheng, H.L., Xie, Z.B., Chu, H.Y. 2006. Phytotoxicity of lanthanum in rice in haplic Acrisols and Cambisols. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 64: 226-233.
- Zhu, W. M. 1986. Effects of REEs on nutrient absorption of rice. *Rare Metals*. 5: 6-10.

CAPÍTULO V

V.1. Efecto del silicio en *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian y *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.

El silicio es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre, puede encontrarse una gran cantidad de éste en la tierra, formando parte de rocas y arenas; sin embargo, el silicio solo puede ser absorbido por la planta en forma de ácido monosilícico $\text{Si}(\text{OH})_4$ y en un rango de pH de 2 hasta 9 en forma energéticamente pasiva. La mayoría de las dicotiledóneas absorben pequeñas cantidades de silicio y acumulan menos del 0.5% en sus tejidos (Haynes, 2014).

Algunas plantas pueden acumular Si a concentraciones mayores que el nitrógeno y potasio, incluso, algunas especies de flores que se han evaluado, tienen concentraciones de Si en sus tejidos mayores que las de micronutrientes como boro, cobre, y zinc (Frantz *et al.*, 2010).

Los efectos del Si en las plantas hacen que se considere benéfico; particularmente incrementa el crecimiento de la planta, mejora su resistencia estructural, la viabilidad, la reproducción y la resistencia contra estrés biótico, por ejemplo, ataque contra plagas y abiótico (por ejemplo, toxicidad de metales, salinidad, sequía, entre otros) (Ma *et al.*, 2001).

El Si también puede reducir los efectos tóxicos de elementos como Al y Mn, y a la vez genera resistencia contra plagas y enfermedades de algunas especies de plantas (Raya y Aguirre, 2009).

Frantz *et al.* (2010), menciona algunos efectos de silicio en flores ornamentales, tales como mayor tamaño de flores de gerbera, resistencia a la toxicidad de metales en zinnia, así como la disminución del crecimiento de la población de pulgones, tolerancia a salinidad en *impatiens* Nueva Guinea y un aumento de vida de florero de nochebuena.

Algunos grupos de plantas, tales como colas de caballo y gramíneas pueden acumular silicio en cantidades de 3% y 1.5% respectivamente en peso seco (Hodson *et*

al., 2005); por tanto, el Si puede tener un papel esencial en algunas especies de plantas.

V.2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los parámetros postcosecha y de concentraciones nutrimentales en varas florales de las especies *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian y *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda, tratadas durante la vida en florero con distintas concentraciones de silicio.

V.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el efecto del silicio adicionado a la solución de florero en parámetros de calidad postcosecha de varas florales de dos genotipos de heliconias.
2. Analizar el efecto del silicio en las concentraciones de macronutrientes y micronutrientes en diferentes órganos de varas florales de dos genotipos de heliconia en postcosecha.

V.4. HIPÓTESIS GENERAL

El silicio puede influir positivamente en la vida de florero, calidad postcosecha y concentraciones nutrimentales en las varas florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.

V.5. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

1. La adición de las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de SiO₂ mejora la calidad postcosecha y aumentan la vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.
2. El silicio tiene influencia positiva en la concentración de macronutrientes y micronutrientes en varas florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de

Heliconia psittacorum L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en postcosecha.

V.6. MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Se utilizaron tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda y de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian de entre 70 y 80 cm, obtenidos de las plantaciones de estas especie en el Campus Córdoba del Colegio de Postgraduados, ubicado a 650 m de altitud, 18° 50" latitud norte 96° 51" longitud oeste, 18.4 °C de temperatura media anual y 78% de HR.

Desarrollo del experimento

Los tallos florales se trasladaron al laboratorio de Nutrición Vegetal del Colegio de Postgraduados en el Campus Montecillo, ubicado en el Km 36.5 de la Carretera México-Texcoco, localizado a 19° 29' latitud norte, 98° 53' longitud oeste y una altitud de 2250 m.

Solución de florero

Como soluciones de florero, se evaluaron dos concentraciones de Si: 0.3 y 0.6 mM, suministradas a partir de SiO₂ grado reactivo. Las soluciones fueron formuladas utilizando agua destilada. Como tratamiento testigo se utilizó agua destilada.

Condiciones experimentales

En el periodo de conducción del experimento, las temperaturas medias durante el día y la noche fueron de 26.5 y 25.8 °C, respectivamente; las humedades relativas fueron de 31.9 y 37.5%, diurnas y nocturnas, respectivamente. La intensidad luminosa promedio fue de 21 lumens en el día y de 2 lumens por la noche (Figura V.1).



Figura V.1. Varas florales de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en solución de florero con silicio.

Cada una de las soluciones en evaluación tuvo tres repeticiones, mismas que fueron distribuidas en el laboratorio en un arreglo completamente al azar. La unidad experimental consistió en un contenedor de plástico de 2.6 L de capacidad conteniendo 10 tallos florales.

Variables medidas

Durante la vida de florero se realizaron tres evaluaciones (2, 4 y 6 días en florero; def) de la pérdida relativa de peso del tallo floral, longitud del tallo floral y consumo de agua.

En cada evaluación se midió el peso de cada vara floral en una balanza de laboratorio electrónica (Ohaus Adventurer® Pro). En el caso de la longitud del tallo floral ésta se realizó con un metro de madera, del inicio del pseudotallo hasta el inicio del color de la inflorescencia. El consumo de agua se evaluó en base a los mL absorbidos en cada florero.

Determinación del peso de la materia seca

Después de seis días en florero, los tallos florales fueron fraccionados en tallo, hojas e inflorescencia y secados en una estufa de aire forzado (Riossa, HCF-125D, México), a una temperatura de 70 °C durante 72 h, para la obtención de los pesos de biomásas secas.

Determinación foliar de clorofilas

La determinación de ésta variable solo se realizó en *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda debido a que a la especie *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian se le cortaron las hojas.

En material foliar congelado (-80 °C) se determinó la concentración de clorofilas a, b y total, las muestras se leyeron a 645 y 665 nm.

Los cálculos se realizaron utilizando las fórmulas siguientes:

$$\text{Clorofila a } (\mu\text{g/mg PMF}) = (5.46 \times \text{Abs}_{665}) - (2.16 \times \text{Abs}_{645})$$

$$\text{Clorofila b } (\mu\text{g/mg PMF}) = (9.67 \times \text{Abs}_{645}) - (3.04 \times \text{Abs}_{665})$$

PMF: Peso de la Materia Fresca.

Análisis nutrimental

En *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda se realizó análisis nutrimental en pseudotallos, inflorescencias y hojas; mientras que, en *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian el análisis se llevó a cabo solo en pseudotallos e inflorescencias.

La materia seca se trituró para realizar los análisis correspondientes, según lo especificado a continuación.

Nitrógeno total

La acumulación y concentración de N total se determinó mediante la técnica Semimicro-Kjeldahl (Bremner, 1965).

Análisis de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Mn, B, Na y Al

Se determinó mediante la lectura de extractos en un equipo de espectroscopia de emisión óptica de inducción por plasma acoplado (ICP-OES 725), provenientes de digestión húmeda diácida, según Alcántar y Sandoval (1999).

Análisis estadístico de los datos

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente, para lo que se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias usando la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), empleando el software SAS (Statistical Analysis System).

V.7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo de agua

***Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda.** Durante los primeros cuatro días en florero no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas en el consumo de agua entre tratamientos; por el contrario, durante el muestreo realizado a los seis días se observó un aumento en el consumo de agua en tallos de los tratamientos con 0.3 y 0.6 mM de Si (Cuadro V.1.).

Cuadro V.1. Consumo de agua durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda.

Tratamiento Si (mM)	Dos días	Cuatro días	Seis días
0.0	10.7 ± 1.4 a	11.9 ± 2.6 a	5.9 ± 0.4 b
0.3	13.8 ± 0.1 a	12.7 ± 0.4 a	9.7 ± 0.3 a
0.6	15.9 ± 1.5 a	12.7 ± 1.0 a	10.8 ± 0.5 a

Medias ± DE con distinta letra entre columnas, indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.** En esta especie no se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos en el consumo de agua. De manera interesante se observan tendencias crecientes en el consumo a media que se incrementa el periodo de vida de florero (Figura V. 2).

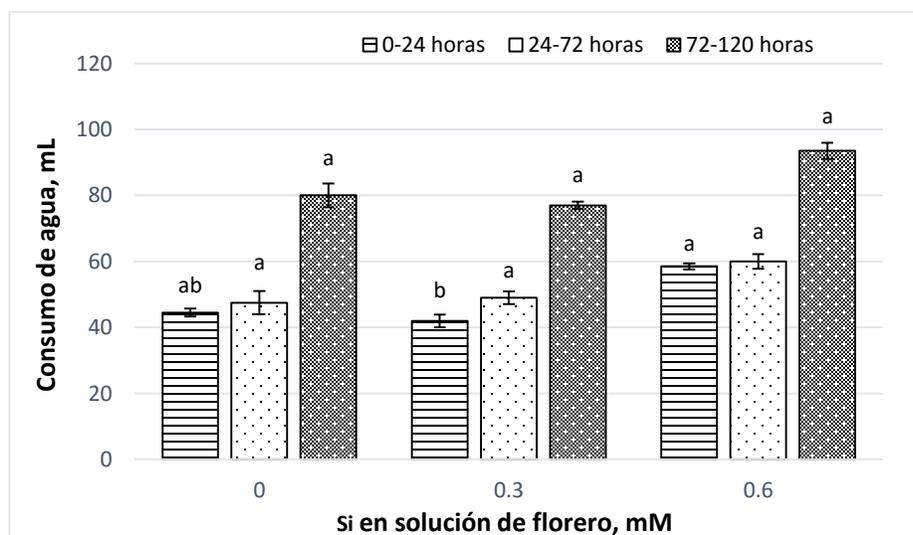


Figura V.2. Consumo de agua en florero en intervalos de 24 h durante cinco días, de tallos florales de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Si en la solución de florero. Medias ± DE con letras diferentes en cada fecha de muestreo, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Longitud de varas florales

***Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda.** La longitud de tallos no fue afectada con los tratamientos evaluados durante la vida de florero en esta especie (Cuadro V.2).

Cuadro V.2. Longitud de tallos durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, con tratamientos con silicio.

Tratamiento Si (mM)	Inicial	Dos días	Cuatro días	Seis días
0.0	74.8 ± 3.2	75.1 ± 3.2	75.4 ± 3.2	75.5 ± 3.2
0.3	71.0 ± 4.2	70.8 ± 4.0	70.8 ± 4.3	70.8 ± 4.3
0.6	72.8 ± 4.0	73.8 ± 2.6	73.8 ± 2.6	73.8 ± 2.6

La comparación entre medias (Tukey, $P \leq 0.05$) indica que no existen diferencias estadísticas entre tratamientos.

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.** La longitud de pseudotallos de esta especie no fue influenciada por los tratamientos con silicio durante la fase de florero (Cuadro V.3).

Cuadro V.3. Longitud inicial y durante el periodo de vida de florero en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a Si en la solución de florero.

Tratamiento Si (mM)	Inicial	Un día	Tres días	Cinco días
0.0	70.3 ± 3.8 a	70.5 ± 3.9 a	70.8 ± 4.0 a	70.3 ± 4.2 a
0.3	65.3 ± 0.6 a	64.8 ± 0.5 a	64.8 ± 0.5 a	64.8 ± 0.5 a
0.6	75.3 ± 4.0 a	75.0 ± 3.9 a	75.0 ± 3.9 a	74.8 ± 4.1 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$).

Pérdida relativa de peso de tallos en florero

***Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda.** Durante el periodo de vida en florero la pérdida de peso porcentual de las varas no fue estadísticamente diferente entre tratamientos (Cuadro V.4).

Cuadro V.4. Pérdida de peso porcentual de varas florales durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Tratamiento	Dos días	Cuatro días	Seis días
Si (mM)	Pérdida relativa de peso de tallos florales (%)		
0.0	6.8 ± 6.5	11.9 ± 7.3	17.5 ± 7.5
0.3	12.4 ± 8.5	16.3 ± 8.2	19.4 ± 8.0
0.6	1.7 ± 9.3	7.2 ± 10.1	13.1 ± 9.8

La comparación entre medias (Tukey 0.05) indica que no existen diferencias estadísticas entre tratamientos.

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.** La pérdida de peso porcentual durante el periodo de vida en florero en las varas no fue estadísticamente diferente entre tratamientos (Cuadro V.5).

Cuadro V.5. Pérdida de peso porcentual de varas florales durante el periodo de vida de florero de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Tratamiento	Un día	Tres días	Cinco días
Si (mM)	Pérdida relativa de peso de tallos florales (%)		
0.0	-3.1 ± 0.9 a	1.9 ± 1.8 a	10.8 ± 2.8 a
0.3	0.7 ± 1.1 a	9.0 ± 3.7 a	15.6 ± 6.0 a
0.6	-6.9 ± 6.4 a	0.0 ± 7.0 a	7.7 ± 7.1 a

La comparación entre medias (Tukey 0.05) indica que no existen diferencias estadísticas entre tratamientos.

Concentración foliar de clorofilas en *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda.

Las concentraciones foliares de clorofilas en esta especie no fueron afectadas de manera significativa por la concentración de silicio en la solución de florero (Cuadro V.6).

Cuadro V.6. Concentración de clorofila a, b y total en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda tratadas con Si en la solución de florero.

Tratamiento Si (mM)	Clorofila a	Clorofila b ($\mu\text{g mg}^{-1}$ PMF)	Clorofila total
Inicial	0.6 \pm 0.1 a	0.4 \pm 0.0 a	1.0 \pm 0.1 a
0.0	0.5 \pm 0.1 a	0.4 \pm 0.1 a	0.9 \pm 0.2 a
0.3	0.9 \pm 0.3 a	0.6 \pm 0.1 a	1.5 \pm 0.3 a
0.6	0.7 \pm 0.1 a	0.5 \pm 0.1 a	1.1 \pm 0.2 a

La comparación entre medias (Tukey, $P > 0.05$) indica que no existen diferencias estadísticas entre tratamientos. PMF: Peso de la materia fresca.

Concentración de nutrientes en pseudotallos

***Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda.** En pseudotallo de *Heliconia psittacorum* la concentración de K disminuyó con el tratamiento 0.3 mM de Si en comparación con el resto de tratamientos suministrados en florero. En el caso del calcio, su concentración no fue estadísticamente diferente entre los tratamientos de florero. En la concentración de S en pseudotallos se parecía una tendencia creciente a medida que aumenta la concentración de Si en la solución de florero (Figura V.3).

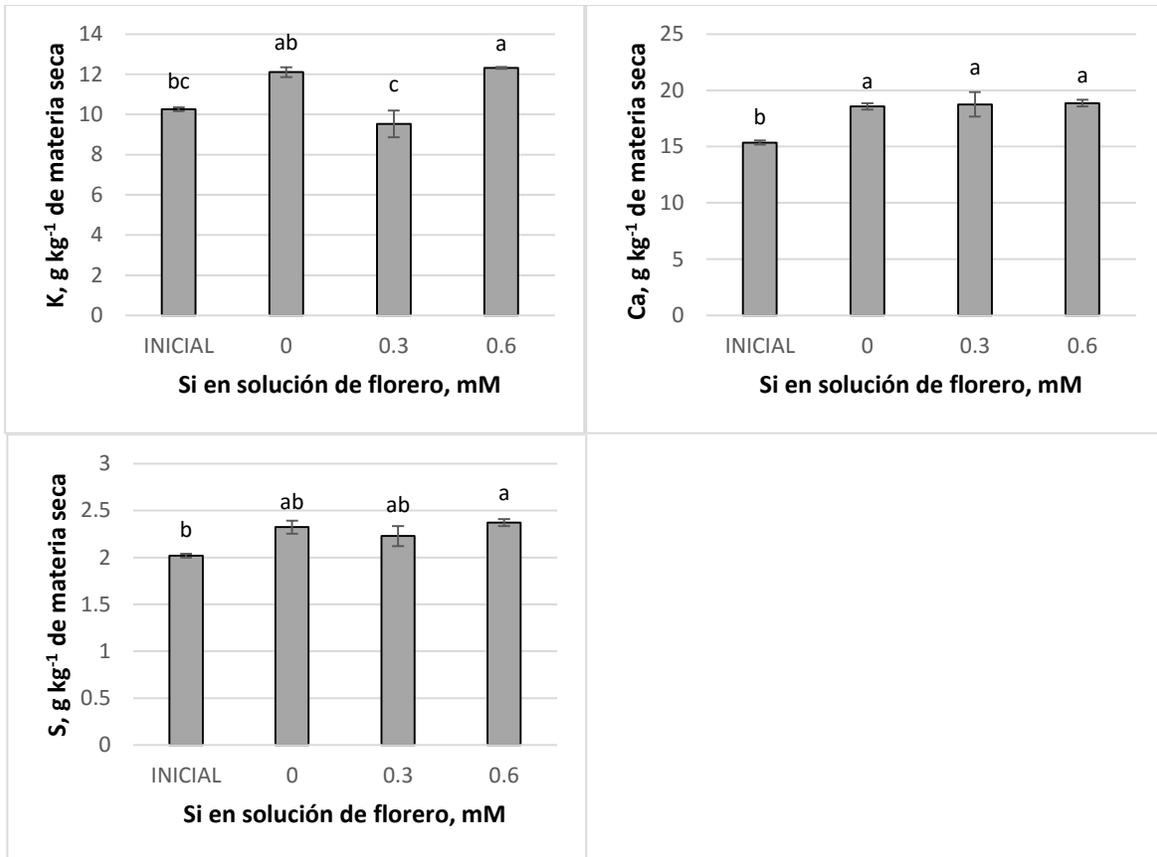


Figura V.3. Concentración de K, Ca y S (g kg^{-1} de materia seca) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Si en la solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Las concentraciones de los macronutrientes N, P y Mg no fueron diferentes estadísticamente entre tratamientos (Cuadro V.7).

Cuadro V.7. Concentración de P, K y Mg en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Tratamiento	N	P	Mg
Si (mM)	(g kg ⁻¹ PMS)		
Inicial	0.6 ± 0.1 a	3.1 ± 0.0 a	7.9 ± 0.0 a
0.0	0.7 ± 0.0 a	3.3 ± 0.1 a	8.0 ± 0.1 a
0.3	0.7 ± 0.1 a	3.0 ± 0.2 a	7.4 ± 0.4 a
0.6	0.9 ± 0.1 a	3.4 ± 0.0 a	8.2 ± 0.2 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

La concentración de Fe en pseudotallos fue menor durante la fase de florero en todos los tratamientos que la concentración inicial. En el caso de la concentración de Mn, no se observan tendencias atribuibles a los tratamientos. Entre la concentración de Na en pseudotallos y la concentración de Si se relacionaron de manera negativa (Figura V.4).

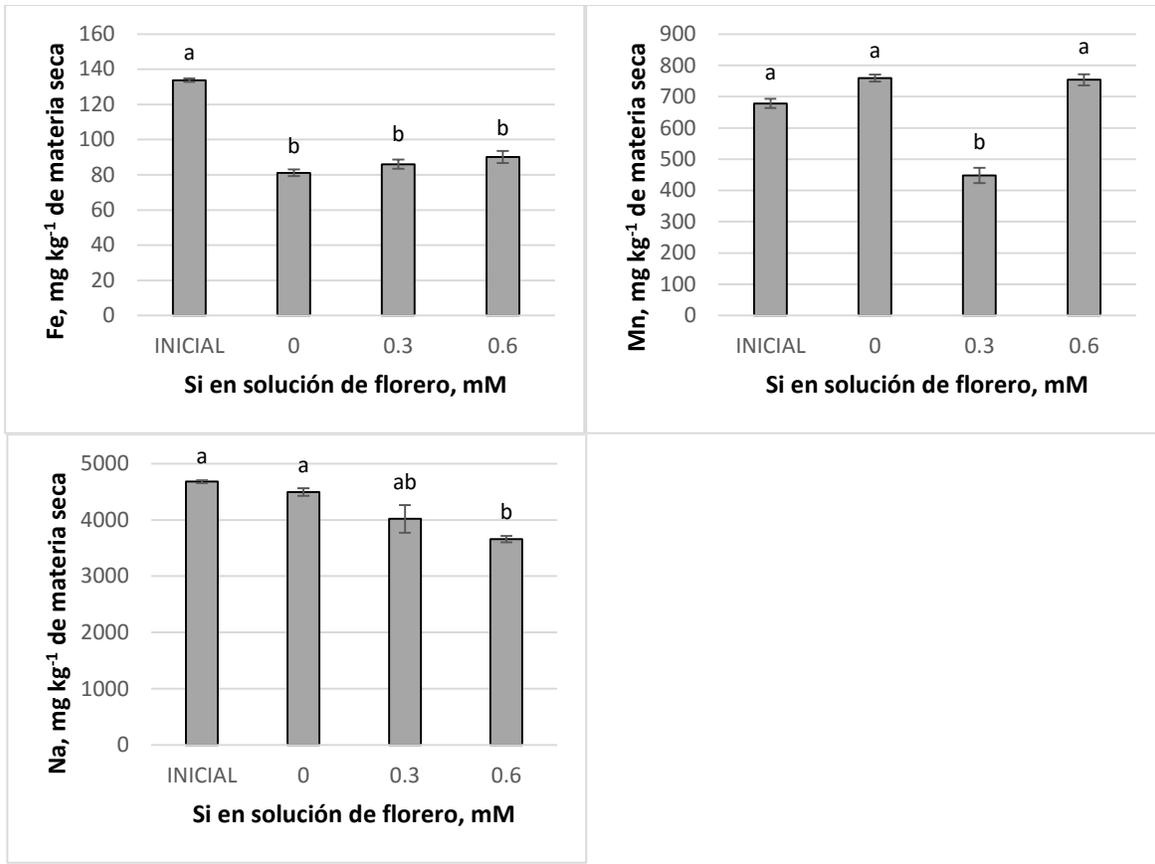


Figura V.4. Concentración de Fe, Mn y Na (mg kg^{-1} PMS) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Si en la solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

En el caso de las concentraciones de los micronutrientes Cu, Zn y B, así como la del Si en pseudotallos, se observó que no fueron afectados por el Si (Cuadro V.8).

Cuadro V.8. Concentración de Cu, Zn, B y Si en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Tratamiento	Cu	Zn	B	Si
Si (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)			
Inicial	21.9 ± 0.5 a	112.1 ± 2.7 a	17.7 ± 3.6 a	16.5 ± 3.1 a
0.0	19.5 ± 0.6 a	123.2 ± 1.5 a	19.5 ± 0.7 a	36.7 ± 18.1 a
0.3	19.3 ± 1.3 a	125.6 ± 5.8 a	16.5 ± 1.3 a	23.5 ± 2.7 a
0.6	19.2 ± 0.4 a	126.6 ± 4.2 a	19.1 ± 0.8 a	19.6 ± 2.3 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). DE: Desviación estándar. PMS: Peso de la materia seca.

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.** La concentración de potasio en pseudotallos fue superior en los dos tratamientos que contenían silicio, respecto al testigo. Por otra parte la concentración magnesio se redujo a medida que la concentración de Si se incrementó (Figura V.5).

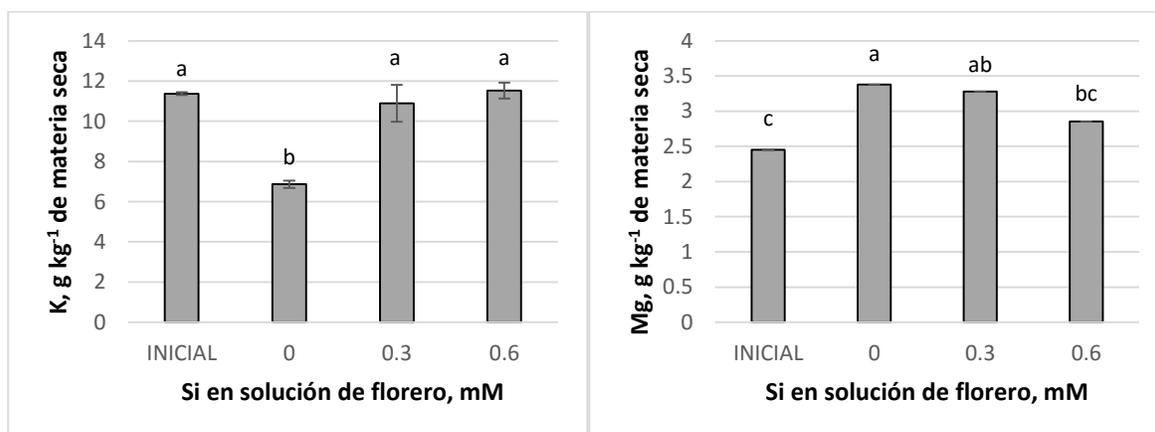


Figura V.5. Concentración de K y Mg (mg kg⁻¹ PMS) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Si en solución. Medias ± DE con letras diferentes, indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

En tanto que para la concentración de N, P, Ca y S no hubo diferencias significativas por efecto del Si (Cuadro V.9).

Cuadro V.9. Concentración de N, P, Ca y S en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Tratamiento	N	P	Ca	S
Si (mM)	(g kg ⁻¹ PMS)			
Inicial	0.7 ± 0.1 a	1.7 ± 0.1 a	3.1 ± 0.2 a	0.7 ± 0.0 a
0.0	0.7 ± 0.0 a	2.2 ± 0.2 a	2.8 ± 0.1 a	0.9 ± 0.1 a
0.3	0.5 ± 0.2 a	2.1 ± 0.3 a	3.3 ± 0.2 a	1.0 ± 0.1 a
0.6	0.8 ± 0.0 a	2.5 ± 0.1 a	2.5 ± 0.1 a	2.1 ± 0.9 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

La adición de silicio disminuyó de manera significativa la concentración de sodio en pseudotallos (Figura V.6).

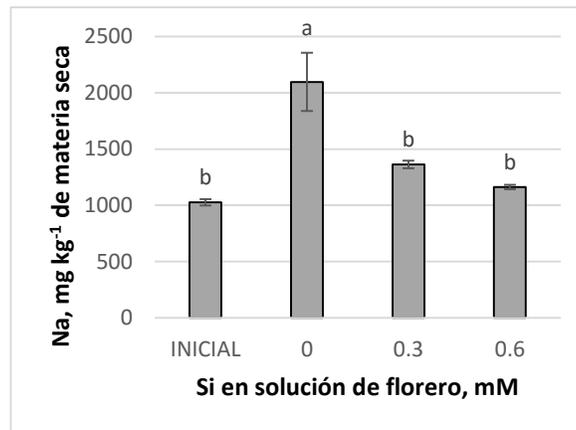


Figura V.6. Concentración de Na (mg kg⁻¹ PMS) en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Si. Medias ± DE con letras diferentes indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$). PMS: Peso de la Materia Seca.

En lo que respecta a las concentraciones de Fe, Cu, Zn, Mn, B y Si en pseudotallos, se observa que no hay diferencias significativa entre tratamientos (Cuadros V.10 y V.11).

Cuadro V.10. Concentración de Fe, Cu, Zn, Mn y B en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Tratamiento	Fe	Cu	Zn	Mn	B
Si (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)				
Inicial	793.7 ± 475.2 a	3.4 ± 0.3 a	14.5 ± 1.4 a	148.2 ± 8.0 a	12.4 ± 4.0 a
0.0	93.8 ± 15.8 a	5.8 ± 1.1 a	11.9 ± 0.6 a	150.1 ± 12.3 a	6.1 ± 0.1 a
0.3	51.4 ± 2.0 a	6.3 ± 2.2 a	16.6 ± 1.7 a	146.5 ± 6.8 a	12.9 ± 2.1 a
0.6	43.2 ± 4.2 a	8.1 ± 0.4 a	18.9 ± 2.8 a	118.5 ± 2.9 a	14.3 ± 0.4 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Cuadro V.11. Concentración de Si en pseudotallos de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Tratamiento	Si
Si (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)
Inicial	18.5 ± 2.6 a
0.0	14.1 ± 2.4 a
0.3	19.1 ± 3.5 a
0.6	20.0 ± 0.6 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Concentración nutrimental en inflorescencia

***Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.** La concentración de N y K en inflorescencias fue mayor durante la fase de florero en el tratamiento 0.6 mM de Si que la concentración inicial. En el caso de la concentración de Ca y S, no se observan tendencias atribuibles a los tratamientos. (Figura V.7).

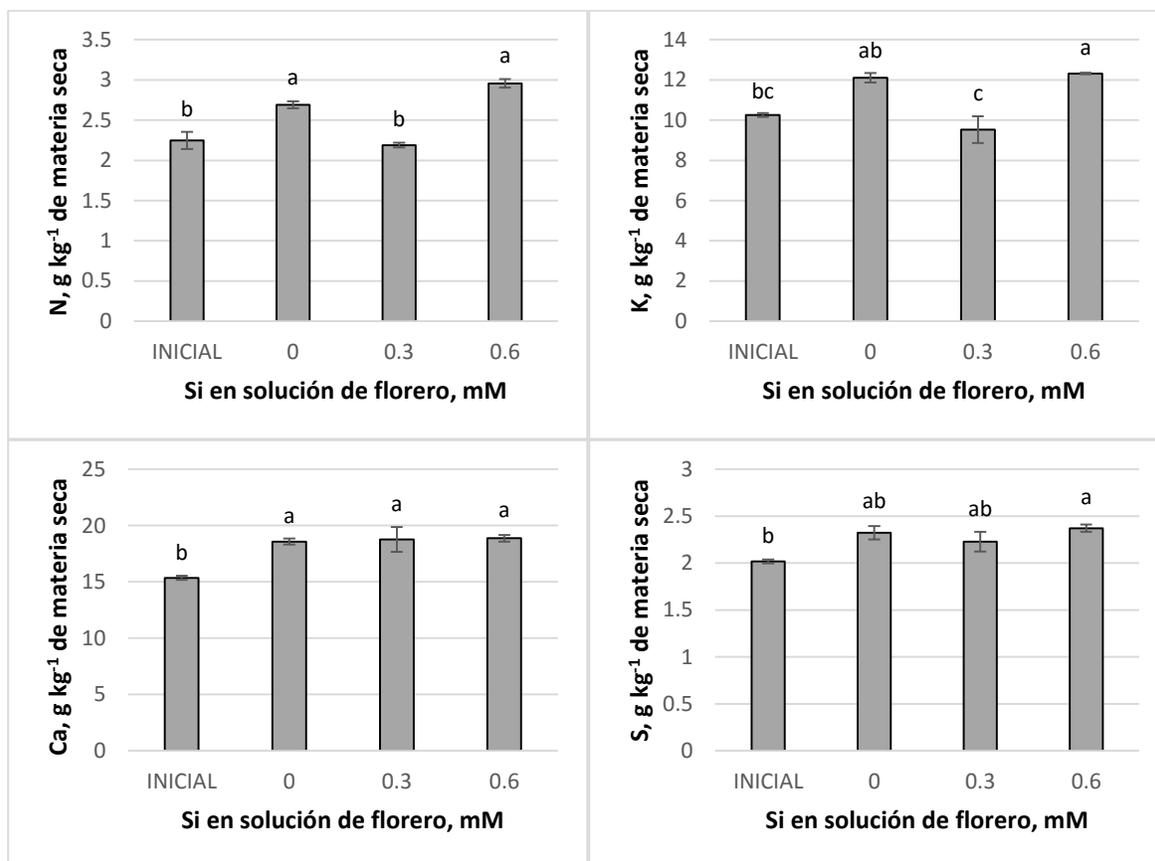


Figura V.7. Concentración de N, K, Ca y S (g kg⁻¹ de materia seca) en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Si en la solución de florero. Medias ± DE con letras diferentes indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

En tanto que para la concentración de P y Mg no hubo diferencias significativas por efecto del Si (Cuadro V.12).

Cuadro V.12. Concentración de P y Mg en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Tratamiento	P	Mg
Si (mM)	(g kg ⁻¹ PMS)	
Inicial	3.2 ± 0.0 a	7.9 ± 0.0 a
0.0	3.7 ± 0.1 a	8.0 ± 0.1 a
0.3	3.5 ± 0.1 a	7.4 ± 0.4 a
0.6	2.7 ± 0.5 a	8.2 ± 0.2 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Se observa que la concentración de Fe disminuyó con los tratamientos aplicados, se observa un efecto antagónico en al Mn con la dosis baja de Si suministrada; mientras que, para el Na la menor concentración se obtuvo con el tratamiento 0.6 mM de Si. (Figura V.8).

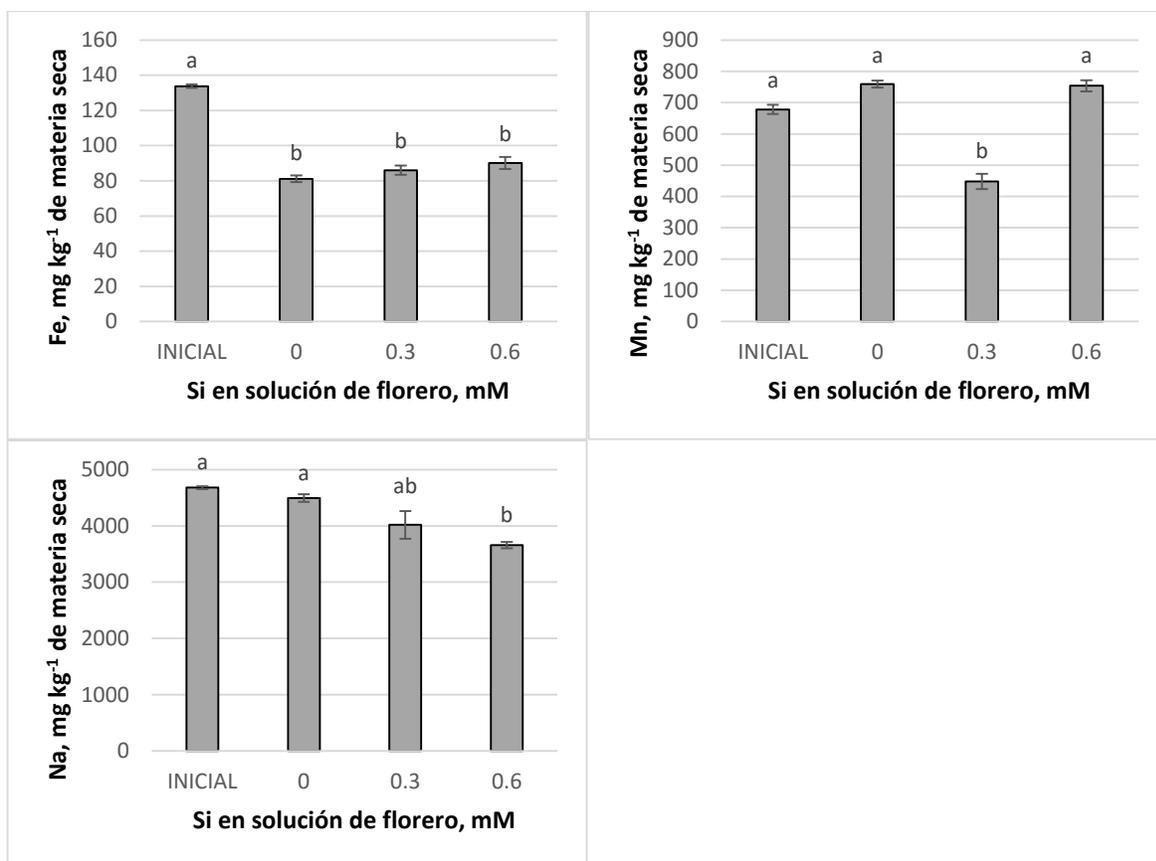


Figura V.8. Concentración de Fe, Mn y Na (mg kg^{-1} de materia seca) en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda, tratados con distintas concentraciones de Si en la solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

En lo que respecta a Cu, Zn, B y Si en inflorescencias, no hubo diferencias significativas con los tratamientos aplicados (Cuadro V.13).

Cuadro V.13. Concentración de Cu, Zn, B y Si en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Tratamiento	Cu	Zn	B	Si
Si (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)			
Inicial	21.9 ± 0.5 a	112.1 ± 2.7 a	17.7 ± 3.6 a	16.5 ± 3.1 a
0.0	19.5 ± 0.6 a	123.2 ± 1.5 a	19.5 ± 0.7 a	36.7 ± 18.1 a
0.3	19.3 ± 1.3 a	125.6 ± 5.8 a	16.5 ± 1.3 a	23.5 ± 2.7 a
0.6	19.2 ± 0.4 a	126.6 ± 4.2 a	19.1 ± 0.8 a	19.6 ± 2.3 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

***Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.** En lo que respecta a las inflorescencias de heliconia Adrian, se observa que la concentración de Mg disminuyó con el tratamiento 0.6 mM en comparación con el tratamiento con la dosis baja de Si suministrada; mientras que, para el resto de los tratamientos no hubo diferencias significativas (Figura V.9).

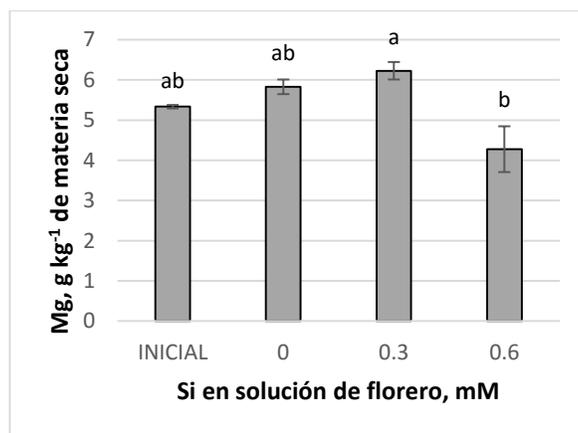


Figura V.9. Concentración de Mg (g kg⁻¹ de materia seca) en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Si en la solución de florero. Medias ± DE con letras diferentes indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Para el resto de los macronutrientes (Cuadro V.14), la adición de Si en la solución de florero no tuvo efectos significativos entre tratamientos.

Cuadro V.14. Concentración de N, P, K, Ca y S en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Tratamiento	N	P	K	Ca	S
Si (mM)	(g kg ⁻¹ PMS)				
Inicial	2.2 ± 0.1 a	3.2 ± 0.0 a	14.7 ± 0.9 a	10.9 ± 0.1 a	2.7 ± 0.0 a
0.0	1.9 ± 0.0 a	3.7 ± 0.1 a	13.6 ± 0.4 a	10.9 ± 0.2 a	3.4 ± 0.5 a
0.3	2.1 ± 0.1 a	3.5 ± 0.1 a	15.6 ± 0.9 a	10.6 ± 0.4 a	3.1 ± 0.1 a
0.6	2.0 ± 0.1 a	2.7 ± 0.5 a	12.0 ± 2.6 a	7.3 ± 1.9 a	2.2 ± 0.6 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

En las concentraciones de Fe, Cu, Mn y Na en inflorescencias, es evidente su decremento con la adición de Si, respecto al control (Figura V.10).

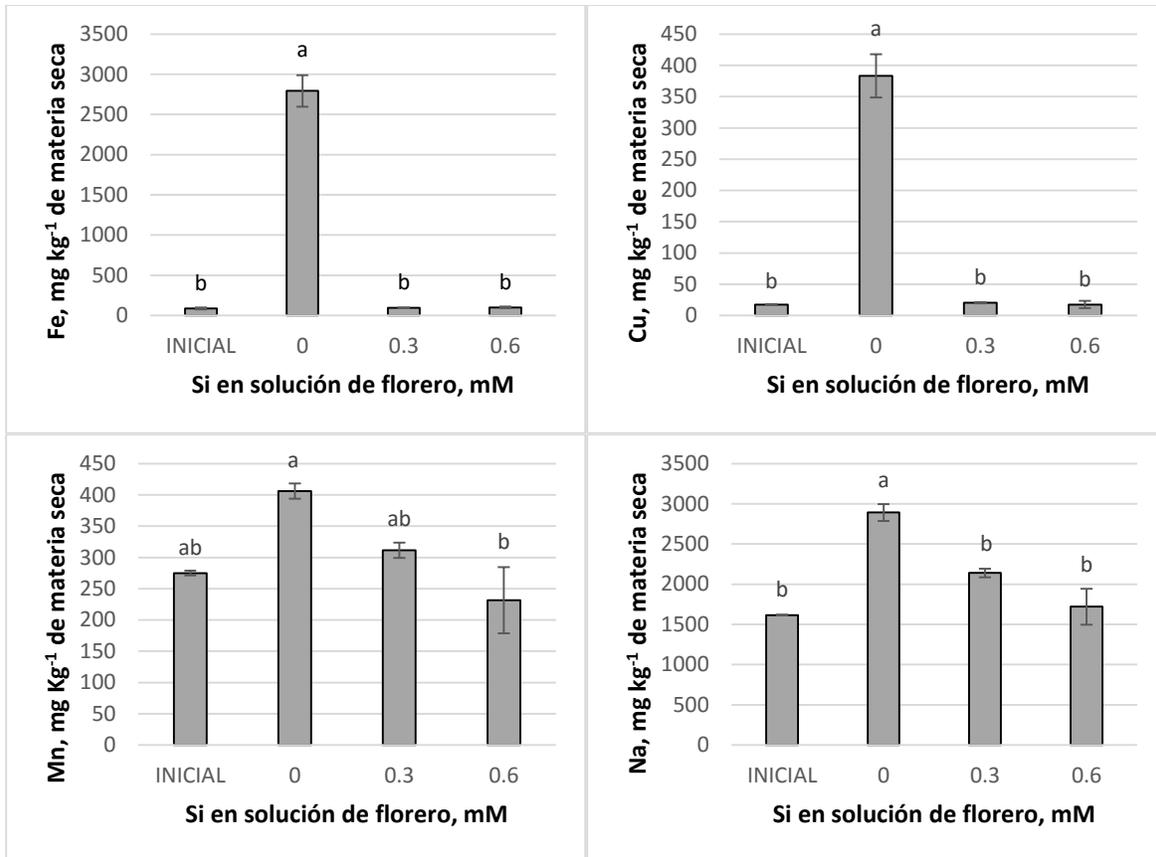


Figura V.10. Concentración de Fe, Cu, Mn y Na (mg kg^{-1} PMS) en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, tratados con distintas concentraciones de Si en la solución de florero. Medias \pm DE con letras diferentes indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Las concentraciones de Zn, B y Si no fueron influenciadas por los tratamientos de Si evaluados (Cuadro V.15).

Cuadro V.15. Concentración de Zn y B en inflorescencias de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Tratamiento	Zn	B	Si
Si (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)		
Inicial	64.1 ± 1.3 a	23.5 ± 0.8 a	27.5 ± 3.5 a
0.0	62.4 ± 1.3 a	21.2 ± 2.1 a	26.4 ± 3.2 a
0.3	76.0 ± 4.5 a	26.6 ± 1.8 a	19.8 ± 1.3 a
0.6	50.6 ± 13.8 a	23.5 ± 3.3 a	27.8 ± 5.3 a

Medias ± DE con distinta letra entre columnas, indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Concentración foliar de nutrimentos en *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda.

La concentración de N, P, K, Ca, Mg y S, no fue influenciada de manera significativa por los tratamientos de Si evaluados durante la vida de florero (Cuadro V.16).

Cuadro V.16. Concentración de N, P, K, Ca, Mg y S en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	S
Si (mM)	(g kg ⁻¹ PMS)					
Inicial	2.8 ± 0.1 a	1.6 ± 0.0 a	7.7 ± 0.1 a	4.8 ± 0.3 a	2.7 ± 0.4 a	2.6 ± 0.1 a
0.0	2.6 ± 0.1 a	1.6 ± 0.2 a	9.3 ± 0.2 a	4.2 ± 0.6 a	2.9 ± 0.1 a	2.4 ± 0.1 a
0.3	2.9 ± 0.1 a	1.9 ± 0.1 a	7.5 ± 1.4 a	4.2 ± 0.2 a	2.7 ± 0.4 a	1.9 ± 0.6 a
0.6	2.9 ± 0.1 a	1.6 ± 0.2 a	7.8 ± 1.1 a	4.7 ± 0.1 a	2.9 ± 0.1 a	2.2 ± 0.0 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

En la concentración de micronutrientos, Na y Si no hubo diferencias estadísticas significativas con la aplicación de ninguno de los tratamientos utilizados en esta investigación (Cuadros V.17 y V.18).

Cuadro V.17. Concentración de Fe, Cu, Zn, Mn y B en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Tratamiento	Fe	Cu	Zn	Mn	B
Si (mM)	(mg kg ⁻¹ PMS)				
Inicial	116.4 ± 3.9 a	4.8 ± 0.2 a	28.9 ± 2.4 a	278.2 ± 6.5 a	12.0 ± 2.4 a
0.0	118.0 ± 13.1 a	4.2 ± 0.8 a	18.1 ± 2.9 a	292.3 ± 38.4 a	12.6 ± 0.4 a
0.3	111.0 ± 1.7 a	4.9 ± 0.2 a	21.4 ± 2.4 a	195.7 ± 6.7 a	13.3 ± 0.7 a
0.6	88.8 ± 27.4 a	4.1 ± 0.9 a	19.0 ± 4.5 a	244.9 ± 40.2 a	10.3 ± 3.5 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). DE: Desviación estándar. PMS: Peso de la materia seca.

Cuadro V.18. Concentración de Na y Si en hojas de *Heliconia psittacorum* L.f cv. Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Tratamiento	Na	Si
Si (mM)		
Inicial	2889.4 ± 113.4 a	18.9 ± 3.3 a
0.0	2707.9 ± 380.4 a	19.3 ± 1.3 a
0.3	2562.2 ± 70.8 a	17.9 ± 0.5 a
0.6	2358.3 ± 46.1 a	17.8 ± 2.2 a

Medias ± DE con las mismas literales entre columnas, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, $P > 0.05$). PMS: Peso de la materia seca.

Aspecto de tallos florales tratados con silicio en postcosecha

En las Figuras V.11 y V.12 se muestran las varas florales que contienen inflorescencias representativas de los cultivares Andromeda y Adrian, ya sea de los tratamientos testigo (sin aplicación de Si) o tratadas con las diferentes concentraciones de Si (0.3 y 0.6 mM) en la solución nutritiva de florero por seis días. Se puede observar una mayor calidad en inflorescencias heliconia Andromeda cuando fueron tratadas con 0.3 mM de Si; mientras que en el caso de la heliconia Adrian fue con el tratamiento alto de Si (0.6 mM).



Figura V.11. Varas florales representativas de *Heliconia psittacorum* L.f. cv. Andromeda del tratamiento testigo y de las tratadas con las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de Si.



Figura V.12. Varas florales representativas de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian del tratamiento testigo y de las tratadas con las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de Si.

V.8. DISCUSIÓN

Durante el transcurso de 0 a 24 horas se obtuvo un aumento en el consumo de agua en las varas florales de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian, Kasemi *et al.* (2012) reportaron que los tratamientos que contenían silicio (0, 1.5, 2.5 mM) aumentaron la absorción de agua en rosas.

En alfalfa el silicio inhibió la absorción de Na por las raíces y perturbó la absorción y transporte de otros nutrimentos en brotes y hojas afectados por la salinidad (Wang y Han, 2007). En pseudotallos e inflorescencias de heliconia Adrian se obtuvo un efecto antagónico en Na con las concentraciones 0.3 y 0.6 mM de Si con respecto al tratamiento 0 mM. Lo mismo ocurrió en pseudotallos de *H. psittacorum* con la concentración 0.6 mM de Si.

En inflorescencias de heliconia Adrian y en pseudotallos de *Heliconia psittacorum*, se disminuyó drásticamente la concentración de Mn con 0.3 y 0.6 mM de Si con respecto al control. Rogalla y Römheld (2002) reportan que en pepino el Si aumenta la tolerancia a la toxicidad por Mn, debido a la formación de enlaces fuertes entre el Mn y las paredes celulares; por otro lado, disminuye la concentración de Na dentro del simplasto.

Ma y Takahashi (1990) mencionan que en arroz, la fertilización con silicio disminuye la concentración de P, Fe y Mn en la hoja. Al igual que la absorción de Ca es reducida. En inflorescencias de heliconia Adrian y pseudotallos de *Heliconia psittacorum* se observó un efecto antagónico en el micromineral Fe, al aplicarse 0.3 y 0.6 mM de Si.

V.9. CONCLUSIONES

Los efectos benéficos del silicio en los dos genotipos de heliconias estudiados fueron más significativos con relación al consumo de agua, concentración de potasio, elemento indispensable en la calidad. Al final de esta investigación se presentó una mayor senescencia en las inflorescencias de heliconia Adrian con el tratamiento 0.3 mM, caso contrario se presentó en *Heliconia psittacorum*, en donde el mejor aspecto se obtuvo en las inflorescencias tratadas con 0.3 mM de Si. Por lo demás, el silicio no tuvo efectos significativos en la mayoría de macronutrimentos y micronutrimentos en los diferentes tejidos analizados, aunque si se pudieron apreciar diferentes respuestas entre los dos genotipos de heliconias estudiados.

V.10. LITERATURA CITADA

- Alcántar, G.G., Sandoval V.M. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Publicación Especial 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, México.
- Bremner, J. M. 1965. Total nitrogen. *In*: C. A. Black (ed.). Methods of soil analysis. Part. 2. Agronomy 9. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, U. S. A.
- Frantz, J.M., Locke J.C., Mattson, N. 2010. Research update: Does silicon have a role in ornamental crop production. OFA Bulletin. 924: 17-18.
- Haynes, R.J. 2014. Una visión contemporánea de la disponibilidad de silicio en los suelos agrícolas. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 177: 831-844.
- Hodson, M.J., White, P.J., Mead, A., Broadley, M.R. 2005. Variación filogenético en la composición de silicio de las plantas. Annals of Botany. 96: 1027-1046.
- Kazemi, M., Gholami, M., Asadi, M., Aghdasi, S. 2012. Efficiency of Silicon, Nickel and Acetylsalicylic Acid Reduced Senescence and Extended Vase Life of Cut Rose Flowers. Trends in Applied Sciences Research. 7: 590-595.
- Ma, J., Takahashi, E. 1990. Effect of silicon on the growth and phosphorus uptake of rice. Plant and Soil. 126: 115-119.
- Ma, J.F., Y. Miyake, Takahashi, E. 2001. Silicio como un elemento beneficioso para las plantas de cultivo, en silicio en agricultura. Plant Science. 8: 17-39.
- Raya, J.C., Aguirre, C.L. 2009. Composición elemental de algunas especies de plantas silvestres mexicanas. Revista Chapingo.15: 95-99.
- Rogalla, H., Römheld, V. 2002. Role of leaf apoplast in silicon-mediated manganese tolerance of *Cucumis sativus* L. Plant Cell Environ. 25: 549-555.

Wang, X.S., Han, J.G. 2007. Effects of NaCl and silicon on ion distribution in the roots, shoots and leaves of two alfalfa cultivars with different salt tolerance. *Soil Science and Plant Nutrition*. 53: 278-285.

ANEXOS A
ALUMINIO II

Cuadro 1.A. Análisis de varianza de la concentración de N en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.0445056	0.0148352	1.46	0.2974
Error	8	0.0814732	0.0101842		
Total corregido	11	0.1259787			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	N Media	
	0.353278	15.75487	0.100917	0.640542	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.0445056	0.0148352	1.46	0.2974

Cuadro 2.A. Análisis de varianza de la concentración de P en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.7207224	0.5735741	1.28	0.344
Error	8	3.575455	0.4469319		
Total corregido	11	5.2961773			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.324899	35.0223	0.66853	1.908868	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.7207224	0.5735741	1.28	0.344

Cuadro 3.A. Análisis de varianza de la concentración de K en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	48.141508	16.047169	3.65	0.064
Error	8	35.214454	4.4018067		
Total corregido	11	83.355962			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.577541	20.35362	2.098048	10.30798	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	48.141508	16.047169	3.65	0.064

Cuadro 4.A. Análisis de varianza de la concentración de Ca en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	21.6376519	7.21255063	1.35	0.324
Error	8	42.58909	5.32363625		
Total corregido	11	64.2267419			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.336895	61.10522	2.307301	3.775947	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	21.6376519	7.21255063	1.35	0.324

Cuadro 5.A. Análisis de varianza de la concentración de Mg en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	4.40058014	1.46686005	3.01	0.095
Error	8	3.89985953	0.48748244		
Total corregido	11	8.30043966			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.530162	21.69159	0.698199	3.218756	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	4.40058014	1.46686005	3.01	0.095

Cuadro 6.A. Análisis de varianza de la concentración de S en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.62159146	0.54053049	0.94	0.466
Error	8	4.60857986	0.57607248		
Total corregido	11	6.23017131			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.26028	75.38094	0.758994	1.006878	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.62159146	0.54053049	0.94	0.466

Cuadro 7.A. Análisis de varianza de la concentración de Fe en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1096142.923	365380.974	1.61	0.261
Error	8	1810424.468	226303.059		
Total corregido	11	2906567.392			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.377126	175.548	475.7132	270.9875	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1096142.923	365380.974	1.61	0.261

Cuadro 8.A. Análisis de varianza de la concentración de Cu en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	256.2006217	85.4002072	1.55	0.276
Error	8	441.706148	55.2132685		
Total corregido	11	697.9067697			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.367099	100.5648	7.430563	7.388833	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	256.2006217	85.4002072	1.55	0.276

Cuadro 9.A. Análisis de varianza de la concentración de Zn en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1141.152144	380.384048	1.01	0.439
Error	8	3026.127319	378.265915		
Total corregido	11	4167.279463			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.273836	109.1229	19.44906	17.82308	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1141.152144	380.384048	1.01	0.439

Cuadro 10.A. Análisis de varianza de la concentración de Zn en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	11937.13256	3979.04419	1.14	0.39
Error	8	27960.79617	3495.09952		
Total corregido	11	39897.92873			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.299192	34.16281	59.11937	173.0518	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	11937.13256	3979.04419	1.14	0.39

Cuadro 11.A. Análisis de varianza de la concentración de B en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	354.4048497	118.1349499	2.81	0.108
Error	8	335.9733573	41.9966697		
Total corregido	11	690.378207			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.513349	52.25986	6.480484	12.4005	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	354.4048497	118.1349499	2.81	0.108

Cuadro 12.A. Análisis de varianza de la concentración de Na en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2135983.876	711994.625	5.96	0.02
Error	8	956152.61	119519.076		
Total corregido	11	3092136.486			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.690779	23.12715	345.7153	1494.846	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2135983.876	711994.625	5.96	0.02

Cuadro 13.A. Análisis de varianza de la concentración de Al en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	102376.4809	34125.4936	5.9	0.02
Error	8	46265.7442	5783.218		
Total corregido	11	148642.2251			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Al Media	
	0.688744	65.75619	76.04747	115.6507	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	102376.4809	34125.4936	5.9	0.02

Cuadro 14.A. Análisis de varianza de la concentración de N en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.1928469	0.06428231	3.29	0.079
Error	8	0.1562773	0.01953467		
Total corregido	11	0.3491243			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	N Media	
	0.552373	6.642104	0.139766	2.10425	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.1928469	0.06428231	3.29	0.079

Cuadro 15.A. Análisis de varianza de la concentración de P en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.62004216	0.54001405	4.3	0.044
Error	8	1.00463257	0.12557907		
Total corregido	11	2.62467473			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.617235	11.26035	0.354371	3.147072	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.62004216	0.54001405	4.3	0.044

Cuadro 16.A. Análisis de varianza de la concentración de K en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	18.55571772	6.18523924	2.03	0.188
Error	8	24.34006945	3.04250868		
Total corregido	11	42.89578717			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.432577	13.30391	1.744279	13.11103	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	18.55571772	6.18523924	2.03	0.188

Cuadro 17.A. Análisis de varianza de la concentración de K en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	26.25534618	8.75178206	2.03	0.188
Error	8	34.42386967	4.30298371		
Total corregido	11	60.67921585			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.432691	16.77689	2.074363	12.36441	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	26.25534618	8.75178206	2.03	0.188

Cuadro 18.A. Análisis de varianza de la concentración de Mg en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.20322931	0.40107644	1.1	0.403
Error	8	2.90974732	0.36371842		
Total corregido	11	4.11297664			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.292545	10.94626	0.603091	5.509558	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.20322931	0.40107644	1.1	0.403

Cuadro 19.A. Análisis de varianza de la concentración de S en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.56085853	0.52028618	1.76	0.233
Error	8	2.3710251	0.29637814		
Total corregido	11	3.93188363			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.396975	19.34732	0.544406	2.813858	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.56085853	0.52028618	1.76	0.233

Cuadro 20.A. Análisis de varianza de la concentración de Fe en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	15650911.71	5216970.57	131.86	<.0001
Error	8	316504.44	39563.06		
Total corregido	11	15967416.15			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.980178	24.34264	198.9046	817.1037	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	15650911.71	5216970.57	131.86	<.0001

Cuadro 21.A. Análisis de varianza de la concentración de Fe en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	292674.4248	97558.1416	80.11	<.0001
Error	8	9742.3766	1217.7971		
Total corregido	11	302416.8014			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.967785	30.95082	34.89695	112.7497	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	292674.4248	97558.1416	80.11	<.0001

Cuadro 22.A. Análisis de varianza de la concentración de Zn en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	28.1378253	9.3792751	0.11	0.95
Error	8	660.3457033	82.5432129		
Total corregido	11	688.4835287			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.040869	14.21797	9.08533	63.90033	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	28.13782533	9.37927511	0.11	0.95

Cuadro 23.A. Análisis de varianza de la concentración de Mn en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	109707.8772	36569.2924	8.67	0.007
Error	8	33752.3344	4219.0418		
Total corregido	11	143460.2117			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.764727	16.56902	64.95415	392.0216	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	109707.8772	36569.2924	8.67	0.007

Cuadro 24.A. Análisis de varianza de la concentración de B en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	12.3591202	4.1197067	0.23	0.87
Error	8	140.378396	17.5472995		
Total corregido	11	152.7375163			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.080917	18.81089	4.18895	22.26875	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	12.35912025	4.11970675	0.23	0.87

Cuadro 25.A. Análisis de varianza de la concentración de Na en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2494450.702	831483.567	10.8	0.004
Error	8	615981.637	76997.705		
Total corregido	11	3110432.339			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.801963	12.33783	277.4846	2249.056	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2494450.702	831483.567	10.8	0.004

Cuadro 26.A. Análisis de varianza de la concentración de Al en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	5111.417883	1703.805961	24.11	0.0002
Error	8	565.238258	70.654782		
Total corregido	11	5676.656141			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Al Media	
	0.900428	23.99372	8.40564	35.03267	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	5111.417883	1703.805961	24.11	0.0002

Cuadro 27.A. Análisis de varianza de la concentración de N en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.27521667	0.09173889	1.96	0.199
Error	8	0.37485	0.04685625		
Total corregido	11	0.65006667			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	N Media	
	0.423367	29.21886	0.216463	0.740833	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.27521667	0.09173889	1.96	0.199

Cuadro 28.A. Análisis de varianza de la concentración de P en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.29444449	0.09814816	8.05	0.0084
Error	8	0.09751976	0.01218997		
Total corregido	11	0.39196424			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.751202	5.435701	0.110408	2.031168	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.29444449	0.09814816	8.05	0.0084

Cuadro 29.A. Análisis de varianza de la concentración de K en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	7.10791919	2.3693064	20.23	0.0004
Error	8	0.93716935	0.11714617		
Total corregido	11	8.04508854			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.88351	5.633942	0.342266	6.075075	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	7.10791919	2.3693064	20.23	0.0004

Cuadro 30.A. Análisis de varianza de la concentración de Ca en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	4.93444613	1.64481538	2.96	0.0974
Error	8	4.44053923	0.5550674		
Total corregido	11	9.37498535			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.526342	24.43712	0.745028	3.048757	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	4.93444613	1.64481538	2.96	0.0974

Cuadro 31.A. Análisis de varianza de la concentración de Mg en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	37.5562982	12.5187661	1.34	0.3285
Error	8	74.8081484	9.3510186		
Total corregido	11	112.3644467			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.334236	80.8777	3.057944	3.780948	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	37.55629822	12.51876607	1.34	0.3285

Cuadro 32.A. Análisis de varianza de la concentración de S en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.10065562	0.03355187	5.32	0.0262
Error	8	0.05044956	0.0063062		
Total corregido	11	0.15110519			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.66613	8.646133	0.079412	0.918463	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.10065562	0.03355187	5.32	0.0262

Cuadro 33.A. Análisis de varianza de la concentración de Fe en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1349.702475	449.900825	3.37	0.0754
Error	8	1068.807402	133.600925		
Total corregido	11	2418.509877			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.558072	24.46132	11.55859	47.2525	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1349.702475	449.900825	3.37	0.0754

Cuadro 34.A. Análisis de varianza de la concentración de Cu en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	15.71884933	5.23961644	13.63	0.0016
Error	8	3.07438067	0.38429758		
Total corregido	11	18.79323			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.83641	13.16452	0.619917	4.709	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	15.71884933	5.23961644	13.63	0.0016

Cuadro 35.A. Análisis de varianza de la concentración de Zn en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	168.0054403	56.0018134	2.18	0.1679
Error	8	205.2421027	25.6552628		
Total corregido	11	373.247543			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.450118	28.96744	5.065102	17.4855	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	168.0054403	56.0018134	2.18	0.1679

Cuadro 36.A. Análisis de varianza de la concentración de Mn en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	9941.752	3313.91733	11.71	0.0027
Error	8	2263.3215	282.91519		
Total corregido	11	12205.0735			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.814559	7.049837	16.82008	238.5883	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	9941.752002	3313.917334	11.71	0.0027

Cuadro 37.A. Análisis de varianza de la concentración de B en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	25.87001267	8.62333756	1.2	0.37
Error	8	57.479064	7.184883		
Total corregido	11	83.34907667			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.310382	36.05034	2.680463	7.435333	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	25.87001267	8.62333756	1.2	0.37

Cuadro 38.A. Análisis de varianza de la concentración de Na en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1401023.225	467007.742	7.08	0.0122
Error	8	527864.6	65983.075		
Total corregido	11	1928887.825			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.726337	4.829749	256.8717	5318.531	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1401023.225	467007.742	7.08	0.0122

Cuadro 39.A. Análisis de varianza de la concentración de Al en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	157554.4358	52518.1453	57.55	<.0001
Error	8	7300.6631	912.5829		
Total corregido	11	164855.0989			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Al Media	
	0.955715	26.51671	30.20899	113.9243	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	157554.4358	52518.1453	57.55	<.0001

Cuadro 40.A. Análisis de varianza de la concentración de N en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	6.61337892	2.20445964	13.84	0.0016
Error	8	1.274686	0.15933575		
Total corregido	11	7.88806492			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	N Media	
	0.838403	19.77144	0.399169	2.018917	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	6.61337892	2.20445964	13.84	0.0016

Cuadro 41.A. Análisis de varianza de la concentración de P en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	3.33887802	1.11295934	3.34	0.0765
Error	8	2.66384223	0.33298028		
Total corregido	11	6.00272026			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.556227	21.39215	0.577044	2.697459	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	3.33887802	1.11295934	3.34	0.0765

Cuadro 42.A. Análisis de varianza de la concentración de K en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	67.42167508	22.47389169	6.75	0.0139
Error	8	26.62169002	3.32771125		
Total corregido	11	94.0433651			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.716921	20.37215	1.824202	8.954388	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	67.42167508	22.47389169	6.75	0.0139

Cuadro 43.A. Análisis de varianza de la concentración de Ca en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	70.5893683	23.5297894	2	0.1923
Error	8	94.002548	11.7503185		
Total corregido	11	164.5919163			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.428875	23.0758	3.427874	14.85484	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	70.58936831	23.52978944	2	0.1923

Cuadro 44.A. Análisis de varianza de la concentración de Ca en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	9.86507728	3.28835909	1.41	0.3101
Error	8	18.70120682	2.33765085		
Total corregido	11	28.5662841			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.34534	21.65323	1.528938	7.061014	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	9.86507728	3.28835909	1.41	0.3101

Cuadro 45.A. Análisis de varianza de la concentración de S en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.04259529	0.34753176	2.07	0.1824
Error	8	1.3417277	0.16771596		
Total corregido	11	2.38432299			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.437271	21.38259	0.409531	1.915256	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.04259529	0.34753176	2.07	0.1824

Cuadro 46.A. Análisis de varianza de la concentración de Fe en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	8031.76343	2677.25448	3.2	0.0837
Error	8	6694.50284	836.81286		
Total corregido	11	14726.26628			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.545404	23.22773	28.92772	124.5396	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	8031.763434	2677.254478	3.2	0.0837

Cuadro 47.A. Análisis de varianza de la concentración de Cu en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	77.8161722	25.9387241	1.25	0.3534
Error	8	165.5680507	20.6960063		
Total corregido	11	243.3842229			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.319726	24.86005	4.549286	18.29958	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	77.81617225	25.93872408	1.25	0.3534

Cuadro 48.A. Análisis de varianza de la concentración de Zn en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1825.179082	608.393027	1.23	0.3613
Error	8	3964.921961	495.615245		
Total corregido	11	5790.101043			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.315224	20.93028	22.26242	106.3647	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1825.179082	608.393027	1.23	0.3613

Cuadro 49.A. Análisis de varianza de la concentración de Mn en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	360393.9566	120131.3189	14	0.0015
Error	8	68622.5002	8577.8125		
Total corregido	11	429016.4568			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.840047	16.90627	92.61648	547.8233	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	360393.9566	120131.3189	14	0.0015

Cuadro 50.A. Análisis de varianza de la concentración de B en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	165.5603063	55.1867688	2.62	0.123
Error	8	168.708006	21.0885008		
Total corregido	11	334.2683123			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.495292	29.80656	4.592222	15.40675	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	165.5603063	55.1867688	2.62	0.123

Cuadro 51.A. Análisis de varianza de la concentración de Na en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	3798835.72	1266278.57	1.56	0.2726
Error	8	6486220.36	810777.54		
Total corregido	11	10285056.08			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.369355	22.12922	900.4319	4068.972	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	3798835.717	1266278.572	1.56	0.2726

Cuadro 52.A. Análisis de varianza de la concentración de Al en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	434.817434	144.939145	1.89	0.2092
Error	8	612.475932	76.559492		
Total corregido	11	1047.293366			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Al Media	
	0.415182	29.88916	8.749828	29.27425	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	434.8174343	144.9391448	1.89	0.2092

Cuadro 53.A. Análisis de varianza de la concentración de N en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.12607292	0.04202431	0.74	0.5598
Error	8	0.45733333	0.05716667		
Total corregido	11	0.58340625			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	NHOJAS Media	
	0.216098	8.900717	0.239096	2.68625	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.12607292	0.04202431	0.74	0.5598

Cuadro 54.A. Análisis de varianza de la concentración de P en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.05477035	0.01825678	0.3	0.8226
Error	8	0.48211173	0.06026397		
Total corregido	11	0.53688208			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.102016	15.29339	0.245487	1.605185	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.05477035	0.01825678	0.3	0.8226

Cuadro 55.A. Análisis de varianza de la concentración de K en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.21254677	0.40418226	0.3	0.8272
Error	8	10.91231263	1.36403908		
Total corregido	11	12.12485939			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.100005	14.82394	1.167921	7.878612	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.21254677	0.40418226	0.3	0.8272

Cuadro 56.A. Análisis de varianza de la concentración de Ca en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.66610685	0.55536895	1.1	0.4022
Error	8	4.0222703	0.50278379		
Total corregido	11	5.68837715			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.292897	15.11835	0.709072	4.690143	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.66610685	0.55536895	1.1	0.4022

Cuadro 57.A. Análisis de varianza de la concentración de Mg en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.62773905	0.20924635	1.15	0.3857
Error	8	1.45263225	0.18157903		
Total corregido	11	2.0803713			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.301744	14.20705	0.426121	2.999363	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.62773905	0.20924635	1.15	0.3857

Cuadro 58.A. Análisis de varianza de la concentración de S en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.29485269	0.09828423	2.67	0.1182
Error	8	0.29399483	0.03674935		
Total corregido	11	0.58884752			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.500728	7.769193	0.191701	2.467453	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.29485269	0.09828423	2.67	0.1182

Cuadro 59.A. Análisis de varianza de la concentración de Fe en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	475.004998	158.334999	0.76	0.5465
Error	8	1663.072918	207.884115		
Total corregido	11	2138.077916			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.222164	11.7656	14.41819	122.5453	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	475.0049983	158.3349994	0.76	0.5465

Cuadro 60.A. Análisis de varianza de la concentración de Cu en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	4.21022492	1.40340831	1.48	0.2919
Error	8	7.59068933	0.94883617		
Total corregido	11	11.80091425			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.356771	21.05782	0.974082	4.62575	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	4.21022492	1.40340831	1.48	0.2919

Cuadro 61.A. Análisis de varianza de la concentración de Zn en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	256.5585023	85.5195008	4.48	0.0399
Error	8	152.662456	19.082807		
Total corregido	11	409.2209583			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.626944	20.79021	4.368387	21.01175	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	256.5585023	85.5195008	4.48	0.0399

Cuadro 62.A. Análisis de varianza de la concentración de Mn en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	501.86563	167.28854	0.1	0.9561
Error	8	13021.61776	1627.70222		
Total corregido	11	13523.48339			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.037111	14.18224	40.34479	284.4741	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	501.8656296	167.2885432	0.1	0.9561

Cuadro 63.A. Análisis de varianza de la concentración de B en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	41.9911849	13.9970616	1.77	0.2308
Error	8	63.337886	7.9172357		
Total corregido	11	105.3290709			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.398667	21.01924	2.813758	13.38658	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	41.99118492	13.99706164	1.77	0.2308

Cuadro 64.A. Análisis de varianza de la concentración de Na en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1587772.442	529257.481	3.05	0.092
Error	8	1387481.653	173435.207		
Total corregido	11	2975254.095			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.533659	13.19885	416.4555	3155.242	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1587772.442	529257.481	3.05	0.092

Cuadro 65.A. Análisis de varianza de la concentración de Al en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	650.7257909	216.908597	7.76	0.0094
Error	8	223.6018273	27.9502284		
Total corregido	11	874.3276183			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Al Media	
	0.744259	11.91881	5.286798	44.35675	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	650.7257909	216.908597	7.76	0.0094

ANEXOS B
COBALTO III

Cuadro 1.B. Análisis de varianza de la concentración de N en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.05079323	0.01693108	1.3	0.3396
Error	8	0.1042125	0.01302656		
Total corregido	11	0.15500573			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	NTALLO Media	
	0.327686	16.85152	0.114134	0.677292	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.05079323	0.01693108	1.3	0.3396

Cuadro 2.B. Análisis de varianza de la concentración de P en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.73628405	0.24542802	4.99	0.0307
Error	8	0.39326536	0.04915817		
Total corregido	11	1.12954941			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.651839	12.23448	0.221716	1.812226	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.73628405	0.24542802	4.99	0.0307

Cuadro 3.B. Análisis de varianza de la concentración de K en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	35.45944937	11.81981646	36.94	<.0001
Error	8	2.55952717	0.3199409		
Total corregido	11	38.01897655			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.932678	6.296248	0.565633	8.983654	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	35.45944937	11.81981646	36.94	<.0001

Cuadro 4.B. Análisis de varianza de la concentración de Ca en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.59641785	0.19880595	2.95	0.0981
Error	8	0.53863752	0.06732969		
Total corregido	11	1.13505537			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.525453	9.185378	0.25948	2.824921	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.59641785	0.19880595	2.95	0.0981

Cuadro 5.B. Análisis de varianza de la concentración de Mg en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2.05877179	0.68625726	21.97	0.0003
Error	8	0.24985956	0.03123245		
Total corregido	11	2.30863135			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.891772	5.898966	0.176727	2.995898	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2.05877179	0.68625726	21.97	0.0003

Cuadro 6.B. Análisis de varianza de la concentración de S en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.02733145	0.00911048	1.02	0.4339
Error	8	0.07155348	0.00894418		
Total corregido	11	0.09888493			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.276397	12.02598	0.094574	0.786412	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.02733145	0.00911048	1.02	0.4339

Cuadro 7.B. Análisis de varianza de la concentración de Fe en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1167984.736	389328.245	1.72	0.2395
Error	8	1808909.014	226113.627		
Total corregido	11	2976893.75			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.39235	187.3846	475.5141	253.7637	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1167984.736	389328.245	1.72	0.2395

Cuadro 8.B. Análisis de varianza de la concentración de Cu en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	11.106474	3.702158	1.89	0.21
Error	8	15.68501667	1.96062708		
Total corregido	11	26.79149067			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.414552	28.00821	1.400224	4.999333	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	11.106474	3.702158	1.89	0.21

Cuadro 9.B. Análisis de varianza de la concentración de Zn en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	176.4661776	58.8220592	3.34	0.0766
Error	8	140.8166447	17.6020806		
Total corregido	11	317.2828223			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.556179	30.49099	4.195483	13.75975	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	176.4661776	58.8220592	3.34	0.0766

Cuadro 10.B. Análisis de varianza de la concentración de Mn en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	6638.757228	2212.919076	9.61	0.005
Error	8	1842.71533	230.339416		
Total corregido	11	8481.472558			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.782736	10.3755	15.17694	146.2768	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	6638.757228	2212.919076	9.61	0.005

Cuadro 11.B. Análisis de varianza de la concentración de B en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	69.3421043	23.1140348	1.28	0.3466
Error	8	144.9164407	18.1145551		
Total corregido	11	214.2585449			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.323638	49.20133	4.25612	8.650417	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	69.34210425	23.11403475	1.28	0.3466

Cuadro 12.B. Análisis de varianza de la concentración de Na en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2764009.401	921336.467	8.9	0.0063
Error	8	828622.841	103577.855		
Total corregido	11	3592632.242			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.769355	21.72747	321.8351	1481.236	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2764009.401	921336.467	8.9	0.0063

Cuadro 13.B. Análisis de varianza de la concentración de Co en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	573260.0101	191086.67	4585.83	<.0001
Error	8	333.3514	41.6689		
Total corregido	11	573593.3615			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Co Media	
	0.999419	2.955753	6.455147	218.3927	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	573260.0101	191086.67	4585.83	<.0001

Cuadro 14.B. Análisis de varianza de la concentración de N en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.16146042	0.05382014	1.33	0.3311
Error	8	0.3239	0.0404875		
Total corregido	11	0.48536042			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	N Media	
	0.332661	9.825354	0.201215	2.047917	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.16146042	0.05382014	1.33	0.3311

Cuadro 15.B. Análisis de varianza de la concentración de P en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2.00298893	0.66766298	3.69	0.0622
Error	8	1.44935198	0.181169		
Total corregido	11	3.45234091			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.580183	13.37258	0.42564	3.182927	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2.00298893	0.66766298	3.69	0.0622

Cuadro 16.B. Análisis de varianza de la concentración de K en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	21.27371459	7.0912382	1.39	0.3134
Error	8	40.69137257	5.08642157		
Total corregido	11	61.96508717			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.343318	16.37911	2.25531	13.76942	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	21.27371459	7.0912382	1.39	0.3134

Cuadro 17. B. Análisis de varianza de la concentración de Ca en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	6.53922002	2.17974001	0.55	0.6594
Error	8	31.44078412	3.93009801		
Total corregido	11	37.98000414			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.172175	17.37724	1.982447	11.4083	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	6.53922002	2.17974001	0.55	0.6594

Cuadro 18.B. Análisis de varianza de la concentración de Mg en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	4.97864178	1.65954726	2.51	0.1329
Error	8	5.29717578	0.66214697		
Total corregido	11	10.27581755			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.484501	14.02443	0.813724	5.802189	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	4.97864178	1.65954726	2.51	0.1329

Cuadro 19.B. Análisis de varianza de la concentración de S en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.8762834	0.6254278	1.7	0.2443
Error	8	2.94817226	0.36852153		
Total corregido	11	4.82445566			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.388911	21.4259	0.60706	2.833299	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.8762834	0.6254278	1.7	0.2443

Cuadro 20.B. Análisis de varianza de la concentración de Fe en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	16397748.17	5465916.06	138.84	<.0001
Error	8	314948.48	39368.56		
Total corregido	11	16712696.64			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.981155	25.8452	198.4151	767.7059	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	16397748.17	5465916.06	138.84	<.0001

Cuadro 21.B. Análisis de varianza de la concentración de Cu en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	303100.2909	101033.4303	83.44	<.0001
Error	8	9686.4821	1210.8103		
Total corregido	11	312786.773			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.969032	32.24143	34.7967	107.9254	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	303100.2909	101033.4303	83.44	<.0001

Cuadro 22.B. Análisis de varianza de la concentración de Zn en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	663.285479	221.09516	3.89	0.0552
Error	8	454.607841	56.82598		
Total corregido	11	1117.893321			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.593335	11.7743	7.538301	64.02333	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	663.2854793	221.0951598	3.89	0.0552

Cuadro 23.B. Análisis de varianza de la concentración de Mn en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	42457.56209	14152.5207	4.55	0.0385
Error	8	24899.17895	3112.39737		
Total corregido	11	67356.74104			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.630339	15.14479	55.78886	368.37	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	42457.56209	14152.5207	4.55	0.0385

Cuadro 24.B. Análisis de varianza de la concentración de B en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	25.953382	8.6511273	0.4	0.7544
Error	8	171.396742	21.4245928		
Total corregido	11	197.350124			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.131509	21.51769	4.628671	21.511	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	25.953382	8.65112733	0.4	0.7544

Cuadro 25.B. Análisis de varianza de la concentración de Na en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	3728289.067	1242763.022	16.94	0.0008
Error	8	587058.544	73382.318		
Total corregido	11	4315347.611			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.86396	12.85284	270.8917	2107.642	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	3728289.067	1242763.022	16.94	0.0008

Cuadro 26.B. Análisis de varianza de la concentración de Co en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.41106825	0.13702275	0.86	0.4997
Error	8	1.273676	0.1592095		
Total corregido	11	1.68474425			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Co Media	
	0.243994	271.8982	0.399011	0.14675	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.41106825	0.13702275	0.86	0.4997

Cuadro 27.B. Análisis de varianza de la concentración de N en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.36902292	0.12300764	4.56	0.0383
Error	8	0.21585	0.02698125		
Total corregido	11	0.58487292			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	N Media	
	0.630945	19.96067	0.16426	0.822917	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.36902292	0.12300764	4.56	0.0383

Cuadro 28.B. Análisis de varianza de la concentración de P en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.22911132	0.07637044	1.1	0.4049
Error	8	0.55696443	0.06962055		
Total corregido	11	0.78607575			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.291462	13.59507	0.263857	1.940829	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.22911132	0.07637044	1.1	0.4049

Cuadro 29.B. Análisis de varianza de la concentración de K en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.39497688	0.46499229	0.57	0.6521
Error	8	6.56235986	0.82029498		
Total corregido	11	7.95733674			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.175307	14.51214	0.905701	6.24099	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.39497688	0.46499229	0.57	0.6521

Cuadro 30.B. Análisis de varianza de la concentración de Ca en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2.81722513	0.93907504	1.02	0.4326
Error	8	7.35069791	0.91883724		
Total corregido	11	10.16792304			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.27707	32.02081	0.95856	2.993553	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2.81722513	0.93907504	1.02	0.4326

Cuadro 31.B. Análisis de varianza de la concentración de Mg en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.75630733	0.25210244	0.92	0.4758
Error	8	2.2034709	0.27543386		
Total corregido	11	2.95977823			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.255528	18.94183	0.524818	2.770682	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.75630733	0.25210244	0.92	0.4758

Cuadro 32.B. Análisis de varianza de la concentración de S en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.00718802	0.00239601	0.09	0.9641
Error	8	0.21549318	0.02693665		
Total corregido	11	0.2226812			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.032279	18.90429	0.164124	0.868183	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.00718802	0.00239601	0.09	0.9641

Cuadro 33.B. Análisis de varianza de la concentración de Fe en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	103.9650729	34.6550243	0.43	0.7382
Error	8	646.98429	80.8730363		
Total corregido	11	750.9493629			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.138445	20.86308	8.992944	43.10458	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	103.9650729	34.6550243	0.43	0.7382

Cuadro 34.B. Análisis de varianza de la concentración de Cu en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	8.255542	2.75184733	1.27	0.3496
Error	8	17.391118	2.17388975		
Total corregido	11	25.64666			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.321895	33.94134	1.474412	4.344	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	8.255542	2.75184733	1.27	0.3496

Cuadro 35.B. Análisis de varianza de la concentración de Zn en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	112.4519897	37.4839966	0.51	0.6883
Error	8	591.397394	73.9246743		
Total corregido	11	703.8493837			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.159767	46.037	8.597946	18.67617	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	112.4519897	37.4839966	0.51	0.6883

Cuadro 36.B. Análisis de varianza de la concentración de Mn en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	29809.67346	9936.55782	5.95	0.0196
Error	8	13370.90765	1671.36346		
Total corregido	11	43180.58111			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.690349	15.44714	40.88231	264.6594	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	29809.67346	9936.55782	5.95	0.0196

Cuadro 37.B. Análisis de varianza de la concentración de B en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	52.7143193	17.5714398	1.89	0.2097
Error	8	74.3705493	9.2963187		
Total corregido	11	127.0848687			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.414796	33.18926	3.048986	9.186667	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	52.71431933	17.57143978	1.89	0.2097

Cuadro 38.B. Análisis de varianza de la concentración de Na en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2455999.207	818666.402	2.92	0.1
Error	8	2240379.965	280047.496		
Total corregido	11	4696379.171			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.522956	11.2228	529.1951	4715.359	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2455999.207	818666.402	2.92	0.1

Cuadro 39.B. Análisis de varianza de la concentración de Co en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	647042.8752	215680.9584	151.76	<.0001
Error	8	11369.2164	1421.152		
Total corregido	11	658412.0916			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Co Media	
	0.982732	16.46159	37.69817	229.0068	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	647042.8752	215680.9584	151.76	<.0001

Cuadro 40.B. Análisis de varianza de la concentración de N en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.52923267	0.17641089	8.82	0.0064
Error	8	0.159936	0.019992		
Total corregido	11	0.68916867			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	N Media	
	0.767929	5.990809	0.141393	2.360167	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.52923267	0.17641089	8.82	0.0064

Cuadro 41.B. Análisis de varianza de la concentración de P en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.86209263	0.28736421	7.74	0.0095
Error	8	0.29694547	0.03711818		
Total corregido	11	1.15903809			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.7438	6.295479	0.192661	3.060304	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.86209263	0.28736421	7.74	0.0095

Cuadro 42.B. Análisis de varianza de la concentración de K en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	14.26398945	4.75466315	8.48	0.0073
Error	8	4.48647955	0.56080994		
Total corregido	11	18.750469			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.760727	6.816957	0.748872	10.98544	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	14.26398945	4.75466315	8.48	0.0073

Cuadro 43.B. Análisis de varianza de la concentración de Ca en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	46.6179327	15.5393109	2.2	0.1658
Error	8	56.524436	7.0655545		
Total corregido	11	103.1423686			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.451977	14.94495	2.658111	17.78602	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	46.61793267	15.53931089	2.2	0.1658

Cuadro 44.B. Análisis de varianza de la concentración de Mg en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	4.0609775	1.35365917	5.19	0.0279
Error	8	2.08647796	0.26080974		
Total corregido	11	6.14745546			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.660595	6.551834	0.510695	7.794693	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	4.0609775	1.35365917	5.19	0.0279

Cuadro 45.B. Análisis de varianza de la concentración de S en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.33593918	0.11197973	4.39	0.0418
Error	8	0.2039752	0.0254969		
Total corregido	11	0.53991438			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.622208	7.43806	0.159677	2.146763	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.33593918	0.11197973	4.39	0.0418

Cuadro 46.B. Análisis de varianza de la concentración de Fe en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	5972.322054	1990.774018	34.79	<.0001
Error	8	457.744089	57.218011		
Total corregido	11	6430.066143			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.928812	7.416982	7.564259	101.9857	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	5972.322054	1990.774018	34.79	<.0001

Cuadro 47.B. Análisis de varianza de la concentración de Cu en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	49.35377492	16.45125831	7.55	0.0101
Error	8	17.421186	2.17764825		
Total corregido	11	66.77496092			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.739106	7.513834	1.475686	19.63958	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	49.35377492	16.45125831	7.55	0.0101

Cuadro 48.B. Análisis de varianza de la concentración de Zn en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1584.220725	528.073575	3.32	0.0775
Error	8	1271.427087	158.928386		
Total corregido	11	2855.647812			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.554768	10.25744	12.60668	122.9028	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1584.220725	528.073575	3.32	0.0775

Cuadro 49.B. Análisis de varianza de la concentración de Mn en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a aluminio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	14362.90144	4787.63381	1.5	0.2866
Error	8	25514.00389	3189.25049		
Total corregido	11	39876.90533			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.360181	7.922374	56.47345	712.8349	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	14362.90144	4787.63381	1.5	0.2866

Cuadro 50.B. Análisis de varianza de la concentración de B en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	76.9616567	25.6538856	1.58	0.2681
Error	8	129.726444	16.2158055		
Total corregido	11	206.6881007			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.372356	20.75892	4.026885	19.39833	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	76.96165667	25.65388556	1.58	0.2681

Cuadro 51.B. Análisis de varianza de la concentración de Na en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1851802.649	617267.55	7.75	0.0094
Error	8	637159.34	79644.917		
Total corregido	11	2488961.989			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.744006	6.710169	282.2143	4205.771	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1851802.649	617267.55	7.75	0.0094

Cuadro 52.B. Análisis de varianza de la concentración de Co en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	8.208225	2.736075	1	0.4411
Error	8	21.8886	2.736075		
Total corregido	11	30.096825			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Co Media	
	0.272727	346.4102	1.654109	0.4775	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	8.208225	2.736075	1	0.4411

Cuadro 53.B. Análisis de varianza de la concentración de N en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.51124167	0.50374722	15.09	0.0012
Error	8	0.26705	0.03338125		
Total corregido	11	1.77829167			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	N Media	
	0.849828	6.418221	0.182705	2.846667	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.51124167	0.50374722	15.09	0.0012

Cuadro 54.B. Análisis de varianza de la concentración de P en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.0397344	0.0132448	0.24	0.8691
Error	8	0.44977214	0.05622152		
Total corregido	11	0.48950654			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.081172	14.50847	0.237111	1.634292	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.0397344	0.0132448	0.24	0.8691

Cuadro 55.B. Análisis de varianza de la concentración de K en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	5.51556925	1.83852308	1.44	0.3008
Error	8	10.19289016	1.27411127		
Total corregido	11	15.70845942			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.351121	13.76987	1.128765	8.197355	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	5.51556925	1.83852308	1.44	0.3008

Cuadro 56.B. Análisis de varianza de la concentración de Ca en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.1386564	0.37955213	0.88	0.4903
Error	8	3.4433496	0.4304187		
Total corregido	11	4.582006			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.248506	14.24698	0.656063	4.604926	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.1386564	0.37955213	0.88	0.4903

Cuadro 57.B. Análisis de varianza de la concentración de Mg en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.98395079	0.3279836	2.03	0.1879
Error	8	1.29062208	0.16132776		
Total corregido	11	2.27457287			
		R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media
		0.432587	13.40478	0.401656	2.996365
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.98395079	0.3279836	2.03	0.1879

Cuadro 58.B. Análisis de varianza de la concentración de Fe en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1546.061526	515.353842	2.48	0.1358
Error	8	1665.33176	208.16647		
Total corregido	11	3211.393286			
		R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media
		0.48143	11.56785	14.42798	124.7248
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1546.061526	515.353842	2.48	0.1358

Cuadro 59.B. Análisis de varianza de la concentración de Cu en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.87549025	0.62516342	0.76	0.5469
Error	8	6.57339267	0.82167408		
Total corregido	11	8.44888292			
		R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media
		0.221981	19.83904	0.906462	4.569083
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.87549025	0.62516342	0.76	0.5469

Cuadro 60.B. Análisis de varianza de la concentración de Zn en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	204.708267	68.236089	3.2	0.0838
Error	8	170.75009	21.3437612		
Total corregido	11	375.458357			
		R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media
		0.545222	20.88718	4.619931	22.1185
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	204.708267	68.236089	3.2	0.0838

Cuadro 61.B. Análisis de varianza de la concentración de Mn en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	22141.34186	7380.44729	4.72	0.0351
Error	8	12498.56236	1562.32029		
Total corregido	11	34639.90421			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.639186	12.28629	39.5262	321.7097	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	22141.34186	7380.44729	4.72	0.0351

Cuadro 62.B. Análisis de varianza de la concentración de B en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	4.21404433	1.40468144	0.22	0.8793
Error	8	50.88955467	6.36119433		
Total corregido	11	55.103599			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.076475	20.81747	2.522141	12.1155	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	4.21404433	1.40468144	0.22	0.8793

Cuadro 63.B. Análisis de varianza de la concentración de Na en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	265417.916	88472.639	0.55	0.6607
Error	8	1281223.014	160152.877		
Total corregido	11	1546640.93			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.171609	13.73414	400.1911	2913.842	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	265417.9158	88472.6386	0.55	0.6607

Cuadro 64.B. Análisis de varianza de la concentración de Co en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a cobalto en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	647.925528	215.975176	197.68	<.0001
Error	8	8.740518	1.0925647		
Total corregido	11	656.666046			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Co Media	
	0.98669	23.69126	1.045258	4.412	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	647.925528	215.975176	197.68	<.0001

ANEXOS C
LANTANO IV

Cuadro 1.C. Análisis de varianza de la concentración de N en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.08427656	0.02809219	1.02	0.4331
Error	8	0.22017917	0.0275224		
Total corregido	11	0.30445573			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	N Media	
	0.276811	26.92979	0.165899	0.616042	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.08427656	0.02809219	1.02	0.4331

Cuadro 2.C. Análisis de varianza de la concentración de P en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.54872178	0.18290726	4.35	0.0427
Error	8	0.3359991	0.04199989		
Total corregido	11	0.88472088			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.62022	10.42187	0.204939	1.96643	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.54872178	0.18290726	4.35	0.0427

Cuadro 3.C. Análisis de varianza de la concentración de K en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	37.05677323	12.35225774	105.65	<.0001
Error	8	0.93537612	0.11692201		
Total corregido	11	37.99214934			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.97538	4.014645	0.341939	8.517281	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	37.05677323	12.35225774	105.65	<.0001

Cuadro 4.C. Análisis de varianza de la concentración de Ca en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.45234779	0.1507826	1.61	0.2613
Error	8	0.74739182	0.09342398		
Total corregido	11	1.19973961			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.377038	10.59831	0.305653	2.883983	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.45234779	0.1507826	1.61	0.2613

Cuadro 5.C. Análisis de varianza de la concentración de Mg en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.56803689	0.52267896	9.18	0.0057
Error	8	0.45571997	0.056965		
Total corregido	11	2.02375686			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.774815	7.828249	0.238673	3.048873	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.56803689	0.52267896	9.18	0.0057

Cuadro 6.C. Análisis de varianza de la concentración de S en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.05662389	0.01887463	1.37	0.3194
Error	8	0.11008456	0.01376057		
Total corregido	11	0.16670846			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.339658	15.32195	0.117305	0.765604	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.05662389	0.01887463	1.37	0.3194

Cuadro 7.C. Análisis de varianza de la concentración de Fe en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1175674.092	391891.364	1.73	0.2374
Error	8	1809218.714	226152.339		
Total corregido	11	2984892.806			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.393875	188.5755	475.5548	252.1827	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1175674.092	391891.364	1.73	0.2374

Cuadro 8.C. Análisis de varianza de la concentración de Cu en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	9.73947567	3.24649189	1.26	0.3515
Error	8	20.621244	2.5776555		
Total corregido	11	30.36071967			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.320792	33.53308	1.605508	4.787833	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	9.73947567	3.24649189	1.26	0.3515

Cuadro 9.C. Análisis de varianza de la concentración de Zn en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	12.34454158	4.11484719	0.69	0.5824
Error	8	47.60561467	5.95070183		
Total corregido	11	59.95015625			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.205913	19.05153	2.439406	12.80425	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	12.34454158	4.11484719	0.69	0.5824

Cuadro 10.C. Análisis de varianza de la concentración de Mn en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2407.840068	802.613356	1.35	0.3241
Error	8	4740.554363	592.569295		
Total corregido	11	7148.39443			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.336836	16.67817	24.34275	145.9558	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2407.840068	802.613356	1.35	0.3241

Cuadro 11.C. Análisis de varianza de la concentración de B en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	79.6317882	26.5439294	1.46	0.2977
Error	8	145.8869387	18.2358673		
Total corregido	11	225.5187269			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.353105	46.24049	4.270347	9.235083	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	79.63178825	26.54392942	1.46	0.2977

Cuadro 12.C. Análisis de varianza de la concentración de Na en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2519062.217	839687.406	10.28	0.004
Error	8	653493.593	81686.699		
Total corregido	11	3172555.81			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.794017	15.71856	285.8089	1818.289	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2519062.217	839687.406	10.28	0.004

Cuadro 13.C. Análisis de varianza de la concentración de La en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2037391.006	679130.335	34.55	<.0001
Error	8	157245.756	19655.72		
Total corregido	11	2194636.762			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	La Media	
	0.92835	35.73261	140.1989	392.3555	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2037391.006	679130.335	34.55	<.0001

Cuadro 14.C. Análisis de varianza de la concentración de N en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.33634167	0.11211389	1.86	0.215
Error	8	0.48265	0.06033125		
Total corregido	11	0.81899167			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	N Media	
	0.410678	11.15628	0.245624	2.201667	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.33634167	0.11211389	1.86	0.215

Cuadro 15.C. Análisis de varianza de la concentración de P en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.73060411	0.2435347	1.02	0.4331
Error	8	1.90913046	0.23864131		
Total corregido	11	2.63973457			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.276772	15.0155	0.488509	3.253368	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.73060411	0.2435347	1.02	0.4331

Cuadro 16.C. Análisis de varianza de la concentración de K en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	15.46335723	5.15445241	1.25	0.3536
Error	8	32.91724507	4.11465563		
Total corregido	11	48.38060229			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.319619	15.15124	2.028461	13.38809	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	15.46335723	5.15445241	1.25	0.3536

Cuadro 17.C. Análisis de varianza de la concentración de Ca en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	3.46141398	1.15380466	0.46	0.7196
Error	8	20.18646884	2.5233086		
Total corregido	11	23.64788281			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.146373	14.64213	1.588493	10.84878	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	3.46141398	1.15380466	0.46	0.7196

Cuadro 18.C. Análisis de varianza de la concentración de Mg en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.16035054	0.38678351	0.64	0.6111
Error	8	4.84516102	0.60564513		
Total corregido	11	6.00551156			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.193214	14.07847	0.778232	5.527818	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.16035054	0.38678351	0.64	0.6111

Cuadro 19.C. Análisis de varianza de la concentración de S en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.66928965	0.55642988	1.52	0.2821
Error	8	2.9279877	0.36599846		
Total corregido	11	4.59727735			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.363104	21.32472	0.604978	2.83698	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.66928965	0.55642988	1.52	0.2821

Cuadro 20.C. Análisis de varianza de la concentración de Fe en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	16470927.9	5490309.3	139.92	<.0001
Error	8	313902.68	39237.83		
Total corregido	11	16784830.58			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.981298	25.95493	198.0854	763.1901	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	16470927.9	5490309.3	139.92	<.0001

Cuadro 21.C. Análisis de varianza de la concentración de Cu en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	297359.2614	99119.7538	81.31	<.0001
Error	8	9752.2765	1219.0346		
Total corregido	11	307111.5379			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.968245	31.60672	34.91468	110.466	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	297359.2614	99119.7538	81.31	<.0001

Cuadro 22.C. Análisis de varianza de la concentración de Zn en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	289.039058	96.346353	0.82	0.5191
Error	8	941.70065	117.712581		
Total corregido	11	1230.739708			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.23485	15.95807	10.84954	67.98783	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	289.0390577	96.3463526	0.82	0.5191

Cuadro 23.C. Análisis de varianza de la concentración de Mn en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	34776.25664	11592.08555	5.42	0.0249
Error	8	17106.57768	2138.32221		
Total corregido	11	51882.83433			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.670284	13.72788	46.242	336.8473	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	34776.25664	11592.08555	5.42	0.0249

Cuadro 24.C. Análisis de varianza de la concentración de B en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	22.6156469	7.538549	0.42	0.7444
Error	8	143.9259533	17.9907442		
Total corregido	11	166.5416003			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.135796	19.21971	4.24155	22.06875	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	22.61564692	7.53854897	0.42	0.7444

Cuadro 25.C. Análisis de varianza de la concentración de Na en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2617706.631	872568.877	6.68	0.0143
Error	8	1045517.249	130689.656		
Total corregido	11	3663223.88			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.714591	15.2209	361.5102	2375.092	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2617706.631	872568.877	6.68	0.0143

Cuadro 26.C. Análisis de varianza de la concentración de La en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	17.91405625	5.97135208	1.6	0.2636
Error	8	29.80496867	3.72562108		
Total corregido	11	47.71902492			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	La Media	
	0.375407	273.6236	1.930187	0.705417	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	17.91405625	5.97135208	1.6	0.2636

Cuadro 27.C. Análisis de varianza de la concentración de N en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	11.60330833	3.86776944	414.96	<.0001
Error	8	0.07456667	0.00932083		
Total corregido	11	11.677875			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	N Media	
	0.993615	8.251664	0.096544	1.17	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	11.60330833	3.86776944	414.96	<.0001

Cuadro 28.C. Análisis de varianza de la concentración de P en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.98940042	0.32980014	98.35	<.0001
Error	8	0.02682594	0.00335324		
Total corregido	11	1.01622636			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.973602	3.003242	0.057907	1.928156	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.98940042	0.32980014	98.35	<.0001

Cuadro 29.C. Análisis de varianza de la concentración de K en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	4.6848091	1.56160303	70.96	<.0001
Error	8	0.17605379	0.02200672		
Total corregido	11	4.86086289			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.963781	2.397744	0.148347	6.186927	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	4.6848091	1.56160303	70.96	<.0001

Cuadro 30.C. Análisis de varianza de la concentración de Ca en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.05146994	0.35048998	13.03	0.0019
Error	8	0.21516041	0.02689505		
Total corregido	11	1.26663035			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.830132	6.152897	0.163997	2.665364	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.05146994	0.35048998	13.03	0.0019

Cuadro 31.C. Análisis de varianza de la concentración de Mg en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.91816195	0.30605398	32.82	<.0001
Error	8	0.0746104	0.0093263		
Total corregido	11	0.99277235			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.924846	3.802643	0.096573	2.539623	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.91816195	0.30605398	32.82	<.0001

Cuadro 32.C. Análisis de varianza de la concentración de S en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.02558798	0.00852933	6.14	0.018
Error	8	0.01111279	0.0013891		
Total corregido	11	0.03670077			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.697206	4.400132	0.037271	0.847034	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.02558798	0.00852933	6.14	0.018

Cuadro 33.C. Análisis de varianza de la concentración de Fe en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	205.3831376	68.4610459	3.37	0.0752
Error	8	162.5091573	20.3136447		
Total corregido	11	367.8922949			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.55827	11.59615	4.507066	38.86692	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	205.3831376	68.4610459	3.37	0.0752

Cuadro 34.C. Análisis de varianza de la concentración de Cu en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	11.49420225	3.83140075	31.69	<.0001
Error	8	0.96713267	0.12089158		
Total corregido	11	12.46133492			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.922389	8.63105	0.347695	4.028417	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	11.49420225	3.83140075	31.69	<.0001

Cuadro 35.C. Análisis de varianza de la concentración de Zn en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	87.0005942	29.0001981	3.19	0.0843
Error	8	72.7556447	9.0944556		
Total corregido	11	159.7562389			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.544583	16.95175	3.015702	17.78992	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	87.00059425	29.00019808	3.19	0.0843

Cuadro 36.C. Análisis de varianza de la concentración de Mn en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	21108.54742	7036.18247	148.76	<.0001
Error	8	378.38182	47.29773		
Total corregido	11	21486.92924			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.98239	3.102584	6.877334	221.6648	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	21108.54742	7036.18247	148.76	<.0001

Cuadro 37.C. Análisis de varianza de la concentración de B en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	19.58876558	6.52958853	1.43	0.3036
Error	8	36.47989133	4.55998642		
Total corregido	11	56.06865692			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.349371	29.16068	2.135412	7.322917	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	19.58876558	6.52958853	1.43	0.3036

Cuadro 38.C. Análisis de varianza de la concentración de Na en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	5639616.281	1879872.094	72.5	<.0001
Error	8	207433.861	25929.233		
Total corregido	11	5847050.142			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.964523	3.331532	161.0256	4833.379	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	5639616.281	1879872.094	72.5	<.0001

Cuadro 39.C. Análisis de varianza de la concentración de La en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2270358.78	756786.26	7018.23	<.0001
Error	8	862.652	107.831		
Total corregido	11	2271221.432			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	La Media	
	0.99962	2.713821	10.38419	382.6411	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2270358.78	756786.26	7018.23	<.0001

Cuadro 40.C. Análisis de varianza de la concentración de N en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.21464006	0.40488002	23.95	0.0002
Error	8	0.13524017	0.01690502		
Total corregido	11	1.34988023			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	N Media	
	0.899813	5.157024	0.130019	2.521208	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.21464006	0.40488002	23.95	0.0002

Cuadro 41.C. Análisis de varianza de la concentración de P en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	4.23717394	1.41239131	3.2	0.0839
Error	8	3.5350268	0.44187835		
Total corregido	11	7.77220074			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.54517	23.43224	0.664739	2.836858	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	4.23717394	1.41239131	3.2	0.0839

Cuadro 42.C. Análisis de varianza de la concentración de K en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	77.8564779	25.9521593	6.48	0.0155
Error	8	32.0205097	4.0025637		
Total corregido	11	109.8769877			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.708579	20.55564	2.000641	9.732808	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	77.85647793	25.95215931	6.48	0.0155

Cuadro 43.C. Análisis de varianza de la concentración de Ca en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	147.3957458	49.1319153	4.08	0.0496
Error	8	96.3141553	12.0392694		
Total corregido	11	243.7099011			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.6048	21.89784	3.469765	15.84524	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	147.3957458	49.1319153	4.08	0.0496

Cuadro 44.C. Análisis de varianza de la concentración de Mg en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	24.16329686	8.05443229	3.05	0.0923
Error	8	21.15405173	2.64425647		
Total corregido	11	45.31734859			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.533202	22.40169	1.626117	7.258902	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	24.16329686	8.05443229	3.05	0.0923

Cuadro 45.C. Análisis de varianza de la concentración de S en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.77380034	0.59126678	4.87	0.0327
Error	8	0.97158629	0.12144829		
Total corregido	11	2.74538663			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.646102	17.03228	0.348494	2.046082	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.77380034	0.59126678	4.87	0.0327

Cuadro 46.C. Análisis de varianza de la concentración de Fe en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	6225.06904	2075.02301	3.01	0.0944
Error	8	5510.98147	688.87268		
Total corregido	11	11736.05051			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.530423	26.63479	26.24638	98.54175	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	6225.069041	2075.023014	3.01	0.0944

Cuadro 47.C. Análisis de varianza de la concentración de Cu en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	232.9681993	77.6560664	3.73	0.0607
Error	8	166.6198293	20.8274787		
Total corregido	11	399.5880287			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.583021	24.87353	4.563713	18.34767	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	232.9681993	77.6560664	3.73	0.0607

Cuadro 48.C. Análisis de varianza de la concentración de Zn en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	4605.287773	1535.095924	2.83	0.1063
Error	8	4336.732154	542.091519		
Total corregido	11	8942.019927			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.515016	21.81812	23.28286	106.7134	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	4605.287773	1535.095924	2.83	0.1063

Cuadro 49.C. Análisis de varianza de la concentración de Mn en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	467371.9161	155790.6387	17.74	0.0007
Error	8	70253.1739	8781.6467		
Total corregido	11	537625.09			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.869327	15.45459	93.71044	606.3599	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	467371.9161	155790.6387	17.74	0.0007

Cuadro 50.C. Análisis de varianza de la concentración de B en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	219.8907469	73.2969156	1.91	0.2068
Error	8	307.3145153	38.4143144		
Total corregido	11	527.2052623			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.417088	40.1778	6.197928	15.42625	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	219.8907469	73.2969156	1.91	0.2068

Cuadro 51.C. Análisis de varianza de la concentración de Na en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	8897733.14	2965911.05	3.95	0.0533
Error	8	6003989.44	750498.68		
Total corregido	11	14901722.58			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.597094	22.06475	866.3133	3926.232	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	8897733.138	2965911.046	3.95	0.0533

Cuadro 52.C. Análisis de varianza de la concentración de La en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	48.4649982	16.1549994	0.36	0.7809
Error	8	354.9593667	44.3699208		
Total corregido	11	403.4243649			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	La Media	
	0.120134	29.17185	6.661075	22.83392	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	48.46499825	16.15499942	0.36	0.7809

Cuadro 53.C. Análisis de varianza de la concentración de N en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	3.26639096	1.08879699	3.63	0.0641
Error	8	2.39630123	0.29953765		
Total corregido	11	5.66269219			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	NHOJAS Media	
	0.576827	19.87605	0.5473	2.753567	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	3.26639096	1.08879699	3.63	0.0641

Cuadro 54.C. Análisis de varianza de la concentración de P en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.34177011	0.11392337	1.67	0.2488
Error	8	0.54437152	0.06804644		
Total corregido	11	0.88614163			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.385683	15.85728	0.260857	1.645031	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.34177011	0.11392337	1.67	0.2488

Cuadro 55.C. Análisis de varianza de la concentración de K en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.89078332	0.29692777	0.22	0.8819
Error	8	10.94692104	1.36836513		
Total corregido	11	11.83770437			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.07525	14.64145	1.169771	7.989452	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.89078332	0.29692777	0.22	0.8819

Cuadro 56.C. Análisis de varianza de la concentración de Ca en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2.833133	0.94437767	1.15	0.3853
Error	8	6.54963906	0.81870488		
Total corregido	11	9.38277206			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.301951	19.41097	0.904823	4.661402	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2.833133	0.94437767	1.15	0.3853

Cuadro 57.C. Análisis de varianza de la concentración de Mg en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.52512658	0.17504219	0.75	0.5526
Error	8	1.86864821	0.23358103		
Total corregido	11	2.39377479			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.219372	16.28784	0.483302	2.967258	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.52512658	0.17504219	0.75	0.5526

Cuadro 58.C. Análisis de varianza de la concentración de S en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.67690069	0.22563356	5.08	0.0294
Error	8	0.35516584	0.04439573		
Total corregido	11	1.03206653			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.655869	8.6113	0.210703	2.446819	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.67690069	0.22563356	5.08	0.0294

Cuadro 59.C. Análisis de varianza de la concentración de Fe en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	465.199585	155.066528	0.73	0.5636
Error	8	1704.845768	213.105721		
Total corregido	11	2170.045353			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.214373	12.4294	14.59814	117.4485	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	465.199585	155.0665283	0.73	0.5636

Cuadro 60.C. Análisis de varianza de la concentración de Cu en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.01341425	0.33780475	0.22	0.8782
Error	8	12.15363	1.51920375		
Total corregido	11	13.16704425			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.076966	26.26799	1.23256	4.69225	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.01341425	0.33780475	0.22	0.8782

Cuadro 61.C. Análisis de varianza de la concentración de Zn en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	207.8151463	69.2717154	2.57	0.127
Error	8	215.568842	26.9461052		
Total corregido	11	423.3839882			
<hr/>					
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.490843	22.64744	5.190964	22.92075	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	207.8151463	69.2717154	2.57	0.127

Cuadro 62.C. Análisis de varianza de la concentración de Mn en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2047.06489	682.35496	0.39	0.7644
Error	8	14041.44914	1755.18114		
Total corregido	11	16088.51403			
<hr/>					
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.127238	14.51185	41.89488	288.6943	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2047.064895	682.354965	0.39	0.7644

Cuadro 63.C. Análisis de varianza de la concentración de B en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	18.62051267	6.20683756	0.71	0.5734
Error	8	70.06585333	8.75823167		
Total corregido	11	88.686366			
<hr/>					
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.209959	22.91823	2.959431	12.913	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	18.62051267	6.20683756	0.71	0.5734

Cuadro 64.C. Análisis de varianza de la concentración de Na en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2615177.577	871725.859	4.97	0.0311
Error	8	1404526.208	175565.776		
Total corregido	11	4019703.785			
<hr/>					
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.65059	13.74348	419.0057	3048.759	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2615177.577	871725.859	4.97	0.0311

Cuadro 65.C. Análisis de varianza de la concentración de La en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a lantano en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	5501.357929	1833.785976	135.85	<.0001
Error	8	107.987033	13.498379		
Total corregido	11	5609.344962			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	La Media	
	0.980749	27.3034	3.674014	13.45625	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	5501.357929	1833.785976	135.85	<.0001

ANEXOS D
SILICIO V

Cuadro 1.D. Análisis de varianza de la concentración de N en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.09393542	0.03131181	0.82	0.5175
Error	8	0.3048	0.0381		
Total corregido	11	0.39873542			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	N Media	
	0.235583	28.79295	0.195192	0.677917	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.09393542	0.03131181	0.82	0.5175

Cuadro 2.D. Análisis de varianza de la concentración de P en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.08435552	0.36145184	3.23	0.082
Error	8	0.89466815	0.11183352		
Total corregido	11	1.97902367			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.547924	15.82227	0.334415	2.113573	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.08435552	0.36145184	3.23	0.082

Cuadro 3.D. Análisis de varianza de la concentración de K en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	44.18478635	14.72826212	14.28	0.0014
Error	8	8.25196265	1.03149533		
Total corregido	11	52.43674899			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.84263	9.993565	1.015626	10.1628	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	44.18478635	14.72826212	14.28	0.0014

Cuadro 4.D. Análisis de varianza de la concentración de Ca en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.01987204	0.33995735	3.36	0.0759
Error	8	0.81051899	0.10131487		
Total corregido	11	1.83039103			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.557188	10.88162	0.3183	2.925116	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.01987204	0.33995735	3.36	0.0759

Cuadro 5.D. Análisis de varianza de la concentración de Mg en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.62548197	0.54182732	18.51	0.0006
Error	8	0.23412405	0.02926551		
Total corregido	11	1.85960602			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.8741	5.717358	0.171072	2.992145	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.62548197	0.54182732	18.51	0.0006

Cuadro 6.D. Análisis de varianza de la concentración de S en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	3.61063625	1.20354542	1.32	0.334
Error	8	7.29953297	0.91244162		
Total corregido	11	10.91016923			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.330942	81.89725	0.955218	1.166362	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	3.61063625	1.20354542	1.32	0.334

Cuadro 7.D. Análisis de varianza de la concentración de Fe en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1206386.111	402128.704	1.78	0.2288
Error	8	1808515.167	226064.396		
Total corregido	11	3014901.278			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.400141	193.6375	475.4623	245.5425	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1206386.111	402128.704	1.78	0.2288

Cuadro 8.D. Análisis de varianza de la concentración de Cu en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	33.73332625	11.24444208	1.81	0.2224
Error	8	49.56484067	6.19560508		
Total corregido	11	83.29816692			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.404971	42.34659	2.489097	5.877917	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	33.73332625	11.24444208	1.81	0.2224

Cuadro 9.D. Análisis de varianza de la concentración de Zn en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	79.2449063	26.4149688	2	0.1926
Error	8	105.6432227	13.2054028		
Total corregido	11	184.8881289			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.42861	23.49912	3.633924	15.46408	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	79.24490625	26.41496875	2	0.1926

Cuadro 10.D. Análisis de varianza de la concentración de Mn en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2004.864569	668.28819	2.48	0.1357
Error	8	2159.019486	269.877436		
Total corregido	11	4163.884055			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.481489	11.66553	16.42795	140.8247	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2004.864569	668.28819	2.48	0.1357

Cuadro 11.D. Análisis de varianza de la concentración de B en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	119.6511182	39.8837061	1.96	0.1984
Error	8	162.6325567	20.3290696		
Total corregido	11	282.2836749			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.423868	39.46039	4.508777	11.42608	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	119.6511182	39.8837061	1.96	0.1984

Cuadro 12.D. Análisis de varianza de la concentración de Na en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2045194.904	681731.635	9.92	0.0045
Error	8	550037.672	68754.709		
Total corregido	11	2595232.576			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.788058	18.57507	262.2112	1411.629	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2045194.904	681731.635	9.92	0.0045

Cuadro 13.D. Análisis de varianza de la concentración de Si en pseudotallos del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	62.8553933	20.9517978	0.83	0.5119
Error	8	200.9597573	25.1199697		
Total corregido	11	263.8151507			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Si Media	
	0.238255	27.97282	5.011983	17.91733	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	62.85539333	20.95179778	0.83	0.5119

Cuadro 14.D. Análisis de varianza de la concentración de N en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.14082292	0.04694097	1.36	0.3225
Error	8	0.27603333	0.03450417		
Total corregido	11	0.41685625			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	N Media	
	0.337821	8.946561	0.185753	2.07625	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.14082292	0.04694097	1.36	0.3225

Cuadro 15.D. Análisis de varianza de la concentración de P en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.54193957	0.51397986	1.7	0.2434
Error	8	2.41691381	0.30211423		
Total corregido	11	3.95885338			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.389491	16.93923	0.549649	3.244829	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.54193957	0.51397986	1.7	0.2434

Cuadro 16.D. Análisis de varianza de la concentración de K en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	22.09824917	7.36608306	0.88	0.4912
Error	8	66.98918673	8.37364834		
Total corregido	11	89.0874359			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.248051	20.69815	2.893726	13.9806	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	22.09824917	7.36608306	0.88	0.4912

Cuadro 17.D. Análisis de varianza de la concentración de Ca en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	27.48821523	9.16273841	2.28	0.1562
Error	8	32.1363146	4.01703933		
Total corregido	11	59.62452983			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.461022	20.17851	2.004255	9.932623	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	27.48821523	9.16273841	2.28	0.1562

Cuadro 18.D. Análisis de varianza de la concentración de Mg en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	6.37995743	2.12665248	5.25	0.0271
Error	8	3.24117728	0.40514716		
Total corregido	11	9.62113471			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.663119	11.74777	0.636512	5.41815	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	6.37995743	2.12665248	5.25	0.0271

Cuadro 19.D. Análisis de varianza de la concentración de S en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2.57454253	0.85818084	1.31	0.3359
Error	8	5.23100616	0.65387577		
Total corregido	11	7.8055487			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.329835	28.45553	0.808626	2.841718	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	2.57454253	0.85818084	1.31	0.3359

Cuadro 20.D. Análisis de varianza de la concentración de Fe en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	16363487.31	5454495.77	139.11	<.0001
Error	8	313668.84	39208.61		
Total corregido	11	16677156.15			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.981192	25.72146	198.0116	769.8303	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	16363487.31	5454495.77	139.11	<.0001

Cuadro 21.D. Análisis de varianza de la concentración de Cu en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	299108.1586	99702.7195	80.36	<.0001
Error	8	9925.6576	1240.7072		
Total corregido	11	309033.8163			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.967882	32.11949	35.22367	109.6645	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	299108.1586	99702.7195	80.36	<.0001

Cuadro 22.D. Análisis de varianza de la concentración de Zn en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	971.372605	323.790868	1.52	0.2826
Error	8	1706.144416	213.268052		
Total corregido	11	2677.517021			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.362789	23.07314	14.6037	63.29308	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	971.3726049	323.7908683	1.52	0.2826

Cuadro 23.D. Análisis de varianza de la concentración de Mn en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	49542.44622	16514.14874	5.32	0.0262
Error	8	24828.29051	3103.53631		
Total corregido	11	74370.73673			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.666155	18.19878	55.70939	306.116	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	49542.44622	16514.14874	5.32	0.0262

Cuadro 24.D. Análisis de varianza de la concentración de B en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	45.7030449	15.2343483	0.8	0.5262
Error	8	151.667442	18.9584303		
Total corregido	11	197.3704869			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.23156	18.37876	4.354128	23.69108	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	45.70304492	15.23434831	0.8	0.5262

Cuadro 25.D. Análisis de varianza de la concentración de Na en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	3021288.943	1007096.314	15.74	0.001
Error	8	511971.726	63996.466		
Total corregido	11	3533260.67			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.855099	12.08872	252.9752	2092.656	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	3021288.943	1007096.314	15.74	0.001

Cuadro 26.D. Análisis de varianza de la concentración de Si en inflorescencias del cultivar Adrian en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	126.5857647	42.1952549	0.81	0.524
Error	8	417.770282	52.2212853		
Total corregido	11	544.3560467			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Si Media	
	0.232542	28.46097	7.22643	25.39067	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	126.5857647	42.1952549	0.81	0.524

Cuadro 27.D. Análisis de varianza de la concentración de N en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.11334323	0.03778108	1.88	0.2116
Error	8	0.1608875	0.02011094		
Total corregido	11	0.27423073			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	N Media	
	0.413313	19.75915	0.141813	0.717708	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.11334323	0.03778108	1.88	0.2116

Cuadro 28.D. Análisis de varianza de la concentración de P en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.3571441	0.11904803	3.43	0.0727
Error	8	0.27800229	0.03475029		
Total corregido	11	0.63514639			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.562302	5.843983	0.186414	3.18985	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.3571441	0.11904803	3.43	0.0727

Cuadro 29.D. Análisis de varianza de la concentración de K en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	17.00666328	5.66888776	11.13	0.0032
Error	8	4.07420165	0.50927521		
Total corregido	11	21.08086493			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.806735	6.456365	0.713635	11.0532	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	17.00666328	5.66888776	11.13	0.0032

Cuadro 30.D. Análisis de varianza de la concentración de Ca en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	25.77668256	8.59222752	6.09	0.0184
Error	8	11.28446351	1.41055794		
Total corregido	11	37.06114606			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.695518	6.638333	1.187669	17.89108	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	25.77668256	8.59222752	6.09	0.0184

Cuadro 31.D. Análisis de varianza de la concentración de Mg en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.95174665	0.31724888	1.39	0.3151
Error	8	1.82858916	0.22857364		
Total corregido	11	2.78033581			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.342314	6.070585	0.478094	7.875579	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.95174665	0.31724888	1.39	0.3151

Cuadro 32.D. Análisis de varianza de la concentración de Mg en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.22002822	0.07334274	4.09	0.0493
Error	8	0.1433773	0.01792216		
Total corregido	11	0.36340551			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.605462	5.989711	0.133874	2.235061	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.22002822	0.07334274	4.09	0.0493

Cuadro 33.D. Análisis de varianza de la concentración de Fe en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	5311.925652	1770.641884	74.64	<.0001
Error	8	189.784553	23.723069		
Total corregido	11	5501.710206			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.965504	4.982958	4.870633	97.74583	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	5311.925652	1770.641884	74.64	<.0001

Cuadro 34.D. Análisis de varianza de la concentración de Cu en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	14.91065892	4.97021964	2.15	0.1726
Error	8	18.532036	2.3165045		
Total corregido	11	33.44269492			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.445857	7.616857	1.522007	19.98208	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	14.91065892	4.97021964	2.15	0.1726

Cuadro 35.D. Análisis de varianza de la concentración de Zn en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	399.6521582	133.2173861	2.19	0.1667
Error	8	486.136886	60.7671107		
Total corregido	11	885.7890442			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.451182	6.396939	7.795326	121.8603	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	399.6521582	133.2173861	2.19	0.1667

Cuadro 36.D. Análisis de varianza de la concentración de Mn en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	192458.5352	64152.8451	50.93	<.0001
Error	8	10076.1262	1259.5158		
Total corregido	11	202534.6614			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.95025	5.37959	35.48966	659.7093	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	192458.5352	64152.8451	50.93	<.0001

Cuadro 37.D. Análisis de varianza de la concentración de B en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	16.607395	5.5357983	0.35	0.7932
Error	8	128.030042	16.0037553		
Total corregido	11	144.637437			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.114821	22.02477	4.000469	18.1635	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	16.607395	5.53579833	0.35	0.7932

Cuadro 38.D. Análisis de varianza de la concentración de Na en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1930433.565	643477.855	9.42	0.0053
Error	8	546488.364	68311.045		
Total corregido	11	2476921.928			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.779368	6.205715	261.3638	4211.663	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1930433.565	643477.855	9.42	0.0053

Cuadro 39.D. Análisis de varianza de la concentración de Si en pseudotallos del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	706.356368	235.452123	0.67	0.5916
Error	8	2793.480223	349.185028		
Total corregido	11	3499.836591			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Si Media	
	0.201826	77.5585	18.68649	24.09342	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	706.3563676	235.4521225	0.67	0.5916

Cuadro 40.D. Análisis de varianza de la concentración de N en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.21464006	0.40488002	23.95	0.0002
Error	8	0.13524017	0.01690502		
Total corregido	11	1.34988023			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	N Media	
	0.899813	5.157024	0.130019	2.521208	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.21464006	0.40488002	23.95	0.0002

Cuadro 41.D. Análisis de varianza de la concentración de P en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.3571441	0.11904803	3.43	0.0727
Error	8	0.27800229	0.03475029		
Total corregido	11	0.63514639			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.562302	5.843983	0.186414	3.18985	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.3571441	0.11904803	3.43	0.0727

Cuadro 42.D. Análisis de varianza de la concentración de K en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	17.00666328	5.66888776	11.13	0.0032
Error	8	4.07420165	0.50927521		
Total corregido	11	21.08086493			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.806735	6.456365	0.713635	11.0532	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	17.00666328	5.66888776	11.13	0.0032

Cuadro 43.D. Análisis de varianza de la concentración de Ca en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	25.77668256	8.59222752	6.09	0.0184
Error	8	11.28446351	1.41055794		
Total corregido	11	37.06114606			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.695518	6.638333	1.187669	17.89108	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	25.77668256	8.59222752	6.09	0.0184

Cuadro 44.D. Análisis de varianza de la concentración de Mg en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.95174665	0.31724888	1.39	0.3151
Error	8	1.82858916	0.22857364		
Total corregido	11	2.78033581			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.342314	6.070585	0.478094	7.875579	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.95174665	0.31724888	1.39	0.3151

Cuadro 45.D. Análisis de varianza de la concentración de S en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.22002822	0.07334274	4.09	0.0493
Error	8	0.1433773	0.01792216		
Total corregido	11	0.36340551			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.605462	5.989711	0.133874	2.235061	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.22002822	0.07334274	4.09	0.0493

Cuadro 46.D. Análisis de varianza de la concentración de Fe en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	5311.925652	1770.641884	74.64	<.0001
Error	8	189.784553	23.723069		
Total corregido	11	5501.710206			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.965504	4.982958	4.870633	97.74583	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	5311.925652	1770.641884	74.64	<.0001

Cuadro 47.D. Análisis de varianza de la concentración de Cu en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	14.91065892	4.97021964	2.15	0.1726
Error	8	18.532036	2.3165045		
Total corregido	11	33.44269492			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.445857	7.616857	1.522007	19.98208	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	14.91065892	4.97021964	2.15	0.1726

Cuadro 48.D. Análisis de varianza de la concentración de Zn en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	399.6521582	133.2173861	2.19	0.1667
Error	8	486.136886	60.7671107		
Total corregido	11	885.7890442			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.451182	6.396939	7.795326	121.8603	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	399.6521582	133.2173861	2.19	0.1667

Cuadro 49.D. Análisis de varianza de la concentración de Mn en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	192458.5352	64152.8451	50.93	<.0001
Error	8	10076.1262	1259.5158		
Total corregido	11	202534.6614			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.95025	5.37959	35.48966	659.7093	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	192458.5352	64152.8451	50.93	<.0001

Cuadro 50.D. Análisis de varianza de la concentración de B en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	16.607395	5.5357983	0.35	0.7932
Error	8	128.030042	16.0037553		
Total corregido	11	144.637437			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.114821	22.02477	4.000469	18.1635	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	16.607395	5.53579833	0.35	0.7932

Cuadro 51.D. Análisis de varianza de la concentración de Na en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1930433.565	643477.855	9.42	0.0053
Error	8	546488.364	68311.045		
Total corregido	11	2476921.928			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.779368	6.205715	261.3638	4211.663	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1930433.565	643477.855	9.42	0.0053

Cuadro 52.D. Análisis de varianza de la concentración de Si en inflorescencias del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	706.356368	235.452123	0.67	0.5916
Error	8	2793.480223	349.185028		
Total corregido	11	3499.836591			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Si Media	
	0.201826	77.5585	18.68649	24.09342	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	706.3563676	235.4521225	0.67	0.5916

Cuadro 53.D. Análisis de varianza de la concentración de N en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.18303073	0.06101024	1.75	0.235
Error	8	0.2796375	0.03495469		
Total corregido	11	0.46266823			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	N Media	
	0.395598	6.617626	0.186962	2.825208	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.18303073	0.06101024	1.75	0.235

Cuadro 54.D. Análisis de varianza de la concentración de P en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.1418915	0.04729717	0.57	0.6474
Error	8	0.65820279	0.08227535		
Total corregido	11	0.80009429			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	P Media	
	0.177343	17.1776	0.286837	1.66983	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.1418915	0.04729717	0.57	0.6474

Cuadro 55.D. Análisis de varianza de la concentración de K en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	6.35582089	2.11860696	0.66	0.5989
Error	8	25.64558272	3.20569784		
Total corregido	11	32.00140361			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	K Media	
	0.198611	22.14933	1.790446	8.083523	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	6.35582089	2.11860696	0.66	0.5989

Cuadro 56.D. Análisis de varianza de la concentración de Ca en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.88673127	0.29557709	0.63	0.6138
Error	8	3.73124547	0.46640568		
Total corregido	11	4.61797675			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ca Media	
	0.192017	15.35036	0.682939	4.449011	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.88673127	0.29557709	0.63	0.6138

Cuadro 57.D. Análisis de varianza de la concentración de Mg en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.10025642	0.03341881	0.1	0.9578
Error	8	2.6766034	0.33457543		
Total corregido	11	2.77685982			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mg Media	
	0.036104	20.4972	0.578425	2.82197	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.10025642	0.03341881	0.1	0.9578

Cuadro 58.D. Análisis de varianza de la concentración de S en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.97121332	0.32373777	0.97	0.4549
Error	8	2.68287431	0.33535929		
Total corregido	11	3.65408763			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	S Media	
	0.265788	25.39113	0.579102	2.280727	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	0.97121332	0.32373777	0.97	0.4549

Cuadro 59.D. Análisis de varianza de la concentración de Fe en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1643.519982	547.839994	0.58	0.6438
Error	8	7542.775589	942.846949		
Total corregido	11	9186.295571			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Fe Media	
	0.17891	28.28664	30.70581	108.5523	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1643.519982	547.839994	0.58	0.6438

Cuadro 60.D. Análisis de varianza de la concentración de Cu en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.56578692	0.52192897	0.33	0.8046
Error	8	12.68402933	1.58550367		
Total corregido	11	14.24981625			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cu Media	
	0.109881	27.887	1.259168	4.51525	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	1.56578692	0.52192897	0.33	0.8046

Cuadro 61.D. Análisis de varianza de la concentración de Zn en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	214.9146749	71.638225	1.78	0.2295
Error	8	322.861188	40.3576485		
Total corregido	11	537.7758629			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Zn Media	
	0.399636	29.08987	6.352767	21.83842	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	214.9146749	71.638225	1.78	0.2295

Cuadro 62.D. Análisis de varianza de la concentración de Mn en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	16601.94901	5533.983	1.74	0.2358
Error	8	25428.77039	3178.5963		
Total corregido	11	42030.7194			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Mn Media	
	0.394996	22.30451	56.37904	252.7697	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	16601.94901	5533.983	1.74	0.2358

Cuadro 63.D. Análisis de varianza de la concentración de B en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	14.4030447	4.8010149	0.26	0.8506
Error	8	146.345276	18.2931595		
Total corregido	11	160.7483207			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	B Media	
	0.0896	35.50205	4.27705	12.04733	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	14.40304467	4.80101489	0.26	0.8506

Cuadro 64.D. Análisis de varianza de la concentración de Na en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	455258.214	151752.738	0.92	0.4731
Error	8	1317424.807	164678.101		
Total corregido	11	1772683.021			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Na Media	
	0.256819	15.43303	405.8055	2629.461	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	455258.2144	151752.7381	0.92	0.4731

Cuadro 65.D. Análisis de varianza de la concentración de B en hojas del cultivar Andromeda en respuesta a silicio en la solución de florero.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	4.9186137	1.6395379	0.09	0.9628
Error	8	143.757954	17.9697442		
Total corregido	11	148.6765677			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Si Media	
	0.033083	22.95258	4.239074	18.46883	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	3	4.91861367	1.63953789	0.09	0.9628