

EVALUACIÓN DE REFUERZO DE FERTILIZACIÓN Y SU POSIBLE EFECTO EN
LA REDUCCION DE CLOROSIS FOLIAR DE ALSTROEMERIA (*Alstroemeria* sp.)
EN CAMPO Y POSCOSECHA (VIAJE MARITIMO) EN LA COMPAÑÍA THE ELITE
FLOWER.



SANTIAGO GARCIA MOLINA

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERA AGRONOMICA
FUSAGASUGA, CUNDINAMARCA

2019

EVALUACIÓN DE REFUERZO DE FERTILIZACIÓN Y SU POSIBLE EFECTO EN
LA REDUCCION DE CLOROSIS FOLIAR DE ALSTROEMERIA (*Alstroemeria* sp.)
EN CAMPO Y POSCOSECHA (VIAJE MARITIMO) EN LA COMPAÑÍA THE ELITE
FLOWER.

SANTIAGO GARCIA MOLINA

Trabajo de grado (opción pasantía) presentado como requisito parcial

Para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo

DIRECTOR

FABIÁN GIOVANNY MÁRQUEZ NIÑO

ASESOR EXTERNO

KAREN TATIANA PEÑA OSORIO

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERA AGRONOMICA
FUSAGASUGA, CUNDINAMARCA

2019

RESUMEN

Al ser la clorosis foliar de *Alstroemeria* sp. en poscosecha uno de los reclamos más frecuentes de los clientes de la compañía The Elite Flower se realizó la presente investigación, la cual se llevó a cabo en condiciones de invernadero de la compañía, en el cultivo de *Alstroemeria* sp variedad amarilla. Donde se aplicó un refuerzo de la fertilización por inyección mediante líneas de goteo en el cultivo, para disminuir la clorosis en campo, bajo un diseño experimental completamente al azar (DCA) con 4 repeticiones por tratamiento. Se evaluó la fórmula de fertilización de la finca y un refuerzo adicional a la fórmula de fertilización que consistió en los siguientes elementos en Kg/ha: 27 de N, 18.6 de Mg, 15 de S, 0.60 de Fe, 0.24 de Mn. 0.04 de Zn, 0,02 Cu, 0.05 de B y 0.02 de Mo (datos de carácter privado y reservados por la compañía, ver anexo). Se analizó el nivel de amarillamiento en campo realizando mediciones semanales del índice de clorofila relativo (SPAD) durante 6 semanas para comparar con la escala de amarillamiento de SPAD establecida por la compañía. Posterior a las aplicaciones se realizó el corte de los tallos para simulación de viaje marítimo, consistió en un simulacro de viaje marítimo (23 días almacenados en cuarto frío a 1.5-2°C) para su posterior montaje en florero donde se evaluó la duración en vida florero teniendo en cuenta los tallos eliminados por cada día evaluado (criterio de descarte: más del 50% de follaje amarillo y abscisión de pétalos >50%), la fecha de eliminación y el número total de tallos, el nivel de amarillamiento de las hojas de *Alstroemeria* sp. se evaluó midiendo diariamente 5 hojas marcadas del tercio medio con el medidor de unidades Spad minolta 502 para determinar el grado de amarillamiento en vida florero.

Se determinó que el verdor del follaje (SPAD) y el porcentaje de nitrógeno aumento en los tallos que recibieron el refuerzo de fertilización a partir de la semana 3, alcanzando los valores más altos en la semana 4. Hubo mejoría en el verdor del follaje en cuanto a la escala de amarillamiento diseñada por la compañía, observando una diferencia visual en el color del follaje desde la semana 3 en los tallos que recibieron el refuerzo, teniendo en la semana 4 el 94% de los tallos muestreados en el rango 2, mientras que el tratamiento comercial los tallos se encontraron en los rangos 3 y 2 durante toda la fase de campo. Los elementos menores disminuyeron en los dos tratamientos durante el ensayo, posiblemente por el pH alto (alcalino) del suelo, los que se presentaron en mayores niveles de deficiencia fueron Fe, Mn y Cu, elementos a los que se presentar en forma de clorosis foliar cuando están en niveles bajos. En vida florero el amarillamiento de las hojas entre tratamientos fue diferente a partir del día 4, los valores de SPAD se mantuvieron en promedio 5 SPAD más altos en los tallos que recibieron el refuerzo de fertilización en campo y la duración en vida florero aumento 1.5 días en comparación al testigo. La eliminación de tallos por amarillamiento disminuyo un 19% en los tallos que recibieron el refuerzo de fertilización, pero se eliminaron en los días posteriores por abscisión de pétalos debido a efectos de etileno y senescencia de los tallos en vida florero.

INDICE

	Pag.
1. INTRODUCCION	10
2. OBJETIVOS	12
Objetivo general.	12
Objetivos específicos.	12
3. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
3.1 Marco teórico:	13
3.2 Generalidades de Alstroemeria sp.....	14
3.2.2 Manejo del cultivo:.....	15
3.2.3. Contenido de clorofila SPAD.....	20
3.3 NUTRIENTES	22
3.3.1 Nitrógeno.....	22
3.3.2 Relación Amonio/Nitrato	23
3.3.3 Magnesio	23
3.4 MICRONUTRIENTES	24
3.4.1 Formas de fertilizantes micronutrientes usados en la fertirrigación.....	25
3.4.2. Boro (B)	26
3.4.3. Cobre (Cu).....	26
3.4.4. Hierro (Fe).....	26
3.4.5. Manganeso (Mn)	27
3.4.6 Disponibilidad de micronutrientes en función del pH del suelo	28
3.5 Niveles óptimos para análisis nutricional.....	28
4. MATERIALES Y METODOS.	30
4.1 FASE DE CAMPO	30
4.1.2 Ubicación.	30
4.1.3 Material vegetal.....	30
4.1.4 Establecimiento del ensayo.	30
4.1.5 Factores de estudio	31
4.2 FASE VIDA FLORERO.....	33
4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	35
4.4 VARIABLES A EVALUAR	36
4.4.1 Medición de grado de amarillamiento en campo.	36

4.4.2 análisis nutricionales de suelo	37
4.4.3 análisis nutricional foliar.....	37
4.4.4 evaluación vida florero.....	38
4.4.5 Medición grado de amarillamiento en vida florero.....	38
4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	39
5. RESULTADOS Y DISCUSION.....	40
5.1 FASE DE CAMPO	40
5.1.1 Grado de amarillamiento en campo.....	40
5.1.2 Análisis nutricionales.....	44
5.2 FASE VIDA FLORERO.....	52
5.2.1 Nivel de amarillamiento en vida florero.....	52
5.2.2. Duración vida florero	55
6 CONCLUSIONES	59
7. BIBLIOGRAFIA.....	60

Lista de tablas

Tabla 1. pH ideal en suelo para la absorción de micronutrientes por las plantas. (Kafkafi & Tarchitzky, 2012).....	28
Tabla 2. Rangos óptimos, deficientes y excesos para el cultivo de <i>Alstroemeria</i> sp. en tejido foliar establecidos por Calvache (2013).	29
Tabla 4. Elementos en Kg/Ha de el refuerzo de fertilización aplicados semanalmente a un volumen de 2L/m ² por inyección en el cultivo de <i>Alstroemeria</i> sp.	31
Tabla 5. Formula de fertilización de la compañía The elite Flower para el cultivo de <i>Alstroemeria</i> sp.	33
Tabla 6. Prueba t-student de unidades SPAD por semana en campo de tallos de <i>Alstroemeria</i> sp.	41
Tabla 7. Resultados de análisis convencional de suelo, elementos disponibles comparativos entre tratamientos.	44
Tabla 8. Resultados de análisis convencional de material vegetal, comparativos entre tratamientos y rango óptimos para el cultivo de <i>Alstroemeria</i> sp.	48
Tabla 9. Niveles de suficiencia ideales para el cultivo de <i>Alstroemeria</i> sp.en tejido foliar vs resultados nutricionales foliares por tratamiento.	51
Tabla 10. Prueba t-student de unidades SPAD por día en vida florero de <i>Alstroemeria</i> sp.	52

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación y distribución de tallos de Alstroemeria sp. En floreros.....	33
Figura 2. Escala de amarillamiento de unidades SPAD en el cultivo de Alstroemeria sp. Establecido por la compañía.....	37
Figura 3. Contenido de clorofila en tercio medio con medidor SPAD 502 plus en hojas de plantas de Alstroemeria.	40
Figura 4. Escala de amarillamiento de unidades SPAD en el cultivo de Alstroemeria sp. Establecido por la compañía.....	42
Figura 5. Porcentaje de tallos por grado según escala de amarillamiento de Alstroemeria sp. muestreados en campo por semana.	42
Figura 6. Unidades SPAD en hojas de plantas en Alstroemeria sp.....	52
Figura 7. Promedio duración vida florero de tallos de Alstroemeria sp por replica.....	55
Figura 8. % Causas de eliminación de tallos de Alstroemeria sp. en vida florero después de aplicaciones y viaje marítimo simulado.	56
Figura 9. Registro fotográfico vida florero comparativos entre tratamientos de Alstroemeria sp.....	57

1. INTRODUCCION

Colombia es el segundo exportador mundial de flores frescas cortadas, con una participación del 14% en el comercio total, solo superado por Holanda que posee una participación total del 56% (Moreno & Serna , 2006). El sector floricultor en Colombia es económicamente uno de los cultivos más rentables, el cual exporta el 98 % de las flores producidas en el país. Para el año 2014 el área cultivada en el país fue de 13.132 hectáreas, dentro de las cuales se encuentra el cultivo de Alstroemeria (*Alstroemeria* sp.) que representa un 5% del área cosechada de flores en el país y cuenta con una producción 46.165 toneladas, 14.4% de la producción total de tallos frescos (Centro Nacional Agropecuario & DANE, 2016).

Actualmente la Alstroemeria goza de gran popularidad, esto se debe al creciente aumento de su comercialización a nivel mundial, gracias a su belleza, variedad de colores, y, sobre todo a la larga vida de sus flores después de la cosecha (Ferrante 2002), alrededor de 8 días. Sin embargo, esta durabilidad generalmente se ve perjudicada por el rápido amarillamiento de las hojas, lo que perjudica la calidad decorativa de estas flores (Cury et al., 2017).

El principal problema de Alstroemeria es la corta vida de sus hojas, normalmente la duración de las flores en vida florero está determinada por la longevidad de los pétalos. Sin embargo, en algunos casos, el follaje se deteriora antes que la flor y, entonces, la longevidad del tallo floral es determinada principalmente por el follaje. El amarillamiento del follaje en Alstroemeria se caracteriza por la degradación de la clorofila, proteínas y ácidos nucleicos, aumentado cuando los tallos florales se mantienen en la oscuridad y a altas temperaturas. Las temperaturas altas promueven el proceso de senescencia, incluyendo el amarillamiento foliar. Por lo que en cultivo el amarillamiento foliar puede ser causada por diversos factores (Pardo,

2010). Este amarillamiento es más marcado y se presenta con mayor frecuencia en tallos de que son enviados vía marítimo, el cual consiste en el transporte por barco de los tallos durante 23 días a 2°C, afectando negativamente la calidad y vida de florero de los tallos. Según Freire (2012) & Rodriguez (2014), los factores que pueden ser causa directa de este comportamiento son las deficiencias nutricionales, las más comunes presentes en este cultivo según Bonaudi (2017) es la falta de nitrógeno en las plantas, esta se manifiesta afectado la ramificación, hojas amarillas y bajo contenido de clorofila. Duran (2018) menciona que las plantas de *Alstroemeria* suelen mostrar deficiencias de Mg, Mn, y Fe que se ve reflejado como una clorosis intervenal en las hojas nuevas. En sus investigaciones autores como Pardo (2010); Waters (1967); Halevy y Mayak (1979) y Franco et al. (2009) demostraron que refuerzos de fertilización nitrogenada aumentan la longevidad de los tallos en postcosecha y disminuyen el amarillamiento de las hojas.

Elite Flower es reconocida por su importancia y trayectoria en Colombia ya que es líder en el sector floricultor (LaNota, 2019). Entre las flores que produce y exporta actualmente el cultivo de *Alstroemeria* es una de las flores de corte más importante de la compañía, las cuales tienen como destino comercial países a los cuales el envío debe ser realizado por vía marítima debido al incremento del costo de flete y custodia que representa el envío por vía aérea. Durante 2017 y 2018 se presentaron reclamos por amarillamiento por parte de uno de los clientes más importantes de la compañía, donde el 7% de los reclamos correspondió al amarillamiento del follaje al terminar el viaje marítimo. Por esta razón y por petición de los clientes se optó por realizar el presente ensayo que tiene como objetivo evaluar un refuerzo de fertilización en el cultivo de *Alstroemeria* variedad amarilla y su posible efecto en la disminución de clorosis foliar en campo y poscosecha mediante viaje marítimo.

2. OBJETIVOS

Objetivo general.

Evaluar refuerzo en la fertilización de *Alstroemeria* (*Alstroemeria* sp.) y su posible efecto en la disminución de clorosis foliar en campo y poscosecha (viaje marítimo) en la compañía The Elite Flower.

Objetivos específicos.

1. Analizar el grado de amarillamiento midiendo el índice relativo de clorofila (SPAD) y determinar la duración de los tallos de *Alstroemeria* sp. en vida florero sometidos a un simulacro de viaje marítimo y a un refuerzo de fertilización en campo.
2. Evaluar el efecto de un refuerzo en la fertilización en campo, en el nivel de amarillamiento de las hojas en un cultivo de *Alstroemeria* sp.
3. Determinar la cantidad de nutrientes en el suelo y en hojas de las plantas de *Alstroemeria* sp. evaluadas.

3. REVISIÓN DE LITERATURA.

3.1 Marco teórico:

La duración de la flor de corte en poscosecha está fuertemente influenciada por factores agronómicos y ambientales, tal como el estado nutricional, que determinan un primer paso hacia la calidad de la flor cortada. La calidad de una flor no se mejora con el manejo poscosecha sino que se mantiene o por el contrario se deteriora si la manipulación es inapropiada (Pardo, 2010). La aplicación de macro y micronutrientes es una de las líneas de investigación que han atraído recientemente la atención para mejorar la calidad de corte y vida en florero de diferentes especies ornamentales (Ortega-Blu et al., 2006).

En su trabajo Pardo (2010) cita a Waters (1967) donde demostró que la fertilización nitrogenada afecta la longevidad en poscosecha. Adicionalmente, Halevy y Mayak (1979) observaron que cuando se aplicó la fuente de nitrógeno en forma nítrica se obtuvieron flores más longevas. Franco et al. (2009) determino que un refuerzo de fertilización a base de N y Ca aumento La vida en florero de dos cultivares de *Lilium* sp. influenciada, al menos en parte, por un mayor contenido de azúcares totales en las hojas de las plantas fertilizadas. Buitrago (2017) Comparo la formula de fertilizacion de *Clavel* sp. con un refuerzo de fertilizacion a base de N y K en etapa de elongacion y pico, donde determino que al suministrarlos es estas etapas donde la tasa de absorcion de nutrientes es alta, aumenta la calidad de cosecha.

El mayor problema que presenta en la Alstroemeria es el amarillamiento de sus hojas a los pocos días de corte, el cual está relacionado con la degradación de la clorofila, disminución

en la concentración de macromoléculas como proteína total, ARN, membrana lipídica y degradación de cloroplastos. En investigaciones acerca de la deficiencia de nutrientes en el cultivo de *Alstroemeria* (Freire, 2012) atribuye la clorosis prematura del follaje a una deficiencia de nitrógeno por lo que el contenido de clorofila es bajo y como resultado de esto los carbohidratos elaborados son pocos, por ende el crecimiento y rendimiento son bajos, estos problemas pueden ocurrir debido a una alta densidad de siembra y una inadecuada fertilización siendo lo recomendado por HilverdaKooiji (2010) 3,2 plantas/m². (Farinango , Calvache , & Vaca , 2006) Determinaron la respuesta de tres variedades de *Alstroemeria* a 3 niveles de fertilización (0 kg/ha, 100kg/ha y 200kg/ha) y determinaron que en campo con un refuerzo de 200kg/ha de nitrógeno aumenta considerablemente el diámetro del tallo, altura de la planta, longitud, número de inflorescencias y en general mejora la calidad de los tallos. Por lo que es importante realizar previamente al establecimiento del cultivo una fertilización en base a análisis de suelo para conocer parámetros químicos como conductividad eléctrica, pH y cantidad de nutrientes disponibles, ya que es frecuente que microelementos como Mn y Fe no están disponibles por un pH alto (alcalino).

3.2 Generalidades de *Alstroemeria* sp.

La *alstroemeria* es una planta rizomatosa monocotiledónea y prefiere crecer más exuberante y florecer en las condiciones climáticas frías y húmedas. La planta de *alstroemeria* se compone de rizomas de tallos múltiples de los cuales surgen brotes aéreos y raíces fibrosas (Gupta & Gupta, 2007)

A medida que las plantas se desarrollan, las raíces fibrosas se vuelven raíces de almacenamiento engrosadas. Estas raíces de almacenamiento son largas, gruesas, blancas,

carnosas, muy quebradizas y densamente cabelludo. Los brotes pueden ser reproductivos o vegetativos dependiendo de las condiciones ambientales. Los brotes de *Alstroemeria* producen una inflorescencia cimosa y cada cima es ramificada simpodialmente con hasta cuatro flósculos que se abren uno tras otro. (Kaushal et. al, 2018)

Principalmente las flores de la *Alstroemeria* son de color amarillo y anaranjadas, sin embargo, también se pueden encontrar otros colores. En cualquier presentación, las flores estarán acompañadas de unas manchas con colores que contrasten con el resto de la flor (Andrago, 2012). En los últimos años se ha promovido el uso del cultivo de *Alstroemeria* como flor de corte, esto se debe a la facilidad de cultivar, no requiere de demandas especiales, tienen una amplia vida en florero y amplia gama de colores de este cultivo.

3.2.2 Manejo del cultivo:

Siembra: Las plantas jóvenes se deben regar antes del trasplante y posterior a este. Los rizomas con los brotes deben ser trasplantados rápidamente de 8-10 cm de profundidad. Los puntos de crecimiento deben colocarse hacia el centro de la cama, las raíces deben manejarse y extenderse con cuidado porque son una importante tienda de almidón para la planta en crecimiento. El suelo donde se realice el trasplante debe tener buen drenaje y bajos contenidos de sal, los niveles altos de sal deben ser reducidos por lixiviación antes de la siembra (Hanks, 2017).

Tutorado: *Alstroemeria* es un cultivo que puede alcanzar alturas hasta de 2,5 metros por lo que es esencial realizar un tutorado o encerrado, usando cuatro a cinco capas de malla de 20 x 20 cm espaciadas a intervalos de 50 cm, esta red se debe elevar regularmente a medida que

la planta se desarrolla para evitar que los tallos se caigan, en alguna variedad Alstroemeria llega a crecer hasta 2 metros por lo que esta estructura de soporte es fundamental (Aileen, 2006).

Condiciones del suelo: La Alstroemeria se puede cultivar en casi todos los tipos de suelo. En general, un suelo con un pH de 5,5 a 6,5 es el más adecuado para el cultivo. Por lo tanto, es aconsejable tomar primero muestras de suelo, de pH, materia orgánica, contenido de limo y los niveles de nutrientes (Agriculture forestry & fisheries, 2011),

Alstroemeria puede desarrollar una gran masa foliar, por lo tanto, la dependencia del agua en verano es alta, dentro de este tiempo, puede evaporar de 3 a 5 litros de agua por m² por día. El suelo requiere un drenaje libre con un nivel de agua constante durante todo el año. Además, el suelo debe contener suficiente material de retención de agua, pero no debe permanecer empapado. El suelo constantemente húmedo con un nivel freático alto debe estar bajo drenaje. Un suelo normal beneficiara más al cultivo si está bajo un drenaje adecuado. El suelo debe tener una baja concentración de sal. Continuamente se hace un nuevo rizoma y se forman raíces. Por lo tanto, una buena estructura del suelo con una relación óptima de aire/agua es de suma importancia para el éxito del cultivo (Lozano, 2013).

Densidad de siembra:

Las camas de Alstroemeria suelen tener una anchura de 1 a 1,2 metros. En una cama se plantan dos filas. Dependiendo de la variedad, la distancia entre cada planta varía de 30 a 60 cm. Es aconsejable mantener una densidad de siembra de 3 - 4 plantas por m² (Hanks, 2017).

Riego:

Entre todos los métodos de riego, según Kaushal et. al (2018) el riego por goteo es el más eficiente y se puede practicar en una gran variedad de cultivos, especialmente en flores. En el riego por goteo, el agua se aplica cerca de las raíces de la planta a través de emisores o goteros, en la superficie del suelo, a una tasa baja que varía de 2 a 20 litros por hora. La humedad del suelo se mantiene en un nivel óptimo con riegos frecuentes. Esto es ideal para el cultivo de Alstroemeria ya que tiene una gran cantidad de crecimiento muy exuberante que requiere mucha agua, especialmente en climas cálidos.

después del establecimiento de la plantación, los riegos deben ser espaciados porque el exceso del agua provoca las pudriciones, lavado de nutrientes y desbalance en las relaciones nutricionales como C/N causando posibles deficiencias nutricionales a nivel suelo y planta. En cambio, cuando la planta está bien enraizada, se deben aumentar los riegos es decir cada semana, es así como la Alstroemeria produce tallos fuertes con muchas hojas y por esto, los riegos deben ser abundantes especialmente durante su crecimiento, si es posible cada día según el requerimiento de la planta (Universidad Autonoma de Puebla, 2003).

Fertilización

La Alstroemeria una vez plantada, empieza a crecer intensivamente. Después de 2 meses de plantación se debe realizar otro análisis del suelo y aplicar los elementos faltantes. Durante el crecimiento se debe realizar una fertilización complementaria de un fertilizante completo. La Alstroemeria tiene mayores requerimientos nutrimentales durante el desarrollo de los

tallos florales. Las investigaciones señalaron un mayor rendimiento de flores cuando la proporción de nitrógeno y potasio es 1:2. (Universidad autónoma de Puebla, 2003)

Según HilverdaKooij (2010) un nivel demasiado elevado de PH. (>7.3) puede causar deficiencias de Manganese (Mn), hierro (Fe) u otro microelemento. Normalmente una deficiencia no es causada por falta de nutrientes en suelo, sino suele ser problema de la raíz o de niveles demasiado altos o bajos de pH. Las deficiencias más comunes son las siguientes:

- deficiencia de hierro: Las hojas jóvenes se tornan cloróticas y se ven las nervaduras de color verde.
- deficiencia de Manganese: Las hojas jóvenes se tornan cloróticas con las venas principales de color verde.
- deficiencia de Magnesio: las hojas del tercio medio y bajo se tornan cloróticas y se ven líneas amarillas entre las venas.

Temperatura: En cultivo los híbridos de *Alstroemeria* requieren un rango de temperaturas diurnas entre 16 y 17°C Mamany (2014) menciona la importancia de la temperatura óptima y sus efectos sobre el rendimiento. Donde, durante la noche la temperatura óptima es de 13 °C, en el verano la temperatura no debe ser mayor de 20 °C. Las temperaturas bajas influyen sobre la formación de los rizomas y sobre el rendimiento de las flores en la primavera, temperaturas mayores de 20 °C dificultan la formación de las flores (Jaramillo, 2010).

Después de corte las flores se deben almacenar en cuartos fríos, a una temperatura que oscila entre 1 - 3°C. A esta temperatura la tasa de envejecimiento puede reducirse dramáticamente.

Un enfriamiento rápido acompañado de una cadena de frío estable (2°C), son esenciales para asegurar la calidad y una vida en florero satisfactorias de la mayoría de las flores cortadas (Reid, 2009).

Momento del corte: Piovano & Pisi (2017) recomiendan cortar los tallos a nivel de la tierra o tirando de la vara. Los de las plantas jóvenes, o no bien enraizadas, se deben jalar cuidadosamente o cortarlas con navaja sería lo recomendable. El momento de corte es cuando una o dos de las flores están abiertas.

Postcosecha: Después del corte se deben trasladar los tallos a poscosecha y se deben colocar los tallos en solución de hidratación de tiosulfato de plata con ácido giberelico por lo menos durante 4 horas. La parte basal blanca se debe acortar para mejorar la toma de agua por el tallo (Universidad Autónoma de Puebla, 2003).

Las soluciones de hidratación deben ser preparadas con agua limpia y procurando una baja contaminación bacteriológica; pH neutro y una baja conductividad eléctrica < 1 mS/cm. El tratamiento de las flores en la solución se debe hacer en un cuarto frío, a una temperatura que oscila entre 1° y 3° C. Después del tiempo de hidratación se debe realizar el empaque y llevar a cuarto frío para su transporte marítimo que dura alrededor de 21-23 días. (Jaramillo et. al, 2010)

Vida florero: Las flores cortadas se deterioran rápidamente y requieren tecnologías para aumentar su durabilidad, la duración en vida florero generalmente es de 8-10 días. La vida florero puede ser larga, y comúnmente se termina por la senescencia de los pétalos de la flor.

Sin embargo, el principal problema poscosecha asociado con el corte de la Alstroemeria es el amarillamiento prematuro de las hojas que se presenta bien antes de la senescencia de la flor (Cury et. al, 2017).

Por lo tanto, mantener el color verde en las hojas es un atributo de calidad importante en Alstroemeria . La presencia de un azúcar en la solución del florero retrasa efectivamente el marchitamiento de los pétalos y la abscisión, y prolonga la longevidad de muchas flores cortadas. Los azúcares exógenos proporcionan sustratos para respiración, soporte estructural y mejorar el balance de agua en las flores cortadas (Yeat et. al, 2012).

3.2.3. Contenido de clorofila SPAD

Las lecturas SPAD son un indicador para diagnosticar el estado de nitrógeno total en el tejido vegetal. Los valores SPAD se basan en el principio de que parte de la luz que llega a la hoja es absorbida por la clorofila y el resto que se refleja entra en contacto con la celda detectora del SPAD y es convertida en una señal eléctrica. La cantidad de luz captada por la celda es inversamente proporcional a la cantidad de luz utilizada por la clorofila, la señal es procesada, y la absorbancia es cuantificada en valores dimensionales que van de 0 a 199, por lo que las unidades SPAD serán siempre las mismas de acuerdo con el tono verde de las hojas (Reyes, 2016).

El SPAD-502 evalúa cuantitativamente la intensidad del verde de la hoja y determina un índice SPAD o índice relativo de clorofila que, normalmente, es altamente correlacionado con el contenido de clorofila de la hoja, identificando la deficiencia de nitrógeno (Da Cunha et. al, 2015).

Según Da Cunha et al. (2015). “*Varios trabajos recomiendan la utilización del medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para la evaluación del estado nutricional de una planta con relación al nitrógeno, en lechuga (León et al., 2007), algodón (Motomiya et al. 2009), papa (Gianquinto et al. 2003, Coelho et al. 2010), remolacha (Sexton & Carroll 2002), café (Reis et al. 2006) y tomate (Fontes & Ronchi 2002, Ferreira et al. 2006).*” Por lo que el índice de SPAD obtenido por el instrumento 502 minolta resulta confiable al momento de determinar el estado del nitrógeno en el tiempo y periodos donde la necesidad es mayor.

Reeves et. al (1993) reporto que la cantidad de clorofila y de nitrógeno total determinados por los métodos tradicionales presenta una alta correlación con las unidades SPAD medidas con el detector de clorofila Minolta SPAD-501.

Con un modelo del detector de clorofila SPAD-502, se demostró que la unidad SPAD es un valor proporcional al contenido de nitrógeno en plantas de arroz. El contenido de clorofila y la absorción de nitrógeno se han correlacionado con las unidades SPAD en diversas condiciones ambientales como la intensidad luminosa, temperatura, humedad relativa, plagas, densidad de población, fuente de nitrógeno, etc. Rodríguez et al. (1998). En Alstroemeria esta información sobre el índice relativo de clorofila (SPAD) y/o nivel de amarillamiento ya sea en fase de cultivo o poscosecha es limitado por lo que no se ha reportado un valor crítico de SPAD del cultivo donde existe necesidad de nitrógeno, ni se ha correlacionado con el porcentaje de nitrógeno foliar.

3.3 NUTRIENTES

3.3.1 Nitrógeno

El nitrógeno requiere un manejo cuidadoso, debido a que es muy susceptible de ser perdido en los suelos. El nitrógeno puede ser perdido en el suelo a través de la volatilización, lixiviación, desnitrificación, erosión y escorrentía, este lixivía más fácilmente en suelos arenosos que en suelos de textura fina. Si no se aplica correctamente, la pérdida puede representar hasta en un 50/60% de la cantidad aplicada (Benny, 2011).

Daza et al. (2018) atribuye al nitrógeno una eficiencia menor al 50 %, debido a pérdidas por:

- Lixiviación fuera de la zona radicular, La lixiviación de N está directamente relacionada con el inadecuado manejo del riego, aplicaciones excesivas y no oportunas de la fertilización nitrogenada, características y uso del suelo y las condiciones climáticas.
- Acumulación de sales de N en la superficie seca del suelo debido a la evaporación de la solución del suelo.
- Pérdidas de nitratos por desnitrificación.

El nitrógeno es el principal constituyente de plantas que representan al menos la mitad de El número total de iones absorbidos por las plantas. La deficiencia de nitrógeno en las plantas interfiere con los principales procesos bioquímicos involucrados en síntesis de proteínas y, por lo tanto, retrasa el crecimiento y reduce producción de cultivos. Como resultado la

fotosíntesis se ralentiza debido a la falta de aminoácidos y maquinaria para esqueleto de carbohidratos y carbono para todas las orgánicas síntesis (Njagi, 1993).

Un síntoma temprano de deficiencia de nitrógeno en las plantas es el amarillamiento general de las hojas debido a inhibición de la síntesis de clorofila. Las hojas inferiores están afectadas primero porque el nitrógeno se transloca de hojas vieja a hojas jóvenes, además de esto afecta la ramificación de la planta, el contenido de clorofila disminuye y los rendimientos son bajos (Njagi, 1993).

3.3.2 Relación Amonio/Nitrato

El nitrógeno es el cuarto elemento más abundante que se encuentra en el tejido vegetal después del carbono, oxígeno e hidrogeno. Las plantas pueden aprovechar el nitrógeno en forma de nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+) por lo que es posible utilizar nitrato y amonio en las soluciones nutritivas. Se ha argumentado que en cualquiera de las dos formas es benéfico o de igual forma puede causar desbalances nutrimentales en la solución nutritiva. Se ha demostrado que un adecuado balance entre el amonio y el nitrato es benéfico para el crecimiento de las plantas (Mengel y Kirkby, 1987). En su investigación Degiovanni et al. (2010) determino que las mayores tasas de crecimiento vegetal y de rendimiento de cultivos se obtienen con la combinación de nitrato y amonio en proporción menor o igual a 50 %.

3.3.3 Magnesio

El magnesio está involucrado directamente en la reacción fotosintética por su papel central en la estructura de la molécula de clorofila, que les confiere el color verde a las hojas de las

plantas y el metabolismo glucídico en la planta, además activas enzimas que intervienen en la síntesis de los ácidos nucleicos. Por tanto, es evidente su intervención en el verdor de las hojas. el manejo correcto del magnesio puede resultar más barato que la adición de productos basados en hormonas vegetales para mantener el verdor de las hojas en poscosecha (Reyes et. al, 2017).

Es absorbido por las plantas como ion divalente Mg^{+2} y es, el constituyente central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que funciona como un aceptador de la energía provista por el sol; por ello, del 15 al 20% del magnesio contenido en la planta se encuentra en las partes verdes. El Magnesio participa en las reacciones enzimáticas relacionadas a la transferencia de energía de la planta (FAO, 2002).

Dado que el magnesio es móvil dentro de la planta, los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas más viejas, avanzando más tarde hacia las hojas jóvenes. El primer síntoma es hojas amarillas, que luego desarrollan una clorosis intervenal. En los casos graves de carencia se necrosan (Pereira et. al, 2011 & Rizo, 2010). La deficiencia de este elemento conduce a una reducción en el rendimiento, una mayor susceptibilidad de la planta a enfermedades. la limitación del Mg deriva en falta de crecimiento (Reyes et al., 2017).

3.4 MICRONUTRIENTES

Los elementos químicos que están presentes en las plantas en cantidades relativamente pequeñas en comparación con el N, P y K son llamados micronutrientes. Son absorbidos por las plantas como cationes divalentes son el hierro (Fe^{+2}), manganeso (Mn^{+2}), cobre (Cu^{+2}) y

zinc (Zn^{+2}). Los micronutrientes absorbidos como aniones son el molibdeno como molibdato [MoO_4^-] y el boro como ácido bórico ($B(OH)_3$) o como borato ($B(OH)_4^-$) (Moran, 2004).

Las deficiencias de micronutrientes son primeramente observadas en las hojas más jóvenes a diferencia con la deficiencia de macronutrientes (N, P y K) que primero ocurren en las hojas más bajas de la planta. Los macronutrientes en una planta en crecimiento están concentrados en los tejidos jóvenes en desarrollo (Martínez et. al, 2009).

3.4.1 Formas de fertilizantes micronutrientes usados en la fertirrigación

Según Kafkafi & Tarchitzky, (2012) los micronutrientes Fe, Cu, Zn y Mn son muy reactivos con las partículas de arcilla y otros componentes del suelo; por lo tanto, cuando se los suministra al suelo como simples sales inorgánicas, su disponibilidad para las plantas es reducida, y es probable que vuelvan rápidamente a formas indisponibles. Sin embargo, cuando se agregan en forma de quelatos mantienen su disponibilidad para la absorción por las plantas.

En fertirrigación, la mayor parte de los micronutrientes metálicos, como el Cu, Fe, Mn y Zn, son suministrados en forma de quelatos, principalmente como EDTA (ácido etilen-diamin-tetraacético). En esta forma, la mayor parte de los compuestos metal-quelato son estables debajo de pH 7,0. Quelatos estables de Fe para suelos alcalinos ($pH > 7,5$) son normalmente basados en EDDHA (ácido etilen-diamin diorto-hidroxifenilacético) ya que son indispensables para la fertirrigación (Lucena, 2009).

3.4.2. Boro (B)

El boro juega un importante papel en la fertilización de las plantas, teniendo necesidades particularmente elevadas cuando el crecimiento en peso de las hojas es más alto y durante la floración. El contenido en boro de los órganos reproductivos (anteras, estilos, estigmas, ovarios) es especialmente alto. Los principales factores susceptibles de influir sobre la aparición de la carencia de boro son niveles altos de pH en el suelo y las interacciones con otros elementos nutritivos como el exceso de nitrógeno (Alarcón, 2013).

3.4.3. Cobre (Cu)

El Cu en el suelo no siempre se encuentra totalmente disponible para ser absorbido por las plantas. Algunos factores, como el pH, afectan su disponibilidad ya que esta disminuye cuando el $\text{pH} > 7$ y aumenta con valores inferiores a 6. Asimismo, de los micronutrientes metálicos (Fe, Mn, Zn y Cu), el Cu es el que normalmente está más enlazado con la materia orgánica, formando compuestos muy estables. Esto explica por qué se produce deficiencia de cobre en suelos muy orgánicos. Los suelos arenosos tienen bajos contenidos de Cu, mientras que suelos arcillosos normalmente presentan una disponibilidad mayor. La disponibilidad de Cu también es afectada por iones antagonistas como lo son altos contenidos de Nitrógeno y Fósforo (SOBITEC, 2017).

3.4.4. Hierro (Fe)

En suelos bien aireados, el Fe está presente en formas muy poco solubles, como el hidróxido férrico. El síntoma más común de deficiencia de Fe es el amarillamiento (clorosis) de las

hojas jóvenes del ápice de la planta, particularmente en suelos calcáreos con $\text{pH} > 8,0$, donde se refiere normalmente como clorosis (Quintero, 2016).

Los primeros síntomas visibles de deficiencia de Fe aparecen como clorosis en las hojas jóvenes. En la mayoría de las especies, la clorosis aparece entre las nervaduras en un reticulado fino. Sin embargo, las nervaduras permanecen verdes en acentuado contraste con el fondo verde más claro o amarillento del resto del tejido. Las hojas más jóvenes pueden carecer completamente de clorofila (Pereira et al., 2011).

3.4.5. Manganeso (Mn)

El manganeso Mn^{+2} presenta cierta movilidad en el suelo y puede lixiviarse con facilidad, La fracción más importante para las plantas es el Mn^{+2} , debido a que corresponde a la fracción más disponible para ser absorbida por las raíces. Los factores del suelo que aumentan la disponibilidad de manganeso son el pH y la materia orgánica. Cuando el pH disminuye, el manganeso aumenta su solubilidad en la solución suelo, dejándolo disponible para las plantas. La liberación del manganeso, por su parte, se inicia con valores de pH cercanos a 6,0 y se intensifica a medida que esta baja (Molina, 2009).

La planta toma al manganeso de forma activa por la raíz en forma de Mn^{++} , aunque también lo puede absorber como quelato. Este nutrimento participa en la síntesis de clorofila, asimilación de nitratos, síntesis de vitaminas síntesis de aminoácido, ATP, división celular y participa activamente en la fotosíntesis. Este elemento puede reemplazar al magnesio en reacciones en las que intervienen componentes enzimáticos (INTAGRI, 2018).

3.4.6 Disponibilidad de micronutrientes en función del pH del suelo

El rango de pH del suelo para una efectiva absorción de micronutrientes por las plantas se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. pH ideal en suelo para la absorción de micronutrientes por las plantas. (Kafkafi & Tarchitzky, 2012)

Micronutriente	Rango de pH para una máxima disponibilidad
Hierro	4,0 – 6,5
Manganeso	5,0 – 6,5
Zinc	5,0 – 7,0
Cobre	5,0 – 7,0
Boro	5,0 – 7,0
Molibdeno	5,0 – 7,5

3.5 Niveles óptimos para análisis nutricional.

Existen varios sistemas para evaluar el estado de fertilidad del suelo y de nutrición de los cultivos, entre ellos, merece la atención destacar el diagnóstico de deficiencias nutricionales por análisis de suelo y foliar. Tanto los análisis de suelos como los análisis foliares juegan un papel muy importante en el diagnóstico y control de nutrición de los cultivos ya que permiten determinar exactamente la relación suelo planta.

En sus investigaciones Calvache (2013) establece rangos óptimos de cada elemento para el cultivo de Alstroemeria; donde, en estos rangos se logra la mayor producción y se encuentra en concentraciones donde no se ven afectados por antagonismos con otros nutrientes, por lo

que estos rangos tienen una gran utilidad al momento de realizar planes de fertilización dependiendo de los resultados y necesidades del cultivo.

Tabla 2. Rangos óptimos, deficientes y excesos para el cultivo de Alstroemeria sp. en tejido foliar establecidos por Calvache (2013).

Alstroemeria	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	B
Deficiente	<3,8	<0,3	<3,0	<0,7	<0,25	<100	<150	<8	<15	<15
Rango normal	3,8 - 5,6	0,3 - 0,7	3,7 - 4,8	0,7 - 1,5	0,3 - 0,4	150 - 300	150 - 300	9 -14	25 - 75	30 - 60
Exceso	>5,6	>0,7	>4,5	>1,5	>0,5	>200	>300	>50	>100	>80

4. MATERIALES Y METODOS.

4.1 FASE DE CAMPO

4.1.2 Ubicación.

La presente evaluación se llevó a cabo en las instalaciones de la compañía Elite Flower, ubicada en el departamento de Cundinamarca en el municipio de Facatativá (kilómetro 31 vía Facatativá -Bogotá), Con un rango de temperatura de los 13°C-18°C, humedad relativa del 60-85%, precipitación anual de 500-1000 mm y un promedio de 6 horas de sol (IDEAM, 2019).

4.1.3 Material vegetal.

El material vegetal para el desarrollo del ensayo fueron tallos de Alstroemeria variedad amarilla con inflorescencia y hojas, obtenidos a partir de un cultivo comercial, localizado en departamento de Cundinamarca kilómetro 31 vía Facatativá, de aproximadamente 6 años de siembra.

4.1.4 Establecimiento del ensayo.

El ensayo se estableció bajo un sistema de producción en suelo con riego por goteo ubicado en la compañía The Elite Flower, semanalmente se realizó el refuerzo de fertilización (ver tabla 3). Consistió en aplicaciones de nitrógeno con una relación nítrica amoniacal 50/50, Magnesio ($Mg(NO_3)_2$). Elementos menores (Fe, Mn, Zn, Cu y Mo) quelatados con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) y Boro. Estas aplicaciones se realizaron durante 6 semanas. La lámina de riego fue de 2mm, con una densidad de siembra en el cultivo de 2,6 plantas/m². Luego de las aplicaciones, los tallos de Alstroemeria se trasladaron a la poscosecha de la

compañía donde se realizó la simulación de viaje marítimo durante 23 días en cuarto frío a una temperatura de 2°C y posterior montaje vida florero en el laboratorio del área de Investigación y Desarrollo.

4.1.5 Factores de estudio

4.1.5.1 Fórmula refuerzo de fertilización.

Se planteó la fórmula del refuerzo de fertilización por el departamento MIRFE de la compañía en base a antecedentes de amarillamiento del cultivo reportados por deficiencia de Mg, Fe y en menor medida N, mediante resultados nutricionales anteriores realizados por la compañía. Por lo que con el refuerzo de fertilización se buscó aportar estos elementos que se presentan en deficiencias y además aportar elementos menores (Mn (EDTA), Zn (EDTA), Cu (EDTA), B y Mo(EDTA)) para asegurar una fertilización completa y no generar desbalances de elementos en la planta como Fe/Mn. **la compañía se reserva los datos de productos y dosis de fertilizantes aplicados por cláusula de confidencialidad**

Tabla 3. Elementos en Kg/Ha de el refuerzo de fertilización aplicados semanalmente a un volumen de 2mm por inyección en el cultivo de Alstroemeria sp.

Elemento	Kg/Ha por aplicación	Kg/Ha total ⁽¹⁾	mg/L Por aplicación	mg/L Total ⁽¹⁾
NO³	2,30	13,80	85	510
NH₄	2,2	13,20	105	630
Mg	3,1	18,60	126	756
S	2,5	15,00	120	720
Fe*	0,1	0,60	3,75	22,5
Mn*	0,04	0,24	1,75	10,5
Zn*	0,007	0,04	0,35	2,1

Cu*	0,003	0,02	0,14	0,84
B	0,008	0,05	0,325	1,95
Mo*	0,004	0,02	0,14	0,84

⁽¹⁾ 6 aplicaciones con frecuencia semanal, * Elementos quelatados con EDTA.

4.1.5.2 Frecuencia de aplicación.

El fertirriego convencional se realiza aproximadamente cada 3 días dependiendo de la temperatura y la humedad relativa. La aplicación del refuerzo adicional a la fertilización convencional se realizó semanalmente durante 6 semanas en horas de la mañana. La lamina de riego fue de 2mm.

4.1.5.3 Testigo.

Se planteó un testigo comercial donde recibió la fertilización convencional del cultivo sin aplicación de refuerzo (Ver tabla 4). La fórmula de fertilización para el cultivo de Alstroemeria tiene un alto contenido de Nitrógeno, Potasio y Magnesio ya que al ser un cultivo de producción continua es necesario asegurar una constante producción de tallos, hojas verdes y flor, esto se logra con aportes altos de nitrógeno y magnesio, el crecimiento y grosor adecuado de los tallos con aplicaciones constantes de Potasio (K). El calcio se aplica en cantidades menores, esto es debido a que los suelos donde se realizó el ensayo tienden a ser alcalinos por lo que el contenido de calcio en suelo es alto.

Los microelementos (Cu, Mn, Fe y Mo) se aportan en bajas cantidades ya que no son requeridos en altas concentraciones para el cultivo, se aplicaron como quelatos EDTA para asegurar su disponibilidad y absorción por las plantas.

Tabla 4. Formula de fertilización de la compañía The elite Flower para el cultivo de Alstroemeria sp.

Elemento	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	B	Mo
ppm	120	15	140	14	30	1	0	2,5	1,5	0	0,05

**Datos de productos y dosis son de carácter privado por la compañía*

Nota: La fórmula se aplica cada vez que se realiza fertirriego por inyección. Aprox cada 3 días.

4.2 FASE VIDA FLORERO.

Del invernadero de evaluaron 45 tallos de Alstroemeria variedad amarilla con inflorescencia y hojas por tratamiento, se trasladaron a poscosecha y se hidrataron los tallos durante 6 horas en solución de hidratación con ácido giberelico y tiosulfato de plata en cuarto frío antes del empaque, posterior a la hidratación se realizó el empaque de los tallos y se llevó a cuarto frío para realizar la simulación tipo marítimo, el cual consiste en almacenamiento durante 23 días a una temperatura entre 0,5 y 2 °C, a la salida del viaje se hidrataron los tallos durante 1 día en cuarto frío para su posterior montaje en floreros.(Figura 1)



Figura 1. Ubicación y distribución de tallos de Alstroemeria sp. En floreros

Al terminar la etapa de viaje simulado marítimo, se evaluó la duración vida florero de los tratamientos, con la metodología propuesta por autores como Ferrante et. al (2001) donde realizo mediciones de SPAD diarias hasta el amarillamiento visible de la hoja y abscisión de

pétalos. Hatamzadeh, Rezvanypour & Hassanpour (2012) determinaron la duración en florero como el tiempo (días) donde el amarillamiento visible de la hoja es del 50% y/o la abscisión de pétalos es superior al 50% en relación con el número inicial de hojas y flores en cada tallo replicado. Se estableció la duración general de cada florero con el día promedio de los tallos hasta su eliminación por amarillamiento correspondiente al 50 % del follaje y/o abscisión de pétalos mayor al 50%. La vida florero se realizó en las instalaciones de investigación y desarrollo, con una temperatura promedio de 17°C, humedad relativa del 40% y luz natural, en donde se manejaron tres floreros por tratamiento cada uno con 15 unidades experimentales para un total de 45 tallos por tratamiento. Se llevaron a cabo mediciones de unidades Spad cada día, para ello se siguió la metodología propuesta por Mandujano (2012) & Reyes (2016), donde en sus trabajos diariamente midieron en hojas intermedias del tallo, siempre las 5 hojas por repetición hasta que las hojas presentaron un color amarillento (síntoma de senescencia), para evaluar el grado de amarillamiento en el tiempo. Se evaluó la duración de los tallos en vida florero y las causas de eliminación por tratamiento.

4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental fue el mismo que realizó Rodríguez (2014) con algunas modificaciones, donde empleó un diseño completamente al azar en invernadero con 5 repeticiones donde evaluó 3 refuerzos de fertilización para disminuir la clorosis de tallos de *Alstroemeria* sp. En el ensayo el diseño experimental en invernadero fue completamente al azar (DCA) con 4 repeticiones, cada repetición de 5 camas (48m²/cama), para un total de 20 camas/tratamiento, siendo la unidad experimental 1 planta. El tratamiento comercial (TC) recibió la fórmula de fertilización convencional (Tabla 4) y el tratamiento con el refuerzo de fertilización (T1) adicional a la fórmula de fertilización convencional recibió el refuerzo de fertilización (Tabla 3) en inyección por líneas de goteo.

En fase vida florero el diseño experimental fue un diseño completamente al azar (DCA) con 3 repeticiones por tratamiento, cada repetición de 1 florero para un total de 3 floreros/tratamiento, siendo la unidad experimental 1 tallo para un total de 15 unidades experimentales por repetición.

4.4 VARIABLES A EVALUAR

4.4.1 Medición de grado de amarillamiento en campo.

Pese a que existen diversos estudios del uso del SPAD-502 para determinar el contenido de clorofila, no existe un protocolo que indique la posición o estado fenológico de la hoja que debe medirse para hacer comparable los experimentos bajo distintas condiciones de cultivo de Alstroemeria. La lectura de SPAD se realizó en base a autores como Reyes (2016) en donde midió SPAD en la parte media de cada tallo en el cultivo de Alstroemeria. En el trabajo de Castellanos (2017) las mediciones se hicieron en 1 hoja del medio más iluminada de plantas de maíz. Rodríguez et al. (1998) realizó mediciones en la quinta hoja en plantas de tomate. Por lo que para el ensayo se tomaron al azar 15 tallos por repetición, de cada uno de los tallos se midió un foliolo del tercio medio y se realizó la medición con equipo SPAD Minolta 502 plus en el centro de la hoja, siempre a la misma hora entre las 7:00 y 9:00 am para determinar el grado de amarillamiento en el cultivo y comparar con la escala de amarillamiento establecida en campo por el área de Investigación y Desarrollo de la compañía The Elite Flower. (Figura 2)

Muestra a evaluar: 15 tallos por repetición (60 tallos por tratamiento).

Frecuencia: Semanal

Número	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Fotografía											
Unidades SPAD	90-60	59-45	44-41	40-38	37-33	32-28	27-24	23-15	14-13	12-2	1-0

Figura 2. Escala de amarillamiento de unidades SPAD en el cultivo de Alstroemeria sp. Establecido por la compañía The Elite Flower. Con un rango de unidades SPAD de 0-90, cada rango (1 a 11) corresponde a una diferencia visual en el verdor del follaje.

4.4.2 análisis nutricionales de suelo.

Se tomaron 16 submuestras en puntos al azar por tratamiento. luego de homogenizar las submuestras se tomó 1kg de suelo por tratamiento para envió a laboratorio externo para análisis.

Muestra a evaluar: 1kg de suelo por tratamiento.

Frecuencia: antes de iniciar, a la mitad y al finalizar aplicaciones.

4.4.3 análisis nutricional foliar.

Las muestras se tomaron en base a la metodología de la Universidad Jorge Tadeo Lozano (2016). Donde mencionan que las muestras de deben tomar de tallos antes de floración, de las hojas maduras más jóvenes (tercera a quinta hoja bajando), las cuales corresponden al tercio medio. Se tomaron 16 submuestras por tratamiento en puntos aleatorios en el campo y se enviaron para análisis nutricional.

Muestra a evaluar: 300 g de material vegetal (foliar) por tratamiento.

Frecuencia: antes de iniciar, a la mitad y al finalizar aplicaciones (Semana 6).

4.4.4 evaluación vida florero.

Luego del viaje marítimo simulado y la hidratación de los tallos se tomaron 45 tallos por cada uno de los tratamientos, con el fin de generar tres replicas en el espacio por tratamiento con quince (15) unidades experimentales por florero. Se evaluó la duración en vida florero en base a metodologías de autores como Hatamzadeh, Rezvanypour & Hassanpour (2012) y Ferrante et al. (2001), teniendo en cuenta los tallos eliminados por cada día evaluado (criterio de descarte: 50% de hojas amarillas y Absición de pétalos > al 50%), se tuvo en cuenta la fecha de eliminación y el número total de tallos.

Muestra a Evaluar: 45 tallos por tratamiento.

Frecuencia: al finalizar (Semana 6).

4.4.5 Medición grado de amarillamiento en vida florero.

En base a la metodología propuesta por Mandujano (2012) y Reyes (2016) diariamente se midieron 5 hojas del tercio medio por florero en el centro de la hoja con el medidos SPAD minolta 502 plus, las mediciones se realizaron en las mismas hojas durante la vida florero.

Muestra a evaluar: 15 hojas por tratamiento.

Frecuencia: todos los días durante la evaluación de vida florero.

4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño experimental fue un diseño completamente al azar (DCA). Se realizó test de Shapiro-Wilk para verificar la normalidad de los datos con nivel de significancia de 0.05 o un nivel de confianza del 95%.

Luego se efectuó Test de Levene u homogeneidad de varianzas, prueba estadística inferencial utilizada para evaluar la igualdad de las varianzas para una variable calculada para dos o más grupos. Se pone a prueba la hipótesis nula de que las varianzas poblacionales son iguales:

En las variables Grado de amarillamiento (campo y vida florero) y duración vida florero se realizaron pruebas t-student de cada día donde se realizó la medición del grado de amarillamiento donde se determinó si existen diferencias. En donde se evaluaron las siguientes hipótesis:

H₀ = No hay diferencia significativa entre tratamientos

H_a = Si hay diferencia significativa entre tratamientos

Si p (valor) >0.05 se acepta H_0 ; es decir no hay diferencias significativas entre tratamientos.

Si p (valor) <0.05 se acepta H_a ; es decir si hay diferencia significativa entre tratamientos.

Para los análisis nutricionales se realizó un análisis descriptivo de los resultados nutricionales de suelo y foliar de cada tratamiento.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 FASE DE CAMPO

5.1.1 Grado de amarillamiento en campo

En el grado de amarillamiento semanal en campo de las hojas de Alstroemeria (Figura 3) se aprecia un nivel similar entre los tratamientos desde la semana 1 hasta la semana 2 con 44 SPAD. A partir de la semana 3, el índice de clorofila aumento a 45,54 SPAD en los tallos que recibieron el refuerzo de fertilización, culminando en 46,4 SPAD al momento de finalizar las aplicaciones, con una media de 2,5 SPAD por encima del tratamiento convencional desde la semana 3 hasta finalizar la fase de campo, mientras que en el tratamiento comercial, el contenido de SPAD fue constante oscilando entre 43 y 45 SPAD durante la fase de campo.

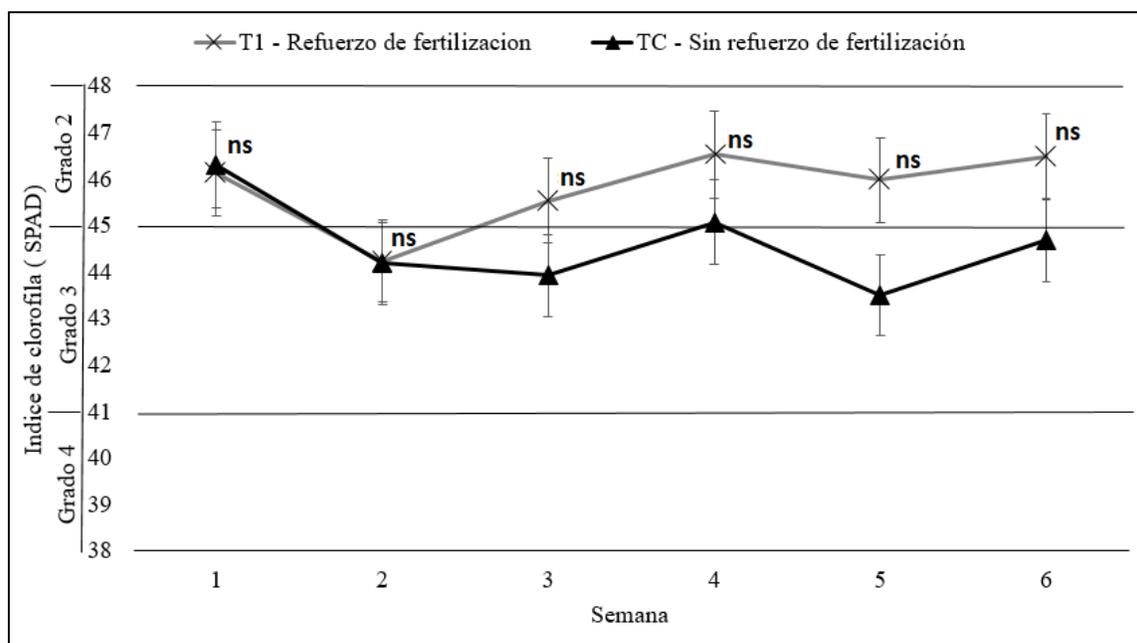


Figura 3. Contenido de clorofila en tercio medio con medidor SPAD 502 plus en hojas de plantas de Alstroemeria. Con refuerzo de fertilización (T1) y sin refuerzo de fertilización (TC). Promedios con (*) indican diferencia significativa según Prueba t-student ($P \leq 0,05$) y (ns) tratamientos iguales según Prueba t-student ($P > 0,05$). Barras verticales indican error estándar.

Al analizar las unidades SPAD en campo bajo las pruebas t-student (Tabla 5) no se evidencia diferencia significativa entre tratamientos durante las 6 semanas, pero si se evidencia diferencia en los rangos de la escala de amarillamiento.

Tabla 5. Prueba t-student de unidades SPAD por semana en campo de tallos de Alstroemeria sp.

Semana	Media 1 ⁽¹⁾	Media 2 ⁽²⁾	p-valor
0	46,08	46,29	0,8974
1	44,24	44,24	0,9991
2	43,91	45,54	0,1229
4	45,06	46,53	0,1800
5	43,38	45,98	0,0542
6	44,63	46,49	0,1920

⁽¹⁾ Media tratamiento convencional, ⁽²⁾ media tratamiento con refuerzo.

El valor más elevado de SPAD fue de 46,5 y se alcanzó en la semana 4 en los tallos que recibieron el refuerzo, mientras que en el tratamiento comercial el valor más alto alcanzado fue 45 SPAD en la semana 4 (Figura 3). A partir de la semana 3 los valores de clorofila (SPAD) permanecieron más altos en los tallos que recibieron el refuerzo de fertilización, por lo que el refuerzo tuvo un efecto sobre los tallos que recibieron el refuerzo de fertilización aumentando el verdor del follaje en cuanto a la escala de amarillamiento. Estos resultados son similares a los obtenidos por Franco et al. (2009) donde observo una tendencia al aumento en el contenido de clorofila medido en unidades SPAD con el incremento de la dosis de fertilización de nitrógeno en *Lilium* spp.

Número	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Fotografía											
Unidades SPAD	90-60	59-45	44-41	40-38	37-33	32-28	27-24	23-15	14-13	12-2	1-0

Figura 4. Escala de amarillamiento de unidades SPAD en el cultivo de *Alstroemeria* sp. Establecido por la compañía The Elite Flower. Con un rango de unidades SPAD de 0-90, cada rango (1 a 11) corresponde a una diferencia visual en el verdor del follaje.

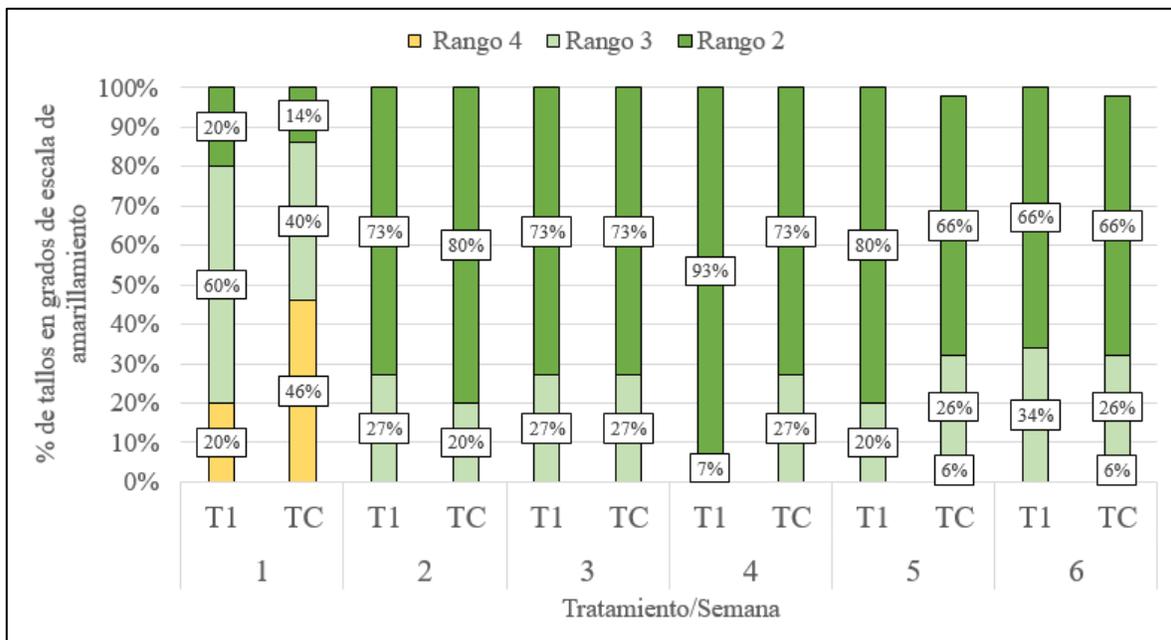


Figura 5. Porcentaje de tallos por grado según escala de amarillamiento de *Alstroemeria* sp. muestreados en campo por semana.

En base a la escala de amarillamiento establecida por la compañía (Figura 4) se clasificaron por semana el número de tallos que se encontraba en cada rango de esta (figura 5), donde se observa que en la primera semana, el color del follaje en los dos tratamientos estaba en los rangos 2, 3 y 4. De la semana 1 a 6 los tallos que recibieron el refuerzo de fertilización,

mejoraron el verdor de las hojas, aumentando semanalmente el porcentaje de los tallos en el rango 2 donde, en la semana 4 el 93% de los tallos se encontraban en este rango, mientras que el tratamiento convencional también aumento el número de tallos en grado 2 y grado 3; pero a partir de la semana 4 estuvo por debajo del refuerzo de fertilización. Aunque en unidades SPAD no se evidencian diferencias significativas entre tratamientos, el verdor de follaje si mejoro visualmente en los tallos que recibieron el refuerzo de fertilización, aumentando el verdor de las hojas siendo más notable en la semana 4 donde el 93 % de los tallos muestreados estaban en el rango 2 de la escala. El amarillamiento en campo no se observó ya que en los tratamientos el follaje en campo no alcanzo valores inferiores a 37 SPAD (rango 5) el cual es el rango crítico establecido por la compañía.

5.1.2 Análisis nutricionales.

5.1.2.1. Análisis de suelo.

Tabla 6. Resultados de análisis convencional de suelo, elementos disponibles comparativos entre tratamientos.

Muestreo		TC: testigo comercial			T1: Refuerzo de fertilización		
Elementos	Unidad	1*	2*	3*	1*	2*	3*
pH	N/A	6,67	6,84	7,01	6,87	6,99	7,03
Conductividad eléctrica (C.E)	ds/m	2,9	2,26	2,15	2,23	2,42	2,31
%saturación	%	72	68	68	75	76	72
C.I.C.E	me/100g	27,7	30,2	32,4	28,1	35,3	38
N03		4,77	2,24	4,19	5,25	4,96	6,47
NH4		0,98	0,75	1,64	0,95	1,52	3,05
P		11,3	10,2	8,8	11,1	11,7	12,5
K		37,9	40,8	43,6	27,3	31,1	34
S		310	314	303	217	250	329
Ca		185	160	242	192	224	275
Mg	mg/kg	64,6	64,2	65,1	50,1	65,2	79,4
Na		67,1	64,6	106	54	67,5	85,8
Fe		0,175	0,07	0,08	0,08	0,09	0,14
Mn		0,062	0,04	0,03	0,06	0,04	0,04
Cu		0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
Zn		0,021	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
B		0,51	0,54	0,56	0,6	0,57	0,6
RAS		1,18	1,41	1,88	1,06	1,17	1,39

(¹) Muestreo semana 0; (²) Muestreo semana 3; (³) Muestreo semana 6

En los resultados de elementos disponibles en suelo (Tabla 6) se observa que en los dos tratamientos (TC y T1) el pH del suelo aumentó de 6,67 a 7,01 en el tratamiento comercial y de 6,87 a 7,03, teniendo un pH final > 7 en los tratamientos, Piovano (2017) determinó que el pH óptimo para el desarrollo de Alstroemeria debe ser de 6,5. Van Der Helm et al. (2013) menciona que Alstroemeria tiene una preferencia por los suelos ligeramente ácidos. A un valor de pH de 6,5, todos los fertilizantes son bien disponible para las raíces. Por lo que con

un pH demasiado alto (> 7) como los obtenidos en los resultados puede llevar a una falta de Mn o Fe en la Alstroemeria, los cuales ya no están en forma disponible para la absorción de las raíces y en la mayoría de los casos según menciona Kafkafi & Tarchitzky (2012) se producen deficiencias en la planta de estos elementos.

La conductividad eléctrica (C.E) es la concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato por lo que a mayor C.E la concentración de sales es mayor, en sustrato estos valores deben ser bajos para evitar problemas de fitotoxicidad en cultivo (Barbaro, Karlanian, & Mata 2014). En el tratamiento comercial la C.E disminuyó de 2,9 mS/cm a 2,15 mS/cm durante el ensayo, mientras que el tratamiento con el refuerzo aumentó de 2,23 mS/cm a 2,31 mS/cm. De la investigación realizada por Van Mourik et al. (2010) mostraron que en Alstroemeria C.E mayores a 3.0 mS/cm afecta el peso de la rama, pero no el número de ramas ni el color del follaje, donde determinaron que se obtiene una mejor producción con una CE entre 1,5. y 3.0 mS/cm. Según HilverdaKooij (2010) la Alstroemeria es sensible a una gran cantidad de sal y las conductividades no deben ser demasiado altas (1,5 -2,5 mS/cm) ya que reducen la producción y flor y su calidad. En los análisis nutricionales la conductividad eléctrica es aportada en su mayoría por los cationes que se encuentran en mayor cantidad en los resultados del análisis de suelo (Ca, Na y Mg), por lo que los valores de C.E de los tratamientos se encontraron en los rangos óptimos para este cultivo en los tratamientos.

La relación nitríca/amoniaca aportada en el refuerzo de fertilización se vio reflejado en la disponibilidad de nutrientes en suelo, donde se realizó el refuerzo los valores finales son superiores a el tratamiento convencional, el contenido de Nitratos (NO^3) de T1 aumento en 1,22 ppm mientras que en el tratamiento comercial TC disminuyó 0,13 ppm de los muestreos

iniciales al final, NH_4 aumento en TC 0,66 ppm y en T1 aumento 2,55 ppm, se evidencia el aumento de N disponible en suelo donde se realizó en refuerzo de fertilización mientras que en el tratamiento comercial disminuyó.

Donde se observa la mayor diferencia de nutrientes en los resultados es en el contenido de azufre (> a 300 ppm). Estos altos niveles de suelo en los tratamientos donde en TC aumento 7 ppm y 112 ppm en T1, este aumento en la cantidad de S en suelo se atribuyen a la forma de los fertilizantes aportados en el refuerzo de fertilización ya que los aportes de N se aplicaron en forma de sulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. En la fase de campo no se observaron síntomas de fitotoxicidad por este elemento a pesar de encontrarse en valores altos, esto concuerda con lo observado por Añez et al. (1996) en un estudio sobre el uso de fertilizaciones en cebolla, donde encontraron que al aplicar grandes cantidades de azufre no se obtenía diferencias significativas ni efectos negativos en el cultivo pero se obtenían mayores rendimientos.

El contenido de magnesio (Mg) aumento en el tratamiento comercial 0,5 ppm y 29,3 ppm donde se realizó el refuerzo, comúnmente este elemento suele presentarse siempre en déficit, aunque exista una gran cantidad de este en suelo no está disponible para las plantas o se presenta antagonismo con otros elementos como el potasio (K). Según Moro (2015) la relación ideal Mg/K debe ser igual o próxima a 3, para evitar antagonismo, en los resultados esta relación se encuentra entre 4 y 6 siendo aceptable por autores como Hidalgo (2006) donde menciona que relaciones Mg/K son aceptables de 1 a 7, existiendo una carencia de magnesio a partir de 10, por lo que las relaciones de elementos en los resultados nutricionales

se encuentran dentro de los rangos aceptables donde no se presenta un antagonismo en la planta de estos.

Los niveles de calcio aumentaron significativamente en cada tratamiento a un promedio de 57 ppm en TC y 83 ppm en T1, si bien la fertilización de Ca es importante. Según Duran (2018) se debe revisar la relación Ca/K, dado su antagonismo, ya que el Ca es un catión bivalente y el K monovalente. Estas altas cantidades de Ca pueden ser debido a que este suelo tiende a ser alcalino por lo que este elemento es abundante, en los resultados nutricionales la proporción de Ca es mucho mayor a la de K por lo que se puede causar un desequilibrio en la absorción de estos elementos en la planta.

Los valores de microelementos (Fe, Mn, Cu y B) es mínima, aunque fueron aportados en el refuerzo, los valores son muy bajos en los dos tratamientos siendo todos <1 ppm disponibles en suelo, aunque no se presentó clorosis en campo y las hojas de *Alstroemeria* de los dos tratamientos permanecieron verdes. Los bajos valores de Fe y Mn tienen un efecto negativo en el color de las hojas debido a la aparición de clorosis (De Groot, 2010). En su investigación Midel (1983) determinó que en algunos cultivares de *Alstroemeria* son más sensibles que otros a la deficiencia de hierro y los síntomas de clorosis tienden a aparecer fácilmente en esas variedades. Posiblemente el pH alto en suelo que disminuyó la disponibilidad y absorción de elementos menores en suelo como menciona Kafkafi & Tarchitzky (2012) aunque se hayan proporcionado en quelatos mediante el refuerzo de fertilización.

5.1.2.2 Análisis foliar.

Tabla 7. Resultados de análisis convencional de material vegetal, comparativos entre tratamientos y rango óptimos para el cultivo de *Alstroemeria sp.*

Muestreo	Elementos	Unidad	Tc ⁽⁴⁾			T1 ⁽⁵⁾			Rango optimo ⁽⁶⁾
			(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	
	N		5,19	5,24	4,87	4,47	5,57	5,08	3,80 - 5,60
	P		0,398	0,406	0,351	0,433	0,416	0,338	0,30 - 0,70
	K	%	4,64	4,63	5,16	5,3	5,42	5,34	3,70 - 4,80
	Ca		0,702	0,695	0,765	0,756	0,827	0,898	0,70 - 1,50
	Mg		0,305	0,242	0,213	0,235	0,227	0,19	0,30 - 0,40
	Na		0,019	0,022	0,0255	0,021	0,0265	0,0275	0,30 - 0,40
	S		0,243	0,265	0,29	0,215	0,209	0,259	0,30 - 0,40
	Cu		7,3	6,65	8,25	6,4	5,5	6,6	9,00 - 14,0
	Zn		50,3	49,5	30,4	36,4	35,4	27,7	25,0 - 75-0
	Mn	ppm	84,7	62,4	41,7	79,4	58,3	42,3	150-300
	Fe		131	89,6	83,3	172	89,7	84,7	150 - 300
	B		40,4	41,2	33,3	41,8	43,3	35,5	30,0 – 60,0

⁽¹⁾ Muestreo semana 0, ⁽²⁾ Muestreo semana 3, ⁽³⁾ Muestreo semana 6, ⁽⁴⁾ Tratamiento comercial, ⁽⁵⁾ Refuerzo de fertilización, ⁽⁶⁾ Rangos óptimos para *Alstroemeria sp.*

En los resultados nutricionales de material vegetal (Tabla 7) el contenido inicial de nitrógeno(N) fue mayor en el TC con 5.19 % y en T1 fue de 4.47%, esto se ve reflejado en los valores de la primera semana SPAD donde TC fue mayor en 0.5 SPAD al tratamiento con el refuerzo de fertilización (Figura 3), el contenido de nitrógeno en TC fue constante y tuvo una variación de 0.05% en el segundo muestreo y 0,37% en el último, mientras que donde se realizó el refuerzo de fertilización (T1) el valor de nitrógeno en follaje progresivamente fue aumentando 1,1% en el segundo muestreo y 0,8% en el muestreo final, estos valores coinciden con la semana donde se obtuvo los valores más altos de SPAD que fue 46.5 en la semana 4, donde se realizó el segundo muestreo y el valor de N fue el más alto (5,57%). Estos resultados explican los valores SPAD donde los valores de TC fueron constantes y variaron poco durante la fase de campo, mientras que a partir de la semana 3 los valores de

SPAD de T1 aumentaron progresivamente, esto se atribuye al aumento del contenido de nitrógeno en los resultados de la semana 3 (Tabla 7), por lo que el refuerzo de fertilización con una relación nítrica amoniacal 50/50 aumentó el contenido de nitrógeno en hojas progresivamente y este se vio reflejado en los valores de SPAD y análisis nutricionales, por el contrario Smith et al. (1998) en su investigación determinó que con la adición de diferentes dosis NH_4 y NO_3 la concentración de nitrógeno en la hoja es la misma por lo que *Alstroemeria* parece no ser tan sensible a la relación NH_4/NO_3 .

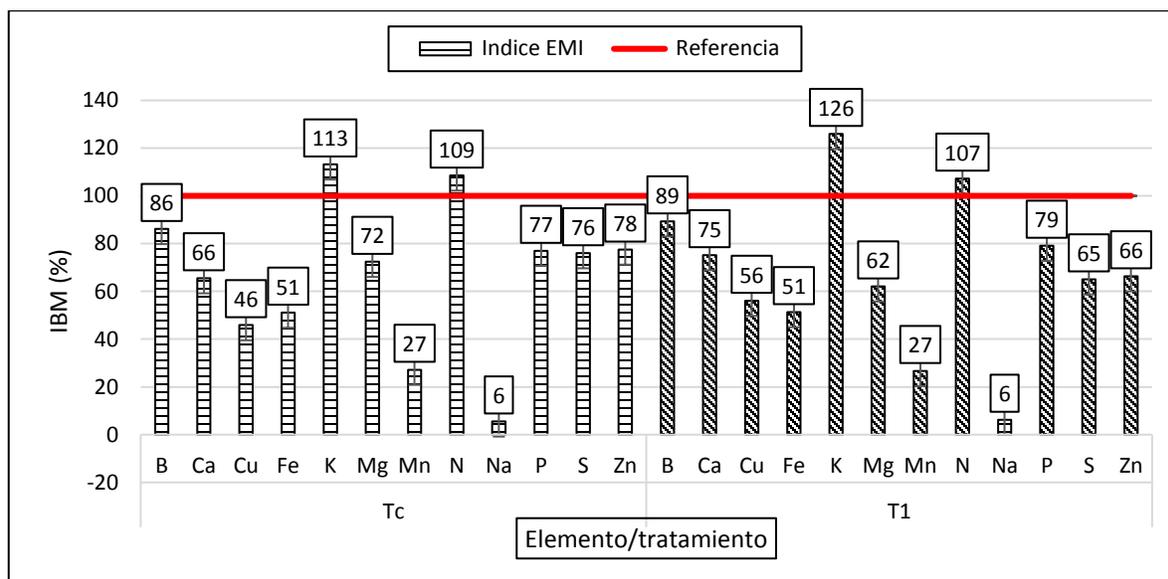
En todos los muestreos de los dos tratamientos se observó un contenido bajo de Azufre (S) en las hojas a pesar de que en suelo es uno de los que están disponibles en cantidades más altas, posiblemente por el antagonismo del potasio sobre el azufre, ya que el potasio en el análisis foliar de los dos tratamientos se encuentra por encima del rango óptimo y este en altas cantidades disminuye la absorción de azufre.

Hierro y Manganese disminuyeron gradualmente durante los muestreos, culminando en valores muy bajos para el cultivo de *Alstroemeria* según los rangos establecidos por Calvache & Marcelo (2013), aunque Fe y Mn se aportaron en forma de quelato EDTA no se observa una absorción por parte de la planta, esto se puede deber a que los valores de pH en suelo fueron aumentando de 6.6 Tc y 6.8 T1 a valores superiores a 7 en la semana 6, donde la disponibilidad de estos elementos disminuye drásticamente a pH superiores a 7 (Suelos alcalinos). Estos resultados son similares a los obtenidos por Patiño (2005) donde, a dos niveles de pH (5.8 y 6.1) la absorción de Mn disminuyó drásticamente en el suelo donde el pH era más alcalino, explicando así que a medida que la planta es expuesta a condiciones de

pH más bajos aumenta la absorción de Mn y Fe, evitando una deficiencia de estos elementos en las plantas.

El contenido de sodio (Na) en los tratamientos fueron muy bajos < 30 ppm, mientras que en promedio los valores de K^+ en el tratamiento con el refuerzo fue 0.54% mayor al tratamiento convencional, según Casierra, Ebert, & Lüdders, (2000) se debe a que, concentraciones altas de Na, se reduce la toma de K^+ y viceversa. Por lo que en los resultados (Tabla 6 y 7) las altas cantidades de K^+ reflejan una baja concentración de Na en el follaje (Tabla 7). Calcio (Ca) y magnesio (Mg) en relación al potasio (K) puede dar una carencia de estos elementos si se aplica un exceso K, de forma que las relaciones K/Ca y K/Mg debe ser siempre superior a 2 pero no mayor a 10, ya que según (Siavosh, 2012) un exceso de K puede dificultar la absorción de calcio y magnesio. Esto se evidencia en los resultados nutricionales donde, los valores más altos de K^+ se observaron en los tallos que recibieron el refuerzo de fertilización y en este tratamiento fue donde se observaron los valores más bajos de Mg (0,23 a 0,19 ppm) en los muestreos.

Tabla 8. Niveles de suficiencia ideales para el cultivo de *Alstroemeria sp.* en tejido foliar vs resultados nutricionales foliares por tratamiento.



Nota: 100% es nivel de suficiencia óptimo, elementos por debajo de 100% se encuentran en deficiencia y por encima de 100% en exceso.

Al comparar los niveles nutricionales en el tejido foliar por tratamiento con los rangos óptimos para el cultivo de *Alstroemeria* establecidos por (Calvache, 2013) y (Ortega Rey, 2010) donde se observa que en los tratamientos los elementos en carencia de menor a mayor en el tejido están en siguiente orden $Na > Mn > Fe > Cu > S > Zn > Ca$ y en el tratamiento convencional $Na > Mn > Cu > Fe > Ca > S > P > Zn$ donde se observa que los elementos en carencia son similares en los dos tratamientos y los únicos que se encuentran en exceso son K y N, por lo que si un elemento es deficiente y/o factor es deficiente este limitará el crecimiento de la planta incluso si el resto de los elementos están en valores óptimos, por lo que los valores de Mn, Fe y Cu son de los elementos esenciales que están en un déficit mayor, son los que limitan el crecimiento y causan el amarillamiento observado en campo del follaje en *Alstroemeria*, ya que Fe y Mn en deficiencia causan una clorosis intervenal en las hojas nuevas.

5.2 FASE VIDA FLORERO

5.2.1 Grado de amarillamiento en vida florero.

Los resultados del grado de amarillamiento en hojas de *Alstroemeria* después de viaje marítimo simulado (figura 6). En las pruebas T-student por día se observa que estadísticamente hubo diferencia significativa entre tratamientos (p -valor $<0,05$) desde el día 4 hasta el día 11 en los tratamientos, con un valor de SPAD mayor en las hojas de los tallos que recibieron el refuerzo de fertilización desde el día 3 hasta el final de la vida florero.

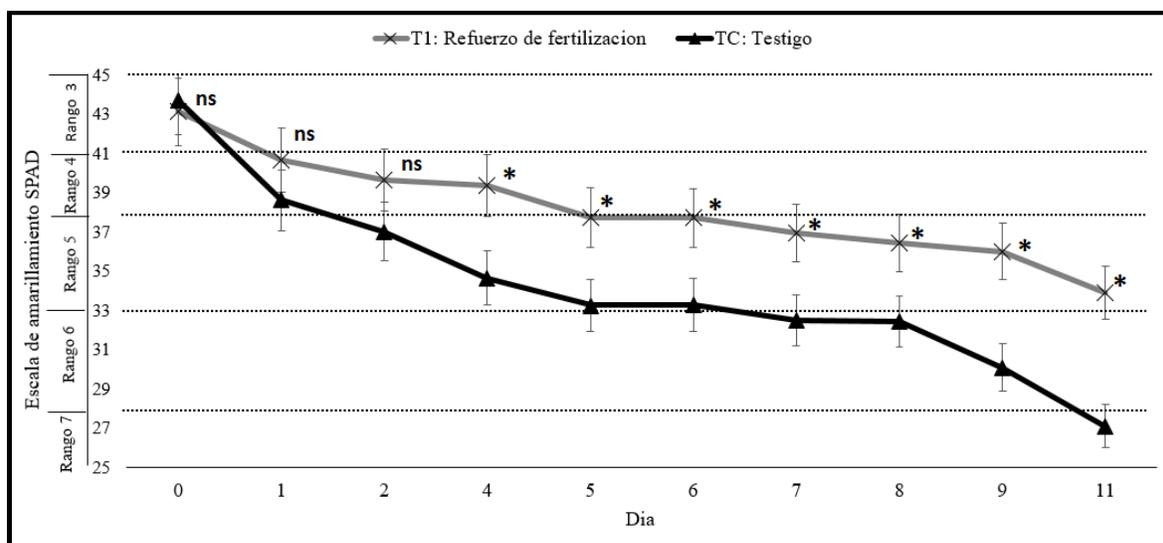


Figura 6. Unidades SPAD en hojas de plantas en *Alstroemeria* sp. **Con refuerzo de fertilización y sin refuerzo de fertilización** En vida florero. Los datos son mostrados como medias \pm error estándar. Promedios con (*) indican diferencia significativa según Prueba t-student ($P \leq 0,05$) y (ns) tratamientos iguales según Prueba t-student ($P > 0,05$). Barras verticales indican error estándar.

Tabla 9. Prueba t-student de unidades SPAD por día en vida florero de *Alstroemeria* sp.

Día	Media 1 ⁽¹⁾	Media 2 ⁽²⁾	p-valor
0	43,11	43,71	0,7892
1	40,67	38,61	0,2937
2	39,66	37,02	0,1331
4	39,35	34,64	0,0229*
5	37,71	33,25	0,0455*

6	37,71	33,27	0,0486*
7	36,93	32,51	0,0206*
8	36,41	32,44	0,0353*
9	35,99	30,07	0,0017*
11	33,9	27,09	0,0001*

⁽¹⁾Media tratamiento con refuerzo, ⁽²⁾ media tratamiento convencional, *diferencias significativas entre tratamientos

En el seguimiento al grado de amarillamiento mediante mediciones de SPAD en vida florero observa que en el día 0, 1 y 2 el promedio de unidades SPAD fu similar entre tratamientos con 43,7 SPAD en Tc y 43,1 SPAD en T1, el tratamiento donde se realizó el refuerzo de fertilización (T1) estadísticamente demostró diferencia entre tratamientos (Tabla 9) desde el día 4 hasta el último día de la vida florero, con valores que SPAD se mantienen en una media de 5 SPAD por encima del tratamiento convencional en los 11 días de la simulación vida florero, el día 11 fue donde se obtuvo una mayor diferencia en SPAD entre los tratamientos en vida florero con una diferencia de 6,9 SPAD. Estos resultados son similares a los obtenidos por Franco et al. (2007) donde aplicaciones foliares de N y CaO disminuyeron la tasa de clorosis en vida florero. En los resultados nutricionales foliares se observó que el tratamiento comercial tiene un contenido de nitrógeno más bajo que el tratamiento donde se realizó el refuerzo de fertilización, por lo que la degradación de clorofila y disminución de macromoléculas presentes en las hojas se evidencia en el grado de amarillamiento del follaje de TC siendo estadísticamente diferente a partir del día 3. En su trabajo Jiao et al. (1986) menciona que estos resultados en vida florero se deben a una mayor contenido de azúcares en las hojas al momento de corte durante la vida en florero, ya que en vida florero es de suma importancia el consumo de almidón y exportación de azúcares del tallo y hojas, lo cual prolonga por más tiempo su vida en florero.

El amarillamiento es más evidente en los días finales de su vida florero manteniendo las hojas de los tallos de Alstroemeria más verdes con el refuerzo de fertilización hasta el final de la vida florero. Rodríguez (2014) menciona que parte de la vida en florero depende de las reservas con la que cuente la flor al momento de ser cortada, puesto que una vez que esta ha sido cortada, las ganancias netas de carbono serán reducidas debido al catabolismo del proceso fotosintético. Por lo que al ser las hojas más verdes y tener 0,25% más de nitrógeno en las hojas de los tallos que recibieron el refuerzo de fertilización (tabla 6), el amarillamiento en vida florero es más atenuado.

El grado de amarillamiento en vida florero se diferenció a partir de la semana 4, inicialmente los tallos partieron del mismo grado (3), conforme el número de días en vida florero aumento se observó diferencia a partir de la semana 4 en el grado de amarillamiento, donde TC está en el rango 4 y T1 en el rango 3 de la escala, a partir del día 5 los tallos que recibieron el refuerzo de fertilización permanecieron en el rango 5 hasta que termino la vida florero, mientras que en tratamiento comercial el amararillamiento de las hojas era más evidente, llegando en el último día al grado 7 de la escala donde ya el amarallimaiento es mayor al 50% del follaje y por lo tanto finaliza la vida florero de estas

5.2.2. Duración vida florero

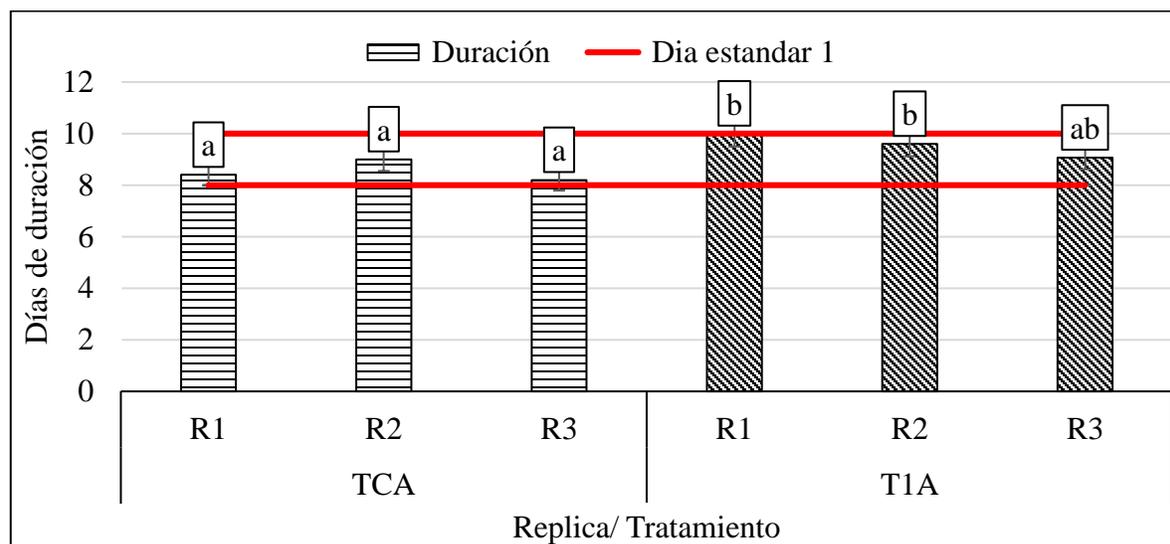


Figura 7. Promedio duración vida florero de tallos de *Alstroemeria sp* por replica. T1A: Con refuerzo de fertilización y TCA: sin refuerzo de fertilización. Los datos son mostrados como medias +- error estándar. Test de Shapiro (p -valor $>0,05$). Las letras diferentes indican diferencia significativa entre tratamientos

En la duración vida florero (Figura 7) los tallos se mantuvieron entre los 8 y 10 días estándar de duración establecido por autores como Cury et al. (2017), teniendo un promedio de duración de 8 días en el tratamiento comercial (TC) y 9,5 días en el refuerzo de fertilización (T1), en las pruebas t- student (Figura 6) se representan con letras diferentes donde se observó diferencia entre tratamientos, estadísticamente hubo diferencia entre la duración de cada uno de los tratamientos, Tc fue de 8 días, mientras que en T1 el promedio fu de 9,5 días, por lo que el refuerzo de fertilización de los tallos sometidos a un viaje marítimo aumento la duración de vida florero en 1,5 días. Estos resultados son similares a los obtenidos por Franco et al. (2009) donde al realizar un refuerzo de fertilización con nitrógeno en *Lilium sp.* este aumento 3 días en florero. Waters (1967) demostró que la fertilización nitrogenada afecta la duración y calidad de las flores en poscosecha. Adicionalmente, en su trabajo Halevy y

Mayak (1979) observaron que al aplicar una fuente de nitrógeno en la forma nítrica (NO_3) obtuvieron flores más longevas.

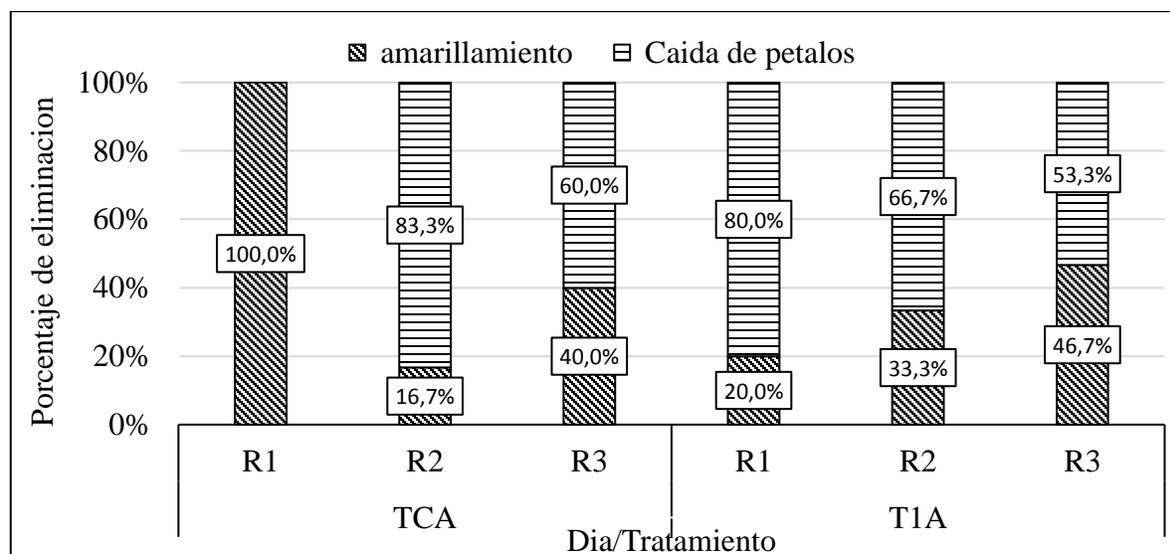


Figura 8. % Causas de eliminación de tallos de *Alstroemeria* sp. en vida florero después de aplicaciones y viaje marítimo simulado. **T1A**: Con refuerzo de fertilización y **TCA**: sin refuerzo de fertilización.

La principal causa de eliminación en vida florero (Figura 8) fue por abscisión de pétalos en los dos tratamientos, estos resultados según Rodríguez (2014) se debe a que la *Alstroemeria* es sensible a etileno, este provoca marchitez y caída de pétalos. Aunque la mayor causa de eliminación en vida florero fue la de abscisión de pétalos, T1 fue el tratamiento que tuvo un porcentaje más alto de eliminación de caída de pétalos, pero las causas de eliminación de amarillamiento disminuyó en promedio 19% a comparación del tratamiento comercial, por lo que los tallos que no se eliminaron por amarillamiento en T1 se eliminaron días después por abscisión de pétalos. Lopez et al. (2008) en su investigación la abscisión de pétalos en vida florero afectó a más del 50% debido a la producción de etileno, Reid (2009) menciona que dentro de los signos y síntomas de etileno en vida florero esta la abscisión de pétalos y puede llegar a ser un problema en la calidad de ornamentales ya que esta causa de eliminación

puede ser superior al 50%. El refuerzo de fertilización en campo tuvo un resultado positivo al disminuir el porcentaje de eliminación por amarillamiento en un 19% a comparación del testigo comercial, aunque se hayan eliminado posteriormente por abscisión de pétalos.

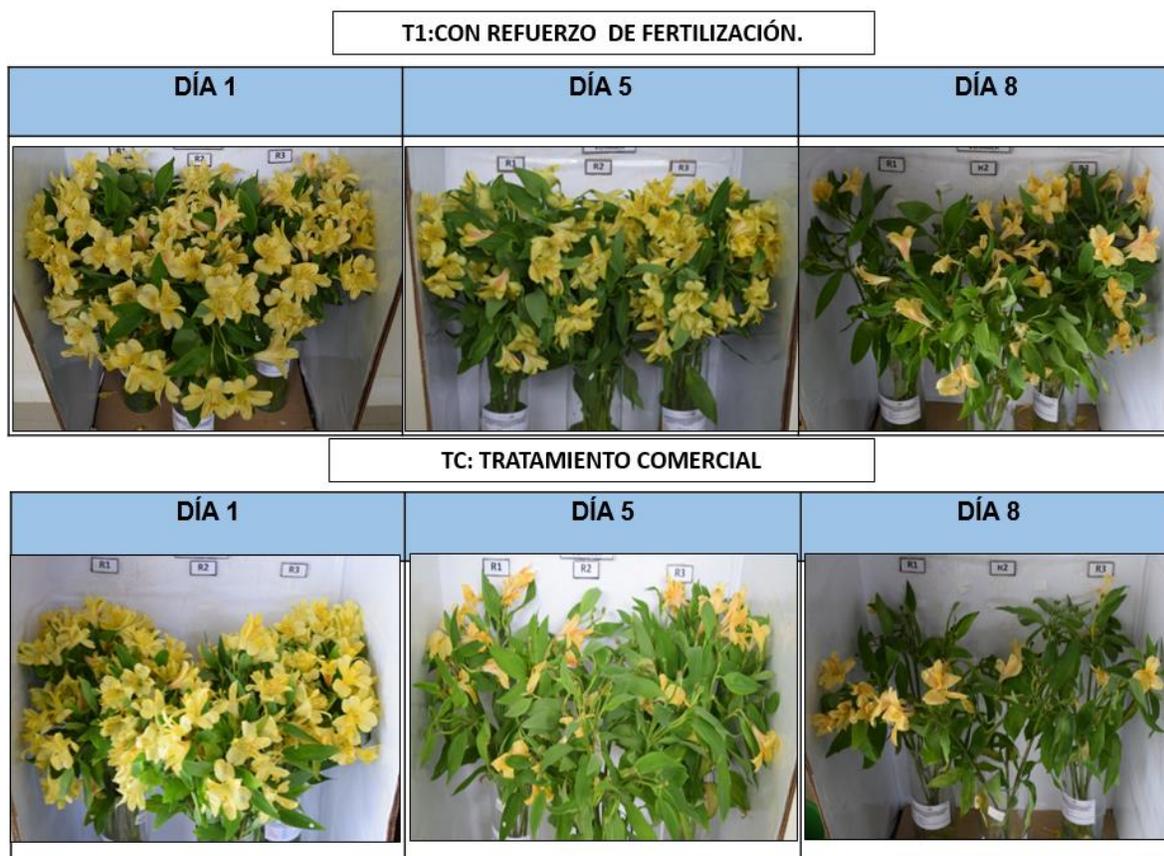


Figura 9. Registro fotográfico vida florero comparativos entre tratamientos de Alstroemeria sp.

El grado de amarillamiento inicial de los tallos en vida florero visualmente es similar (Figura 9). La mayor causa de eliminación como se menciona anteriormente no fue el amarillamiento en follaje si no la caída de los pétalos lo que Bonaudi (2012) atribuye a la producción de etileno, lo cual está asociada directamente con el amarillamiento (degradación de clorofila) y caída de pétalos, como se observa en el día 8 (Figura 9) donde es evidente la caída de los pétalos en los dos tratamientos. Visualmente se observa diferencia en el amarillamiento de

las hojas en el día 8, teniendo un mayor contenido de clorofila en el tratamiento con el refuerzo de fertilización. Reportes por Rodríguez (2014) señalan que el inicio de la degradación de la clorofila en las hojas sirve como indicador para el inicio de la senescencia. El amarillamiento del follaje se empezó a observar únicamente en el tratamiento convencional en el día 8, lo que se traduce en el fin de su vida florero. Por lo que al realizar el refuerzo de fertilización la duración de los tallos de *Alstroemeria* aumenta en promedio 1,5 días y la causa de eliminación por amarillamiento del follaje disminuye en 19%, el cual es la causa más prematura de eliminación.

6 CONCLUSIONES

- El refuerzo de fertilización en el cultivo de Alstroemeria aumento el contenido de nitrógeno y se observó una mejoría visual en el verdor de las hojas en campo en base a la escala de amarillamiento establecida a partir de la semana 3.
- En la fase de campo el índice de SPAD no fue un buen indicador, ya que no se observó diferencia aparente, pero si se presentaron diferencias visuales en el verdor de las hojas.
- El refuerzo de fertilización aumento 1,5 días la duración en vida florero en los tallos de Alstroemeria y disminuyo el amarillamiento del follaje desde el día 4 hasta el último día en vida florero, esto se debe a un mayor contenido de nitrógeno en las hojas, por lo que la degradación de clorofila y macromoléculas no es tan notable como en el tratamiento donde no se realizó el refuerzo de fertilización.
- El refuerzo de fertilización aumento el contenido de nitrógeno disponible en suelo y aumento el porcentaje de este en las hojas, alcanzando los valores más alto en la semana 3 de aplicación con 5.57% de nitrógeno.
- Mn, Fe y Cu son de los elementos que se presentaron en mayor deficiencias, por lo que se asume que la deficiencia de estos elementos son la causa del amarillamiento del follaje en Alstroemeria observado en campo, posiblemente por el pH alcalino del suelo (>7) donde se desarrolló el ensayo.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Rodríguez Mendoza, M. D., Alcántar González, G., Aguilar Santelises, A., Etchevers Barra, J., & Santizó Rincón, J. (Marzo de 1998). *ESTIMACION DE LA CONCENTRACION DE NITROGENO Y CLOROFILA EN TOMATE MEDIANTE UN MEDIDOR PORTATIL DE CLOROFILA*. Obtenido de <https://www.chapingo.mx/terra/contenido/16/2/art135-141.pdf>
2. Aileen, R. (2006). *Alstroemeria*. Obtenido de Department of agriculture and food: <https://researchlibrary.agric.wa.gov.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1160&context=bulletins>
3. Alarcon Vera, A. (2013). *EL BORO COMO NUTRIENTE ESENCIAL*. . Obtenido de <http://static.plenummedia.com/40767/files/20150523033838-el-boro-como-nutriente-esencial.pdf>
4. Andrago Cumbal, E. R. (2012). *CREACION DE UNA EMPRESA PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE FLORES DE VERANO “ASTROMELIA UBICADA EN TABACUNDO PROVINCIA DE PICHINCHA*. Obtenido de UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/341/1/T-UCE-0003-5.pdf>
5. Añez B., Tavira E., & Figueredo C. (1996). Producción de cebolla en respuesta a la aplicación de fertilizantes en suelos alcalinos. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*., 509-520 . Obtenido de *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 1996,13: 509-520.
6. Barbaro A., L., Karlanian, M., & Mata, D. (2014). *Importancia del pH y la C.E en sustratos para plantas*. Obtenido de INTA: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_importancia_del_ph_y_la_conductividad_elctrica.pdf
7. Benny, C. (2011). *Nutrición vegeta*. Obtenido de Smart Fertilizer: <http://www.smart-fertilizer.com/articulos/momento-aplicacionfertilizantes>.
8. Bonaudi, A. (2017). *POST-COSECHA DE Alstroemeria: EVALUACION DE DIFERENTES TRATAMIENTOS PARA PROLONGAR LA VIDA EN EL VASO*. Obtenido de Universidad Nacional de Cordoba: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4755/Post%20cosecha%20de%20Alstroemeria%20evaluacion%20de%20diferentes%20tratamientos%20...%20Bonaudi%20C%20Ana%20V..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
9. Buitrago Garcia, Y. M. (2017). *EVALUACIÓN DE REFUERZOS EN FERTILIZACIÓN Y SU POSIBLE EFECTO SOBRE LA CALIDAD DE CLAVEL ESTÁNDAR Y MINI (Dianthus caryophyllus L.)*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS: <http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/123456789/1017/EVALUACI%c3%93N%20DE%20REFUERZOS%20EN%20FERTILIZACI%c3%93N%2>

- 0Y%20SU%20POSSIBLE%20EFECTO%20SOBRE%20LA%20CALIDAD%20DE%20CLAVEL%20EST%20c3%81NDAR%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y
10. Calvache Ulloa, A. M. (2013). *FERTIRRIEGO EN CULTIVOS ORNAMENTALES*. Obtenido de Universidad Central del Ecuador (UCE): https://www.academia.edu/9910255/FERTIRRIEGO_EN_CULTIVOS_ORNAMENTALES
 11. Casierra Posada, F., Ebert, G., & Lüdders, P. (2000). *EFECTO DE LA SALINIDAD POR CLORURO DE SODIO SOBRE EL BALANCE DE NUTRIENTES EN PLANTAS DE LULO (Solanum quitoense L.)*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <http://www.bdigital.unal.edu.co/24430/1/21591-73863-1-PB.pdf>
 12. Castellanos Reyes, M., Valdés Carminate, R., López Gómez, A., & Guridi Izquierdo, F. (2017). *MEDICIONES DE ÍNDICES DE VERDOR RELACIONADAS CON ÁREA FOLIAR Y PRODUCTIVIDAD DE HÍBRIDO DE MAÍZ*. Obtenido de Cultivos Tropicales, 2017, vol. 38, no. 3, pp. 112-116: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v38n3/ctr16317.pdf>
 13. Centro Nacional Agropecuario, & DANE. (2016). *3er censo nacional agropecuario*. Obtenido de Centro Nacional Agropecuario: <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>
 14. Cury Galat, V., Corrêa Muniz, A. C., Ribeiro Guimarães, J. E., Inestroza-Lizardo, C. O., Fabrino Mattiuz, C. M., & Ben Hurr, M. (Abril de 2017). *Postharvest conservation of alstroemeria 'ajax' using 1-methylcyclopropene*. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542017000200181&lng=en&tlng=en
 15. Da Cunha, A. R., Katz, I., de Pádua Sousa, A., & Martínez Uribe, R. A. (mayo de 2015). *Índice SPAD en el crecimiento y desarrollo de plantas de lisanthus en función de diferentes dosis de nitrógeno en ambiente protegido*. Obtenido de Idesia vol.33 no.2 Arica : https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292015000200012
 16. Daza Torres, M. C., Ladino Tabarquino, G. S., Urrutia Cobo, N., & . (2018). *Agronomic and environmental benefits of nitrogen fertilizers sources in Ocimum basilicum L.* Obtenido de Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente, Universidad del Valle: <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v85n206/0012-7353-dyna-85-206-00294.pdf>
 17. De Groot, M. (2010). *Persoonlijke communicatie*. Obtenido de Kairos Adviesbureau.
 18. Degiovanni B., V., Martínez R., C. P., & Motta O., F. (2010). *Producción Eco-Eficiente en América Latina*. Obtenido de Centro internacional de agricultura tropical: https://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/2010_Degiovanni-Produccion_eco-eficiente_del_arroz.pdf

19. Duran , D. (2018). *Notas de actualidad agronómica: cultivando alstroemerias*. Obtenido de Metroflor: <http://www.metroflorcolombia.com/notas-de-actualidad-agronomica-cultivando-alstroemerias/>
20. FAO. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
21. Farinango , J., Calvache , M., & Vaca , D. (2006). *RESPUESTA DE TRES VARIEDADES DEL ALSTROEMERIA (Alstroemeria sp) A TRES NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA COMPLEMENTARIA*. Obtenido de Universidad Central de Ecuador: https://www.academia.edu/9782370/FERTILIZACION_EN_ASTROMERIA?auto=download
22. Ferrante, A., Hunter, D., Hackett, W., & Reid, M. (Julio de 2002). *Thidiazuron—a potent inhibitor of leaf senescence in Alstroemeria*. Obtenido de ScienceDirect Volume 25, Issue 3, July 2002, Pages 333-338: [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(01\)00195-8](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00195-8)
23. fisheries, A. f. (2011). *Alstroemeria inca Lily*. Obtenido de [https://www.nda.agric.za/docs/Brochures/Alstromeria\(DL\)VIS.pdf](https://www.nda.agric.za/docs/Brochures/Alstromeria(DL)VIS.pdf)
24. Franco Mora, O., Torres Miranda, E., Morales Rosales, E. J., & Pérez López, D. (2009). *VIDA EN FLORERO DE LILIAM 'BRINDISI' Y 'MENORCA' FERTILIZADOS CON NITRATO Y OXIDO DE CALCIO*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/262729404_Vida_en_florero_de_Lilium_'Brindisi'_y_'Menorca'_fertilizado_con_nitrato_y_oxido_de_calcio
25. Franco O., J., Tovar, J., & Perez, L. (2007). *Efecto de la aplicación pre cosecha de calcio y putrescina en el contenido de clorofila foliar durante la floración de Lilium ssp*. Obtenido de 53ava Reunión Anual del I.S.T.H. Morelia, Michoacán.
26. Freire Telenema , M. A. (2012). *EVALUACIÓN EN FERTILIZACIÓN DE NPK-Ca EN EL CULTIVO DE ALSTROEMERIA (Alstroemeria hybrida)*. Obtenido de UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2225/1/Tesis-27agr.pdf>
27. Granados, E. F. (Mayo de 2015). *EFECTO DE BIOESTIMULANTES FOLIARES EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE BERENJENA; OCÓS, SAN MARCOS*. Obtenido de UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/17/Granados-Erick.pdf>
28. Gupta, R., & Gupta, Y. (2007). *Effect of Rhizome Portions and Growing Media on Establishment of Plants and Shoot Production in Alstroemeria (Alstroemeria Hybrids)*. Obtenido de Journal of Ornamental Horticulture: <http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:joh&volume=10&issue=3&article=006>
29. Halevy, A., & Mayak, S. (1979). Senescence and postharvest physiology of cut flowers, part 1. *Horticultural reviews, v. 1. Westport: AVI publishing, 204-236*. Obtenido de Horticultural reviews, v. 1. Westport: AVI publishing, p. 204-236.

30. Halevy, A., & Mayak, S. (1979). *Senescence and Postharvest Physiology of Cut Flowers, Part 1*. Obtenido de Horticultural Reviews Edited by Jules Janick: <https://doi.org/10.1002/9781118060742.ch5>
31. Hanks, G. (2017). *Alstroemerias (Alstroemeria hybrids) as a tunnel-grown cut flower crop*. Obtenido de National Cut Flower Centre: AHDB Horticulture Information Sheet 10
32. Hatamzadeh, A., Rezvanypour, S., & Hassanpour Asil, M. (2012). *POSTHARVEST LIFE OF ALSTROEMERIA CUT FLOWERS IS EXTENDED BY THIDIAZURON AND BENZYLADENINE*. Obtenido de South Western Journal of Vol.3 , No.1, 2012, Horticulture, Biology and Environment: http://biozoojournals.ro/swjhbe/v3n1/04_swjhbe_v3n1_Hatamzadeh.pdf
33. Hidalgo Togados, J. (2006). *La Calidad Del Vino Desde El Viñedo*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/338429804/J-Hidalgo-Togados-La-Calidad-Del-Vino-Desde-El-Vinedo-Ed-Mundi-Prensa>
34. HilverdaKooij. (2010). *TEELTHANDLEIDING ALSTROEMERIA*. Obtenido de <https://glastuinbouw.agriholland.nl/verzorgen4/teelthandleiding%20alstroemeria%20nl.pdf>
35. IDEAM. (2019). *promedios mensuales de brillo solar para todas las estaciones del país (horas de sol al día)*. Obtenido de http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/6.Anexo_Promedios-mensuales-de-brillo-solar.pdf
36. INTAGRI. (2018). *El Manganeso en la Nutrición Vegetal*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/el-manganeso-en-la-nutricion-vegetal>
37. Jaramillo, J. M., Molano, A. I., Villamil, F., Gonzales, A., Molina, X., Lee, R., . . . Copete, N. (2010). *Protocolo tecnico y logistico flores*. Obtenido de Proyecto Merlin: https://issuu.com/cristiantoro/docs/biblioteca_123_flores
38. Jiao, J., Tsujita, M., & Murr, D. (1986). *Effects of paclobutrazol and A-Rest on growth, flowering, leaf carbohydrate and leaf senescence in 'Nellie White' Easter lily (Lilium longiflorum Thunb.)*. Obtenido de Scientia Horticulturae Volume 30, Issues 1–2, November 1986, Pages 135-141: [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(86\)90089-0](https://doi.org/10.1016/0304-4238(86)90089-0)
39. Kafkafi U, & Tarchitzky . (2012). *Fertirrigación, una herramienta para una eficiente fertilizacion y manejo de agua*. Paris Francia: IFA. Obtenido de IFA, Paris, Francia.
40. Kaushal, S., Dilt, B., Gupta, Y., Kumar, P., Spehia, R., & Gupta, R. (2018). *Studies on drip irrigation levels on growth flowering and yield of alstroemeria (Alstroemeria hybrida L.)*. Obtenido de Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry: <http://www.phytojournal.com/archives/2018/vol7issue3/PartAN/7-3-330-875.pdf>
41. LaNota. (2019). *Ranking 2018 sector de la floricultura de Colombia*. Obtenido de <https://lanota.com/index.php/CONFIDENCIAS/ranking-2018-sector-de-la-floricultura-de-colombia.html>

42. Lopez, P., Neisa, D. P., Bacca, C., & Flórez, V. (2008). *Evaluación de preservantes florales en la poscosecha de tres variedades de clavel estándar*. Obtenido de FISIOLÓGÍA Y TECNOLOGÍA POSCOSECHA: <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v26n1/v26n1a14.pdf>
43. Lozano, E. (2013). *Alstroemeria grow esp*. Obtenido de Academia.edu: https://www.academia.edu/7073638/Alstroemeria_grow_esp
44. Lucena, J. J. (2009). *El empleo de complejantes y quelatos en la fertilización de micronutrientes*. Obtenido de Revista Ceres, vol. 56, núm. 4.: <https://www.redalyc.org/pdf/3052/305226808020.pdf>
45. Mamany Huarcaya, C. V. (2014). *EFEECTO DE LA APLICACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA PRODUCCIÓN DE DOS CULTIVARES DE ALSTROEMERIAS (Alstroemeria aurea Graham) EN LA LOCALIDAD DE POCOLLAY –DEPARTAMENTO DE TACNA*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA: http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1735/437_2014_mamani_huarcaya_cv_fcag_agronomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
46. Mandujano, M., Colinas, M. T., Castillo Gonzales, A. M., Alía Tejacal, I., & Valdéz Aguilar, L. A. (2012). *Cobalto como retardante de la senescencia de Lilium híbrido oriental en postcosecha*. Obtenido de Chapingo Ser.Hortic vol.18 no.2: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2012000200005
47. Martínez, F. E., Sarmiento, J., Fischer, G., & Jiménez, F. (2009). *Síntomas de deficiencia de macronutrientes y boro en plantas de uchuva (Physalis peruviana L.)*. Obtenido de Agron. colomb., Volumen 27, Número 2, p. 169-178, 2009: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/11128/37757>
48. Mengel, K., & Kirby, E. (1987). *Principles of Plant Nutrition*. Obtenido de International Potash Institute, Worblaufen-Bern, Switzerland.: [http://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1852849](http://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1852849)
49. Milde, H. (1983). *Alstroemeria*. Obtenido de Die Gartenbauwissenschaft 83(4): 81-89.
50. Molina Ceballos, J. A. (2009). *El manganeso en la planta*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos73/manganeso-planta/manganeso-planta2.shtml>
51. Moran, K. (2004). *Micronutrient product types and their development*. International Fertilizer Society. Obtenido de International Fertilizer Society.
52. Moreno, F., & Serna, C. (2006). *IOLOGÍA DE Peridroma saucia (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE: NOCTUINAE) EN FLORES CULTIVADAS DEL HÍBRIDO COMERCIAL DE Alstroemeria spp.* Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v59n2/a03v59n2.pdf>

53. Moro , A. (2015). *Relaciones catiónicas y su interpretación en los análisis de suelos*. Obtenido de AQM laboratorios: <http://aqmlaboratorios.com/relaciones-cationicas-analisis-de-suelos/>
54. Njagi Nyaga, L. (1993). *THE INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZATION ON GROWTH, FLOWERING AND KEEPING QUALITY OF ALSTROEMERIA 'CARMEN' AND 'MARINA'*. Obtenido de http://erepository.uonbi.ac.ke/bitstream/handle/11295/21669/LANKIN_N._NYAG_A_M.SC_1993.pdf?sequence=3&isAllowed=y
55. Ortega Blu, R., Correa Benguria, M., & Olate Muñoz, E. (2005). *DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE ACUMULACIÓN DE NUTRIENTES EN TRES CULTIVARES DE *Lilium spp.* PARA FLOR DE CORTE*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/302/30240108.pdf>
56. Pardo Carrasco, F. (2010). *ESTADO DEL ARTE DE LA POSCOSECHA DE FLORES EN COLOMBIA*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, BOGOTÁ, D.C: <http://bdigital.unal.edu.co/56329/1/07793071.2010.pdf>
57. Patiño Mejía , L. (2005). *Evaluación de la aplicación de hierro y manganeso en la eliminación de puntos necróticos en crisantemo (*Dendrathera grandiflorum* Kitamura) variedad Yellow Vero en Antioquía, Colombia*. Obtenido de El Zamorano: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5244/1/CPA-2005-T063.pdf>
58. Pereira Morales, C. A., Maycotte Morales, C. C., Restrepo, B. E., Mauro, F., Calle Montes, A., & Esther Velarde, M. J. (2011). *Sistemas de producción vegetal*. Obtenido de https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4781/sistemas_de_produccion_vegetal_2.pdf
59. Piovano, M. V., & Pisi, G. (2017). *Cultivo de Alstroemerias*. Obtenido de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_cartilla_alstroemerias_2017.pdf
60. Puebla, U. a. (2003). *Cultivo de Alstroemerias*. Obtenido de www.uap.edu.me/aalstroemeria/htm.
61. Quintero E., C. (2016). *Clorosis ferrica en suelos calcareos*. Obtenido de <http://www.fertilizando.com/articulos/Clorosis%20Ferrica%20en%20Suelos%20Calcareos.asp>
62. Reeves, D., Mask, P., Wood, C., & Delaney, D. (1993). *Determination of wheat nitrogen status with a hand-held chlorophyll meter: Influence of management practices*. Obtenido de Journal of Plant Nutrition Volume 16, 1993 : <https://doi.org/10.1080/01904169309364574>
63. Reid , M. (2009). *Poscosecha de flores cortadas manejo y recomendaciones*. Obtenido de Universidad de California: <https://ucanr.edu/datastoreFiles/234-2624.pdf>
64. Reyes Aleman, M. D. (2016). *FERTILIZACIÓN FOLIAR EN BASE DE MAGNESIO Y ZINC PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LILIES (*Lilium spp.*)*. Obtenido de

- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO:
http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65750/Tesis_Reyes%20Alem%C3%A1n-split-merge.pdf?sequence=5&isAllowed=y
65. Reyes Alemán, M. D., Mora, O. F., Morales Rosale, E. J., & Perez López, D. d. (Enero de 2017). *Influencia del magnesio y zinc en la altura de planta y verdor de hojas en Liliium*. Obtenido de INVESTIGACIÓN Y CIENCIA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES: <http://www.redalyc.org/pdf/674/67451351004.pdf>
 66. Rizo, E. (20 de Abril de 2010). *Deficiencia de magnesio en tomate*. Obtenido de <https://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/deficiencia-de-magnesio-en-tomates/>
 67. Rodriguez, L. C. (25 de Agosto de 2014). *Clorosis en hojas y tallo de Alstroemeria sp. en poscosecha*. Obtenido de <https://www.repositorionacionalcti.mx/recurso/oai:colposdigital.colpos.mx:10521/2389>
 68. Siavosh Sadeghian, K. (2012). *Efecto de los cambios en las relaciones de calcio, magnesio y potasio intercambiables en suelos de la zona cafetera colombiana sobre la nutrición de café (Coffea arabica L.) en la etapa de almácigo*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias : <http://www.bdigital.unal.edu.co/5723/1/16077856.2012.pdf>
 69. Smith, M., Elliot, G., & Bridgen, M. (1998). *Calcium and Nitrogen Fertilization of Alstroemeria for Cut Flower Production*. Obtenido de HortScience: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.33.1.55>
 70. SOBITEC. (1 de Junio de 2017). *COBRE EN LAS PLANTAS*. Obtenido de <http://www.sobitecperu.com/cobre-en-las-plantas/>
 71. Universidad Jorge Tadeo Lozano. (2014). *GUÍA PARA LA TOMA DE MUESTRA FOLIAR*. Obtenido de https://www.utadeo.edu.co/files/collections/documents/field_attached_file/muestreo_para_analisis_foliares.pdf
 72. Van Der Helm, F., Labrie, C., Van Mourik, N., De Groot, M., & Voogt, W. (2013). *Invloed van EC en K:Ca verhouding in de teelt van Alstroemeria op okossubstraat*. Obtenido de WAGENINGENUR: <http://edepot.wur.nl/261580>
 73. van Mourik, N., Wageningen UR glastuinbouw, & Flori Consult Group. (2010). *Bemesting Alstroemeria*. Obtenido de Bemesting Alstroemeria.
 74. Water, W. (1997). *Effects of fertilization schedules on flower production, keeping quality, disease susceptibility, and chemical composition at different growth stages of Chrysanthemum morifolium*.
 75. Waters, W. (1967). *Effects of fertilization schedules on flower production, keeping quality, disease susceptibility, and chemical composition at different growth stages of Chrysanthemum morifolium*.
 76. Yeat, C. S., Szydlík, M., & Łukaszewska, A. J. (2012). *The Effect of Postharvest Treatments on Flower Quality and Vase Life of Cut Alstroemeria 'Dancing Queen'*.

Obtenido de Journal of Fruit and Ornamental Plant Research :
<https://content.sciendo.com/view/journals/jforp/20/2/article-p147.xml>