

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Biofortificación en Liliun (*litouwen*) con un humato de calcio

Por:

RODRIGO MEJIA ESTRADA

TESIS

Presenta como requisito parcial para obtener el título de:

ING. AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México

Diciembre, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Biofortificación en Liliium (*litouwen*) con un humato de calcio

Por:

RODRIGO MEJIA ESTRADA

TESIS

Que se somete a la consideración de H. jurado examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA



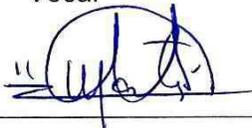
Dr. Rubén López Salazar
Presidente



M.C. Francisca Sánchez Bernal
Vocal



M.D. Juan Manuel Nava Santos
Vocal



M.E. Víctor Martínez Cueto
Vocal suplente



Dr. J. Isabel Márquez Mendoza

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México

Diciembre, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Biofortificación en Liliium (*litouwen*) con un humato de calcio

Por:

RODRIGO MEJIA ESTRADA

TESIS

Como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Rubén López Salazar
Asesor principal



M.C. Francisca Sanchez Bernal
Asesor



M.D. Juan Manuel Nava Santos
Asesor



Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO
M.E. Victor Martinez Cueto
Asesor suplente



Dr. J. Isabel Márquez Méndez
COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre, 2022

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Quien en todo momento me ha guiado por el buen camino, brindándome salud, paciencia y perseverancia para cumplir tan anhelado logro profesional.

A mi Alma Mater

A mi Alma Terra Mater por permitirme realizar mis estudios y brindarme su apoyo en mi formación como profesionista y hacerme una persona de bien.

A mis padres

Gisela Estrada Aguilar y Alfredo Mejia Castañeda quienes, con su esfuerzo, sacrificio, apoyo, ánimo y confianza incondicional, hicieron que yo pueda alcanzar una de mis metas fijadas.

A mis hermanos

Mvz Carlos Alfredo y María Guadalupe ya que siempre estuvieron motivándome en las buenas y en las malas para salir adelante

A mis maestros

Al Dr. Rubén López Salazar por el apoyo, conocimientos, experiencias y por la motivación para lograr este proyecto

A la M.C. Francisca Sánchez Bernal por brindarme su valioso tiempo, su paciencia, por la motivación y el apoyo en los momentos más difíciles a lo largo de mi carrera

A mis abuelos

Aurelio Mejia (†) y Galdina Castañeda, Saturnina Aguilar y Delfino Estrada (†) por apoyarme, compartir su sabiduría y cuidarme.

DEDICATORIAS

A **mis padres** Gisela Estrada y Alfredo Mejia por su amor, felicidad, constancia, confianza y sencillez

A **mis hermanos** Mvz Carlos Alfredo y María Guadalupe por estar en todos los momentos de mi vida y de mi carrera, animarme y ser felices conmigo.

A **mis abuelos** Aurelio Mejia (†) y Galdina Castañeda, Saturnina Aguilar y Delfino Estrada (†) por cuidarme e inspirarme

A **toda mi familia** por sus consejos, apoyo, ánimo y confianza

Resumen

El presente trabajo de investigación consistió en evaluar el efecto de aplicaciones un humato de calcio en Liliium variedad Litouwen mediante la biofortificación. El experimento se llevó acabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Uidad Laguna localizada en Torreón, Coahuila.

El diseño experimental fue un completamente al azar en el que se utilizó un blanco o testigo y tres niveles de aplicación de un fertilizante a base de calcio y ácidos húmicos (nutrición orgánico mineral). Los niveles de aplicación fueron 0, 2, 4 y 6 por ciento de calcio y ácidos húmicos, con 10 unidades experimentales por tratamiento, las aplicaciones se llevaron a cabo cada tercer día a partir del 14 de septiembre del 2021.

La toma de muestra se llevó a cabo al momento de la cosecha y se analizaron los elementos por el método de absorción atómica vía húmeda, una vez obtenidos los datos de los análisis, fue el método de desviación optimo porcentual (DOP), para determinar la posición de los elementos de manera foliar, los cuales de acuerdo a los resultados se acomodan de mayor a menor concentración: Cobre y Fierro los cuales se encontraron en cantidades deficientes. Respecto a los elementos como Nitrógeno, Fosforo, Magnesio, Calcio y Manganeso se cuantificaron cantidades mayores a las óptimas. Referente a los tratamientos evaluados, se puede concluir que las aplicaciones al 6% de humato de calcio fueron asimilados por la planta de manera eficiente, ya que se obtuvo un mejor crecimiento en la planta y una mayor vida de florero

Palabras clave: *Liliium, Biofortificacion, Humato de Calcio, Desviación Óptima Porcentual (DOP), Nutrición Orgánica Mineral*

Índice general

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
Resumen	iii
Índice general	iv
Índice de figuras	vii
Introducción	1
Objetivo general	2
Hipótesis	2
I. REVISIÓN DE LITERATURA	3
Importancia de flores ornamentales	3
Importancia económica a nivel mundial	3
Importancia económica a nivel nacional	4
Fertilización química en liliun:	5
Calcio	6
Solución universal de Steiner	9
Ácidos húmicos:	10
Mecanismo de Interacción de las Sustancias Húmicas y los Nutrimientos	12
Acido húmico:	13
Desviación del óptimo porcentual (DOP)	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Localización del experimento	15
3.3 Metodología	15
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
Variables	32
Altura de la planta	32
Longitud de botón	34
Diámetro de botón	36
Vida de florero	37
VI CONCLUSIONES	38
BIBLIOGRAFÍA	39
Apéndice	43

Índice de cuadros

Cuadro 1 análisis de referencia para calcular el Desviación del óptimo porcentual (DOP)	14
Cuadro 2 Fertilizantes utilizados en la elaboración de la solución nutritiva para regar los bulbos de Lilium variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio	16
Cuadro 3 Fertilizantes utilizados en la elaboración de la solución nutritiva para regar los bulbos de Lilium variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio. Para la deficiencia de magnesio	19
Cuadro 4 Fertilizantes utilizados en la elaboración de la solución nutritiva para regar los bulbos de Lilium variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio. Para la etapa de la floración	20
Cuadro 5 Datos de análisis foliar de hojas y tallos en Lilium variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio	24
Cuadro 6 datos de referencia en análisis foliar de Lilium	24
Cuadro 7 Datos del análisis foliar ordenados de mayor a menor del tratamiento testigo (TT) en Lilium variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio	25
Cuadro 8 Datos del análisis foliar ordenados de mayor a menor del tratamiento uno (T1) en Lilium variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio.....	26
Cuadro 9 Datos del análisis foliar ordenados de mayor a menor del tratamiento dos (T2) en Lilium variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio.....	27
Cuadro 10 Datos del análisis foliar ordenados de mayor a menor del tratamiento tres (T3) en Lilium variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio.....	28

Cuadro 11 Resultados por el método desviación óptimo porcentual en el tratamiento testigo (T Testigo) en Liliun variedad litouwen biofortificados con un humato de calcio	29
Cuadro 12 Resultados por el método desviación óptimo porcentual en el Tratamiento uno (T1) en Liliun variedad litouwen biofortificados con un humato de calcio	30
Cuadro 13 Resultados por el método desviación optimo porcentual en el tratamiento dos (T2) en Liliun variedad litouwen biofortificados con un humato de calcio	30
Cuadro 14 Resultados por el método desviación optimo porcentual en el tratamiento tres (T3) en Liliun variedad litouwen biofortificados con un humato de calcio	31

Índice de figuras

Figura 1 Llenado de bolsas para el trasplante de bulbos de Liliium variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio	15
Figura 2 Preparación de la solución nutritiva para el desarrollo del Liliium variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio	16
Figura 3 Fumigación para prevenir cualquier presencia de hongos en el desarrollo de Liliium variedad litouwen biofortificados con humato de calcio.	17
Figura 4 Diseño del experimental y preparación del humato de calcio para aplicar a los tratamientos en la plata de Liliium variedad litouwen	18
Figura 5 Acido glutámico para evitar el estrés del Liliium variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio.	19
Figura 6 Crecimiento con fecha 27 de septiembre de las plantas de Liliium variedad Litouwen biofortificadas con humato de calcio	20
Figura 7 Crecimiento con fecha 12 de octubre de las plantas de Liliium variedad Litouwen biofortificadas con humato de calcio	21
Figura 8 Crecimiento del botón de Liliium variedad Litouwen biofortificadas con humato de calcio con fecha 15 de octubre.....	21
Figura 9 Crecimiento del botón de Liliium variedad Litouwen biofortificadas con humato de calcio con fecha 25 de octubre.....	22
Figura 10 Evaluación de la vida de florero de los tallos de Lilim variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio.	22

Figura 11 Concentración de macro y micronutrientes del tratamiento testigo (TT) en Liliun variedad litouwen biofortificados con un humato de calcio	25
Figura 12 Concentración de macro y micronutrientes del tratamiento uno (T1) en Liliun variedad litouwen biofortificados con un humato de calcio.....	26
Figura 13 Concentración de macronutrientes del tratamiento dos (T2) en Liliun variedad litouwen biofortificados con un humato de calcio.....	27
Figura 14 Concentración de macro y micronutrientes del tratamiento tres (T3) en Liliun variedad litouwen biofortificados con un humato de calcio.	28
Figura 15 Datos de longitud de la planta de Liliun variedad litouwen biofortificados con humato de calcio con fecha del 27 de septiembre.....	32
Figura 16 Datos de longitud de tallo en la planta de Liliun variedad litouwen biofortificados con humato de calcio con fecha del 12 de octubre	33
Figura 17 Datos de longitud de botón de Liliun variedad litouwen biofortificados con humato de calcio con fecha del 15 de octubre	34
Figura 18 Datos de longitud del botón de Liliun variedad litouwen biofortificados con humato de calcio con fecha del 25 de octubre	35
Figura 19 Datos del diámetro de botón de Liliun variedad litouwen biofortificados con humato de calcio con fecha del 15 de octubre	36
Figura 20 Datos del diámetro del botón en Liliun variedad litowen biofortificados con humato de calcio con fecha del 25 de octubre	37

Introducción

El *Lilium* sp. es una planta herbácea perenne con bulbos escamosos, llamada comúnmente azucena híbrida. El género *Lilium*, comprende alrededor de 100 especies 16 distribuidas por las regiones templadas del hemisferio boreal; una docena de ellas son indígenas de Europa y dos en América del Norte, mientras que 50-60 especies se encuentran en Asia (*Alcaraz y Sarmiento, 1999*).

Actualmente en forma comercial, los *Lilium* se clasifican de acuerdo con su grupo botánico, forma de la flor e inflorescencia y al calibre del bulbo en 4 grupos: híbridos asiáticos, híbridos orientales, *Lilium speciosum* y *Lilium longiflorum* (*Bañón et al., 1993*). El calcio es un nutrimento principal y esencial para las plantas, tiene un papel fundamental en la estabilidad de la membrana, estabilización de la pared celular y la integridad de las células. La deficiencia se atribuye a que en el mejoramiento genético de los cultivos ornamentales los híbridos presentan una acumulación de biomasa, tasas de crecimiento (*Beattie y White, 1993*) y necesidad de nutrientes, lo que promueve una constante demanda nutrimental (*Bass et al., 2000; Engelbrecht, 2004*)

Las sustancias húmicas han sido ampliamente reconocidas como un promotor de crecimiento de plantas principalmente por cambios en la arquitectura de la raíz y su dinámica de desarrollo, dando como resultado un mayor tamaño de raíz, ramificación y / o una mayor densidad del vello radicular con mayor área de superficie (*Canellas y Olivares, 2014*); son de importancia por el efecto que ejercen sobre la actividad enzimática en las plantas, que les posibilita mitigar el estrés oxidativo que se genera por el déficit de agua (*Hernández et al., 2012*); y, juegan un papel importante en las interacciones bióticas-abióticas de la raíz y suelo que contribuye a la adaptación de la planta a ambientes externos (*kulikova et al., 2016*).

Objetivo general

Evaluar el efecto de un compuesto a base de ácidos húmicos y calcio en la biofortificación de la planta de Liliun variedad Litouwen

Hipótesis

La aplicación del compuesto de ácidos húmicos y calcio tiene un efecto positivo en la biofortificación de la planta de Liliun variedad Litouwen

I. REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia de flores ornamentales

Las flores no son un producto de primera necesidad (son más bien un artículo de lujo), ha logrado ser una de las principales preferencias de los consumidores por sus favorables usos y beneficios que han logrado tener a lo largo del tiempo. Entre todos ellos, la importancia que tiene al momento de expresar un cariño hacia otra persona, el beneficio visual ético que una persona tiene al momento de verlo como adorno ya sea en la casa o en la oficina, el aroma que desprenden son signos de pureza y descanso en la vida humana, entre muchos otros usos y beneficios que presento. (*Lobo Contreras, 2013*)

Importancia económica a nivel mundial

A nivel mundial el comercio de las flores es de unos \$35,000 millones de dólares anuales, teniendo una tasa anual de crecimiento del 6%. Se estima que el consumo a nivel mundial siga teniendo incrementos debido a que la demanda de los grandes países consumidores tales como Estados Unidos, Japón, Alemania, Francia, Suiza, Italia y Noruega seguirá a la alza. Dentro de la producción de flores de corte las plantas bulbosas ocupan el quinto lugar en producción a nivel mundial ya que ocupan una superficie total de un poco más de 31,000 hectáreas, de las cuales el 65% las representa Holanda con una producción mundial de 10,000 millones de bulbos aproximadamente entre los cuales se encuentran bulbos de tulipán, liliium, jacintos y narcisos (Lobartini, 2008). Los principales importadores de bulbos del mercado siguen siendo Estados Unidos y Japón con un 21.5 y 13% respectivamente, el resto 6 de los importadores significativos son los países europeos en los que se encuentra Suiza, Holanda, Inglaterra y Alemania (INDAP, 2005). Las flores de Liliium debido a su prolongada vida de florero y a su peculiar belleza han tenido una gran aceptación en el mercado, por lo que se ha incrementado la demanda como flor de corte y recientemente como flor de maceta. Principalmente estos incrementos de producción de flor de corte se observan en

países de clima más templado, esto se debe en gran parte a las nuevas variedades que el mercado ofrece y a la posibilidad de producción durante todo el año, por lo que este cultivo presenta un futuro prometedor dentro del campo de la flor de corte. (INDAP, 2005).

Importancia económica a nivel nacional

El cultivo de *Lilium* es uno de los géneros de bulbos de flor más importantes en el mundo. Ocupa el décimo primer lugar en demanda; y el segundo lugar en plantas bulbosas en México. Lo anterior se atribuye a su diversidad de colores logrado a través de la hibridación entre especies asiáticas y orientales; y la disponibilidad de la flor durante todo el año mediante los sistemas intensivos de producción (Streck y Schuh, 2005; Álvarez *et al.*, 2008; Gómez, 2009).

México es un país que por la diversidad de climas que presenta posee un fuerte potencial de producción de cultivos ornamentales, además desde el punto de vista de mercado se va favorecido por la cercanía con EUA y Canadá, países que demandan gran cantidad de plantas ornamentales y flores (Claridades Agropecuarias, 2006).

En México la producción de *Lilium* es reciente (alrededor de 20-25 años), su producción más importante se encuentra en el municipio de villa guerrero, Estado de México, para establecer áreas de cultivo los productores se abastecen de bulbos de Holanda, país exportador en grandes cantidades de este material a diversas partes del mundo. De la producción obtenida una parte es exportada a EUA principalmente y el resto para consumo nacional. (Claridades Agropecuarias, 2006).

La asociación de productores de Villa Guerrero Estado de Mexico menciona que el incremento de la producción de *Lilium* como flor de corte en nuestro país es impresionante, ya que solo en esta zona el área cultivada con esa flor paso de 3,800 m² en 1989 a 40,000 m² en 1992 (Villegas, 1994). La producción más importante se encuentra en el Estado de México en el municipio de Texcoco. (Villegas, 1994)

En México se produce alrededor de 50 tipos diferentes de flores (rosas, gladiolos, claveles y crisantemos, representan el 56% de la superficie cultivada y el 89% de la

producción de flores) y esta producción se encuentra concentrada en la parte central del territorio, resultado el caso del Estado de México como el más importante, y el de este, el municipio de Villa Guerrero, el cual se ha convertido en el principal productor nacional, donde se obtiene aproximadamente el 50% de la producción nacional de flores (Claridades Agropecuarias, 2006). Actualmente el *Lilium* goza cada vez de mayor aceptación tanto en el mercado nacional como internacional, esto debido en gran parte a su belleza, diversidad de colores y su producción durante todo el año. (Claridades Agropecuarias, 2006).

Sustrato Arena

Es un material de naturaleza silíceo ($\text{SiO}_2 > 50\%$) y de composición variable que depende de los componentes de la roca silicatada original (Abad et al., 2004). La arena es un sustrato económico cuando se tiene disponible a una distancia cercana. Se consideran arenas, todos aquellos materiales cuyas partículas van de 0.05 a 2 mm de diámetro. La densidad aparente de este material es superior a 1.5 g cm^{-3} y en general el espacio poroso total es muy similar al de los suelos, y está en el orden de 50%. Las partículas con diámetro inferior de 0.5 mm presentan una buena capacidad de retención de agua, por lo contrario partículas con diámetro mayor a 0.5 mm presentan una mejor capacidad de aireación y menor capacidad de retención de agua (Castellanos y Vargas, 2009). Las arenas finas (0.05 mm y 0.25 mm) contribuyen poco en el mejoramiento de las características físicas (Abo-Rezq, et al., 2009). La arena impide movimientos ascendentes del agua, lo que evita el traslado de sales del suelo natural subyacente. La arena disminuye la evaporación, evita el desarrollo de malas hierbas, mejora la aireación de la zona radicular y aumenta la temperatura del sustrato (Baudoin and Nisen, 2002).

Fertilización química en *lilium*:

Miller (1993) y Dole y Wilkins (2005) indicaron que las reservas del bulbo son suficientes para soportar su crecimiento; por ello se indica que *Lilium* es un cultivo poco exigente en cuanto a nutrimentos. Sin embargo, investigaciones recientes resaltan la importancia de aportar suficiente cantidad de nutrimentos al sustrato;

además la aplicación foliar de macro y micronutrientes tiene gran relevancia para mejorar la calidad de flores de corte (*Betancourt-Olvera et al., 2005; Ortega-Blu et al., 2006; Franco et al., 2007; Rodríguez-Landero et al., 2012*).

El N en los bulbos es insuficiente para cubrir completamente el período de crecimiento y asegurar un rendimiento máximo de 3 bulbos hijos. Por tanto, la fertilización nitrogenada se considera determinante en la producción de flores y bulbos (De Hertogh y Le Nard, 1993; Pinochet, 1999). En particular, el momento de aplicación es crítico debido a razones económicas y ambientales (Gastal y Lemaire, 2002) y se debe definir con base en las tasas de crecimiento y absorción de N del cultivo.

El calcio es un nutriente principal y esencial para las plantas, debido a que tiene un papel fundamental en la estabilidad de la membrana, estabilización de la pared celular y la integridad de las células. La deficiencia se atribuye a que en el mejoramiento genético de los cultivos ornamentales los híbridos presentan una mayor acumulación de biomasa, altas tasas de crecimiento (Beattie y White, 1993) y mayor necesidad de nutrientes, lo que promueve una mayor demanda nutricional (*Bass et al., 2000; Engelbrecht, 2004*). Esto explica por qué en las mismas condiciones de crecimiento algunos cultivares de la misma especie desarrollan su ciclo en forma óptima, en tanto que otros presentan deficiencias, si no reciben fertilizaciones complementarias (*Baligar et al., 2001*).

Chahin et al. (2007) una fertilización eficiente de liliun corresponde cercanamente al cultivo de la papa. Por ello, a grandes rasgos se podría plantear: 400 U/ha de P₂O₅, 150 U/ha de K₂O, 50 U/ha de magnesio (mg) y 150 U/ha de nitrógeno.

Calcio

El Ca es absorbido por las plantas en su forma catiónica Ca²⁺ elemento que se considera poco móvil en la planta (Carrillo, 2009). Una de sus funciones radica en la división y crecimiento celular; así mismo la formación de pectatos de calcio de la lámina media de la célula que interviene en la absorción de nutrientes. Además, forma sales con los ácidos orgánicos del interior de las células regulando la presión

osmótica, interviene en la formación de lecitina, fosfolípido importante de la membrana celular y su permeabilidad actúa en la división mitótica de las células en meristemos (puntos de crecimiento) y absorción de nitratos la aplicación de calcio en la flor retarda la senescencia al dar estabilidad a las membranas celulares y aumentar la tolerancia al estrés ambiental. Los síntomas de deficiencia de calcio son la reducción de tejidos jóvenes y brotes, los cuales aparecen deformes y cloróticos (*Dios et al., 2006*).

La adición de calcio (Ca^{2+}) busca incrementar la calidad de corte y postcosecha de flores al mejorar la estructura de sus células y otras cualidades sensoriales (*Martin-Diana et al., 2007*). El Ca^{2+} en el interior de la planta se mueve en grandes distancias en el xilema debido principalmente al flujo de masa generado por el torrente de la transpiración (*Kirkby y Pilbeam, 1984*). En consecuencia, parte de los desórdenes del Ca^{2+} resultan de una muy limitada capacidad de la planta para regular la distribución de Ca^{2+} entre los tejidos de baja transpiración como ocurre con las hojas muy jóvenes en desarrollo en el *Lilium* (*Chang y Miller, 2004*). La mayor parte del Ca^{2+} en las plantas se encuentra en las vacuolas centrales y unido en las paredes celulares a polisacáridos llamados pectatos (*Kinsel, 1990*)

El Calcio es un catión divalente que es sumamente importante para mantener la fuerza e integridad de los tallos de las plantas. Este mineral también regula la absorción de nutrientes a través de las membranas plasmáticas de las células. El calcio funciona en la elongación y división de células, estructura y permeabilidad de membranas de la célula, metabolismo del nitrógeno, y translocación de carbohidratos. Aplicaciones de Ca^{2+} a las flores de corte retardan la senescencia al promover la estabilidad de las membranas celulares y aumentar la tolerancia al estrés ambiental. Estudios realizados con frutos indican que el nivel de senescencia depende del contenido de Ca^{2+} en los tejidos (*Poovaiah, 1979*). La mayor ganancia de azúcares generada por la aplicación de Ca^{2+} , posiblemente esté relacionada con el hecho de que, estos nutrientes mejoran el transporte de carbohidratos (*Jones, 1998*; *Camacho-Cristobal-Gonzalez-Fontes, 1999*) y sugiere que los tallos fertilizados con Ca^{2+} posiblemente tengan mayor potencial para la vida en florero,

ya que son sustratos de la respiración y se emplean en la apertura floral (Cruz et al., 2006).

Hay muchos agrónomos que consideran que el calcio es un elemento secundario o aún un microelemento, aunque la concentración de calcio en la planta es la misma que la del de nitrógeno o potasio. El calcio no es tóxico, aun con concentraciones altas, y funciona como un agente detoxificante atrapando compuestos y manteniendo el balance catiónico-aniónico en la vacuola. Ya que el calcio es parte de la pared celular, y función como el cemento que liga las paredes celulares, es uno de los factores más significativos de la firmeza y vida en florero. (Cruz et al., 2006).

Los iones de calcio se utilizan en la síntesis de las paredes celulares nuevas, en particular la lámina media de las células recién divididas. El calcio también se utiliza en el huso mitótico durante la división celular. Se requiere para el funcionamiento normal de las membranas vegetales y ha sido implicado como un segundo mensajero para diversas repuestas de las plantas a ambas señales ambientales y hormonales (White y Broadley, 2003). En su función como un segundo mensajero, el calcio se puede unir a la calmodulina, una proteína que se une a los diferentes tipos de proteínas, incluyendo quinasas, fosfatos, segundo mensajero de señalización proteica, y las proteínas del citoesqueleto, y de ese modo regula muchos procesos celulares que van desde el control de la transcripción y la supervivencia de las células a la liberación de señales químicas (Taíz y Zeiger, 2006).

Debido a que *Lilium* es la especie dominante de las exportaciones nacionales y que se cultiva prácticamente desde la V a la X región es importante investigar técnicas de postcosecha que permitan llegar a destino con la mejor calidad de producto y alcanzar nuevos mercados que actualmente no se pueden abordar debido a la imposibilidad de mantener las flores en óptima condición por mayor tiempo. El tratamiento y manejo de las flores cortadas se basa principalmente en los cambios ocurridos con el azúcar, estado hídrico, niveles de etileno y la respiración durante el proceso de envejecimiento de los pétalos (Paulín, 1997).

Solución universal de Steiner

Steiner (1968) afirma que, en los cultivos sin suelo se puede dar o establecer cualquier relación de iones y cualquier concentración total de sales, siempre que no supere los límites de precipitación para ciertas combinaciones de iones. Así, la selección de solución de la concentración de una solución nutritiva debe ser tal que el agua y los iones totales sean absorbidos por la planta por la misma proporción en la cual están presentes en la solución. Steiner (1984) elaboró una solución nutritiva universal que se distingue por sus relaciones mutuas entre aniones y cationes, expresadas en por ciento del total de me L⁻¹. Este autor indica que el uso de la solución nutritiva universal demanda únicamente que se determine la presión osmótica requerida para el cultivo en particular en una cierta época del año. Las relaciones mutuas entre los iones en la Solución Nutritiva Universal de Steiner en porcentaje del total de Mm⁻¹ es de 60:5:35 para NO₃⁻ :H₂PO₄⁻ :SO₄²⁻ y 35:45:20 PARA K⁺: Ca²⁺:Mg²⁺

Steiner (1961) estableció el concepto de relación mutua entre aniones NO₃⁻, H₂PO₄⁻ y SO₄⁻, y entre los cationes K⁺, Ca²⁺ y Mg²⁺. Se basó en que una solución nutritiva debe estar regulada en sus macronutrientes contenidos en los iones mencionados. La regulación nutritiva consiste no solo en la cantidad absoluta de cada elemento aportando sino, además en la relación cuantitativa que se establece entre los aniones por una parte y los de cationes por la otra.

Steiner (1961) indicó que cuando se aplica la solución nutritiva en forma continua, las plantas pueden absorber iones a muy bajas concentraciones. Sin embargo, es probable que a una concentración demasiado baja, la requerimientos mínimos de determinados nutrientes que no sea cubierta. En el otro extremo de concentración, el consumo excesivo puede conducir a afectos tóxicos. El punto de discusión es la existencia de concentraciones óptimas de determinados nutrientes en solución para un cierto cultivo, bajo particularidades condiciones ambientales, o si sus proporciones relativas y no sus concentraciones absolutas son los factores determinantes, bajo el supuesto que las concentraciones absolutas son los factores

determinantes, bajo el supuesto que las concentraciones son decisivas y que a éstas fueron determinadas experimentalmente, se tienen “a” mmol l⁻¹ de K⁺ , “b” mmol l⁻¹ de Ca²⁺ y “c” mmol l⁻¹ de Mg²⁺ , lo que da una relación de K⁺ :Ca²⁺ :Mg²⁺ , como a:b:c, sin embargo esta relación también puede ser expresada como a/n, donde n= a+b+c. así la composición obtenida puede ser expresada simultáneamente en términos de una suma y de una razón.

Ácidos húmicos:

Las sustancias húmicas han sido ampliamente reconocidas como un promotor de crecimiento de plantas principalmente por cambios en la arquitectura de la raíz y su dinámica de crecimiento, dando como resultado un mayor tamaño de raíz, ramificación y / o una mayor densidad del vello radicular con mayor área de superficie (Canellas y Olivares, 2014); son de gran importancia por el efecto que ejercen sobre la actividad enzimática en las plantas, que les posibilita mitigar el estrés oxidativo que se genera por el déficit de agua (Hernández et al., 2012); y, juegan un papel importante en las interacciones bióticas-abióticas de la raíz y suelo que contribuye a la adaptación de la planta a ambientes externos (Kulikova et al., 2016).

Los ácidos húmicos son sustancias coloidales con un alto grado de humificación y estructura compleja, que contienen alrededor de 50 a 62% de carbono. Estos ácidos son producto de la humificación del material orgánico fosilizado, como turbas y lignitos que provienen de minas de carbón (Gutiérrez et al., 2015); mantienen la estabilidad de la reacción del suelo, la adsorción / fijación / quelato de cationes, lo que aumenta la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas (Mindari et al., 2014); se obtienen de diferentes fuentes, como suelo, humus, turba, lignito oxidado y el carbón; puede presentar directamente efectos positivos sobre el crecimiento de la planta incrementando su desarrollo, en los brotes, raíces, permitiendo mejor absorción de nitrógeno, potasio, calcio, magnesio y fósforo (Ayón et al., 2017); facilitan el crecimiento de las plantas al mejorar la absorción de nutrientes por sus efectos hormonales (Chang et al., 2012); se encuentran disponibles en forma

líquida, polvo o gránulos, se utilizan en cultivos a campo abierto y en las áreas protegidas y como bioestimulantes de plantas y mejoradores del suelo (Manda et al., 2014)

La estructura supramolecular de los ácidos húmicos determina su acción bioestimulante, conduciendo a la proliferación, alargamiento y modificaciones en la arquitectura de las raíces, incremento de la absorción y transporte de iones y estimulación del metabolismo primario (Aguiar *et al.*, 2018), regulación de procesos moleculares e inducción de síntesis de metabolitos secundarios (Shah *et al.*, 2018) y promoción de respuestas sistémicas frente al estrés, gracias a un efecto de “priming químico” (Da Piedade *et al.*, 2017). También promueve la exudación radical que aumenta la actividad microbiana de la rizosfera, la comunicación planta microorganismo, el establecimiento y desempeño de interacciones simbióticas, asociativas y endofíticas por microorganismos promotores del crecimiento vegetal (Bulgari *et al.*, 2019; Nunes *et al.*, 2019).

La SEPHU (s.f), plantea las siguientes características físicas, químicas y biológicas de los ácidos húmicos:

Propiedades Físicas

- Disgrega las arcillas en los suelos compactos.
- Aumenta la capacidad de retención de agua.
- Su acción coloidal sobre las arcillas forma los complejos arcillo húmicos, base de la fertilidad de un suelo.
- Reduce la evaporación.
- Transporta nutrientes a la raíz.
- Aumenta la penetrabilidad del suelo.
- Da coherencia a los suelos arenosos y ligeros. (SEPHU s.f),

Propiedades Químicas

- Son los responsables del intercambio catiónico de todos los elementos nutrientes de la planta.
- Inmovilizan elementos tóxicos como el Aluminio y el Estaño.
- Reducen la salinidad del Sodio (Na) y de las sales minerales que forman los fertilizantes químicos.
- Potencian la acción de los productos agroquímicos de sus moléculas orgánicas.
- Son el agente universal de todos los macro y micro elementos.
- Ejercen una acción reguladora del pH del suelo.
- Ayudan a la asimilación de fertilizantes químicos. (SEPHU s.f),

Propiedades Biológicas

- Tienen acción estructural y energética al intervenir en la constitución de los tejidos y en la síntesis de los monosacáridos.
- Ayudan a la síntesis de los ácidos nucleicos y de los cloroplastos.
- Tienen acción antitóxica y desestresante.
- Favorecen la capacidad germinativa de las semillas.
- Estimulan la microflora y microfauna del suelo.
- Estimulan el desarrollo radicular de las plantas (SEPHU s.f),

Mecanismo de Interacción de las Sustancias Húmicas y los Nutrientos

Las sustancias húmicas estimulan la absorción de iones en muchas plantas a una concentración de 10 a 100 ppm (Zachariakis et al. 2001). Dursun et al. (2007) afirma que tienen efectos benéficos en la absorción de nutrientes por las plantas y particularmente en el transporte y disponibilidad de microelementos en la planta. La complejación y/o quelatación es el papel más importante de las sustancias húmicas, ya que quelata cationes y los coloca disponibles para la raíz de la planta además de que previene su precipitación. Se ha mencionado que los grupos carboxilos,

hidroxilos fenólicos y alcohólicos de los ácidos húmicos y fúlvicos son los responsables de todo lo anterior ya que más del 80% de la estructura de las sustancias húmicas están formadas por los grupos funcionales antes mencionados. Los elementos metálicos son más rápidamente adsorbidos que los alcalinos térreos, ya que se compleja hierro y zinc más rápido que el sodio (Orlov, 1995), por lo que al adicionar ácidos fúlvicos el hierro es más abundante en tejido vegetal de follaje de tomate ya que hay mayor absorción del mismo (Ramos, 2000). El mecanismo de crecimiento inducido por ácidos húmicos aun no es totalmente estudiado y se propone varias explicaciones como: el aumento de la permeabilidad de las membranas, la absorción de oxígeno, respiración y la fotosíntesis, absorción de fósforo por la raíz y elongación celular, transporte de iones y actuando como citoquininas (Dursun et al, 2007).

Acido húmico:

El ácido húmico es un grupo de moléculas que se unen y ayudan a las raíces de las plantas a recibir agua y nutrientes. Los altos niveles de ácido húmico pueden aumentar drásticamente los rendimientos. La deficiencia de ácido húmico puede impedir que los agricultores y jardineros produzcan cultivos con una nutrición óptima.

Desviación del óptimo porcentual (DOP)

El método de desviación del óptimo porcentual también considerado un método de diagnóstico, usa la comparación de la concentración del nutriente respecto a un nivel de referencia, pero en una expresión porcentual (Montañés et al., 1991)

En otras palabras, cuantifica la cantidad en que un nutriente se desvía de ese valor. De esta manera permite una clasificación u ordenamiento de los nutrientes en función de su efecto limitante.

$$DOP = \frac{C \times 100}{CREF} - 100$$

Cuadro 1 análisis de referencia para calcular el Desviación del óptimo porcentual (DOP)

	Peso seco	Concentración											Cantidad absorbida											
		g.pl ⁻¹		%					mg.kg ⁻¹				mg.pl ⁻¹					mg.pl ⁻¹						
Tejido	Sem	N	P	K	Mg	Ca	S	Zn	B	Mn	Fe	Cu	N	P	K	Mg	Ca	S	Zn	B	Mn	Fe	Cu	
	4	3,8	2,8	0,4	4,5	0,2	0,2	0,2	38	23	30	67	8	108,5	14,2	174,0	6,9	9,2	7,7	0,15	0,09	0,12	0,26	0,03
Parte aérea	6	5,4	1,6	0,2	3,9	0,2	0,3	0,1	18	17	15	32	7	84,8	9,2	207,9	8,6	16,2	5,9	0,10	0,09	0,08	0,17	0,04
	8	8,8	1,8	0,2	3,6	0,2	0,5	0,1	24	25	19	68	4	155,2	14,0	311,2	16,7	40,3	8,8	0,21	0,22	0,17	0,60	0,04
	10	12,6	2,0	0,2	4,5	0,2	0,6	0,1	36	38	36	131	7	250,1	22,6	559,2	30,2	70,4	16,3	0,45	0,48	0,45	1,65	0,09

Autor: Bianca L. Barrantes-Infante (2012)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del experimento

El presente proyecto, fue realizado bajo condiciones de invernadero dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna localizada en Torreón Coahuila

3.3 Metodología

Como material vegetativo se utilizaron bulbos de *Lilium* variedad Litouwen. Procedentes del estado de Oaxaca. El viernes 3 de septiembre se llenaron las bolsas negras de polipropileno de ½ kg con arena y se plantaron los bulbos, se realizó un riego ligero.



Figura 1 Llenado de bolsas para el trasplante de bulbos de *Lilium* variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio

Se elaboró la primera solución nutritiva en 200 litros de agua, se agregó nitrato de magnesio, nitrato de potasio y ácido fosfórico, vinagre para regular el pH, sulfito cúprico para prevenir cualquier hongo que pueda afectar al bulbo y por último citrulina para generar raíces. A lo largo del cultivo se estuvo aplicando el fertirriego todos los días.

Cuadro 2 Fertilizantes utilizados en la elaboración de la solución nutritiva para regar los bulbos de Liliun variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio

Fertilizante	g / ml
Nitrato de magnesio $Mg(NO_3)_2$	320 g
Nitrato de potasio KNO_3	333 g
Ácido fosfórico H_3PO_4	359 ml



Figura 2 Preparación de la solución nutritiva para el desarrollo del Liliun variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio

Se realizó una aplicación sulfito de cobre 1 ml en 10 litros de agua, con ayuda de unas aspersora de 20 litros, se fumigo todas las plantas para prevenir cualquier presencia de hongos



Figura 3 Fumigación para prevenir cualquier presencia de hongos en el desarrollo de *Lilium* variedad litouwen biofortificados con humato de calcio.

El diseño experimental fue un completamente al azar en el que se usó un blanco o testigo y tres niveles de aplicación de un fertilizante a base de calcio y ácidos húmicos. Los niveles de aplicación son 2, 4 y 6 por ciento de humato de calcio, con 25 unidades experimentales por tratamiento.



Figura 4 Diseño del experimental y preparación del humato de calcio para aplicar a los tratamientos en la plata de Lilium variedad litouwen

Se modificó la solución nutritiva ya que las plantas se notaban con una deficiencia visual de nutrimentos por la etapa fenológica la cual era el inicio de la floración.

Cuadro 3 Fertilizantes utilizados en la elaboración de la solución nutritiva para regar los bulbos de Liliium variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio. Para la deficiencia de magnesio

Fertilizantes	g
Nitrato de magnesio $Mg(NO_3)_2$	500
Nitrato de potasio KNO_3	333
Fosfonitrato	200

Se aplicó 5 g de ácido glutámico vía foliar esto nos ayudó a controlar el estrés de la planta causado por las altas temperaturas,

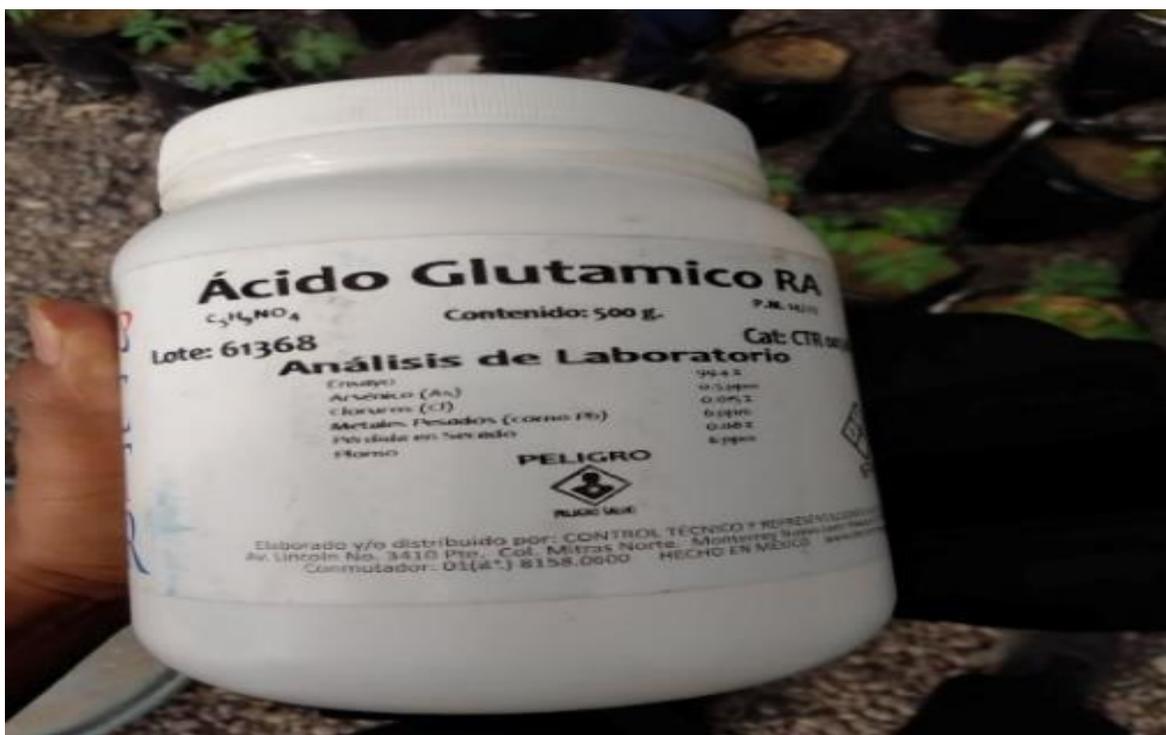


Figura 5 Acido glutámico para evitar el estrés del Liliium variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio.

Se modificó la solución nutritiva con el objetivo de aumentar el crecimiento de las flores de Lilium variedad litouwen

Cuadro 4 Fertilizantes utilizados en la elaboración de la solución nutritiva para regar los bulbos de Lilium variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio. Para la etapa de la floración

Fertilizantes	g
Nitrato de magnesio $Mg(NO_3)_2$	200
Nitrato de potasio KNO_3	500
Fosfonitrato	200

Las variables a evaluar fueron: longitud de tallo, longitud de botón, diámetro de botón y nutrientes en la planta

La longitud de tallo se evaluó en dos fechas 27 de septiembre y 12 de octubre, se midió desde el cuello de la planta hasta el ápice con un flexómetro; la unidad de medida fue en centímetros.



Figura 6 Crecimiento con fecha 27 de septiembre de las plantas de Lilium variedad Litouwen biofortificadas con humato de calcio



Figura 7 Crecimiento con fecha 12 de octubre de las plantas de Lilium variedad Litouwen biofortificadas con humato de calcio

La longitud y diámetro del botón de la planta se evaluó en dos fechas 15 de octubre y 25 de octubre se midió desde la parte basal hasta el ápice superior del botón; la unidad de medida fue en mm.



Figura 8 Crecimiento del botón de Lilium variedad Litouwen biofortificadas con humato de calcio con fecha 15 de octubre



Figura 9 Crecimiento del botón de *Lilium* variedad Litouwen biofortificadas con humato de calcio con fecha 25 de octubre.

Se seleccionaron cuatro plantas de cada tratamiento para evaluar la vida de florero de los tallos de *Lilium* variedad Litouwen.



Figura 10 Evaluación de la vida de florero de los tallos de *Lilium* variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio.

Se mandaron analizar muestras de tejido de tallos y hojas de cuatro plantas por cada tratamiento para ver el efecto del humato de calcio en la asimilación de nutrientes, se realizaron en la cooperativa agropecuaria localizada en Gomez Palacio, Durango.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Asimilación de nutrientes

Los resultados para la asimilación de nutrientes por aplicación del humato de calcio a Liliun variedad Litouwen para biofortificación se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5 Datos de análisis foliar de hojas y tallos en Liliun variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio

Elementos	unidades	T Testigo	T1	T2	T3
Nitrógeno	%	3	3.2	3.2	3.5
Fósforo	%	0.2	0.7	0.3	0.2
Potasio	%	1.8	1.9	2	1.9
Calcio	%	1	1.3	1.5	1.3
Magnesio	%	2.5	0.27	0.28	0.27
Cobre	ppm	5	5.1	5	5.1
Manganeso	ppm	30	28	32	30
Fierro	ppm	50	53	51	51

Al comparar los resultados obtenidos con la norma de Desviación del óptimo porcentual, se puede observar que referente a Nitrógeno (N) el tratamiento 3 (T 3) fue el más alto, Fosforo (P) el tratamiento uno (T 1), Potasio (K) el tratamiento uno y tres, calcio el tratamiento dos (T 2), Magnesio (Mg) tratamiento dos (T2), cobre (Cu) tratamiento uno y tres (T1 y T3), Manganeso (Mn) tratamiento tres (T 3) y Fierro (Fe) tratamiento uno (T 1).

Desviación del óptimo porcentual (DOP)

Cuadro 6 datos de referencia en análisis foliar de Liliun

ELEMENTO	UNIDAD DE MEDIDA	NORMA
Nitrógeno (N)	%	1.8
Fosforo (P)		0.2

Potasio (K)		3.6
Calcio (Ca)		0.5
Magnesio (Mg)		0.2
Cobre (Cu)	ppm	4
Manganeso (Mn)		19
Fierro(Fe)		68

Cuadro 7 Datos del análisis foliar ordenados de mayor a menor del tratamiento testigo (TT) en Lilium variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio

MACRONUTRIENTES % TT		MICRONUTRIENTES ppm TT	
Nitrogeno	3	FIERRO	50
Magnesio	2.5	Manganeso	30
Potasio	1.8	cobre	5
Calcio	1		
Fosforo	0.2		

Considerando la norma Infante, B.(2012) la concentración óptima en el cultivo de los siguientes macroelementos es: Nitrógeno (1.8%), Fosforo (0.2 %), Potasio (3.6 %), Calcio (0.5%), Magnesio (0.2 %), Cobre (4 ppm), Manganeso (19 ppm) y Fierro (68 ppm) en comparación con los resultados obtenidos en el T.T donde el Nitrógeno (3%), Calcio (1 %), Magnesio (2.5 %), Manganeso (30 ppm) y Cobre (5 ppm) muestran valores altos dentro de los límites máximos permisibles, mientras que el Fosforo (0.2 %) se encuentra dentro de los límites, a diferencia del Potasio (1.8 %) y Fierro (50 ppm) que se encuentra muy por debajo del rango.

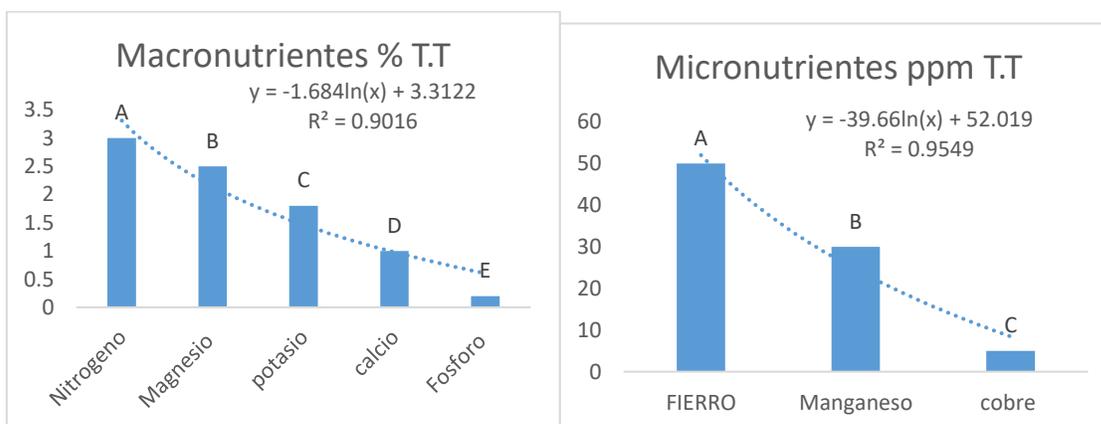


Figura 11 Concentración de macro y micronutrientes del tratamiento testigo (TT) en Lilium variedad litouwen biofortificados con un humato de calcio

Cuadro 8 Datos del análisis foliar ordenados de mayor a menor del tratamiento uno (T1) en Liliun variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio

Macronutrientes % T1		Micronutrientes ppm T1	
Nitrogeno	3.2	Fierro	53
Potasio	1.9	Manganeso	28
Calcio	1.3	Cobre	5.1
Fosforo	0.7		
Magnesio	0.27		

La norma Infante, B.(2012) la concentración óptima en el cultivo de los siguientes macroelementos es: Nitrógeno (1.8%), Fosforo (0.2 %), Potasio (3.6 %), Calcio (0.5%), Magnesio (0.2 %), Cobre (4 ppm), Manganeso (19 ppm) y Fierro (68 ppm) en comparación con los resultados obtenidos del T.1 donde el Nitrógeno (3.2%), Fosforo (0.7), Calcio (1.3%), Magnesio (0.27), Cobre (5.1 pmm) y Manganeso (28 pmm) muestran valores altos dentro de los límites máximos permisibles, a diferencia del Potasio (1.9 %) y fierro (53 pmm) se encuentra muy por debajo del rango

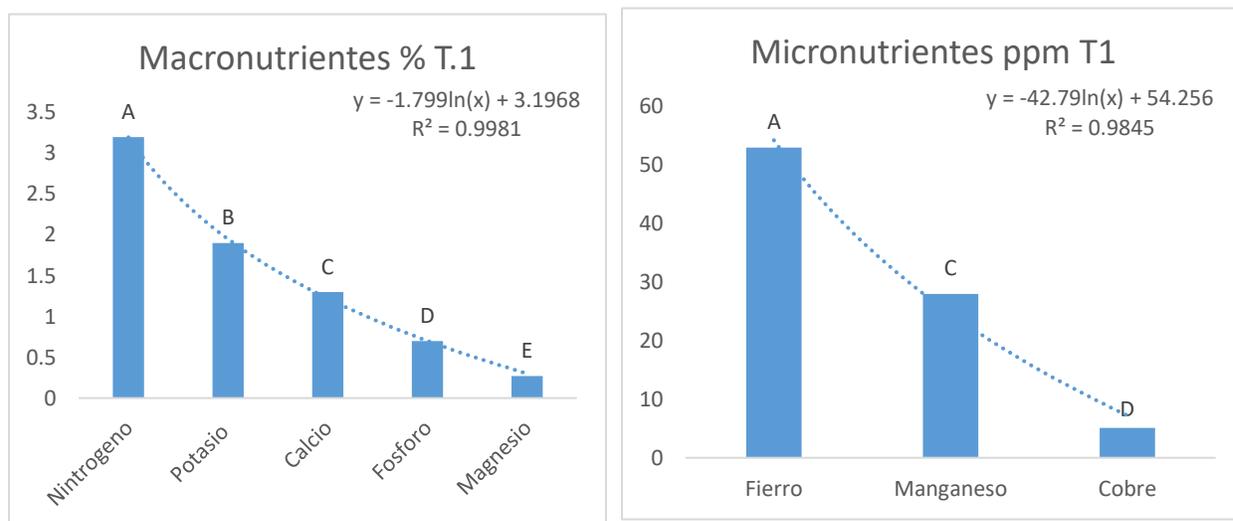


Figura 12 Concentración de macro y micronutrientes del tratamiento uno (T1) en Liliun variedad litouwen biofortificados con un humato de calcio

Cuadro 9 Datos del análisis foliar ordenados de mayor a menor del tratamiento dos (T2) en Liliun variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio

Micranutrientes % T2	
Nitrogeno	3.2
Potasio	2
Calcio	1.5
Fosforo	0.3
Magnesio	0.28

Micronutrientes ppm T2	
Fierro	51
Manganeso	32
Cobre	5

Con respecto a la norma Infante, B.(2012) la concentración optima en el cultivo de los siguientes macroelementos es: Nitrógeno (1.8%), Fosforo (0.2 %), Potasio (3.6 %), Calcio (0.5%), Magnesio (0.2 %), Cobre (4 ppm),Manganeso (19 ppm) y Fierro (68 ppm) en comparación con los resultados obtenidos del T.2 donde el Nitrógeno (3.2%), Fosforo (0.3), Calcio (1.5%), Magnesio (0.28), Manganeso (32 ppm) y Cobre(5 ppm) muestran valores altos dentro de los límites máximos permisibles, mientras que el Potasio (2 %) y fierro (51 ppm) se encuentra muy por debajo del rango

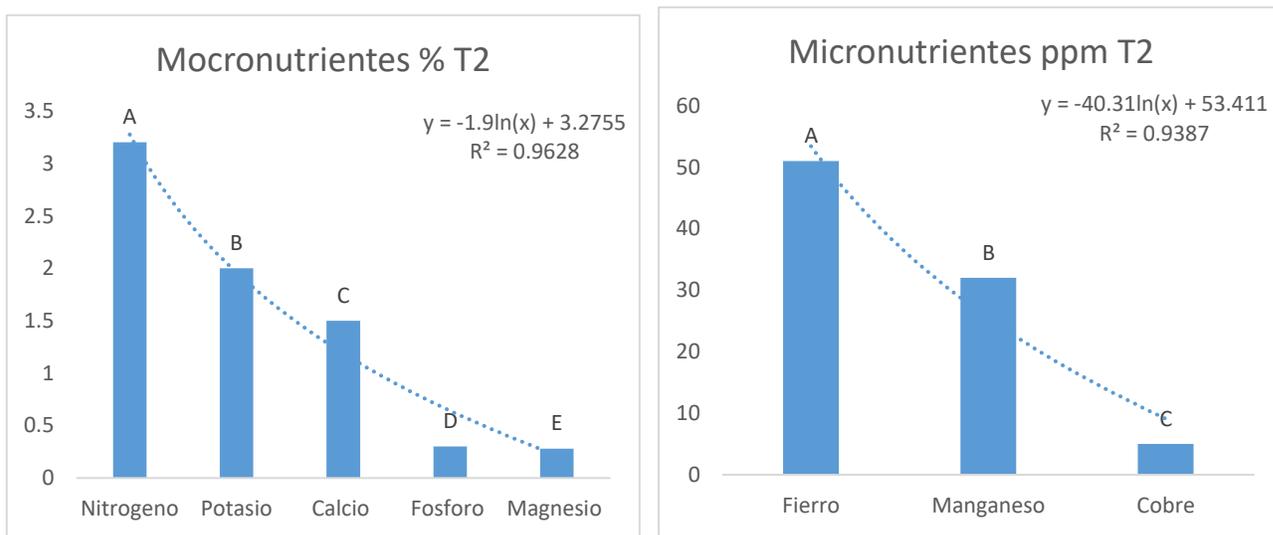


Figura 13 Concentración de macronutrientes del tratamiento dos (T2) en Liliun variedad litouwen biofortificados con un humato de calcio

Cuadro 10 Datos del análisis foliar ordenados de mayor a menor del tratamiento tres (T3) en Liliun variedad Litouwen biofortificados con humato de calcio

Macronutrientes % T3		Micronutrientes ppm T3	
Nitrogeno	3.5	Fierro	51
Potasio	1.9	Manganeso	30
Calcio	1.3	Cobre	5.1
Magnesio	0.27		
Fosforo	0.2		

Se tomó en cuenta la norma Infante, B.(2012) la concentración óptima en el cultivo de los siguientes macroelementos es: Nitrógeno (1.8%), Fosforo (0.2 %), Potasio (3.6 %), Calcio (0.5%), Magnesio (0.2 %), Cobre (4 ppm),Manganeso (19 ppm) y Fierro (68 ppm) en comparación con los resultados obtenidos del T3 donde el Nitrógeno (3.5%), Fosforo (0.2), Calcio (1.3%), Magnesio (0.27), Cobre (5.1 ppm) y Manganeso (30 ppm) muestran valores altos dentro de los límites máximos permisibles, finalmente el Fierro (51 ppm) y Potasio (1.9 %) se encuentra muy por debajo del rango.

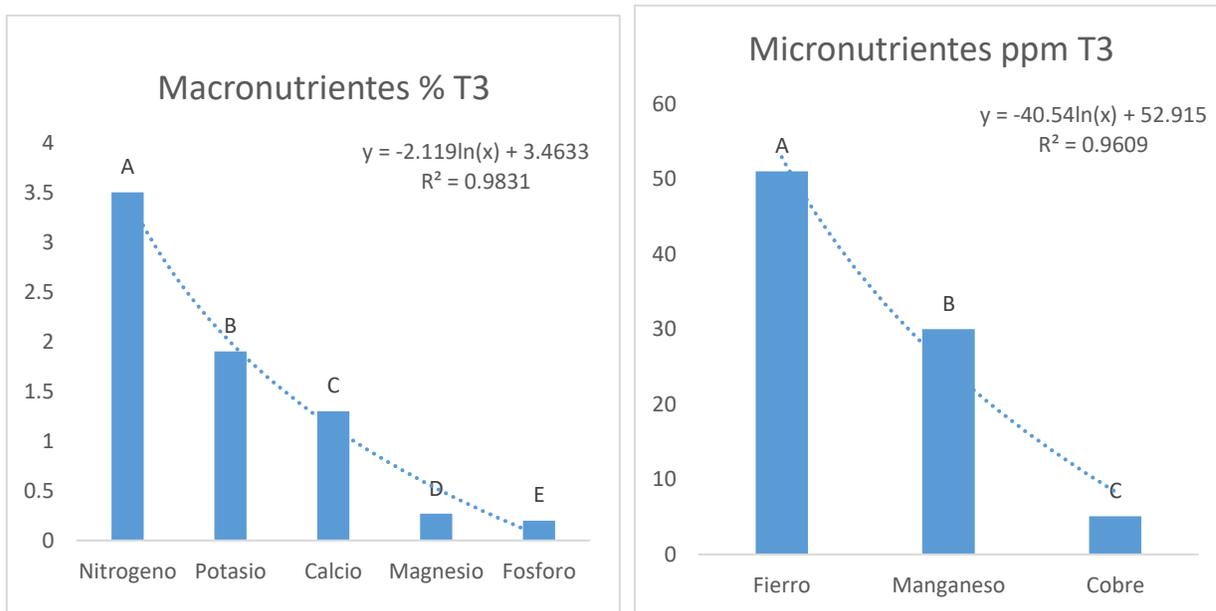


Figura 14 Concentración de macro y micronutrientes del tratamiento tres (T3) en Liliun variedad litouwen biofortificados con un humato de calcio.

El calcio mejora la sustancialidad de la pared celular formando componentes de pectato y previniendo el daño de la pared celular que es causado por las enzimas resultantes de las bacterias y los hongos. Las plantas pasan por un proceso enzimático y hormonal y su suplemento enzimático se ve mejorado.

Protege la planta de la sequía y del almacenamiento de agua. Reduce la descomposición de la fruta en el almacenamiento y el traslado al corroborando su cáscara (Tucker, 1999).

La investigación se llevó a cabo para determinar que el calcio aumenta la cantidad de este elemento en la planta antes y después de la cosecha (Sidiqi y Bangerth, 1995; Wojcik, 2001). Además, la aplicación de calcio tiene efectos positivos sobre la calidad del almacenamiento, la resistencia de las raíces y la firmeza de los frutos. (Wojcik y Lewandowski, 2003).

Presentación de los resultados de acuerdo al método de desviación porcentual por tratamiento evaluado en la aplicación de un humato de calcio en Lilium variedad litouwen biofortificados con un humato de calcio

Cuadro 11 Resultados por el método desviación óptimo porcentual en el tratamiento testigo (T Testigo) en Lilium variedad litouwen biofortificados con un humato de calcio

DOP T.T		
DOP _(N)	$3 \times 100 / 1.8 - 100 =$	66.66
DOP _(P)	$0.2 \times 100 / 0.2 - 100 =$	0
DOP _(K)	$1.8 \times 100 / 3.6 - 100 =$	-50
DOP _(Ca)	$1 \times 100 / 0.5 - 100 =$	100
DOP _(Mg)	$2.5 \times 100 / 0.2 - 100 =$	1150
DOP _(Cu)	$5 \times 100 / 4 - 100 =$	25
DOP _(Mn)	$30 \times 100 / 19 - 100 =$	57.89
DOP _(Fe)	$50 \times 100 / 68 - 100 =$	-26.47
Mg > Ca > N > Mn > Fe > Cu > P > K		
+1150 > +100 > +66.66 > +57.89 > +25 > 0 > -26.47 > -50		

Cuadro 12 Resultados por el método desviación óptimo porcentual en el Tratamiento uno (T1) en Liliun variedad litouwen biofortificados con un humato de calcio

DOP T.T1		
DOP _(N)	$3.2 \times 100 / 1.8 - 100 =$	77.77
DOP _(P)	$0.7 \times 100 / 0.2 - 100 =$	250
DOP _(K)	$1.9 \times 100 / 3.6 - 100 =$	-47.22
DOP _(Ca)	$1.3 \times 100 / 0.5 - 100 =$	160
DOP _(Mg)	$0.27 \times 100 / 0.2 - 100 =$	35
DOP _(cu)	$5.1 \times 100 / 4 - 100 =$	27.5
DOP _(Mn)	$28 \times 100 / 19 - 100 =$	47.36
DOP _(Fe)	$53 \times 100 / 68 - 100 =$	-22.05
P > Ca > N > Mg > Mn > Cu > K > Fe +250 > +160 > +77.77 > +47.36 > +35 > +27.5 > -22.05 > -47.22		

Cuadro 13 Resultados por el método desviación óptimo porcentual en el tratamiento dos (T2) en Liliun variedad litouwen biofortificados con un humato de calcio

DOP T.T2		
DOP _(N)	$3.2 \times 100 / 1.8 - 100 =$	77.77
DOP _(P)	$0.3 \times 100 / 0.2 - 100 =$	50
DOP _(K)	$2 \times 100 / 3.6 - 100 =$	-44.44
DOP _(Ca)	$1.5 \times 100 / 0.5 - 100 =$	200
DOP _(Mg)	$0.28 \times 100 / 0.2 - 100 =$	40
DOP _(cu)	$5 \times 100 / 4 - 100 =$	25
DOP _(Mn)	$32 \times 100 / 19 - 100 =$	68.42
DOP _(Fe)	$51 \times 100 / 68 - 100 =$	-25
Ca > N > Mn > k > Mg > Cu > Fe > P +200 > +77.77 > +68.42 > +44.44 > +40 > +25 > -25 > -91.66		

Cuadro 14 Resultados por el método desviación optimo porcentual en el tratamiento tres (T3) en Liliun variedad litouwen biofortificados con un humato de calcio

DOP T.T3		
DOP _(N)	$3.5 \times 100 / 1.8 - 100 =$	94.44
DOP _(P)	$0.2 \times 100 / 0.2 - 100 =$	0
DOP _(K)	$1.9 \times 100 / 3.6 - 100 =$	-47.22
DOP _(Ca)	$1.3 \times 100 / 0.5 - 100 =$	160
DOP _(Mg)	$0.27 \times 100 / 0.2 - 100 =$	35
DOP _(Cu)	$5.1 \times 100 / 4 - 100 =$	27.5
DOP _(Mn)	$30 \times 100 / 19 - 100 =$	57.89
DOP _(Fe)	$51 \times 100 / 68 - 100 =$	-25
Ca > N > Mn > Mg > Cu > P > Fe > k		
+160 > +94.44 > +57.89 > 35 > +27.5 > 0 > -25 > -47.22		

Variables

Altura de la planta

La variable de altura de la planta en la primera evaluación, (27 de septiembre del 2021), se observa que las agrupaciones de medias no son estadísticamente significativas ya que comparten letras y medias (Grafica 15), de manera numéricamente se observa que el T1 es superior al T.T en un 19 % y un 0.82 % al T3

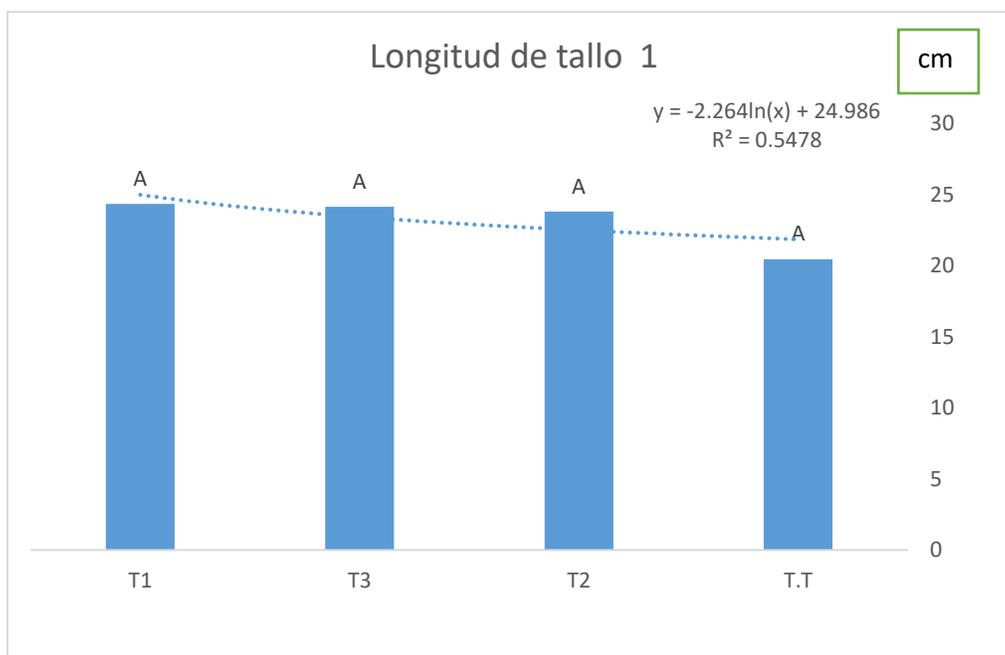


Figura 15 Datos de longitud de la planta de Lilium variedad litouwen biofortificados con humato de calcio con fecha del 27 de septiembre

La variable de altura de la planta, segunda evaluación (12 de octubre del 2021), el análisis de varianza es estadísticamente significativo (Cuadro 15), de manera gráfica observa que la media del T3 es altamente significativa respecto a las medias de los T1 y T.T, mientras que el T2 comparte medias con los demás (T3, T1 y T.T) (Grafica 16), de manera numéricamente se pudo observar que el T3 fue superior al T.T en un 14.23 % y un 3.56 % al T2

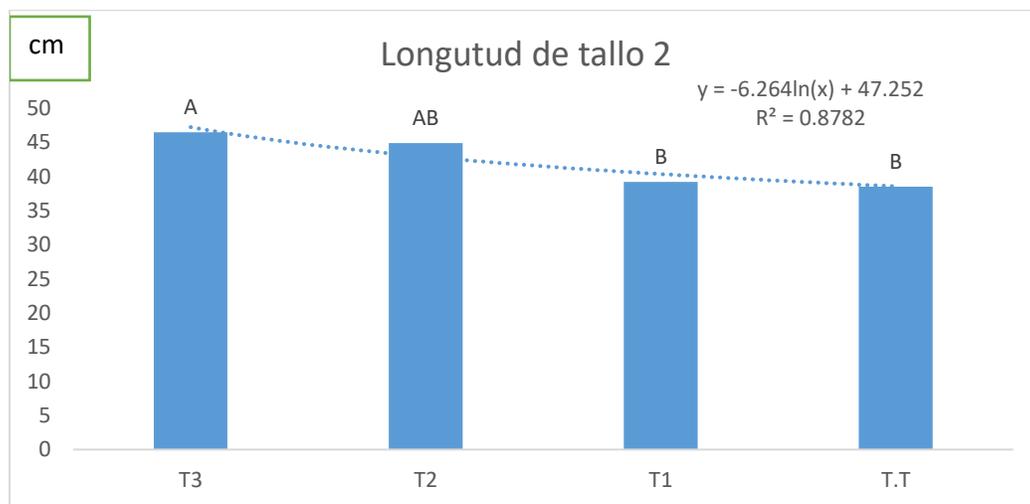


Figura 16 Datos de longitud de tallo en la planta de *Lilium* variedad litouwen biofortificados con humato de calcio con fecha del 12 de octubre

Las sustancias húmicas, como el ácido húmico y el ácido fúlvico, son los componentes principales (65-70%) de la materia orgánica del suelo, aumentan el crecimiento de las plantas debido al aumento de la permeabilidad de las membranas celulares, la respiración, la fotosíntesis, la absorción de oxígeno y fósforo, y el crecimiento de las células de la raíz (Cacco y Dell Agnolla, 1984; Russo y Berlyn, 1990). Muchos investigadores han señalado que el calcio tiene un efecto positivo en el aumento de la tolerancia de las plantas a las sales en suelos salinos (Ehret et al., 1990).

Longitud de botón

La variable de la longitud del botón de la planta primera evaluación, (fecha del 15 de octubre 2021), el análisis de varianza es estadísticamente significativo (Cuadro 16), de manera gráfica se observa que la media del T3 es superior con respecto a las media del T.T, mientras que el T1 comparte medias con el T2 y al mismo tiempo se relacionan con él con T3 Y T.T. De manera numéricamente se puede observar que el T3 fue superior al T.T en un 14.23 % y un 4.90 % al T1.

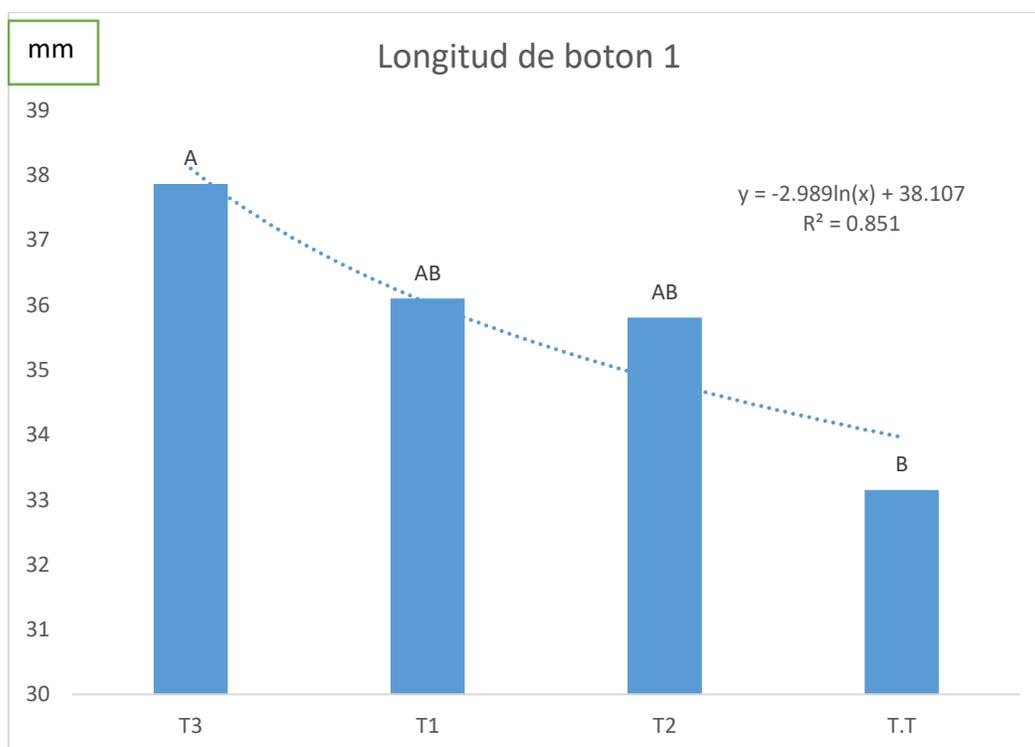


Figura 17 Datos de longitud de botón de Liliun variedad litouwen biofortificados con humato de calcio con fecha del 15 de octubre

La variable de la longitud del botón de la planta, segunda evaluación (fecha 25 de octubre 2021), el análisis de varianza es estadísticamente significativo (Cuadro 18), de manera gráfica se observa que la media del T3 y T1 son altamente significativas respecto a las media del T2, mientras que el T.T comparte medias con el T2 y al mismo tiempo se relacionan con él con T3 Y T1. De manera numéricamente se pude observar que el tratamiento 3 fue superior al tratamiento 2 en un 25.14 % y un 3.10 % al T2.

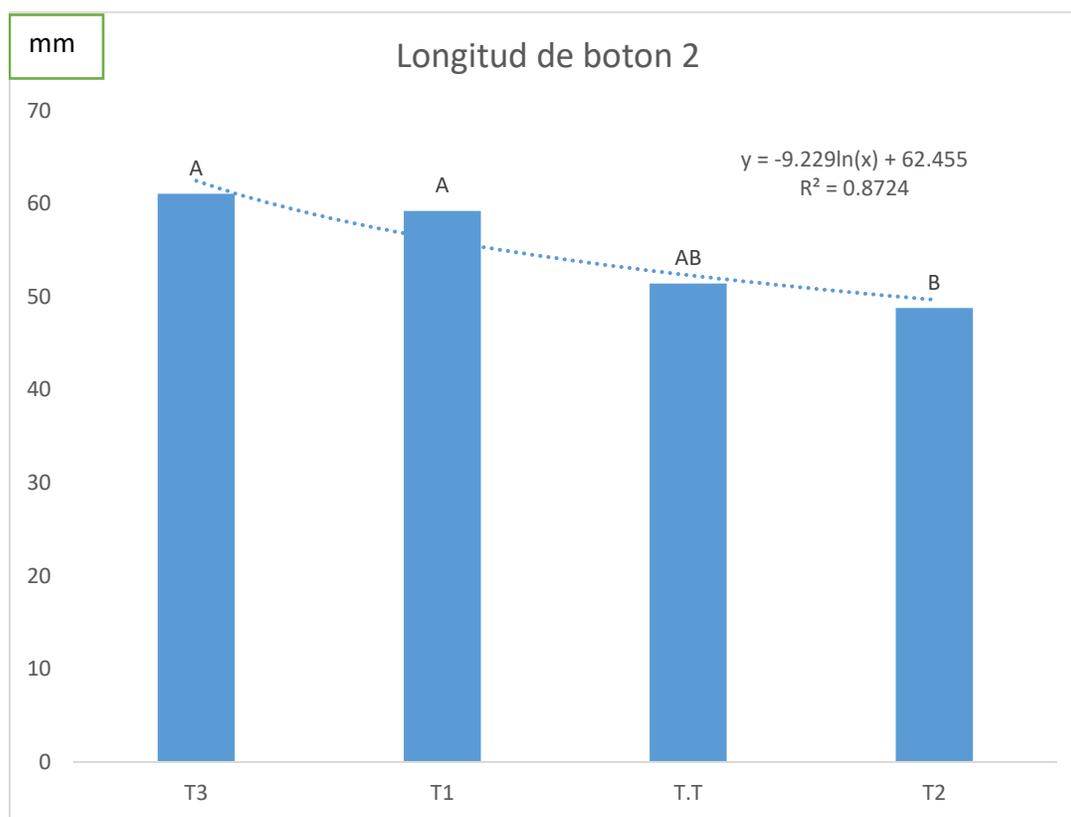


Figura 18 Datos de longitud del botón de Lilium variedad litouwen biofortificados con humato de calcio con fecha del 25 de octubre

Diámetro de botón

La variable del diámetro del botón de la planta, primera evaluación (fecha 15 de octubre 2021) , el análisis de varianza es estadísticamente no significativo (Cuadro 19), de manera gráfica se observa que las agrupaciones de medias no son estadísticamente significativas ya que comparten letras y medias (Grafica 19), de manera numéricamente se observa que el T3 es superior al T1 en un 2.71 % al T2

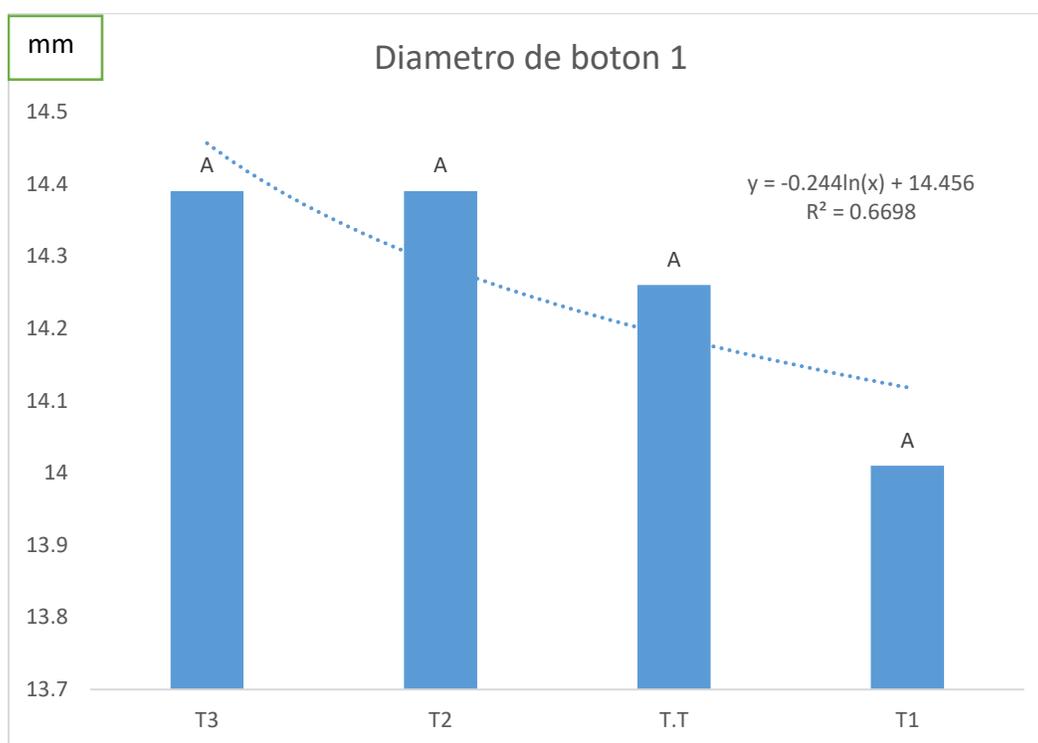


Figura 19 Datos del diámetro de botón de Liliun variedad litouwen biofortificados con humato de calcio con fecha del 15 de octubre

La variable del diámetro del botón de la planta, segunda evaluación (fecha 25 de octubre 2021), el análisis de varianza es estadísticamente significativo (Cuadro 20). De manera gráfica se observa que la media del T1 y T3 son altamente significativas respecto a las media del T.T, mientras que el T3 comparte medias con el T2 y al mismo tiempo se relacionan con él T1 Y T.T. De manera numéricamente se observa que el T1 es superior al T.T en un 13.88 % y un 3.07 % al T3

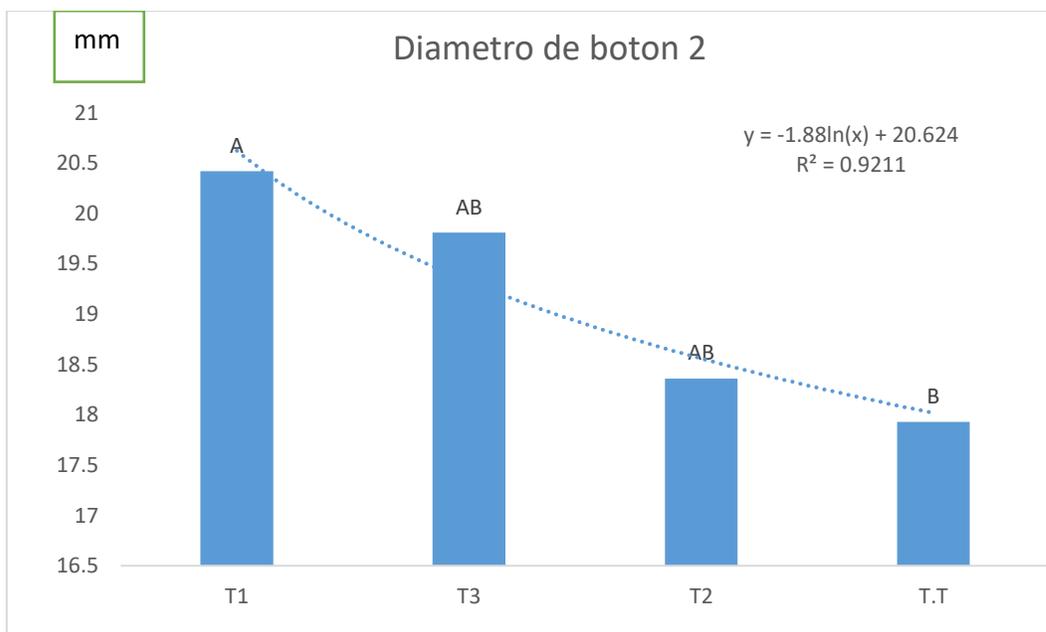


Figura 20 Datos del diámetro del botón en Lilium variedad litowen biofortificados con humato de calcio con fecha del 25 de octubre

Vida de florero

Al ser evaluada la vida de florero de las flores se pudo observar que el T3 tardo 15 días en caer la última flor, mientras que el tratamiento T1 y T2 tardo 13 días finalmente el T.T tardo 12 días.

VI CONCLUSIONES

Las variables evaluadas representan cualidades de importancia económica al momento de la comercialización de las plantas ornamentales de corte, con el T3 el cual es la mezcla de ácido húmico más un 6 % de calcio resulto favorable en estas variables, por lo que es recomendable que la producción de Liliun se tenga una interacción entre la nutrición mineral y la nutrición orgánica.

El calcio es un compuesto que se encarga en la cuestión metabólica ya que genero una mayor vida de florero, entonces esto nos indica que si se encuentra en las membranas de la célula.

BIBLIOGRAFÍA

Abad B., M., P. Noguera M., y C. Carrión B. 2004. Sustratos en los cultivo sin suelo. In: Tratado de cultivo sin suelo. M. Urrestarazu-Gavilán. Mundi prensa México. pp 113-158

Abo-Rezq H., M. Albaho and B. Thomas. 2009. Effect of sand in growing media on selected plant species. *European Journal of Scientific* 26: 618- 623.

Ayón, F., Veliz, D. y Gabriel, J. (2017). El caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) y su respuesta a la aplicación de ácidos húmicos (AH's) en el Cantón Jipijapa en Ecuador. *Journal Of The Selva Andina Biosphere*, 5(1), 4-14.

Baligar, V. C., N. K. Fageria, and Z. L. He. 2001. Nutrient use efficiency in plants. *Communications in Soil Sci. and Plant Analysis* 32:921-950.

Bass, R., N. Marissen, and A. Dik. 2000. Cut rose quality as affected by calcium supply and translocation. *Acta Horticulturae* 518:45- 54.

Beattie, D. J., and J. W. White. 1993. *Lilium. Hybrids and species*. In: De Hertogh, A., and M. Le Nard (eds). *The Physiology of Flower Bulbs*. Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam, The Netherlands. pp: 423-454.

Betancourt-Olvera, M., Rodríguez-Mendoza, M. N., Sandoval-Villa, M., & Gaytán-Acuña, E. A. 2005. Fertilización foliar una herramienta en el desarrollo del cultivo de *lilium* cv. Stargazer. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 11(2): 371-378.

Camacho-Cristóbal, J. J. and González-Fontes, A. 1999. Borond efficiency causes a drastic decrease in nitrate content and nitrate reductase activity, and increases the content of carbohydrates in leaves from tobacco plants. 209:528-536

Canellas, L. y Olivares, F. (2014). Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 1(3), 1-11.

Carrillo, L.M. 2009. Efecto de la solución nutritiva Steiner en la calidad y vida de florero de crisantemo. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. México. p. 117.

Castellanos J., Z. y P. Vargas T. 2009. Los Sustratos en la Horticultura Protegida. In: *Manual de Producción de Tomate en Invernadero*. J. Z. Castellanos. INTAGRI México. pp. 105-130

CHAHÍN, M.; MONTESINOS; MARQUEZ; FERRADA; IBAÑES. 2007. *Manual Producción de flores cortadas - IX Región* (en línea). Dirigido a pequeños(as) productores(as) de la Agricultura Familiar Campesina. Fundación para la innovación agraria – Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile 2007. Consultado el: 11 Junio 2011.

Chang, L., Wu, Y., Xu, W., Nikbakht, A. y Xia, Y. (2012). Effects of calcium and humic acid treatment on the growth and nutrient uptake of Oriental Lily. *African Journal of Biotechnology*, 11(9), 2218-2222.

Chang, Y. CH., and W.B. Miller. 2004. There lations hipbetwe en leaf en closure, transpiration, and upper leaf necrosis onLilium 'StarGazer'. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 129: 128-133.

Claridades agropecuarias. 2006. La floricultura Mexicana, el gigante que está despertando. Edición mayo-junio. No.154. México D.F. 60 p.

Cruz, C. E.; Arévalo, G. L.; Cano, M. R. y Gaytán, A. E. A. 2006. Soluciones pulso en la calidad postcosecha de lisianthus (*Eustomagrandiflorum*raf.) cv. 'Echo blue'. *Agric. Téc. Méx.* 32:191-200.

De Hertogh, A., Le Nard M. 1993. *The physiology of flower bulbs*. Elsevier: Amsterdam, Netherlands. 812 p.

Dios-Delgado, I. M. Sandoval-Villa, Ma . De las Nieves, E. Cárdenas-Soriano. 2008. Aplicaciones foliares de calcio y silicio en la incidencia de mildiu en lechuga. 24:91-98.

Dole, M. and Wilkins, H. 2005. *Floriculture: principles and species*. Second

Dursun, I., K.M. Tugrul and E. Dursun. 2007. Some physical properties of sugar beet seed. *Journal of Stored Products Research* 43(2): 149-155

Engelbrecht, G.M. 2004. The effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on the growth, yield and quality of *Lachenalia*. Ph. D. thesis. University of the Free State Bloemfontein. Bloemfontein, South Africa.

Gastal, F. and Lemaire, G. 2002. N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. *J. Exp. Bot.* 73-370, 789-799.

Gutiérrez, J., González, G., Segura, M., Sánchez, I., Orozco, J. y Fortis, M. (2015). Efecto de ácidos húmicos de Leonardita en la estabilidad de agregados del suelo y raíces de melón en condiciones de invernadero. *Revista Internacional de Botánica Experimental*, 84(2), 298-305.

Hernández, R., García, A., Portuondo, L., Muñiz, S., Berbara, R. he Izquierdo, F. (2012). Protección antioxidativa de los ácidos húmicos extraídos de vermicompost en arroz (*Oryza sativa* L.) var. IACuba30. *Revista de Protección Vegetal*, 27(2), 102-110.

INDAP (2005). *Cadenas de flores de bulbo*. Agraria. Chile: 28

Jones, B. J. 1998. *Plant Nutrition manual*. Ed. CRC Press. United States of America.

Kinsel, H. 1990. Calcium in the vacuoles and cell walls of plant tissue. *Flora* 182: 99-125.

Kirkby, E. A., and D. J. Pilbeam. 1984. Calcium as a plant nutrient. *Plant, Cell and Environ.* 7:397-405.

Kulikova, N., Abroskin, D., Badun, G., Chernysheva, M., Korobkov, V., Beer, A., Tsvetkova, E., Senik, S., Klein, O. y Perminova, I. (2016). Label Distribution in Tissues of Wheat Seedlings Cultivated with Tritium-Labeled Leonardite Humic Acid. *Scientific Reports*, 6, 28869.

Lobartini J. C. (2008). Avances en la producción nacional de bulbos de lillium. Agro UNS. Argentina, Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur: 28.

Lobo Contreras, M. (08 de Septiembre de 2013). <http://lasplantassegunsuespcie.blogspot.com/>. Recuperado el 07 de 06 de 2015, de Plantas Ornamentales: <http://lasplantassegunsuespcie.blogspot.com/2013/09/plantasornamentales.html>

Manda, M., Dumitru, M. y Nicu, C. (2014). Effects of humic acid and grape seed extract on growth and development of *Spathiphyllum wallisii* Regel. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 5 (2), 125-136.

Martín-Diana, A. B.; Rico, D.; Frías, J. M.; Barat, J. M.; Henehan, G. T. M. and BarryRyan, C. 2007. Calcium forextending the shelflife of fresh whole and minimally process edfruits and vegetables: a review. *Trends in Foods Science and Technology*. 18:210-218.

Miller, W. 1993. *Lilium longiflorum*. In: *The physiology of flower bulbs*. De Hertogh, A and M. Le Nard (eds). Elsevier. Amsterdam. Holland. pp. 391-422.

Mindari, W., Aini, N., Kusuma, Z. y Syekhfani. (2014). Effects of humic acid-based buffer + cation on chemical characteristics of saline soils and maize growth. *Journal of degraded and mining lands management*, 2, 259-268.

Orlov, D. S. 1995. *Humic Substances of the Soil and General Theory of Humification*. A. Balkema, Publishers, Old Post, Road, Brookfield, VT. USA

Paulín, A. 1997. *La poscosecha de las flores cortadas. Bases fisiológicas*. 2º ed. Centro de Investigaciones Agrícolas. Francia 142 p.

Poovaiah, B. W. 1979. Role of calcium in ripening and senescence. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 10 (1-2): 83-88

Ramos, R. 2000. Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulantes. Efectos frente al estrés salino. Facultad de Ciencias.

SEPHU (Sociedad Española de Productos Húmicos). (s.f). Principales propiedades de los ácidos húmicos. Consultado en la pág <https://www.sephu.net/ácidos-húmicos/principales-propiedades-delos-ácidos-húmicos>

Steiner, A. A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant Soil*.15: 134- 154.

Steiner, A. A. 1968. Soilless culture. *Proceedings of the 6th Colloquium of the Internacional Potash Institute*. pp: 324-341.

Steiner, A. A. 1984. The universal nutrient solution. pp. 633-650. In: *Proceedings 6th International Congress on Soilles Culture*. Wageningen. The Netherlands.

Streck, N. A.; M. Schuh. 2005. Simulating the vernalization response of the 'Snow Queen' lily (*Lilium longiflorum* Thunb.) *Sci. Agric*. 62(2): 58-64.

Taíz, L. y Zeiger, E. 2006. *Plant physiology*. Fourth Edition, Ed. Sinauer Associates, Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts U.S.A 764P.

Villegas. R. H. 1994. Estudio fenológico de cuatro variedades de liliun (hibridos asiáticos) bajo cubierta en Texcoco, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México

White, P. J. y Broadley, M. R. 2003. Calcium in plants. *Ann. BOT*. 92:487-511.

Zachariankis, M., Tzorakakis, E., Kritsotakis, I., Siminis, C. I. and Manios, V. 2001. Humic substances stimulate plant growth and nutrient accumulation in grapevine roostocks. *Acta Horticulturae*. 549.

Apéndice

Cuadro 15.- Análisis de varianza con fecha 27 de septiembre 2021 de longitud de la planta de Liliium variedad litouwen biofortificados con humato de calcio

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	3	101.5	33.82	1.82	0.160
Error	36	667.4	18.54		
Total	39	768.8			

Cuadro 16.- Análisis de varianza con fecha 12 de octubre 2021 longitud de tallo en la planta de Liliium variedad litouwen biofortificados con humato de calcio

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	3	484.5	161.49	4.79	0.007
Error	36	1213.5	33.71		
Total	39	1698.0			

Cuadro 17.- Análisis de varianza con fecha 25 de octubre 2021 longitud de botón de Liliium variedad litouwen biofortificados con humato de calcio

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	3	1059	352.8	3.09	0.039
Error	36	4115	114.3		
Total	39	5174			

Cuadro 18.- Análisis de varianza con fecha 15 de octubre 2021 longitud de botón de Liliium variedad litouwen biofortificados con humato de calcio

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	3	0.963	0.3209	0.10	0.957
Error	36	111.571	3.0992		
Total	39	112.534			

Cuadro 19.- Análisis de varianza con fecha 15 de octubre 2021 diámetro de botón de Lilium variedad litouwen biofortificados con humato de calcio

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	3	113.9	37.97	3.15	0.037
Error	36	434.0	12.06		
Total	39	547.9			

Cuadro 20.- Análisis de varianza con fecha 25 de octubre 2021 diámetro de botón de Lilium variedad litouwen biofortificados con humato de calcio

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	3	41.59	13.865	2.37	0.087
Error	36	210.95	5.860		
Total	39	252.54			