



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO

TESIS

**Efecto de la fertilización cálcica en el desarrollo del cultivo de rosa
(Rosa x hibrida) var. Freedom y vida postcosecha.**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN FLORICULTURA

PRESENTA

Mariel Guadalupe Sánchez Rosas

DIRECTORES

DR. JAIME MEJÍA CARRANZA

M. EN C. RAFAEL ALVARADO NAVARRO

ASESOR

DR. LUIS MIGUEL VÁZQUEZ GARCÍA

SANTA ANA, TENANCINGO, MÉXICO. AGOSTO 2013



Universidad Autónoma del Estado de México
UAEM



CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO
Tenancingo, Estado de México; 08 de julio de 2013.

MARIEL GUADALUPE SÁNCHEZ ROSAS
PASANTE DE LA LICENCIATURA EN
INGENIERA AGRÓNOMA EN FLORICULTURA
PRESENTE

Por este conducto comunico a Usted, que con base en el Reglamento de Facultades y Escuelas Profesionales de la UAEM que en su Capítulo VIII artículo 120, 121 y 122, así como el Reglamento de Opciones de Evaluación Profesional de la UAEM Capítulo I artículo 6º, puede proceder a realizar la elaboración en formato electrónico del trabajo de tesis denominada **“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON CALCIO EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE ROSA (Rosa x hybrida) VAR. FREEDOM Y SU RELACIÓN EN LA VIDA POSTCOSECHA”** y continuar con los trámites y requisitos requeridos para efecto de poder sustentar su examen profesional y obtener el título de **LICENCIADA EN INGENIERA AGRÓNOMA EN FLORICULTURA**.

Sin otro particular, quedo a sus apreciables órdenes.

Atentamente
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
“2013, 50 Aniversario Luctuoso del Poeta Heriberto Enríquez”


QUIM. VÍCTOR MANUEL DÍAZ VERTIZ
SUBDIRECTOR ACADÉMICO DEL CENTRO
UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO



Centro Universitario
UAEM Tenancingo



C. c. p. L.G. Gabriela A. Ambrosio Arzate.- Encargada del Departamento de Evaluación Profesional.
C. c. p. Archivo
VMDV/vfr.

CARR. TENANCINGO-VILLA GUERRERO KM. 1.5. TENANCINGO, ESTADO DE MEXICO C.P. 52400
TELS.: 01 714 140 77 25 Y 01 714 140 77 24 E-mail: cutena@uaemex.mx



Universidad Autónoma del Estado de México
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO




Santa Ana Tenancingo a 28 de mayo del 2013

MAESTRA GABRIELA ALEJANDRA AMBROSIO ARZATE
COORDINADORA DEL DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL
DEL CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO
P R E S E N T E


Por este medio le informo que **Mariel Guadalupe Sánchez Rosas** pasante de la Licenciatura en Ingeniero Agrónomo en Floricultura con número de cuenta 0446797 ha cumplido con las observaciones hechas por su comité tutorial de su TESIS titulada **EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON CALCIO EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE ROSA (*Rosa x hybrida*) VAR. FREEDOM Y SU RELACIÓN EN LA VIDA POSTCOSECHA**, por lo cual puede turnar su trabajo a la oficina que usted dignamente dirige para continuar con los trámites correspondientes. Así mismo le solicito amablemente que la asignación de revisores sea consensada con el coordinador de la licenciatura.

Sin otro particular quedo a sus órdenes para cualquier aclaración.



DR. JAIME MEJÍA CARRANZA
Director de tesis

c.c.p. Quím. Víctor Manuel Díaz Vertiz, subdirector académico del CU Tenancingo


Reubi
28/05/13

Santiago Tilapa, Méx., a 12 de junio de 2013

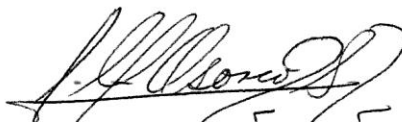
L. en G. GABRIELA ALEJANDRA AMBROSIO ARZATE
COORD. DEPARTAMENTO DE EVALUACION PROFESIONAL
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO
PRESENTE

Una vez revisado el trabajo de tesis titulado "Efecto de la fertilización con calcio en el desarrollo del cultivo de rosa (*Rosa x hybrida*) var. Freedom y su relación con la vida postcosecha", realizado por la alumna **MARIA GUADALUPE SANCHEZ ROSAS**, con número de cuenta **0446797**, presento a Usted el dictamen al que he llegado:

Aprobado sin comentarios

Sin otro particular quedo de Usted para cualquiera aclaración o duda que al respecto pudiese surgir.

Atentamente



M. en C. MARCOS ALFONSO OSORIO NILA

PROFESOR DE ASIGNATURA

c.c.p. Archivo

Tenancingo, México a 2 de Julio del 2013.

L. en G. GABRIELA ALEJANDRA AMBROSIO ARZATE
COORDINADORA DEL DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO
PRESENTE:

En atención al oficio que me fue enviado para revisar por segunda ocasión el trabajo de **TESIS** titulado:

“Efecto de la fertilización cálcica en el desarrollo del cultivo de rosa (Rosa x hybrida) var, Freedom y su relación en la vida postcosecha.”

Me permito hacer el siguiente dictamen:

APROBADO SIN COMENTARIOS

Sin otro particular quedo de Usted.


A T E N T A M E N T E
ING. GABRIEL VÁSQUEZ GONZÁLEZ
PROFESOR DE ASIGNATURA

c.c.p. QUIM: Víctor Díaz Vertiz. Subdirector Académico.
c.c.p Archivo.

DEDICATORIAS

A Dios

Gracias Padre por recordarme siempre que “Antes de ser apasionados por nuestra profesión, hay que ser apasionados por el servicio hacia los demás; si no, no podemos decir que nuestra profesión es nuestra vocación” “Te consagro mi vida y retos por delante”

A mis papas

Josefina Rosas García y Rogelio Sánchez Hernández. Por su paciencia, consejos y su amor que supieron enseñarme el valor del trabajo y el esfuerzo que hay que hacer para lograr los sueños y recordarme siempre que “Para tener lo que pocos tienen, tienes que hacer lo que pocos hacen”

A mi hermano

Jorge Alberto Sánchez Rosas. Por su amistad, consejos, amor, cariño, madurez y lealtad que me ha brindado incondicionalmente a lo largo de mi vida, mejor amigo no pude tener “Te amo hermanito”

A mi abuelita tías y tíos

María García González por sus sabios consejos, su amor y cariño que siempre me recuerdan la mujer ejemplar que quiero ser y tías Paty, Ross, Gaby, Susy y Alex por su amistad y por quererme siempre “Los amo”.

A todos gracias!!!

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma del Estado de México, a través del Centro Universitario UAEM Tenancingo, por brindarme los conocimientos prácticos y teóricos para mi formación profesional.

Ahora que e culminado este trabajo quiero agradecer a las personas que con su apoyo decidido hicieron posible la realización de este trabajo:

A mis directores y asesores:

Al **Dr. Jaime Mejía Carranza** por su paciencia, amistad, dirección, apoyo y consejos para que este trabajo finalizara con éxito.

Al **M. en C. Rafael Alvarado Navarro** por su amistad y apoyo practico para que este trabajo terminara de la mejor manera.

Al **Dr. Luis Miguel Vázquez García** por su amistad incondicional y consejos acertados que me enseñaron a ser mejor persona y profesionista.

¡A todas aquellas personas que durante mis estudios en el Centro Universitario UAEM Tenancingo me brindaron su apoyo y amistad!

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	XI
<i>FIGURAS</i>	<i>XI</i>
<i>CUADROS</i>	<i>XII</i>
RESUMEN	XIII
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
1.1. <i>Características generales del Cultivo</i>	4
2.2. <i>Factores que afectan la calidad en rosa</i>	6
2.2.1. Luz y ventilación	6
2.2.2. Temperatura	6
2.2.3. <i>Humedad Relativa</i>	7
2.2.4. Plagas y enfermedades	7
2.3. <i>Fertilización y riego</i>	8
2.3.1. Macronutrientes.....	9
2.3.2. Micronutrientes	16
2.4. <i>Necesidades nutricionales del cultivo</i>	17
2.4.1. <i>Tipo de aplicaciones</i>	19
2.5. <i>Cosecha</i>	19
2.6. <i>Postcosecha</i>	20
2.6.1. Red de frío en rosa	21
2.6.2. Factores que afectan la calidad de la poscosecha	22
III. JUSTIFICACION.....	24
IV. HIPOTESIS	25
V. OBJETIVOS	26
5.1. <i>Objetivo General</i>	26
5.2. <i>Objetivos específicos</i>	26
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	27
6.1. <i>Localización del Experimento</i>	27
6.1.1. <i>Invernadero experimental</i>	27
6.2. <i>Material Vegetativo</i>	28
6.3. <i>Tratamientos</i>	28
6.4. <i>Diseño experimental</i>	29
6.5. <i>Descripción de variables</i>	30
6.5.1. <i>Variables vegetativas</i>	30

6.5.1.1.	Longitud de brote	30
6.5.1.2.	Longitud del pedúnculo	31
6.5.1.3.	Diámetro del tallo	31
6.5.1.4.	Longitud y diámetro del botón	32
6.5.1.5.	Incidencia de enfermedades.....	32
6.5.1.6.	Vida en Florero.....	33
6.5.1.7.	Incidencia de Botrytis	33
6.6.	<i>Análisis de resultados</i>	34
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
7.1.	<i>Longitud de brote</i>	35
7.2.	<i>Diámetro de tallo y longitud de pedúnculo</i>	42
7.3.	<i>Longitud y diámetro de botón</i>	46
7.4.	<i>Incidencia de enfermedades</i>	49
7.5.	<i>Vida Florero</i>	52
7.6.	<i>Incidencia de Botrytis cinérea</i>	57
VIII.	CONCLUSIONES	62
IX.	RECOMENDACIONES	63
X.	TRABAJOS FUTUROS	64
XI.	BIBLIOGRAFIA	65
XII.	ANEXOS	73

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

FIGURAS

Figura 1. Área experimental utilizada dentro del invernadero.....	27
Figura 2. Medición de brotes tomando longitud y número de hojas por cada tratamiento y testigo.	30
Figura 3. Longitud de pedúnculo de cada tratamiento y testigo.....	31
Figura 4. Diámetro de tallo en la etapa fenológica de punto de corte.....	31
Figura 5. a) Medición de diámetro de botón y b) Longitud de botón de cada tratamiento y el testigo.....	32
Figura 6. Establecimiento de floreros de cada tratamiento y evaluación de vida florero.	33
Figura 7. Preparación de inoculo, 1) Preparación de solución con agua, 2) Empleo de solución twin en agua, 3) Botones con micelio de <i>Botrytis cinérea</i> , 4) Empleo de inoculo en la solución con agua, 5) Adición de solución en atomizador.....	34
Figura 8. Efecto de las aplicaciones de Ca^{++} en la longitud de brotes a los 15, 21 y 28 días en el periodo de invierno. Columnas con literales diferentes implican diferencia estadística en la comparación de medias Tukey ($P \leq 0.05$). Donde, LB 15 días= brotes 2-4 foliolos; LB 21 días= brotes 6-8 foliolos; y LB 28 días= brotes 10-12 foliolos.	35
Figura 9. Efecto de las aplicaciones de Ca^{++} en la longitud de brotes a los 15, 21 y 28 días en el periodo de verano. Columnas con literales diferentes implican diferencia estadística en la comparación de medias Tukey ($P \leq 0.05$). Donde, LB 15 días= brotes 2-4 foliolos; LB 21 días= brotes 6-8 foliolos; y LB 28 días= brotes 10-12 foliolos.	36
Figura 10. Longitud de brotes a los 15 días y la influencia de las diferentes dosis de Ca^{++} en el desarrollo vegetativo en los ciclo de invierno y verano. Columnas con literales diferentes implican diferencia estadística en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).	37
Figura 11. Longitud de brotes a los 20 y 21 días del ciclo de verano e invierno y la influencia del Ca^{++} en el desarrollo vegetativo. Columnas con literales diferentes implican diferencia estadística en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).	38
Figura 12. Longitud de brotes a los 26 y 28 días del ciclo de verano e invierno y la influencia del Ca^{++} en el desarrollo vegetativo. Columnas con literales diferentes implican diferencia estadística en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).	40
Figura 13. Longitud de brotes a los 15 días y la influencia del Ca^{++} en el desarrollo vegetativo. Columnas con literales diferentes implican diferencia estadística en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).	42
Figura 14. Efecto de la concentración de calcio Ca^{++} en el diámetro del tallo en los ciclos de invierno y verano. Columnas con literales iguales no difieren estadísticamente mediante la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).	43
Figura 15. Diámetro de tallo de rosa variedad Freedom en los ciclos de invierno y verano. Columnas con literales iguales no difieren estadísticamente mediante la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).	44
Figura 16. Longitud de pedúnculo de rosa variedad Freedom en los ciclos de invierno y verano. Columnas con literales iguales no difieren estadísticamente mediante la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).	45
Figura 17. Influencia del Ca^{++} en la longitud del pedúnculo aplicados en distintos tratamientos. Columnas con literales iguales no difieren estadísticamente mediante la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).	46
Figura 18. Longitud de botón en rosa variedad Freedom en los ciclos de invierno y verano. Columnas con literales diferentes difieren estadísticamente Tukey ($P \leq 0.05$).	47

Figura 19. Diámetro de botón en rosa variedad Freedom en los ciclos de invierno y verano. Columnas con literales iguales no difieren estadísticamente mediante la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).	48
Figura 20. Vida florero sin inoculo (S/I) a los 4, 8 y 12 días del ciclo de invierno. Columnas con literales diferentes difieren en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).....	52
Figura 21. Vida florero sin inoculo (S/I) a los 4, 8 y 12 días del ciclo de verano. Columnas con literales diferentes difieren en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).....	53
Figura 22. Vida florero con inoculo (C/I) a los 4, 8 y 12 días del ciclo de invierno. Columnas con literales diferentes difieren en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).....	55
Figura 23. Vida florero con inoculo (C/I) a los 4, 8 y 12 días del ciclo de verano. Columnas con literales diferentes difieren en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).....	56
Figura 24. Incidencia de Botrytis sin inoculo (S/I) a los 4, 8 y 12 días del ciclo de invierno. Columnas con literales diferentes difieren en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).	58
Figura 25. Incidencia de Botrytis sin inoculo (S/I) a los 4, 8 y 12 días del ciclo de verano. Columnas con literales diferentes difieren en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).	58
Figura 26. Incidencia de Botrytis con inoculo (C/I) a los 4, 8 y 12 días del ciclo de invierno. Columnas con literales diferentes difieren en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).	60
Figura 27. Incidencia de Botrytis con inoculo (C/I) a los 4, 8 y 12 días del ciclo de verano. Columnas con literales diferentes difieren en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).	60

CUADROS

Cuadro 1. Aplicación de la formula inicial valuada al 50% con variaciones de calcio	28
Cuadro 2. Formula inicial valuada al 50%.....	28
Cuadro 3. Asignación de tratamientos en un diseño en bloques completos aleatorizados.	29

RESUMEN

La rosa es la principal flor de corte en México y ante el incremento de la producción en la región florícola sur del Estado de México, se requieren de técnicas de nutrición completas que sean eficientes y económicas para su manejo. Uno de los factores primordiales que influyen en la calidad de tallos florales de rosas para exportación es la nutrición mineral y en particular la nutrición cálcica la cual se encuentra muy relacionada en el crecimiento y desarrollo de las flores así como en la vida postcosecha. La presente investigación tuvo como objetivo, evaluar cinco tratamientos con diferentes dosis a base de nitrato de calcio: T1 (0), T2 (0.5), T3 (1), T4 (1.5) y T5 (2.0) kg de Ca⁺⁺ aplicados en el desarrollo del tallo floral bajo invernadero, su efecto en postcosecha y vida de florero en el cultivo de rosa (*Rosa x hybrida*) variedad Freedom en las estaciones de invierno 2011 y verano 2012. El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas durante el ensayo fueron: longitud y diámetro de tallo, longitud de pedúnculo, longitud y diámetro de botón, incidencia de *Botrytis cinerea* y vida de florero. Los resultados muestran que los tratamientos 4 (1.5 kg Ca⁺⁺) y 5 (1.5 kg Ca⁺⁺) fueron los que mejor efecto mostraron en el desarrollo del tallo foral. El tratamiento 4 para las variables longitud de pedúnculo, diámetro de tallo y longitud de botón fue mejor para el ciclo de invierno, sin embargo el tratamiento 5 fue mejor para el ciclo de verano con efecto en las variables diámetro de tallo y botón. En estos mismos tratamientos la incidencia de *Botrytis cinerea* y cuello doblado fue menor de 70 y 60 % respectivamente. Los resultados confirman la importancia del calcio en la vida postcosecha en rosa y su influencia en la resistencia a enfermedades.

I. INTRODUCCION

La rosa (*Rosa x híbrida* L.) es la planta de jardín más popular en el mundo y comercialmente es una de las más importantes como flor de corte (Kenneth, 1986, Yamada *et al.*, 2007). La asociación histórica de esta flor con el romance y la belleza asegura que las rosas son flores de corte altamente demandadas en el mercado (ASERCA, 2006).

Muchos consumidores consideran que las rosas tienen vida corta y ello se debe en parte a la deficiente absorción de agua y la falta de una buena nutrición en algunos cultivares, lo cual con frecuencia produce un síntoma conocido como “cuello doblado” o “cabeceo”, en el que el pedúnculo floral pierde rigidez la flor se marchita y los botones no abren (Nell y Reid, 2002).

De acuerdo con las cantidades que se encuentran en las plantas, los nutrimentos vegetales pueden ser divididos en macronutrimentos y micronutrimentos. Los elementos C, H, O, N, P, K, S, Ca y Mg se encuentran entre los macronutrimentos, ya que su concentración en el tejido vegetal seco es mayor a 1000 mg kg⁻¹(ppm), mientras que los que se encuentran contenidos por debajo de 500 mg kg⁻¹(ppm) son considerados como micronutrimentos, como sería el caso de Cl, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo y Ni (Alcántar, 2009).

El calcio parece actuar como agente modulador de las fitohormonas, contribuye a disminuir la presencia de cuello doblado en rosa y mejora la resistencia a enfermedades (Lin-Jen *et al.*, 2000).

Durante el crecimiento y desarrollo de las flores, la nutrición es un factor que puede influir en la vida en florero. Uno de los factores primordiales que influyen en la calidad de tallos florales de rosas para exportación es la nutrición mineral, la calidad de la flor cortada y su duración en florero dependen de un complejo de actividades que se inician desde la precosecha, entre las cuales destacan, además de la nutrición mineral, los daños o problemas fitosanitarios, las condiciones de suelo, la luminosidad y la disponibilidad de agua. Por tal razón, el manejo precosecha debe ser un proceso bien establecido para lograr la máxima calidad en la cosecha (Greer, 2000; Vidalie, 2002). Se estima que los factores de precosecha influyen 30% en la

vida de la flor, mientras que los factores postcosecha lo hacen en 70% (López, 1981).

La fase postcosecha es importante para prolongar la vida de las rosas, la falta de los cuidados correspondientes trae como consecuencia la pérdida de todo trabajo que se requirió para el desarrollo de las flores. En poscosecha influyen un serie de factores ambientales y de manejo para alargar la vida en florero y mejorar la calidad; así, se han utilizado diferentes soluciones químicas que han dado buenos resultados con la ventaja de alargar el almacenamiento, resistir el transporte y finalmente prolongar la vida útil en florero (Staby, 2009).

La creciente atención a la tecnología postcosecha en los últimos años ha sido consecuencia de prácticas de corte y manejo poscosecha inadecuados que producen grandes pérdidas. El fin último de la tecnología postcosecha es el desarrollo de métodos que disminuyan, cuanto sea posible, el deterioro de los productos durante el periodo que media entre el corte y su uso por el consumidor (Norwak y Rudnick, 1990). De acuerdo con Li-Jen *et al.*, (2000), uno de los aspectos más importantes de las flores frescas es mantener su aspecto estético agradable y alargar su vida en florero.

Hay muchas prácticas, procedimientos y métodos de cultivo utilizados en la producción comercial de las rosas como flor cortada. Las condiciones locales del medio ambiente frecuentemente dictan la forma de manejo de un invernadero para obtener ganancias económicas (Staby, 2009), por lo tanto en la presente investigación se estudió el efecto del calcio (Ca) en diferentes variables fisiológicas del tallo floral de la variedad de rosa "Freedom", desde su emisión hasta la vida poscosecha, asimismo se evaluó la incidencia de enfermedades durante el desarrollo del cultivo.

II. REVISION DE LITERATURA

La rosa que pertenece a la familia de las rosáceas es una planta de gran interés ornamental. En la actualidad es una de las especies más conocida, cultivada y solicitada como flor cortada; su insuperable belleza, la amplia variedad de sus colores, tonos y combinaciones que presenta, su suave fragancia y la diversidad de formas, hacen de las rosas un elemento de exquisita plasticidad, que ocupa, sin lugar a dudas, un lugar preferente en la decoración y el gusto del público consumidor (Álvarez, 1980).

Las rosas cultivadas hoy en día son el resultado de numerosos procesos de cruzamiento y selección, que han dado lugar al establecimiento de diferentes tipos de acuerdo al tamaño y número de flores y al uso que se destinan, dentro de los que destacan los llamados "híbridos de té" por ser los tipos más utilizados (Caballero, 1997).

En el año 2009 la producción en México fue de 783.4 millones de tallos florales de rosas que se cultivaron en 696 ha de invernaderos. De los Estados productores de esta especie, el Estado de México ocupa el primer lugar, ya que ese mismo año produjo 770 millones de tallos florales en 663 ha de invernadero, lo que representó 98.3% de la producción nacional y un valor de producción de 905.7 millones de pesos (SIACON, 2010).

La clasificación más generalizada del cultivo de rosa distingue tres importantes grupos: Híbridos de té (rosa estándar) caracterizada por la presencia de una flor grande; floribundas de flor pequeña; y Spray, que llevan más de dos flores en cada tallo. Tanto el híbrido té como la floribunda se producen por la mayoría de los cultivadores de rosa (Hasek, 1996; Bañon, 1993).

El número de cultivares que existen en la actualidad es muy elevado gracias a las hibridaciones de distintos obtentores, para satisfacer diferentes aspectos, que serán los objetivos de la mejora, tales como: altos rendimientos, mejor conservación de poscosecha, resistencia a plagas y enfermedades, compatibilidad de portainjertos, longitud y resistencia del tallo, buen vigor, periodo corto de tiempo entre

pinzamientos, flor con buen color, tamaño, aroma y forma del capullo (Bañon *et al.*, 1993).

1.1. Características generales del Cultivo

1.1.1. Cultivo de Rosa

La rosa cv. Freedom, es de tipo de té híbrido, color rojo escarlata, de tallo largo de 0.7 a 0.9 m, diámetro de 0.05 m, botón grande con 48 pétalos, productividad de 1.2-1.5 tallo planta⁻¹ mes⁻¹, el ciclo del cultivo es de 75 a 81 días, con vida florero de 14 días, y no presenta fragancia (Rosen Tantau, 2011), climatizada para ambientes frescos con alta intensidad de luz, especialmente en Sur y Centroamérica. La planta es robusta y resistente a enfermedades, especialmente Mildew Velloso (*Peronospora sparsa* Berkeley) (Rosen Tantau, 2011).



1.1.2. Fenología del cultivo

En promedio, el ciclo de un tallo floral es de 11 a 12 semanas, la mitad de este periodo es de crecimiento vegetativo y el otro reproductivo. El vegetativo se subdivide en inducción del brote y desarrollo del tallo floral, las hojas falsas están cerradas presentando en la mayoría de los casos un color rojizo característico. El periodo reproductivo se inicia con la inducción del primordio floral, “palmiche” que coincide con una variación del color del tallo y hojas de rojo a verde, siguiendo los estadios fenológicos llamados “arroz” (diámetro de botón < a 0,4 cm), “arveja” (0,5 –

0,7 cm), que presenta hojas totalmente abiertas y el botón se observa mas redondeado, “garbanzo” (0,8-1,2 cm), pierde el color rojizo en los tallos y hojas, “rayar color” (1,8-2,9 cm) indica el momento cuando se separan ligeramente los sépalos por efecto del crecimiento del botón y dejan ver el color de los pétalos y “corte” (> 3.0 cm), es el momento en que la flor llega a un punto de apertura comercial, mas no fisiológica. Se corta el tallo y se clasifica según la apertura de los pétalos (Cáceres *et al.*, 2003)

1.1.3. Manejo de las podas

Existen diferentes técnicas de poda, como por ejemplo la poda “en verde” (plantas que no están en un periodo reproductivo), cosecha “en picos” y “forzado”. La poda “en verde” es una técnica de producción intermedia entre la calefacción continua y el forzado, que se basa en el hecho que a partir de Enero, el cultivo comienza a crecer nuevamente debido a la mejoría del clima. Con el sistema de cosecha “en picos”, las rosas se podan en el lugar donde se han cortados las flores y, en función de la rutina de manejo del cultivo, esta practica se hace varias veces a la semana. El “forzado ” es un proceso en el que se poda primero y luego se suministra calor; lo anterior requiere fertilización y humedecimiento del suelo, inmediatamente después de podar. En principio se contempla la posibilidad de dar a las plantas un periodo de descanso antes de podar, entre cuatro y seis semanas, dependiendo de la variedad (Hoog, 2001).

La altura a la que se pode el tallo parece afectar el crecimiento del vástago al variar la altura de la poda, también varían la posición, la edad de la yema que ha de brotar y el número de hojas que queda sobre el tallo (Hoog, 2001).

2.2. Factores que afectan la calidad en rosa.

2.2.1. Luz y ventilación

La baja intensidad lumínica provoca un alargamiento excesivo de los tallos florales y retarda su endurecimiento (Nowak y Rudnicki, 1990). Así un endurecimiento insuficiente de los tallos florales se traduce en su curvamiento a nivel de pedúnculo. En rosas este fenómeno se llama “cuello doblado” o “cuello de ganso” y en algunas rosas está directamente relacionado con el contenido de agua de los tallos.

Respecto a la formación de los pétalos, la sombra excesiva durante la acumulación de las antocianinas en los pétalos de los botones de rosas de colores rojos produce una coloración azul en dichos órganos, mientras un incremento del nivel de CO₂ dentro del invernadero, inhibe este problema. Esto indica que la intensidad del color de los pétalos, depende de la disponibilidad de carbohidratos (Halevy y Mayak, 1979; Nowak y Rudnicki, 1990; Arboleda, 1993).

2.2.2. Temperatura

La temperatura es otro factor ambiental que tiene un efecto decisivo sobre la calidad y la producción. De forma general, se puede decir que la velocidad de crecimiento de las plantas se duplica por cada 10°C de incremento en la temperatura. Las temperaturas óptimas de crecimiento se consideran que son de 17 a 25°C, preferiblemente ni debajo de 17°C ni por encima de 27°C (Salinger, 1991). Bajo temperaturas elevadas, las flores son pequeñas, teniendo pocos pétalos y color más pálido. Las temperaturas frías, como la nocturna continuamente por debajo de 15°C también afecta seriamente a la planta; el crecimiento se atrasa, las flores desarrollan un gran número de pétalos y se deforman y aplanan, produciendo flores llamadas “cabezas de toro” (Yong *et al.*, 2000).

Por su parte, se señala que el rosal es una planta exigente en temperaturas elevadas que varían según el estado vegetativo en que se encuentre. Su fase crítica es el inicio y crecimiento de los brotes, donde la falta de estos niveles de temperatura puede originar tallos ciegos y botones florales deformes (Eraso, 2000). Con

temperaturas superiores a los 45°C la planta sufre daños, no siendo aconsejable superar los 30°C, ya que se producen alteraciones fisiológicas negativas para el cultivo. Las óptimas, que dependen de la iluminación existente, se sitúan por los 21 y 24°C durante el día y de 15 a 16°C durante la noche (Yong et al., 2000).

Las altas temperaturas provocan una rápida y temprana apertura del botón floral, de manera que se desarrollan rápidamente nuevos brotes, por lo que se obtendrá una mayor producción, al contrario de las bajas temperaturas que reducen la producción y tardan más en florecer (Zieslin *et al.*, 1990).

Estudios sobre el efecto de las temperaturas en la longitud del tallo floral y en la fotosíntesis de tres cultivares de rosa, mostraron que la longitud del tallo floral en un ambiente controlado, fue más corta a 30 que a 20°C (Yamaguchi *et al.*, 1998); el número de hojas fue el mismo independientemente de la temperaturas y en cuanto a los rangos de fotosíntesis no hallaron diferencias entre los cultivares.

2.2.3. Humedad Relativa

Otro factor importante a considerar para el desarrollo óptimo de la rosa bajo invernadero es la humedad relativa. Bañon y colaboradores (1993), mencionan que la humedad relativa durante el periodo de brotación de las yemas y crecimiento de los brotes debe ser de 80-90% a fin de estimular el crecimiento, para posteriormente estabilizarla a valores del 70-75%. Una humedad relativa por debajo del 60% ocasiona desarreglos fisiológicos como: deformación de botones, hojas menos desarrolladas, vegetación pobre y caída de las hojas. Por el contrario, humedades relativas altas causan desarrollo de enfermedades. La rosa requiere de ciertas labores culturales, que se hacen durante el desarrollo del cultivo, esto es para que se obtengan tallos y flores de mayor calidad o se programe para días festivos, como: poda, pinzamientos, desyeme y deshierbe (Bañon *et al.*, 1993).

2.2.4. Plagas y enfermedades

El cultivo de rosas es afectado por diferentes patógenos, los cuales pueden generar disminución en el rendimiento de la producción y por tanto, pérdidas económicas

cuantiosas. Existen diversas variables que favorecen el desarrollo e incremento de los patógenos, entre éstas se mencionan: las condiciones ambientales (microclima de cada cultivo e invernadero), la susceptibilidad de materiales genéticos (variedades), la poca o escasa rotación de agroquímicos (resistencia del patógeno) y el desbalance nutricional. Una de las enfermedades que afecta de manera considerable la producción de rosas es (*Botrytis cinerea* Pers.) causada por un hongo que pudre los pétalos, dándoles una coloración grisácea o café. También es importante la protección de las plantas a las enfermedades y plagas ya que estas pueden causar daños y, decoloración de flores y hojas, afectando su calidad. El daño que sufren los tejidos provoca que éstos pierdan agua, aceleren su marchitamiento y la producción de etileno. A su vez el etileno promueve la senescencia y provoca la caída de las hojas y pétalos de las flores (Nowak y Rudnicki, 1990).

2.2.4.1. Botrytis cinerea Pers.

B. cinerea tiene una amplia gama de huéspedes, especialmente en las dicotiledóneas incluyendo muchos cultivos ornamentales bajo invernadero que son económicamente importantes. La germinación e infección es estimulada por una disminución de los nutrientes en las hojas, frutos y flores de las plantas, se desarrolla con temperaturas promedio de 18°C y humedad relativa de 80-95%. El hongo una vez establecido en los pétalos de la flor aparecen manchas irregulares, alargadas, oscuras y acuosas que ocasionan pérdida de calidad de la flor (Youman, *et al.*, 2001).

2.3. Fertilización y riego

La nutrición mineral, el medio de crecimiento y el riego también son factores importantes en determinar la longevidad de muchas flores (Halevy y Mayak, 1979), entonces, es necesario mantener un programa de fertilización óptimo pero no excesivo antes de la cosecha, ya que altos niveles de sales y cloro en el medio de

crecimiento también tienden a reducir la vida de las flores cortadas al provocar estrés hídrico (Nowak y Rudnicki, 1990), la alta salinidad es aún más perjudicial cuando va acompañada con riesgos poco frecuentes.

Evidentemente, las plantas necesitan carbono, hidrógeno y oxígeno. Pero éstos están inevitablemente disponibles en los medios normales donde ellas crecen. Ciertos elementos calcio, magnesio, potasio, nitrógeno, fósforo y azufre son requeridos por la planta en grandes cantidades y se llaman nutrimentos mayores o macronutrientes. Otros, como el hierro, manganeso, boro, zinc, molibdeno y cobre, se requieren en pequeñas cantidades y se llaman nutrimentos menores, micronutrientes o elementos traza (Bidwell, 2002).

2.3.1. Macronutrientes

2.3.1.1. Nitrógeno (N)

El nitrógeno es importante en las plantas porque es un constituyente de proteínas, ácidos nucleicos y muchas otras sustancias importantes. Las plantas pueden absorber nitrógeno de dos formas: nitratos (NO_3) y amonio o amoníaco (NH_4) (Pizano, 2003). Bañón, (*et al.*, 1997) menciona que una excesiva fertilización nitrogenada disminuye la longevidad de la flor, a la vez que favorece la presencia de enfermedades como *Botrytis* y *Royas*. Por otra parte Nowak y Rudnicki (1990) mencionan que un exceso de fertilización nitrogenada disminuye la vida florero de las rosas y aumenta la susceptibilidad a infecciones fungosas como el moho gris (*Botrytis cinérea* Pers), así como la atracción de insectos, chupadores masticadores por estar los tejidos más succulentos.

2.3.1.2. Fósforo (P)

Las plantas absorben el fósforo (P) en forma de fosfatos inorgánicos, principalmente como aniones H_2PO_4^- y HPO_4^{2-} ; no obstante la planta puede también, a través de sus enzimas, desprender los grupos fosfatos de los compuestos orgánicos y

posteriormente absorberlos, se encuentra en el fluido del xilema a una concentración hasta 400 veces mayor que en la solución del suelo (Guardiola y García, 1990); el fósforo se encuentra en el suelo en formas orgánicas e inorgánicas, el fósforo inorgánico del suelo se encuentra en tres formas: a) como constituyente de minerales fosfatados, b) adsorbido a la fracción mineral u orgánica del suelo y c) solución (Pizano, 2003). Uno de los factores primordiales que influyen en la calidad de tallos florales de rosas para exportación es la nutrición mineral, y en particular la nutrición fosforada, porque el fósforo es el macro nutriente cuya función está directamente relacionada con el metabolismo de energía de las células y con los fosfatos ricos en energía. La energía requerida, por ejemplo, para la biosíntesis de almidón o para la absorción de hierro es proporcionada por un compuesto intermediario rico en energía o coenzima, principalmente adenosin trifosfato (ATP) (Marschner, 1995). En este sentido, la senescencia de las flores cortadas está estrechamente relacionada con la reducción de la energía necesaria para las reacciones de síntesis (Figuroa *et al.*, 2005).

2.3.1.3. Potasio (K)

El potasio representa al catión que es absorbido en mayor cantidad por las plantas, es muy soluble y su principal función es realizar la valoración osmótica de la savia celular, siendo por ende responsables de la turgencia celular y es trascendental en la apertura y cierre de estomas. Se encuentra en forma iónica libre, y es el catión más abundante en vacuolas y citoplasma, donde alcanza una concentración próxima a 100 mM (Guardiola y García, 1990). La deficiencia de potasio se manifiesta con frecuencia por hábitos de crecimiento en roseta o achaparramiento, en rosa la deficiencia se presenta en flacidez de las plantas o sus productos, efecto que es obvio en muchas de ellas (Pizano, 2003). Otras consecuencias son la reducción del crecimiento caulinar, el debilitamiento del tallo y la baja resistencia a patógenos, de manera que las plantas deficientes, en especial cereales, fácilmente son acamadas (se tienden a la intemperie) y atacadas por patógenos (Bidwell, 2002).

2.3.1.4. Calcio (Ca)

Después del potasio, el calcio es el elemento básico más abundante en la planta, aunque su contenido en la mayoría de los cultivos es mas bajo en relación con el primero. El contenido medio de calcio en las plantas esta en el orden de 1-3 kg por 100 kg de masa seca. En cuanto al requerimiento de calcio para *Rosa x hybrida* se encuentra entre 1-1.5% (Reuter y Robinson, 1996). Entre todos los órganos, las hojas contienen la mayor concentración. La abundancia de calcio en las hojas puede ser debido a la formación de pectatos de calcio en la lamela media de las células (Rahma y Punga, 2007).

El calcio es relativamente inmóvil en el floema de la planta, lo cual significa que una vez ubicado en un tejido en particular, su movimiento es lento o casi nulo. Esto sugiere que los órganos vegetales con crecimiento activo, tales como los frutos carnosos, bulbos y flores necesitan un suministro constante del elemento (Epstein, 1973).

Su transporte a la larga distancia se realiza generalmente a través del xilema. La ruta utilizada para su transporte puede ser por medio de los plasmodesmos (simplasto) o por los espacios intercelulares (apoplasto). En el apoplasto, parte del calcio está firmemente ligado a las estructuras, otra parte es intercambiable en las paredes celulares y en la superficie exterior de la membrana plasmática. En la planta una elevada cantidad de calcio que forma complejos con aniones orgánicos como el malato e inorgánicos como el nitrato y el cloruro se encuentran almacenados en las vacuolas, cloroplasto y retículo endoplásmico rugoso, mientras que su concentración en el citoplasma es esencial para prevenir la precipitación del P_i (fosforo inorgánico), competencia con el magnesio por los sitios de unión y posiblemente como prerrequisito para que funcione como mensajero secundario (Marschner, 1995).

En lo que respecta a su función como mensajero secundario, al percibir la planta un estímulo externo, se presenta una entrada de calcio al citoplasma desde los sitios de almacenamiento, lo cual puede activar varias enzimas, a través de la fosforilación dependiente de proteínas quinasas, las cuales están involucradas en diferentes

reacciones metabólicas que conducen a respuestas en los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal (Poovaiah, 1986).

Las deficiencias de calcio son raras en la naturaleza pero pueden ocurrir en suelo con baja saturación de bases y altos niveles de depósitos ácidos. Debido a que su transporte se realiza preferiblemente por las células muertas del xilema, los síntomas visuales de deficiencia generalmente son observados en los tejidos jóvenes ya que las zonas meristemáticas de las raíces, los tallos y las hojas, donde existen divisiones celulares permanentes son las más susceptibles, quizás porque es fundamental para que se forme una nueva lamela media (Taiz y Zeiger, 2006).

La mayoría de las funciones del calcio como componente estructural de las membranas y paredes celulares se debe principalmente a la capacidad que tiene el elemento para realizar complejos estables pero reversibles, con los pectatos de la lamela media, las cuales están conformadas de cadenas de residuos de ácido poligalacturónico con inserciones de ramnosa y, los grupos fosfatos y carboxilatos de las proteínas de dichas estructuras, manteniendo de esta manera la permeabilidad selectiva, la integridad y la compartimentalización celular (Rahman y Punja, 2007).

La degradación de los pectatos en los procesos de incidencia de patógenos y los desarrollados en la maduración normal de los frutos son mediados por enzimas conocidas como pectinasas y poligalacturonasas, las cuales incrementan su actividad en los tejidos deficientes en calcio, acelerando la desintegración de las membranas y paredes celulares y el colapso de los tejidos afectados (Bangerth, 1974b)

Frecuentemente es observado que los órganos de las plantas que presentan desórdenes como baja transpiración es debido a deficiencia de calcio. Las rosas de corte, así como los frutos y tubérculos, se encuentran dentro de esta categoría. El calcio en dichos órganos es conducido dentro de la planta generalmente por el xilema (Marschner, 1995) y, por lo tanto, la baja transpiración podría resultar en menor cantidad del elemento transportado hacia esos órganos. Este fenómeno ha sido propuesto para explicar porque las rosas crecidas en alta humedad relativa presentan menores concentraciones del elemento y menor vida en florero (Torre et al, 2001).

Una baja concentración de calcio en los tejidos que presentan baja tasa de transpiración como frutos carnosos, flores y tubérculos, es necesaria para permitir rápida expansión celular y elevada permeabilidad en sus membranas celulares. Sin embargo, se incrementa el riesgo de que su contenido en los tejidos caiga por debajo del nivel crítico requerido para la estabilización de la pared celular y la integridad de la membrana y quizá también para que funcione como mensajero secundario (Taiz y Zeiger, 2006).

La deficiencia de calcio, disminuye la vida poscosecha de las plantas ornamentales y puede también prevenir la apertura normal de las rosas. Debido a esto, soluciones de nitrato de calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, al 0,1% son aplicadas vía foliar para disminuir el ablandamiento de tallos cortados de algunas variedades (Cross, 2000). Dichas aplicaciones foliares, también han sido utilizados para reducir los síntomas de senescencia de lechuga y manzanos (Singh et al., 2007). Existe evidencia que soporta la idea que el nivel de calcio en los tejidos de la planta puede afectar el proceso de senescencia (Poovaiah et al., 1986).

Al respecto, Rahman y Punja (2007) reportaron un aumento en la vida florero en rosa al incrementar los niveles de calcio en la solución nutritiva aplicada a las plantas; e indicaron una correlación negativa entre el desarrollo del moho gris y la concentración de calcio en la flor.

Además, Cross (2000) encontró que diferentes cultivares de rosa crecidas en dos medios con alto contenido en calcio presentaron mayor vida en florero, comparadas con las crecidas en medios con bajas concentraciones de este elemento. Otro hallazgo importante consistió en observar que las rosas cultivadas con sustratos que contenían cal dolomita-cálcica en proporción 1:1 presentaron mayor vida en florero, que las rosas crecidas en el mismo medio pero con solo cal dolomita; lo que refleja la importancia de las fuentes utilizadas. La misma investigación indicó que la concentración de calcio en los pétalos de las plantas tratadas se mantuvo sin alteración; indicando que el efecto benéfico del tratamiento se debió al incremento del elemento en las hojas de las plantas tratadas (Cross, 2000).

Aunque los cambios fisiológicos y bioquímicos de la senescencia están controlados genéticamente, existe evidencia que supone la participación del calcio en este

proceso. Su función estaría ligada al mantenimiento estructural de algunas moléculas de la membrana celular, a través de uniones con moléculas cargadas negativamente como los fosfolípidos y proteínas de membrana, que mantiene la célula funcionalmente (Bass, 2000). Algunos autores han reportado que el calcio retrasa la descomposición de tales moléculas en el proceso senescente (Torre et al., 2001). De igual manera, Cabrera (2002) reporta que en la senescencia de pétalos de rosa se disminuye la fluidez de las membranas celulares, debido a una pérdida de los fosfolípidos y a la disminución en la integridad de la membrana.

El calcio y los desórdenes fisiológicos

La deficiencia de calcio, especialmente en el tejido meristemático puede reducir la estabilidad de la pared y la membrana celular, conduciendo a la muerte del tejido. Su deficiencia puede ser debida más a un transporte inadecuado por los conductos vasculares de la planta que causada por baja absorción o disponibilidad en el suelo (Cresswell y Weier, 1997).

Es indispensable separar los fenómenos de “deficiencia” y “estrés” de calcio para entender lo relacionado con la dinámica de este elemento en la fisiología de la planta.

Una deficiencia se logra corregir a través de la adición de una fuente de elemento; en este caso, los síntomas no se expresan en la totalidad de la planta, sino en puntos específicos de crecimiento del tejido (Cresswell y Weier, 1997). La adición de calcio al suelo no siempre corrige el estrés, debido a que la escasez localizada del elemento no es causada por disminución en su absorción y translocación (Shear, 1979).

El estrés abiótico frecuentemente conduce a un incremento del calcio libre (Ca^{+2}) en el citoplasma de las células, lo cual conlleva a la expresión genética que activa respuestas bioquímicas que le permiten a la planta adaptarse a condiciones adversas de diferente naturaleza. De esta manera, el calcio se encuentra involucrado en los mecanismos regulatorios, que le permitan a la planta realizar ajustes bajo

condiciones adversas como temperatura alta, daño por frío y estrés hídrico y salino (Liang et al., 2009). Lo anterior ha conducido a relacionar la deficiencias del elemento en los tejidos de la planta con la aparición de desórdenes fisiológicos presentados en diferentes cultivos, especialmente en tejidos y órganos que presentan una baja tasa de transpiración como flores, frutos y bulbos (Martyn et al., 2007).

2.3.1.5. Magnesio (Mg)

Es un elemento altamente móvil en el cuerpo de la planta así como en el interior de las células. La mayor parte de este elemento se encuentra en forma iónica en la vacuola como concentración de los ácidos orgánicos e inorgánicos. En cantidades menores se encuentra en la lámina media en forma de pectatos (Guardiola y García, 1990). Las formas del magnesio en el suelo son muy similares a las del calcio y potasio, forma parte de la clorofila, que es la sustancia encargada de fijar la energía solar; la deficiencia en el rosal aparece primero en las hojas viejas, estas se vuelven cloróticas, desde los bordes hacia el centro, y la zona verde adquiere una forma de punta de lanza (López, 2004).

2.3.1.6. Azufre (S)

La planta absorbe azufre en forma de sulfatos (SO_4) pero éste no se transporta fácilmente. El azufre es requerido por ciertos aminoácidos y como tal es indispensable para la formación de ciertas proteínas. La deficiencia de azufre es casi desconocida en la producción práctica, ocurre si se utilizan fertilizantes que no contengan sulfato y si este tampoco está presente en el agua de riego. Su deficiencia es similar a la del N, pero ocurre principalmente en las hojas jóvenes, ya que no se transporta fácilmente hasta ellas (Pizano, 2003).

2.3.2. Micronutrientos

2.3.2.1. Hierro (Fe)

Este elemento funciona principalmente como donante o receptor de electrones en una serie de reacciones químicas en las que tiene lugar transferencia de los mismos; este elemento está ligado directamente con la producción de clorofila y la fotosíntesis en la planta por lo que su carencia parcial origina un amarillamiento intervenal y en ocasiones total en hojas jóvenes de la planta (Pizano, 2003). Cuando la carencia es severa las puntas de los brotes y las hojas muestran necrosis, tanto el Fe como el Zn y el Mn se ven bloqueados cuando el pH de los suelos es calcáreo o muy alcalino por lo que dichos elementos deberán aportarse vía foliar para evitar deficiencias (Yáñez, 2002).

2.3.2.2. Zinc (Zn)

El Zn está ligado al desarrollo y expansión foliar y en el proceso de fotosíntesis por lo que su carencia parcial o total se liga con la falta de tamaño de las hojas y con una clorosis intervenal y falta de elongación de los tallos ya que este elemento se requiere para la formación de triptófano, aminoácido esencial considerado el precursor para la síntesis de auxinas, hormonas vegetales que participan en la elongación de tallos y hojas y en la formación de nuevas raíces. La combinación de Nitrógeno con Zinc es excelente para fomentar elongación de tallos y hojas, y la mezcla de estos elementos con giberelinas promueven de manera rápida y efectiva una aceleración e intensidad en el crecimiento vegetativo (Yañez, 2002).

2.3.2.3. Manganeso (Mn)

Este elemento participa en la fotosíntesis y en la actividad de varias enzimas entre las que resalta la Ácido indol acético oxidasa (IAAasa), por lo que está fuertemente ligado a la regulación del metabolismo hormonal. La deficiencia de Mn comúnmente se presenta acompañada de la de Zn o Fe y con frecuencia se enmascaran o confunden los síntomas del mismo, los moteados amarillamientos de la deficiencia

de manganeso ocurren en hojas jóvenes y en ocasiones están acompañados de manchas necróticas (Yañez, 2002).

2.3.2.4. Boro (B)

Es un elemento que es requerido en la transportación de azúcares dentro de las plantas las cuales lo contienen en pequeñas cantidades en sus tejidos. El elemento también tiene influencia sobre la división celular por lo que es necesario en los puntos nuevos de crecimiento. La deficiencia de este elemento está ligada con coloraciones verde azulado intensas en las zonas de deficiencia además de provocar problemas en la buena formación de los tejidos vasculares de las plantas, principalmente el floema, posiblemente debido a la insuficiencia de azúcares requeridas para su formación. Con la carencia de este elemento ocurren síntomas de malformación de hojas tallos y frutos, y una mala polinización ya que se requiere para un buen llenado de los granos de polen (Alarcón, 2000).

2.3.2.5. Cobre (Cu)

El cobre es absorbido por las plantas en pequeñas cantidades, es un elemento metálico que, como el hierro, forma complejos muy estables y fácilmente acepta y transfiere electrones. Este microelemento participa en la síntesis de lignina un compuesto que causa endurecimiento de los tejidos y da resistencia a las plantas, además su presencia en la planta puede disminuir el ataque a enfermedades y plagas (Alarcón, 2000).

2.4. Necesidades nutricionales del cultivo

Las recomendaciones de abonado que se consideran son para el cultivo del rosal para flor cortada en invernadero, en donde el cultivo suele tener una duración de 6/7 años. Las necesidades de agua para el rosal pueden evaluarse en unos 8.400 m³ /Ha, que se reparten desde Abril/Mayo a Octubre /Noviembre a razón de 20 L/m² /semana y durante el resto del año a razón de 10 L/m² /semana. Al efectuarse la

plantación se realiza un abonado orgánico a razón de 30 Tm/ha de estiércol por y un abonado mineral, con abonos tradicionales, incorporándose 200 kg/ha de P_2O_5 , 350 UF de K_2O (en forma de sulfato) y 60 kg/ha de MgO (Fertiberia, 2007).

Requerimientos nutritivos en fertirrigación mencionados por Fertiberia (2007), distribuidos de forma uniforme cada mes a lo largo del año, son los siguientes: Requerimientos de nutrientes en Kg/ha.

Nutrientes	N	P₂O₅	K₂O	CaO	MgO
Total	400	75	450	175	80

Recomendaciones de abonos sólidos en Kg/ha:

Abonos	Nitrato de amonio (34.5%)	MAP Fosfato monoamónico (12%N-60%P₂O₅)	Sulfato de potasio (50% K₂O)	Nitrato de Calcio (15%N- 26% CaO)	Nitrato de magnesio (11%N- 16% MgO)
Total	660	125	900	670	500

Los elementos que componen la estructura anatómica de la rosa son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. La rosa de buen rendimiento extrae del suelo durante el año los siguientes elementos por metro cuadrado: 100 g de nitrógeno (N), 25 g de fósforo (P) y 100 g de potasio (K) (Miranda 1975).

En las zonas productoras del Estado de México se llevan a cabo dos fertilizaciones durante el año, utilizando las siguientes formulas: en verano la 6-12-6 y en invierno la 6-6-6. Otras formulaciones pueden ser la 4-12-4 o 5-10-5 aplicadas una vez al mes (Miranda 1975).

2.4.1. Tipo de aplicaciones

Existen cuatro formas básicas de aplicar los fertilizantes, es decir por vía foliar, en forma sólida, líquida (goteo, aspersión y fertirrigación) y combinada. Cada una de ellas se puede adaptar a las necesidades de los diferentes cultivos y sistemas de producción, aunque en realidad una de las mejores opciones consiste en desarrollar un sistema integral de acuerdo con el tipo de suelo, el estado fenológico del cultivo y la infraestructura de la explotación (Rodríguez, 1989).

En general, la tendencia actual apunta hacia una especialización de las fórmulas, con el objeto de garantizar una relación armónica de los elementos nutritivos, que pueden ser asimilados rápidamente por la planta sin causar lixiviación o fijación de nutrientes (Hessayon, 1986).

Lógicamente los fertilizantes complejos de elevada solubilidad han demostrado la mayor eficiencia, pero también se pueden preparar mezclas de fertilizantes solubles a base de urea, nitrato de amonio, o incluso con ácido nítrico o ácido fosfórico (Rodríguez, 1989).

2.5. Cosecha

Si las flores son cosechadas en un estado de desarrollo adecuado, mantienen su apariencia fresca por mucho más tiempo. En general las flores cortadas en estado de desarrollo más avanzados, tienen una vida en florero más corta que las flores jóvenes. El estado óptimo, de desarrollo de la flor depende de la especie, el cultivar, la época del año, la distancia al mercado y las preferencias del consumidor. Generalmente en rosas, los cultivares de color rojo y rosado se cosechan cuando al menos dos pétalos comienzan a curvarse y los sépalos se encuentran perpendiculares al tallo floral o su extremo está algo curvado hacia abajo. A su vez los cultivares de colores amarillos se cosechan más temprano y los de color blanco, algo más tarde que los rojos y rosados. También es importante el momento del día en que se cortan las flores ya que se debe evitar esta labor en las horas de

temperaturas más altas (Nowak y Rudnicki, 1990; Salunkhe et al., 1990; Armitage, 1993).

2.6. Postcosecha

La postcosecha, se define como el conjunto de operaciones y procedimientos tecnológicos tendientes no solo a movilizar el producto cosechado hasta el consumidor sino, lo que es más importante, proteger su integridad y preservar su calidad de acuerdo con su propio comportamiento y características químicas y biológicas. Este proceso ocurre durante todo su periodo de pos recolección: cosecha, acopio local o en finca, lavado y limpieza, selección, clasificación, empaque, embarque, transporte y almacenamiento. El manejo postcosecha es el conjunto de prácticas post-producción que cumplen con normas de calidad establecidas, tanto para productos frescos, como para procesados (IICA, 2006).

La duración en postcosecha de los cultivos en general está fuertemente influida por factores genéticos, agronómicos y ambientales. Por tal motivo, para obtener un producto de alta calidad, debe regularse todos y cada uno de ellos. Al referirse a un producto de alta calidad en floricultura se considera no solo la flor, si no que la planta completa, ya que al ser comercializada se promueve el conjunto, es decir flores, hojas y tallos. Debemos aclarar que la calidad de una flor no se mejora con el manejo de poscosecha, más bien se mantiene o puede deteriorarse si no se manipula de forma adecuada (Chaín, *et al.* 2002).

Un adecuado manejo de postcosecha en los productos perecederos permite agregar valor a la producción e incrementar los márgenes de ganancia de estos productos. Las practicas poscosecha están directamente relacionadas con el manejo y control de variables como: la temperatura y la humedad relativa, la selección y el uso de empaques, y la aplicación de tratamientos suplementarios, como fungicidas y recubrimientos (IICA, 2006).

2.6.1. Red de frío en rosa

De acuerdo con SAGARPA (2008), menciona que una Red de Frío en conjunto con el control de etileno son pilares de la conservación de Flores de Corte, que inicia desde el enfriamiento de campo, continuada en el empaque, transportación, almacenamiento y cadena de distribución retarda durante el proceso de maduración, prolongando la vida de anaquel. En el proceso de producción de la Red de Frio para el acopio, almacenamiento y comercialización de corte se deben de tomar en cuenta los siguientes aspectos para un manejo adecuado en la poscosecha principalmente diferentes tratamientos, que se clasifican en sensibilidad al etileno, a la temperatura y la humedad. En el caso de la rosa deben aplicarse tratamientos físicos y químicos para su conservación, por lo que se requiere de conocer claramente cuál es el tratamiento indicado para su conservación.

2.6.1.1. Sensibilidad al Etileno.

Pizano (2003) menciona que la rosa es una planta sensible al etileno, debido a que la conservación de la rosa como flor de corte a partir de la cosecha, el transporte y distribución al consumidor final, involucra la utilización de preservadores de la longevidad. En la literatura se reporta que el uso de tiosulfato de plata (STS) al 0.2 mM, $200 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ y de sulfato de 8-hidroxiquinoleina (HQS), en combinación con sacarosa y sulfato de aluminio en concentraciones de 50, 100 y $150 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, incrementan la longevidad de la flor cortada (Liao *et al.*, 2000; Liao *et al.*, 2001).

2.6.1.2. Sensibilidad a la humedad

Pizano (2003) menciona que otro factor de producción que influye sobre la vida florero en rosa es la humedad relativa (HR) del invernadero durante las semanas anteriores a la cosecha; dicho autor mostró que la HR explica el 20% de las diferencias de vida en florero, siendo esta menor a mayor HR. Un incremento de humedad del 4% puede significar la pérdida de un día de vida en florero. Las fluctuaciones fuertes de HR tienen efectos negativos.

2.6.1.3. Sensibilidad a la temperatura

Las rosas deben mantenerse en el cuarto frío a temperaturas entre 2 y 5°C hasta el momento del despacho. Por encima de este rango se puede presentar maduración indeseada y acelerarse la senectud, mientras que por debajo, el frío puede quemar las flores (Pizano, 2003).

2.6.2. Factores que afectan la calidad de la poscosecha

Menciona Reid (2009), que para mantener una buena calidad en las flores cortadas comprende de una buena comprensión de factores que conducen a su deterioro. Si estos factores son tomados en cuenta, tanto el productor como el transportador podrán desarrollar e implementar tecnologías óptimas que aseguren la calidad de todo el proceso, de los cuales menciona los siguientes:

2.6.2.1. Temperatura

La temperatura óptima de almacenamiento para la mayoría de la flores cortadas es de 0°C (32°F). Las flores conservadas a 10°C (50°F) se deterioran tres veces más rápido que aquellas conservadas a 0°C (32°F). Las rosas deben mantenerse en un cuarto frío a temperaturas entre 2 y 5°C hasta el momento del despacho. Son por lo tanto esenciales para asegurar la calidad y una vida florero satisfactorias de la mayoría de las flores cortadas que actualmente se comercializa (Pizano, 2003).

2.6.2.2. Luz

La presencia o ausencia de luz durante el almacenamiento generalmente no es relevante, excepto en casos donde se presenta amarillamiento del follaje. Las hojas de algunos cultivares de crisantemos, rosa, alstroemeria, margarita y otras flores, pueden tornarse amarillas si son almacenadas en la oscuridad a temperaturas cálidas (Reid, 2009).

2.6.2.3. Suministro de agua

Las flores cortadas, en especial aquellas con hojas en los tallos, tienen un área superficial grande, así que pierden agua y rápidamente se marchitan. Deben por lo tanto, almacenarse en una HR por arriba del 90 al 95%, particularmente durante los periodos prolongados de almacenamiento. La pérdida de agua se reduce sustancialmente a temperaturas bajas de 2 a 5°C, siendo otra razón para enfriarlas rápidamente (SAGARPA, 2008).

2.6.2.4. Calidad del agua

Las soluciones de rehidratación comerciales en rosa son efectivas o pueden usarse agua pura que contenga 50 ppm de hipoclorito, preferentemente bajo un pH de 5,0. Esta solución ha demostrado ser segura, y es económica, por lo que pueden llenarse los baldes a una profundidad deseable de 20 a 30 cm (Kader, 2007).

2.6.2.5. Etileno

Algunas flores, en particular el clavel (*Dianthus caryophyllus L.*), la gypsophila (*Gypsophila paniculata L.*) y algunos cultivares de rosa (*Rosa spp.*), mueren rápidamente si son expuestos a bajísimas concentraciones de etileno. Los niveles de etileno superiores a cien partes por millón en el aire (100 ppm) en cercanías de las flores cortadas sensibles pueden causar daños y deben por lo tanto evitarse (Pizano, 2003).

2.6.2.6. Daño mecánico

Las magulladuras y otros maltratos a las flores deben evitarse a toda costa. Las flores con pétalo rasgado tallos partidos u otros daños obvios son indeseables por razones estéticas. Adicionalmente, los organismos patógenos pueden infectar las plantas más fácilmente a través de las áreas maltratadas (SAGARPA, 2008).

III. JUSTIFICACION

México ha tenido una tradición florícola desde hace muchos siglos, donde el mercado interno es un importante demandante de flores, con cerca del 90% de la producción nacional, el resto se exporta. Pese a la importancia en la generación de ingresos para las regiones productoras, el sector florícola presenta una serie de desventajas competitivas como la calidad nutricional de las plantas que impiden un pleno desarrollo del sector.

En este sentido, los nutrientes constituyen la materia prima básica para cualquier actividad en el interior de las plantas, y para todas sus funciones y procesos durante la vida de las plantas. Los nutrientes C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, conforman el mayor porcentaje de todos los componentes químicos y estructurales de las plantas, donde el calcio es un elemento esencial para crecimiento y desarrollo de la planta ya que interviene en el crecimiento celular, fortalece las paredes celulares, promueve la absorción activa de otros elementos minerales, a través de su importante papel en las bombas de transporte activo de Ca^{++} , en las membranas celulares. Adicionalmente el calcio parece actuar como agente modulador de las fitohormonas, también contribuye a disminuir la presencia de cuello doblado en rosa y mejora la resistencia a enfermedades. En la presente investigación se evaluó el efecto de diferentes dosis de fertilización a base de calcio en el cultivo de rosa Freedom, una de las variedades más demandadas comercialmente, desde inducción de brote hasta corte y su duración en florero. Así mismo se evaluó su acción preventiva en la incidencia de enfermedades como es el caso de *Peronospora sparsa* y *Botrytis cinerea*.

IV. HIPOTESIS

Si la fertilización con calcio (Ca) disminuye la incidencia de enfermedades e incrementa la calidad y periodo de vida pos corte de la flor, entonces se observara mejora en parámetros fisiológicos y morfológicos como resultado de fortalecimiento de las paredes celulares y promoción de la absorción activa de otros elementos.

V. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Medir el efecto de diferentes concentraciones de calcio (Ca) en el desarrollo de tallo floral y la vida poscosecha de la rosa variedad "Freedom"

5.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de las diferentes concentraciones de calcio en el diámetro de tallo, longitud de pedúnculo, longitud y diámetro del botón floral en dos estaciones del año.
- Evaluar el efecto de las diferentes concentraciones de calcio en la incidencia de *Botrytis cinerea* durante el desarrollo del cultivo y vida poscosecha.
- Evaluar y analizar el efecto del calcio en la vida poscosecha de los tallos florales.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Localización del Experimento

El experimento se localizó en el Rancho Invernaderos Mariel S. de R.L., ubicado en la localidad de San Francisco del municipio de Villa Guerrero a 18° 56' 52" de latitud norte y 99° 39' 13" de longitud oeste.

6.1.1. Invernadero experimental

El experimento se llevó a cabo durante dos ciclos de producción promedio de 10 semanas en las temporadas invierno y verano 2011 a 2012 en un invernadero de tipo colombiano, con dimensiones de 84 m de largo por 6 m de ancho, el cual solamente se utilizaron dimensiones de 42 m de largo por 6 m de ancho cubriendo una superficie total de 252 m² (**Figura 1**).

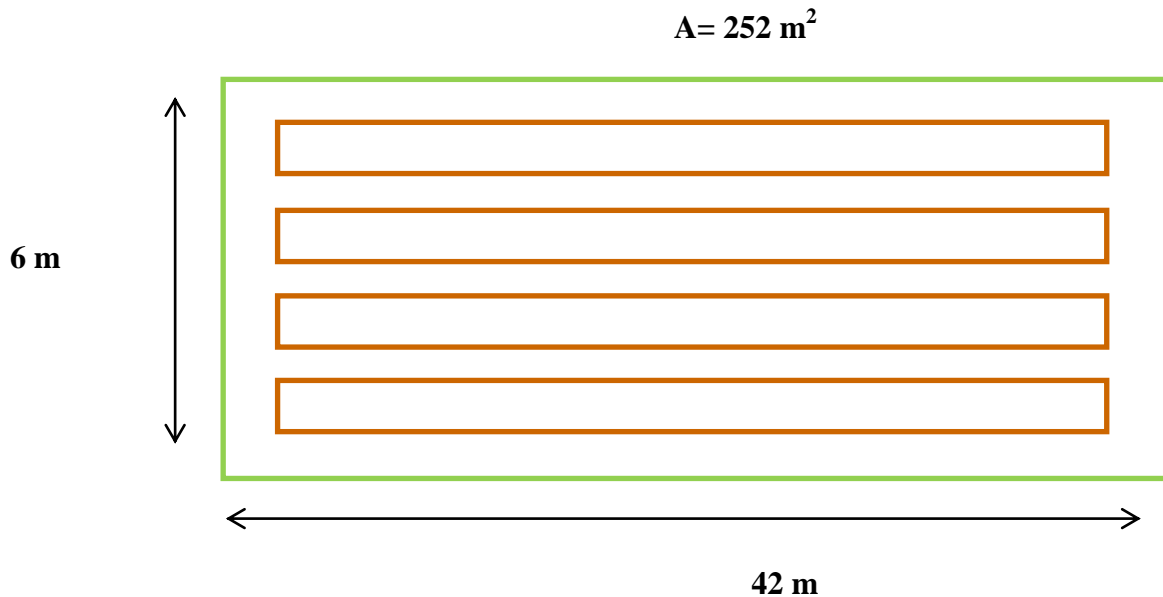


Figura 1. Área experimental utilizada dentro del invernadero

6.2. Material Vegetativo

El material vegetativo utilizado en la presente investigación fueron plantas de rosa (*Rosa x hybrida*) variedad Freedom de un año y medio de edad podados al 100%, cuyo seguimiento fue desde su crecimiento vegetativo hasta el desarrollo del botón floral a punto de corte. Se manejó una densidad de plantación de 2,240 plantas/252 m² y 67 plantas/tratamiento establecidas a 15 cm de distancia entre ellas en camas de 90 cm de ancho. El sistema de riego fue por aspersión con dispositivos a cada 90 cm de distancia.

6.3. Tratamientos

Se aplicaron 5 tratamientos con fertilizantes que contuvieron los elementos N, P, K, Mg y Ca, este último a diferentes concentraciones (Cuadro 1), desarrollados a partir de una fórmula inicial valuada al 50% (kg/semana) de la dosis recomendada que fue aplicada en cada uno de los tratamientos (Fertiberia, 2007).

Cuadro 1. Aplicación de la fórmula inicial valuada al 50% con variaciones de calcio

Tratamientos	35-00-00	18-46-00	14-00-40	15.5-0-0+26.3CaO	11-0-0+16MgO
T ₁	2.0	0.39	2.83	0	1.5
T ₂	2.0	0.39	2.83	0.525	1.5
T ₃	2.0	0.39	2.83	1.05	1.5
T ₄	2.0	0.39	2.83	1.575	1.5
T ₅	2.0	0.39	2.83	2.1	1.5

Cuadro 2. Fórmula inicial valuada al 50%

35-00-00	18-46-00	14-00-40	15.5-0-0+26.3CaO	11-0-0+16MgO
2.0	0.39	2.83	2.1	1.5

6.4. Diseño experimental

Se empleó un diseño de bloques completos al Azar (DBCA) para considerar el efecto de pendiente en el terreno, con 5 tratamientos y 4 repeticiones (Cuadro 3). Para el análisis de vida poscosecha se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con 5 tratamientos. Para ambos diseños la unidad experimental fue un tallo floral.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} Observación del tratamiento i en la parcela j

τ_i Efecto del tratamiento i

β_j Efecto del bloque j

ε_{ij} Término de error aleatorio asociado a la observación Y_{ij}

Cuadro 3. Asignación de tratamientos en un diseño en bloques completos aleatorizados.

Bloque 1	1	2	3	4	5
Bloque 2	2	3	4	5	1
Bloque 3	3	4	5	1	2
Bloque 4	4	5	1	2	3

Para cada tratamiento se aplicó la fórmula inicial de forma manual en cada una de las repeticiones una vez por semana, el Ca fue aplicado por separado dejando un lapso de 4 a 5 días después de la aplicación de la fórmula inicial para ambos ciclos de producción

6.5. Descripción de variables

6.5.1. Variables vegetativas

Para cada variable se tomaron al azar 3 tallos por repetición por tratamiento y que se fotografiaron y midieron con cinta métrica (cm) las variables siguientes:

6.5.1.1. Longitud de brote

Se midió la longitud de brotes a los 2-4, 6-8 y 10-12 cm, esta última correspondió a la etapa fenológica de hojas con 2-4 folíolos. El número de tallos analizados por repetición fue de cinco (**Figura 2**).



Figura 2. Medición de brotes tomando longitud y número de hojas por cada tratamiento y testigo.

6.5.1.2. Longitud del pedúnculo

Se midió la longitud de pedúnculo desde la base hasta el receptáculo de la flor (Figura 3).



Figura 3. Longitud de pedúnculo de cada tratamiento y testigo

6.5.1.3. Diámetro del tallo

El diámetro se tomó en la etapa fenológica de punto de corte y se midió en la parte media de cada uno de los tallos evaluados. (Figura 4).



Figura 4. Diámetro de tallo en la etapa fenológica de punto de corte.

6.5.1.4. Longitud y diámetro del botón

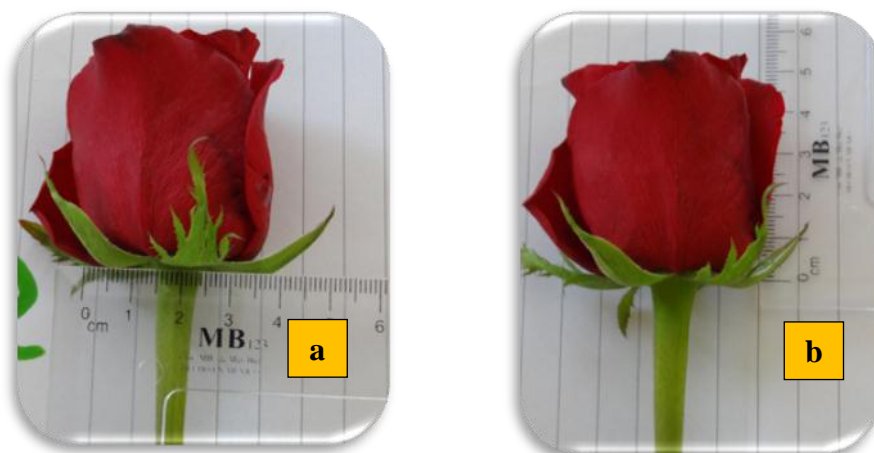


Figura 5. a) Medición de diámetro de botón y b) Longitud de botón de cada tratamiento y el testigo

Se midió la longitud del botón desde los sépalos hasta el final de la flor y el diámetro se tomó en la base que es la parte más ensanchada del botón (**Figura 5**).

6.5.1.5. Incidencia de enfermedades

Las enfermedades *Peronospora sparsa* y *Botrytis cinerea*, fueron evaluadas semanalmente tomando en cuenta en que etapa fenológica estuvieron presentes y sus daños en follaje, botón y tallo. Se tomó una escala de incidencia de 1 a 5 de donde 1 se considera sin presencia de síntomas y 5 con presencia fuerte.

	Escala	Grado de severidad
1	0%	No hay presencia de síntomas
2	25%	De afectación
3	50%	De afectación
4	75%	De afectación
5	100%	Presencia fuerte de síntomas

6.5.1.6. Vida en Florero

Después de corte en la etapa de “punto de corte” se seleccionaron al azar 18 tallos de cada tratamiento a los cuales después de sometimiento a red de frío, que consistió en cámara de enfriamiento entre 2°C y 5°C e hidratación foliar con Hydraflor/100 durante 48 horas, se les colocó en número de 3 tallos por florero y se evaluó su vida poscorte en un periodo de 12 días (**Figura 6**). La consideración de la vida en florero o poscorte se midió en días y su cese ocurrió cuando la flor en botón o abierta mostró doblamiento de pedúnculo o cuello doblado y desprendimiento o caída de pétalos.



Figura 6. Establecimiento de floreros de cada tratamiento y evaluación de vida florero.

6.5.1.7. Incidencia de Botrytis

Se evaluó la incidencia de Botrytis en vida florero de cada tratamiento que fueron colocados en floreros con agua corriente, posteriormente se clasificaron en tallos con inoculo (**presencia visual del hongo**) y sin inoculo (**sin presencia visual del hongo**) posteriormente se procedió a evaluar su duración en florero, para evaluar el desarrollo e infección de *B. cinerea* se considera una temperatura optima de 18°C y una humedad relativa del 90%. Los floreros fueron colocadas al azar por tratamiento, se le dieron las condiciones de temperatura (15 a 18°C) y humedad relativa (80-

90%) para el crecimiento del hongo y así determinar la influencia del calcio en cada tratamiento.

6.5.1.7.1. Inoculo

En la elaboración del inoculo se utilizó un litro de agua y se le agrego 0.1 ml de solución twin; posteriormente se agregaron botones florales con presencia de *Botrytis cinerea* hasta que la solución tomó un color ámbar y mostró micelio del hongo. Finalmente se coloco en un atomizador donde se asperjaron los floreros de cada tratamiento y testigo.



Figura 7. Preparación de inoculo, 1) Preparación de solución con agua, 2) Empleo de solución twin en agua, 3) Botones con micelio de *Botrytis cinérea*, 4) Empleo de inoculo en la solución con agua, 5) Adición de solución en atomizador.

6.6. Análisis de resultados

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el programa de análisis estadístico InfoStat (2008), análisis de varianza pruebas de comparación de medias Tukey al 95% del nivel de confianza ($P \leq 0.05$).

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Longitud de brote

Los resultados indican que hubo diferencias significativas entre tratamientos en los ciclos de invierno y verano. En el caso del ciclo de invierno, la presencia de brotes 2-4, 6-8 y 10-12 cm, su medición se hizo a los 15 ($P \leq 0.01$), 21 ($P \leq 0.01$) y 28 ($P \leq 0.05$) días respectivamente. Para el ciclo de verano, las mediciones para las mismas etapas fenológicas se realizó a los 15 ($P \leq 0.01$), 20 ($P \leq 0.01$) y 26 días (**Figura 8 y 9**).

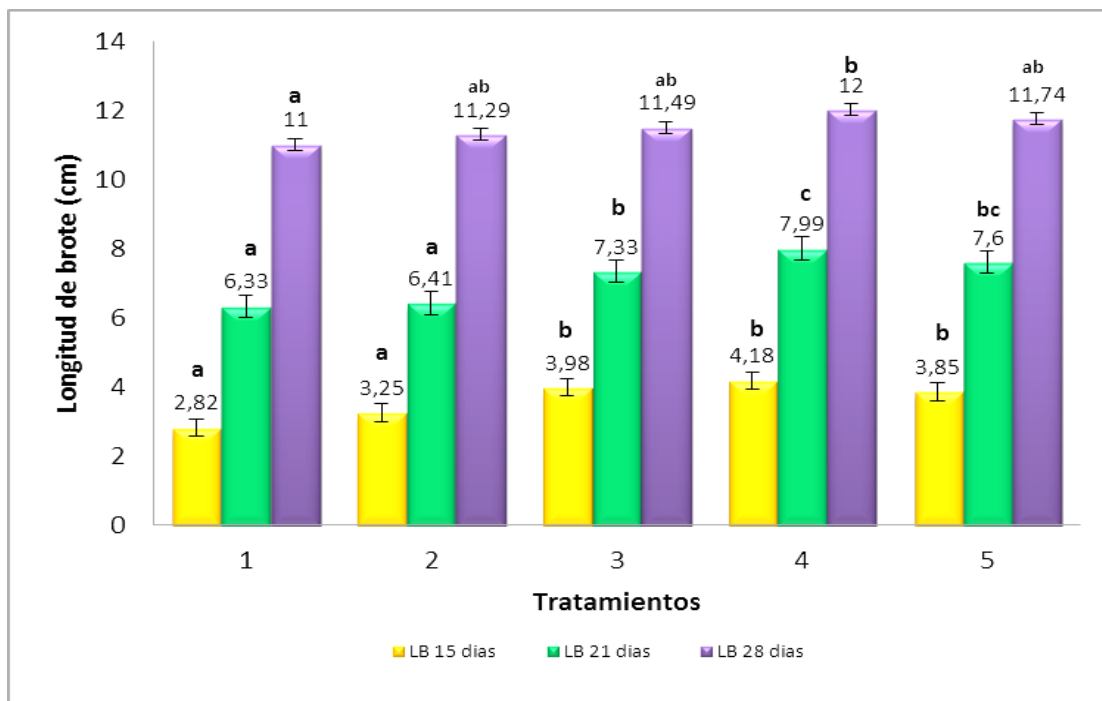


Figura 8. Efecto de las aplicaciones de Ca^{++} en la longitud de brotes a los 15, 21 y 28 días en el periodo de invierno. Columnas con literales diferentes implican diferencia estadística en la comparación de medias Tukey ($P \leq 0.05$). Donde, LB 15 días= brotes 2-4 foliolos; LB 21 días= brotes 6-8 foliolos; y LB 28 días= brotes 10-12 foliolos.

Esto indica que en verano se requirió menor tiempo, debido principalmente a una temperatura mayor. Al respecto Maschner (1995), cita que la temperatura, así como otros factores como suelo, contenido de agua, pH, grado de aireación y proporción

de otros elementos como el Ca^{++} afectan el desarrollo de la planta. En esta investigación, no solo la temperatura influyó en la asimilación propia de los elementos, si no también estos mismos como el caso del Ca^{++} , motivo de la presente investigación, repercutieron probablemente en la asimilación de otros y crecimiento de la planta. Es importante destacar que durante el tiempo de evaluación en ambos ciclos se presentaron condiciones extremas de temperatura baja en las primeras dos semanas de desarrollo de los brotes en el ciclo de invierno y temperaturas elevadas en la tercera y cuarta semana del ciclo de verano, por lo cual no se descarta su efecto en la asimilación de los elementos secundarios y micronutrientes (**Anexo 1 y 2**).

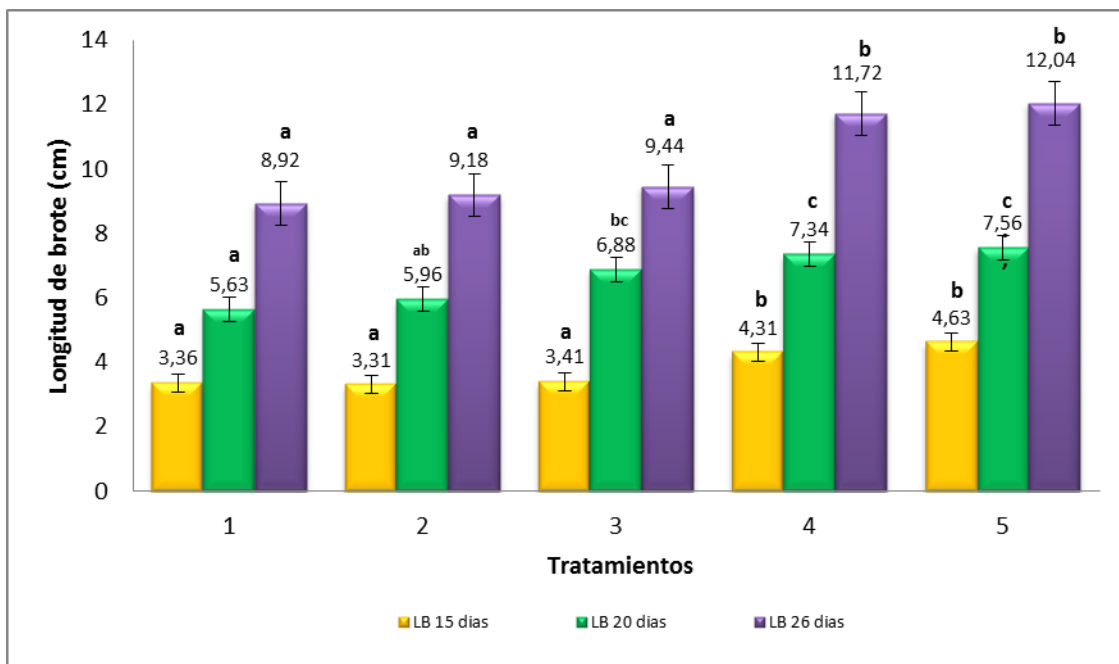


Figura 9. Efecto de las aplicaciones de Ca^{++} en la longitud de brotes a los 15, 21 y 28 días en el periodo de verano. Columnas con literales diferentes implican diferencia estadística en la comparación de medias Tukey ($P \leq 0.05$). Donde, LB 15 días= brotes 2-4 folíolos; LB 21 días= brotes 6-8 folíolos; y LB 28 días= brotes 10-12 folíolos.

En los brotes de 15 días de 2-4 cm, los tratamientos 4 con 1.5 kg de Ca^{++} en invierno y 5 con 2.0 kg de Ca^{++} en verano fueron los que dieron mayor longitud y fueron estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$) con T_1 y T_2 en invierno y T_1 , T_2 y T_3 en

verano, respectivamente (**Figura 8, Anexo 3 y 4**). Ambos tratamientos en su respectivo ciclo mostraron longitud de brote similar de 4.18 cm y 4.63 (**Figura 10**).

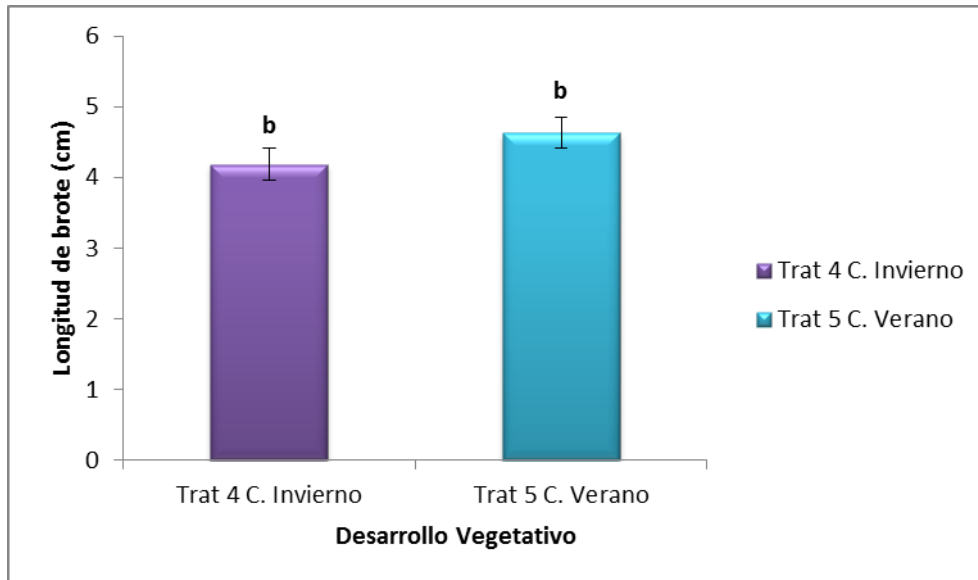


Figura 10. Longitud de brotes a los 15 días y la influencia de las diferentes dosis de Ca^{++} en el desarrollo vegetativo en los ciclo de invierno y verano. Columnas con literales diferentes implican diferencia estadística en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).

Por otra parte los brotes a los 21 días de 6-8 cm con los tratamientos 4 en invierno y 5 en verano, fueron los que presentan mayor longitud y fueron estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$) con T_1 y T_2 en invierno y T_1 , T_2 y T_3 en verano, respectivamente (**Figura 8 y 9**). El tratamiento 4 presentó una longitud de 7.99 cm en invierno y 7.34 cm en verano. Similarmente el tratamiento 5 presentó una longitud de 7.56 cm en verano y 7.6 cm en invierno (**Figura 11**). Esto puede ser debido a que la temperatura tuvo influencia en la absorción de Ca^{++} , si hay presencia de transpiración e incremento de temperatura hay mayor absorción de Ca^{++} y translocación de nutrientes ya que es un constituyente de la pared celular que tiene una función estructural que regula la permeabilidad de las membranas.

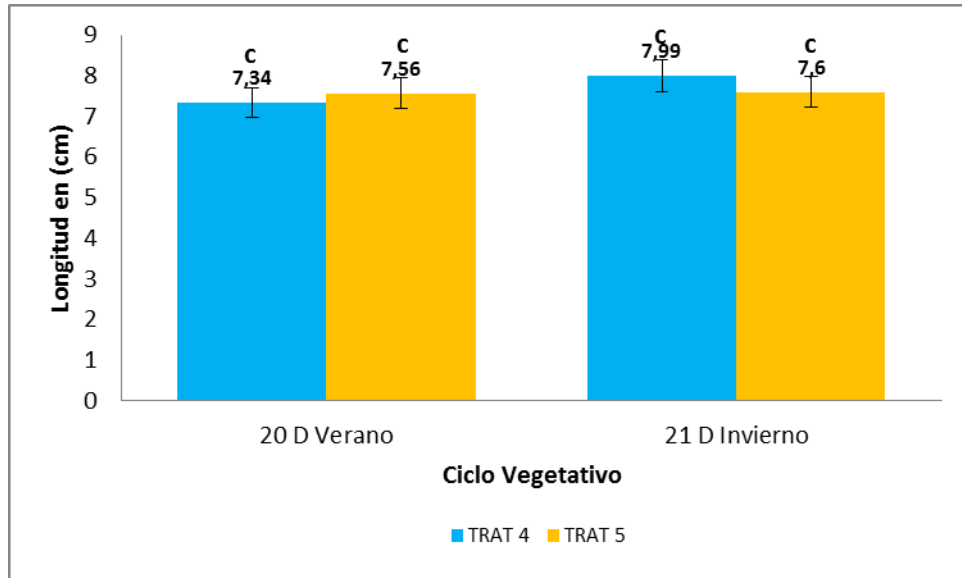


Figura 11. Longitud de brotes a los 20 y 21 días del ciclo de verano e invierno y la influencia del Ca^{++} en el desarrollo vegetativo. Columnas con literales diferentes implican diferencia estadística en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).

Al respecto Partridge (2002) cita que la toma de calcio y su distribución por los distintos órganos se incrementa a medida que lo hace la tasa de transpiración, principalmente en las primeras etapas de desarrollo en frutos, bulbos y flores. Por el contrario, la inhibición de esta transpiración disminuye la translocación de calcio, especialmente a los brotes apicales de flores, bulbos y frutos, aunque también puede hacerlo al resto de la planta.

Sin embargo, Huber (2007) describe que el calcio se presenta en las plantas en forma de oxalato y fundamentalmente, pectato cálcico; el cual es un componente de las paredes celulares. Es un elemento directamente implicado en la elongación y división celular.

Además con los mismos tratamientos se observaron efectos de serosidad y grosor en los folíolos, atribuidos a las variaciones en calcio y que de acuerdo con Rahma y Punga (2007) y Cabrera (2002) la mayor concentración del elemento se encuentra en las hojas en forma de pectatos de calcio en la lamela media de las paredes celulares.

De igual manera, los mismos autores menciona que la absorción del calcio está directamente relacionada con la proporción de transpiración de la planta; es por eso que en condiciones ambientales de humedad alta, baja temperaturas, salinidad del suelo y bajo nivel de transpiración pueden causar deficiencia de calcio

Torre et al., (2001) menciona que las plantas de rosa cultivadas a una humedad relativa (HR) y temperatura alta producen flores con una vida florero más corta que las cultivadas a baja humedad relativa y temperatura moderadas. El contenido de calcio de la primera es menor que la última

Tadesse et al., (2001) menciona que en plantas de tomate bajo condiciones de baja humedad relativa combinadas con alta temperatura del aire y suelo provocan que la evapotranspiración de la planta se incremente. La planta y el fruto crecen con más vigor y la demanda de nutrimentos es mayor. Lo anterior provoca la acumulación de calcio en las hojas pero puede ocasionar la deficiencia de calcio en los frutos.

Similarmente en las etapas fenológicas anteriores, en brotes de 10-12 cm a los 28 días, en invierno ($P \leq 0.05$) y a los 26 días en verano ($P \leq 0.01$) los tratamientos 4 y 5 respectivamente, fueron los que dieron mayor longitud y fueron estadísticamente diferentes con T_1 y T_2 en invierno y T_1 , T_2 y T_3 en verano, respectivamente (**Figura 8 y 9**). Estudios análogos (INIFAP,2007) menciona que ornamentales como el crisantemo es muy exigente en nutrientes como Nitrógeno (N), Fósforo (P) Potasio (K) y elementos menores, principalmente Calcio (Ca), sobre todo en etapas tempranas de desarrollo, al favorecer la formación de brotes en un período de tiempo más corto y a la obtención de esquejes más vigorosos y turgentes.

En comparación de un mismo tratamiento en ambos ciclos, el tratamiento 4 para invierno presentó 12 cm y verano 11.72 cm respectivamente y sin diferencias significativas (**Figura 12**). Contrariamente, el tratamiento 5 para invierno y verano presentó 11.74cm y 12.04 cm respectivamente y que estadísticamente fueron diferentes ($P \leq 0.01$). Esto puede ser debido a que el Ca^{++} es esencial para la elongación de las células en los puntos de crecimiento es un elemento clave para la

estabilidad y el mantenimiento de la estructura de las membranas y paredes celulares primarias, ya que una diferentes tipos de moléculas fundamentales para los procesos de crecimiento y desarrollo (Pilbeam y Morley, 2007).

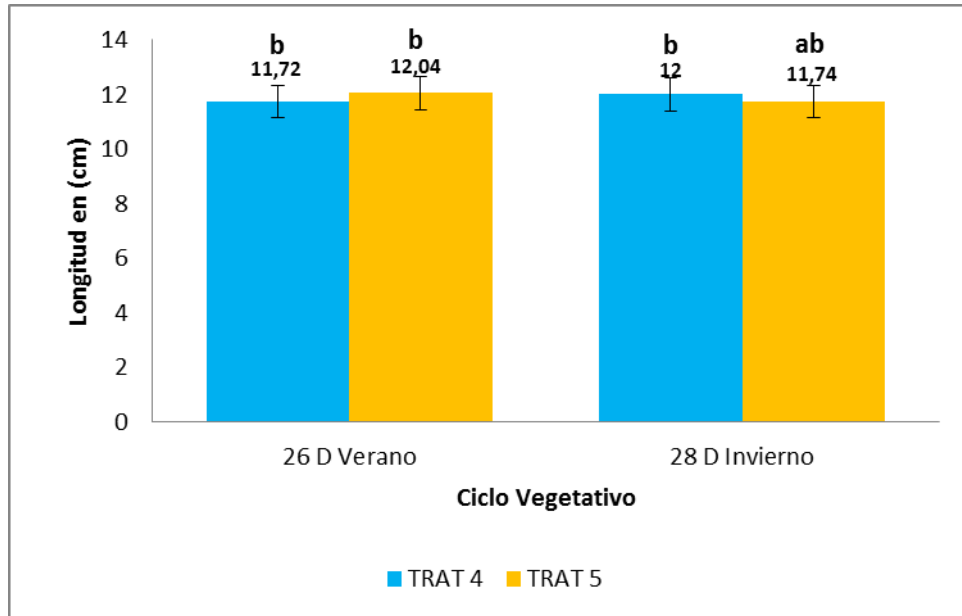


Figura 12. Longitud de brotes a los 26 y 28 días del ciclo de verano e invierno y la influencia del Ca^{++} en el desarrollo vegetativo. Columnas con literales diferentes implican diferencia estadística en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).

Frecuentemente es observado que los órganos de las plantas que presentan baja transpiración manifiestan desordenes debido a deficiencia de calcio. Las rosas de corte, así como los frutos y tubérculos, se encuentran dentro de esta categoría. El calcio es principalmente transportado a través de los vasos del xilema en la corriente transpiratoria donde este se mueve libremente con el agua a las hojas y frutos jóvenes (Marschner, 1995) y, por lo tanto, la baja transpiración podría resultar en menor cantidad del elemento transportado hacia esos órganos. Este fenómeno ha sido propuesto para explicar por qué las rosas crecidas en humedad relativa y temperatura altas presentan menores concentraciones del elemento y menor vida en florero (Torre et al., 2001).

Una baja concentración de calcio en los tejidos que presentan baja tasa de transpiración como frutos carnosos, flores y tubérculos, es necesaria para permitir rápida expansión celular y elevada permeabilidad en sus membranas celulares. Sin embargo, se incrementa el riesgo que su contenido en los tejidos caiga por debajo del nivel crítico requerido para la estabilización de la pared celular y la integridad de la membrana y quizá también para que funcione como mensajero secundario (Taiz y Zeiger, 2006).

El calcio es poco móvil y tiende a acumularse en los órganos más viejos, mientras que los de mayor actividad metabólica (hojas en crecimiento, flores, frutos y meristemas apicales) son los tejidos que necesitan un mayor aporte; por tanto la deficiencia de este macronutriente afecta en primer lugar a las partes en formación y meristemas en crecimiento, donde queda fijado y prácticamente inmóvil en sus paredes celulares. Debido a esta inmovilidad, las hojas viejas pueden tener concentraciones normales de calcio, mientras que las hojas jóvenes, frutos u otros órganos, pueden presentar niveles por debajo de la normalidad (Chiu y Bould, 1977).

Bloques

No se encontraron diferencias estadísticas en la separación de medias conforme a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable longitud de brote a los 15, 21 y 28 días para el ciclo de invierno y a los 15, 20 y 26 días del ciclo de verano en la asimilación y absorción de calcio, lo cual nos indica que estos factores ejercen influencia sobre esta variable de forma similar (**Figura 13**)

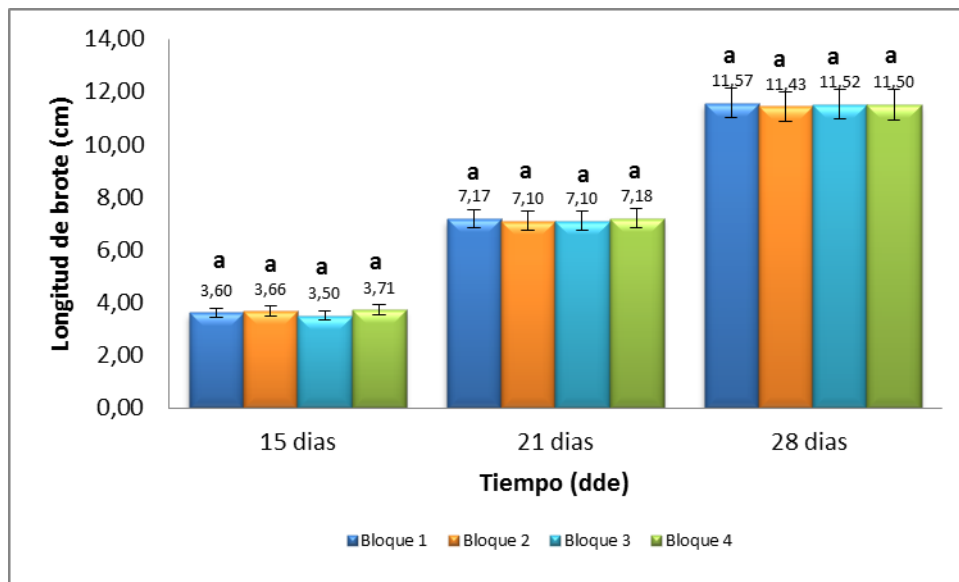


Figura 13. Longitud de brotes a los 15 días y la influencia del Ca^{++} en el desarrollo vegetativo. Columnas con literales diferentes implican diferencia estadística en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).

7.2. Diámetro de tallo y longitud de pedúnculo

7.2.1. Diámetro de tallo

Se observaron diferencias significativas entre tratamientos para la variable diámetro de tallo en los ciclos de invierno ($P \leq 0.01$) y verano ($P \leq 0.01$) (**Figura 14**). Los tratamientos 4 de invierno con 1.5 kg de Ca^{++} y 5 de verano con 2.0 kg de Ca^{++} fueron los que obtuvieron mayor diámetro de tallo y fueron estadísticamente diferentes (Tukey $\alpha=0.05$) con T_1 y T_2 en invierno y T_1 , T_2 y T_3 en verano,

respectivamente (**Figura 14, Anexo 5 y 6**). El tratamiento 4 presento un diámetro de tallo (0.76 mm) y (0.55 mm) para invierno y verano; similarmente; en tanto que el tratamiento 5 presentó menor diámetro en invierno (0.71 mm) que su correspondiente de tratamiento 4, contrariamente fue mejor que T₄ en el verano (0.83 mm) (**Figura 15**).

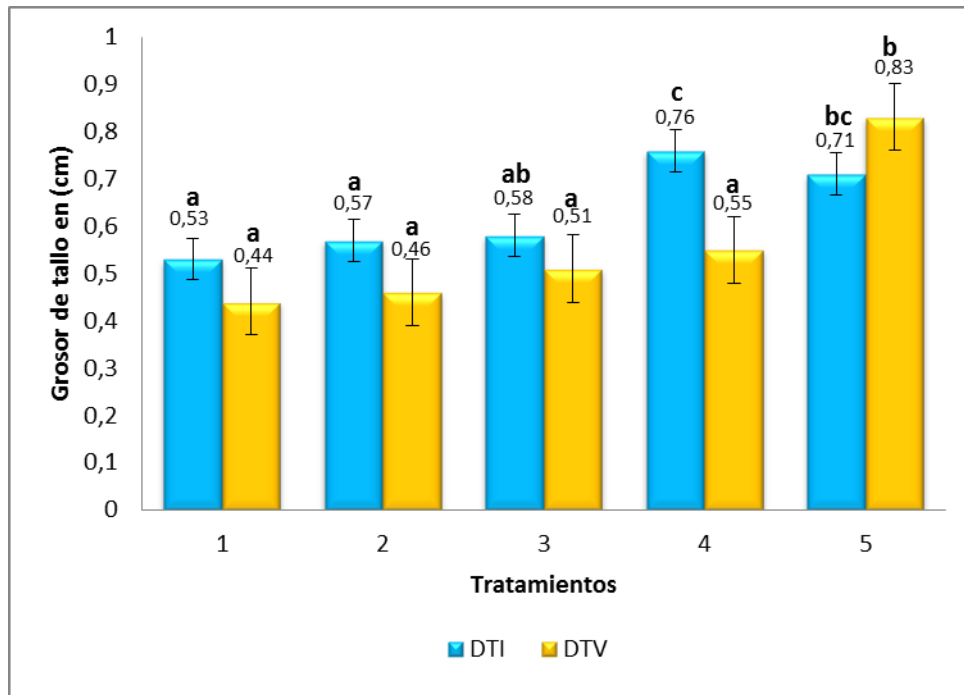


Figura 14. Efecto de la concentración de calcio Ca⁺⁺ en el diámetro del tallo en los ciclos de invierno y verano. Columnas con literales iguales no difieren estadísticamente mediante la comparación de medias de Tukey (P≤0.05).

Estos resultados sugieren que el de incremento Ca⁺⁺, a ciertos niveles y bajo el efecto de temperaturas moderadas, tiene influencia en el grosor y calidad de los tallos. Al respecto Bidwell (2002) menciona que el calcio esta involucrado particularmente en estructuras de soporte como tallos y peciolo, funciona en la elongación y división celular, estructura y permeabilidad de membranas de la célula, metabolismo del nitrógeno, y translocación de carbohidratos.

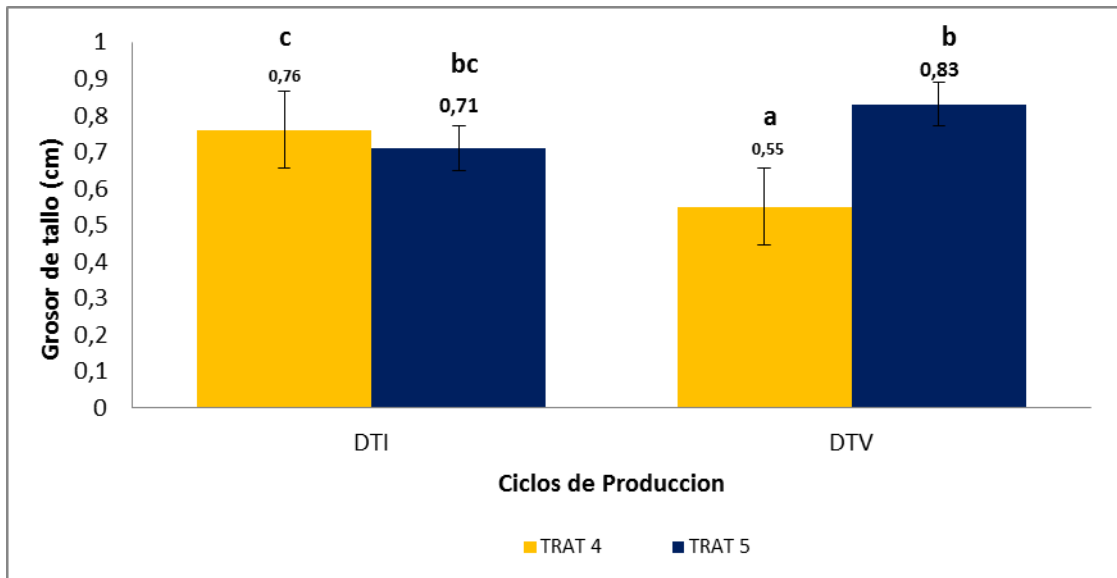


Figura 15. Diámetro de tallo de rosa variedad Freedom en los ciclos de invierno y verano. Columnas con literales iguales no difieren estadísticamente mediante la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

Por otra parte el Ca^{++} , en la lamela media situada entre las células, une los restos carboxílicos de las pectinas al realizar una función de cementación y estabilización de tejidos. La abundancia del calcio promueve la concentración de hormonas como es el caso de las auxinas. Las auxinas aumentan el contenido de calcio en el citosol y estimula la elongación celular suelen estar presentes en las partes en crecimientos como flores, brotes tiernos, semillas y tejidos meristemáticos. La absorción del Ca^{++} por la planta es un proceso en el cual la célula intercambia las auxinas que tiene en su interior por el calcio que está en el exterior de la célula. Por lo tanto, la capacidad para absorber calcio de una planta está en relación directa con la concentración de auxinas que dispone (Labra, 2003).

El exceso de calcio en el suelo origina inmovilización de algunos elementos como hierro, boro, zinc y manganeso; de igual manera su presencia como carbonato, incrementa el pH y la precipitación de los elementos antes mencionados que en conjunto generan un déficit nutricional para la planta. Se ha observado también inhibición de la asimilación del potasio (Marschner, 2012.)

7.2.2. Longitud de pedúnculo.

No se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$) en los ciclos de invierno y verano (**Figura 16 y 17; anexo 7 y 8**), para la variable longitud de pedúnculo. La concentración de Ca^{++} no generó cambios en la longitud de este órgano pero probablemente influyó en el grosor y turgencia del pedúnculo, ya que aunque no se midieron esta reportado que el suministro de calcio incrementa la estabilidad de la membrana y aumenta la resistencia de la pared celular (Abassi et al., 2004) con efectos en la firmeza y grosor del fruto (Buccheri y Di Vaio, 2004), que para el presente caso pudiera ser una disminución del cuello doblado en vida pos corte de la flor.

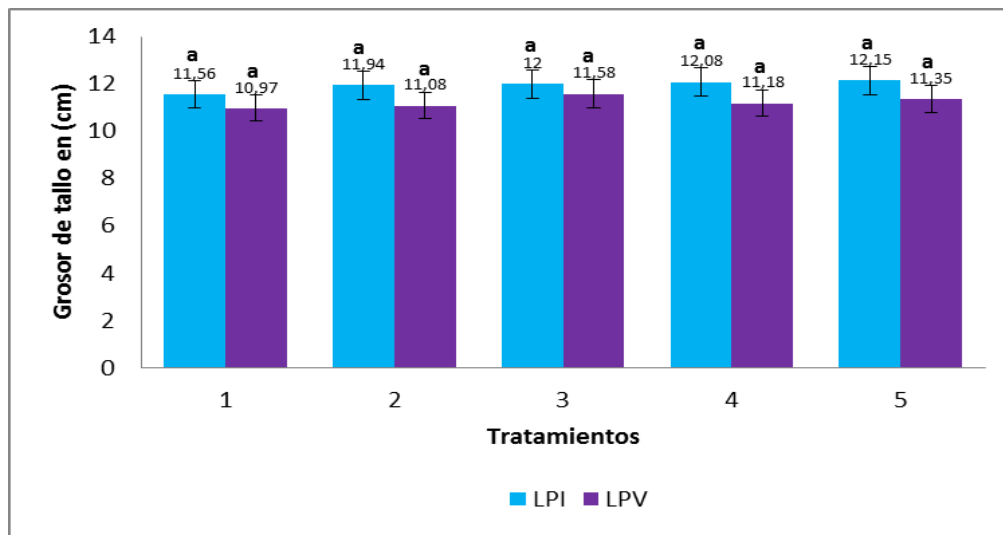


Figura 16. Longitud de pedúnculo de rosa variedad Freedom en los ciclos de invierno y verano. Columnas con literales iguales no difieren estadísticamente mediante la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

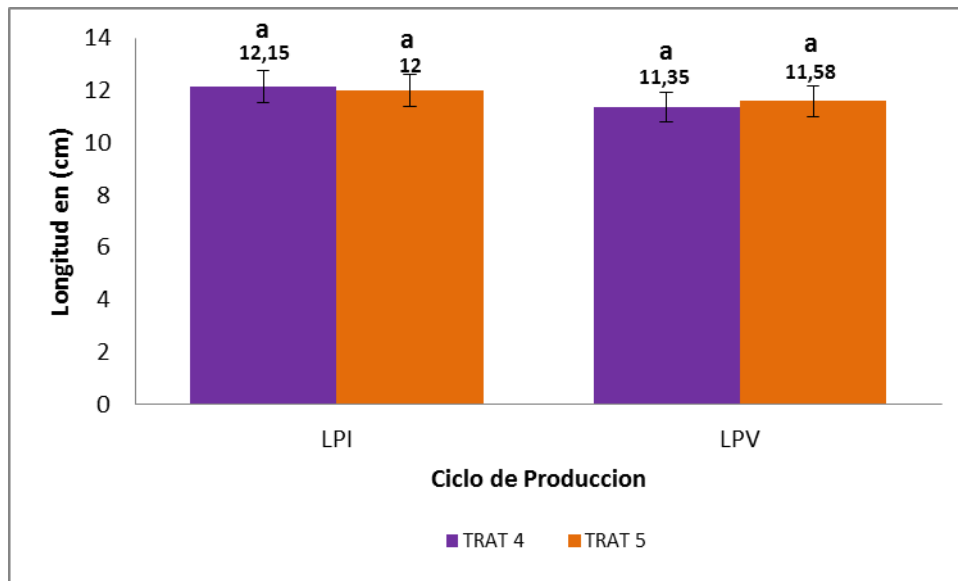


Figura 17. Influencia del Ca^{++} en la longitud del pedúnculo aplicados en distintos tratamientos. Columnas con literales iguales no difieren estadísticamente mediante la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

7.3. Longitud y diámetro de botón

7.3.1. Longitud de botón

Se observaron diferencias significativas entre tratamientos para la variable longitud de botón en los ciclos de invierno ($P \leq 0.01$) y verano ($P \leq 0.05$) (**Figura 18**). Esto indica que el Ca^{++} tuvo influencia en la longitud y firmeza de los botones florales en ambos ciclos de producción. Al respecto Poovaiah et al., (1998) menciona que el Ca^{++} hace que las paredes celulares sean menos accesibles a enzimas de patógenos como la poligaracturonasa, que provoca la degradación de sustancias pépticas de la lamina media ya que provoca una disminución de la rigidez de los tejidos. La lamela media, situada entre las células, une los restos carboxílicos de las pectinas, donde esta última realiza una función de cementación para estabilizar los tejidos (Bangerth, 1979).

Tallos florales con tratamiento 4 (1.5 kg de Ca^{++}) presentaron una longitud promedio de botón de 5.25 cm y 4.02 cm para invierno y verano respectivamente; en tanto tallos florales con tratamiento 5 (2.0 kg de Ca^{++}) presentó menor longitud en verano (4.87 cm) que en invierno (5.17 cm). Es importante destacar que de ambos tratamientos en los dos ciclos evaluados solo el tratamiento 4 en invierno se comportó diferente (Tukey $\alpha=0.05$) de los demás (**Figura 18**).

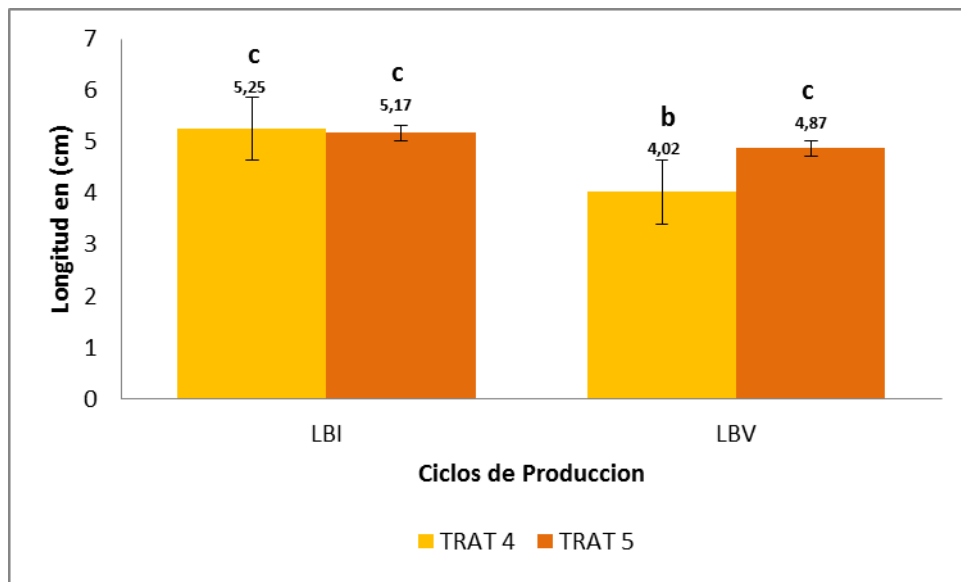


Figura 18. Longitud de botón en rosa variedad Freedom en los ciclos de invierno y verano. Columnas con literales diferentes difieren estadísticamente Tukey ($P \leq 0.05$).

El Ca^{++} es un nutrimento de naturaleza estructural, pues hace parte del componente de las paredes y membranas celulares, razón por la cual es indispensable su presencia para la formación de nuevas células. Adicionalmente Larcher (2003) menciona que el Ca en la planta regula la hidratación (antagonistas K y Mg), elongación y crecimiento celular y activa enzimas como la amilasa y la ATPasa.

Las auxinas al estimular la elongación celular promueven el aumento del contenido de calcio en el citosol, el cual a su vez inhibe el sistema enzimático productor de etileno localizado en el complejo de la pared de la membrana celular (Cross, 2000).

7.3.2. Diámetro de botón

Hubo diferencias significativas entre tratamientos para la variable diámetro de botón en los ciclos de invierno ($P \leq 0.01$) y verano ($P \leq 0.01$) (**Figura 19**). Esto indica que el Ca^{++} tuvo influencia en el diámetro del botón y grosor de los pétalos en ambos ciclos. Tallos florales con tratamiento 4 (1.5 kg de Ca^{++}) presentaron una diámetro de botón de 3.77 cm y 3.37 cm para invierno y verano respectivamente; en tanto tallos florales con tratamiento 5 (2.0 kg de Ca^{++}) presentó menor longitud en invierno (3.43 cm) que en verano (3.82 cm). Es importante destacar que ambos tratamientos en los dos ciclos evaluados se comportaron diferente (Tukey $\alpha=0.05$) de los demás (**Figura 19**).

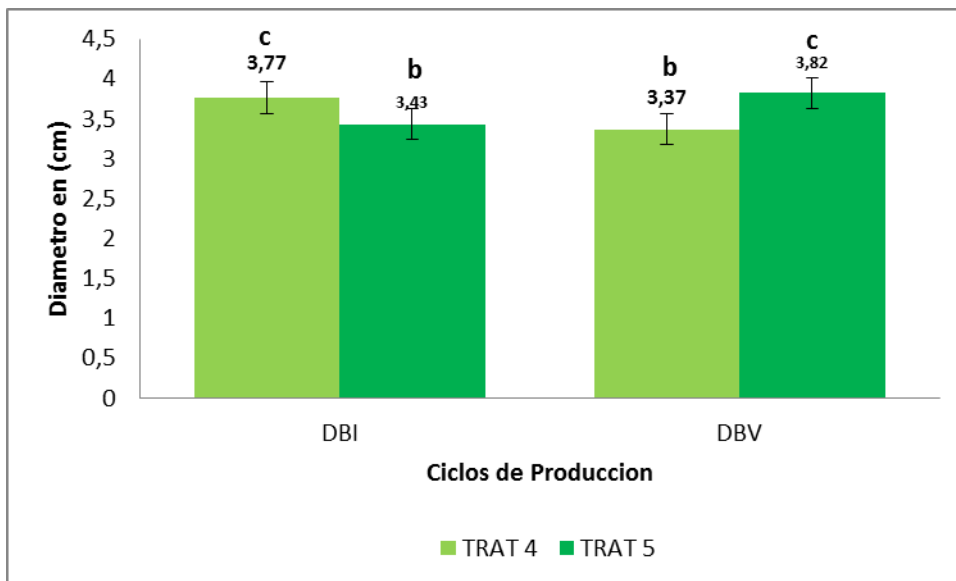


Figura 19. Diámetro de botón en rosa variedad Freedom en los ciclos de invierno y verano. Columnas con literales iguales no difieren estadísticamente mediante la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

En especies bulbosas, el calcio es un elemento de gran importancia, pues es el encargado de dar firmeza a los tallos y botones florales. En su ausencia es mayor la incidencia de tallos marchitos, volcamiento de los botones y aborto de flor, y en menor grado aunque no ausente en *Lilium* y *Callas* (Nelson y Niedziela, 1997). Estos resultados son similares a los presentados por Nelson y Niedziela Jr. (1998) que

trabajaron con distintas especies florícolas en donde mencionan que una óptima nutrición principalmente en tulipán, rosa y clavel, particularmente con potasio K^+ y calcio Ca^{++} , es determinante para el crecimiento de la planta y para la calidad de los tallos, botones florales y vida postcosecha de la flor. Observaron que el suministro de Ca^{++} incrementa la altura de la planta y peso de materia seca.

7.4. Incidencia de enfermedades

No se presentó incidencia de enfermedades como *Peronospora Sparsa Berkeley* y *Botrytis cinérea* en invernadero, las dos especies más importantes en el rosal de importancia económica de la región, se observó una asociación negativa entre la concentración de Ca y la presencia visual del patógeno. Para este efecto se aplicó un programa de fumigación de tipo preventivo para ambos ciclos de producción que al igual que el calcio tuvo una probable influencia en el bajo desarrollo de la enfermedad. Se aplicó 25gr/100L de Captan® 50 PH para peronospora a los 10 días después del pinzamiento en los primeros brotes apicales de la planta, para botrytis se aplicó una dosis de 25 gr/100L Cercobin® -M en la quinta semana del ciclo del cultivo en las etapas de inicio y formación de botón.

A este respecto Marschner (1995) explica que el calcio afecta la incidencia de los parásitos de dos formas: 1) el Ca^{++} es esencial para la estabilidad de las biomembranas, cuando los valores de Ca^{++} en los tejidos están bajos, el transporte de compuestos de bajo peso molecular como los azúcares del citoplasma al apoplasma es muy bajo; y 2) el incremento de pectatos de Ca^{++} incrementa la resistencia del tejido a la degradación por las PG que muchos hongos patógenos producen al invadir el tejido del hospedero (Atkinson et al., 1996; Annis y Goodwin, 1997; Biggs et al., 1997; Flego et al., 1997). Sin embargo, se ha encontrado que en algunos intervalos de concentración, el calcio inhibe el crecimiento y la extensión de la pared celular (Carpita, 1987). El Ca^{++} también es importante como translocador de

señales para desencadenar una respuesta por parte de la planta a la infección de patógenos en términos de elongación y crecimiento celular (Marschner, 1995).

El incremento del nivel de Ca^{++} es una medida para mejorar la resistencia natural a enfermedades y mantiene la calidad del fruto y las flores (Fallahi et al., 1997). Altos contenidos de Ca^{++} dentro de la planta aumentan la tolerancia o resistencia frente al ataque de enfermedades y plagas, mejorando la calidad y vida postcosecha de los frutos y flores (Hirzel, 2003).

Menciona Huber (1989) y Fegeria et al., (1997) que el manejo nutrimental a través de la fertilización con Ca^{++} es un control cultural importante en las enfermedades de las plantas y un componente integral de la producción agrícola. Las plantas que reciben una nutrición mineral balanceada con Ca^{++} son más tolerantes a las enfermedades; es decir, tienen mayor capacidad para protegerse de nuevas infecciones y de limitar las ya existentes, que cuando uno o mas nutrimentos son abastecidos en cantidades excesivas o deficientes. Es evidente que la severidad de muchas enfermedades de las plantas puede reducirse mediante control químico, biológico y genético, e incrementarse con la propia nutrición (Huber, 1989).

El Ca^{++} es un elemento mineral esencial en la constitución de las plantas. Está presente abundantemente en las paredes celulares donde tiene un papel fundamental en el fortalecimiento de su estructura. Este micronutriente forma parte también de las paredes celulares de la mayoría de los hongos y es esencial para la síntesis de la pared y el crecimiento hifal. En agricultura está presente habitualmente en todos los programas de abonado y se aplica generalmente con ácidos orgánicos y aminoácidos para favorecer la asimilación y traslocación por toda la planta. Los aminoácidos, por sí mismos, actúan como activadores vegetativos consiguiendo que la posible carencia mineral se supere más rápidamente.

El Ca^{++} utilizado en los bio nutrimentos procede generalmente del cloruro de calcio o cloruro cálcico (CaCl_2). Es fácilmente asimilado por las plantas cuando se utiliza conjuntamente con ácido glucónico y aminoácidos. La utilización junto con

aminoácidos previene y corrige las deficiencias cálcicas y se usan cuando es necesario potenciar algún proceso del desarrollo vegetal en cultivos que presentan síntomas carenciales, incluido los florales (De Liñán, 2009).

Al combinarse el calcio Ca^{++} con la pectina presente en la pared celular, se forman pectatos de calcio que proporcionan resistencia mecánica a la pared. La pectina es degradada por la enzima poligalacturonasa, que se inhibe en presencia de calcio mediante quelatamiento, por lo tanto las paredes resistentes promueven la resistencia de los tejidos al ataque de algunos hongos y bacterias (Fegeria et al., 1997)

Por otro lado, es un hecho reconocido que las aplicaciones de calcio en forma de CaCl_2 son muy útiles para aumentar la resistencia natural de las frutas, hortalizas y flores a los patógenos, debido a que incrementa el contenido en calcio de las plantas y sus efectos protectores de los tejidos a *Botrytis cinerea* (Barkai-Golan, 2001).

El fortalecimiento del hospedante mediante una nutrición adecuada es una práctica común de manejo preventivo de enfermedades y se hace con el fin de que las plantas sean menos susceptibles a los patógenos. Según la literatura, algunos elementos nutricionales como: nitrógeno, potasio, calcio, boro, silicio y la relación N:K son importantes en el aumento de resistencia a parásitos obligados (Krauss, 2001).

El sitio de entrada en el huésped es a través de los estomas; luego inicia su crecimiento micelial en forma endófito (el micelio se desarrolla en el interior de la planta). Posteriormente emerge a través de los estomas liberando enormes cantidades de esporangios los cuales son liberados por el viento y reinician el ciclo de infección (Syngenta, 2007).

Por otra parte, parece ser que el Ca^{++} desempeña un importante papel en el mecanismo regulador de la apertura y cierre estomáticos; se ha observado que, con antelación al cierre estomático, los niveles de Ca^{++} citoplasmático aumentan considerablemente en las células guarda por efecto del ácido abscísico (ABA)

ocasionando que el micelio de la enfermedad evite entrar dentro de la planta por medio de los estomas (De Silva, et al. 1985).

Investigaciones demostraron que un nivel suficiente de calcio puede reducir significativamente la actividad de estas enzimas y proteger las células de la planta de invasión de enfermedades y patógenos.

7.5. Vida Florero

7.5.1. Sin inoculo (S/I)

Para la variable vida florero sin inoculo (S/I) en los ciclos de invierno y verano (**Figura 20 y 21**) a los 4 días no presentó diferencias ($P \leq 0.05$) y 8 días ($P \leq 0.05$) significativas respectivamente. Sin embargo, solo a los 12 días ($P \leq 0.01$) presentó diferencias estadísticas. Al respecto Cross (2000) encontró que diferentes cultivares de rosa crecidas en dos medios con alto contenido de calcio presento mayor vida en florero y menor incidencia de moho gris comparadas con las crecidas en medios con bajas concentraciones de este elemento.

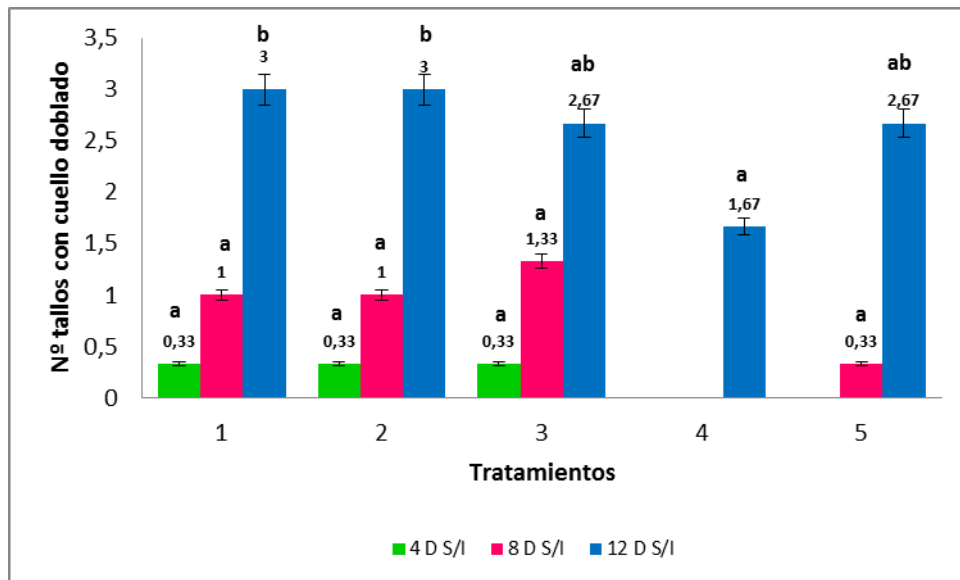


Figura 20. Vida florero sin inoculo (S/I) a los 4, 8 y 12 días del ciclo de invierno. Columnas con literales diferentes difieren en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).

Es importante destacar que durante el tiempo de evaluación en ambos ciclos se presentaron condiciones extremas de temperatura baja en las primeras dos semanas de desarrollo en el ciclo de invierno y temperaturas elevadas en la tercera y cuarta semana del ciclo de verano, por lo cual no se descarta su efecto en la asimilación de los elementos secundarios y micronutrientes.

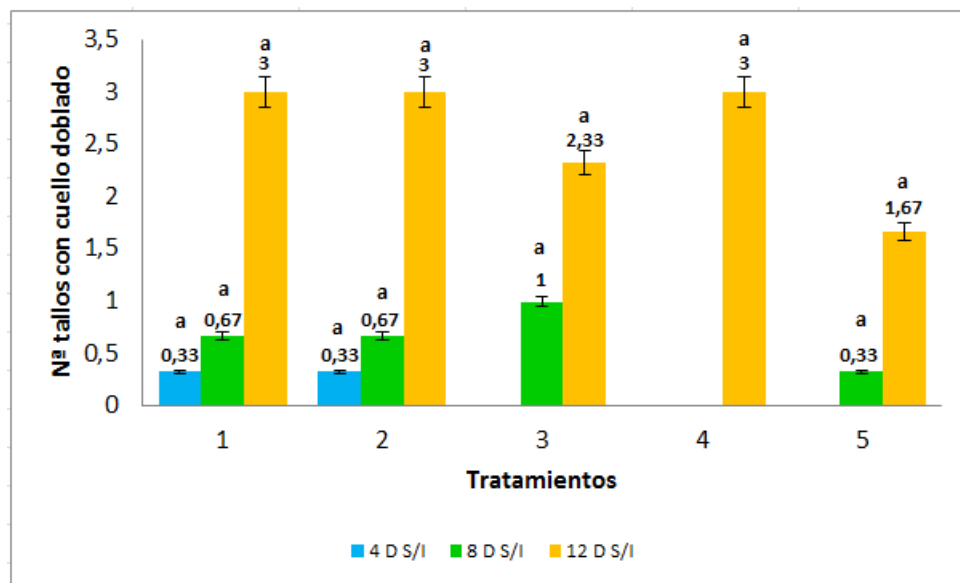


Figura 21. Vida florero sin inoculo (S/l) a los 4, 8 y 12 días del ciclo de verano. Columnas con literales diferentes difieren en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).

El T₄ con 1.5 kg de Ca⁺⁺ en invierno y T₅ con 2.0 kg de Ca⁺⁺ a los 12 días fueron los que presentaron menor número de tallos con cuello doblado y fueron estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$) con T₁ y T₂ en invierno y T₁, T₂ y T₃ en verano, respectivamente (**Figura 20 y 21; Anexo 10 y 14**). Ambos tratamientos en su respectivo ciclo de vida florero mostraron 1.67 tallos con cuello doblado menor a los demás tratamientos. Esto puede ser debido a que un incremento en los niveles de calcio en una solución nutritiva indica una correlación negativa en el desarrollo de moho gris y la presencia de cuello doblado en plantas de rosa (Rahman y Punja 2007).

Existen reportes de aplicaciones foliares en pre y postcosecha de nitrato de calcio (Ca (NO₃)₂) que incrementan la calidad y vida en florero de claveles y rosas, sin

embargo si se adhiere a una solución preservativa puede incrementar la longevidad de rosas cortadas (Gerasopoulos y Chebli, 1999).

Ramírez et al., (2009) reporta que en plantas a las que se les suministró solución nutritiva de Steiner a 50 % (relación K^+/Ca^{++} + de 7.0/9.0), el periodo de vida en florero en tulipán 'Ile de France' se mantuvo en 11.3 d/planta, que corresponde a la mayor vida de florero aquí encontrada; la relación K^+/Ca^{++} tulipán 'Ile de France' fue de aproximadamente 0.78, que no tuvo la mayor concentración de Ca evaluada. Es evidente entonces que las relaciones entre estos nutrimentos tienen mayor influencia en la vida de florero, en rosa de corte se han reportado resultados similares, ya que altas relaciones K^+/Ca^{++} disminuyen la calidad decorativa de las flores y la longitud de los tallos; por el contrario, relaciones medias (1:1 $K^+:Ca^{++}$), retrasan la senescencia (Mortensen et al., 2001).

7.5.2. Con inoculo (C/I)

Para la variable vida florero con inoculo (C/I) en los ciclos de invierno y verano (**Figura 22 y 23**), para el caso del primero a los 4 días no presento diferencias significativas ($P \leq 0.05$) y 12 ($P \leq 0.05$), sin embargo solo a los 8 días ($P \leq 0.01$) presentó diferencias estadísticas respectivamente. Para el caso del segundo, ciclo de verano, las mediciones para las mismas etapas tomó a los 4 ($P \leq 0.05$), 8 ($P \leq 0.01$) y 12 ($P \leq 0.01$) días. Esto puede ser debido a que el calcio reduce o retrasa el deterioro de la pared celular confiriéndole firmeza y rigidez mecánica

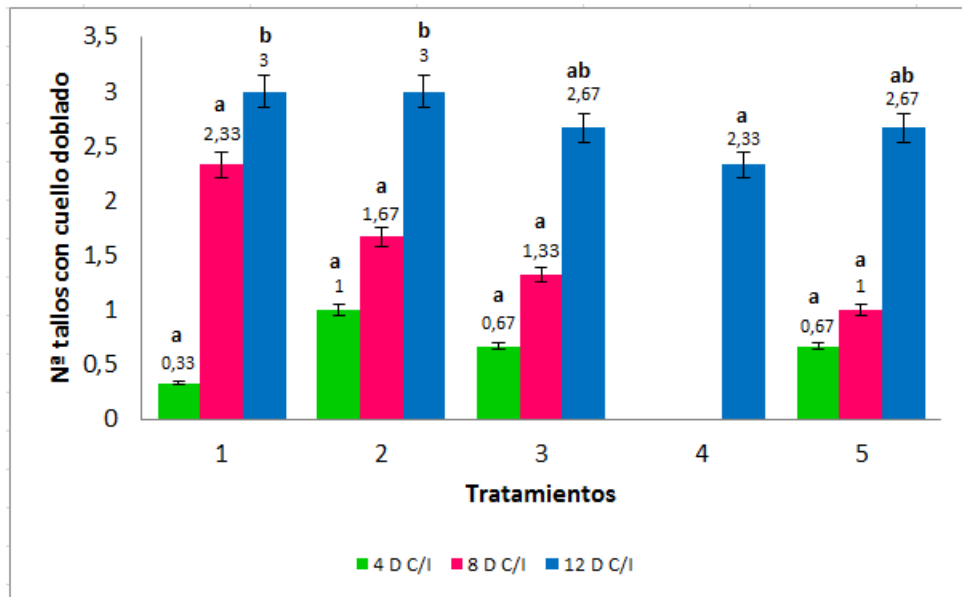


Figura 22. Vida florero con inoculo (C/I) a los 4, 8 y 12 días del ciclo de invierno. Columnas con literales diferentes difieren en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).

El T₄ con 1.5 kg de Ca⁺⁺ en invierno solo a los 8 días no presentó tallos con presencia de cuello doblado a diferencia de los demás tratamientos y el testigo. El T₅ con 2.0 kg de Ca⁺⁺ a los 8 y 12 días presentaron menor número de tallos con cuello doblado y fueron estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$) con T₁ y T₂ en invierno y T₁, T₂ y T₃ en verano, respectivamente (**Figura 22 y 23; Anexo 11 y 15**). Ambos tratamientos en su respectivo ciclo de vida en florero en invierno solo a los 12 días presento 2.33 tallos con cuello doblado y en verano 0.33 y 2 tallos a los 8 y 12 días respectivamente. Al respecto Starkey y Pedersen (1997) comprobó que la deficiencia de calcio propicia la senescencia, lo cual se expresa como pérdida de clorofila y proteínas, que incrementa así la degradación de las membranas y la disolución de la lámina media. Por otra parte, Marschner (2002) reporta que aplicaciones de calcio dirigidas a los tejidos afectados pueden estabilizar la pared celular y regula la permeabilidad de la membrana.

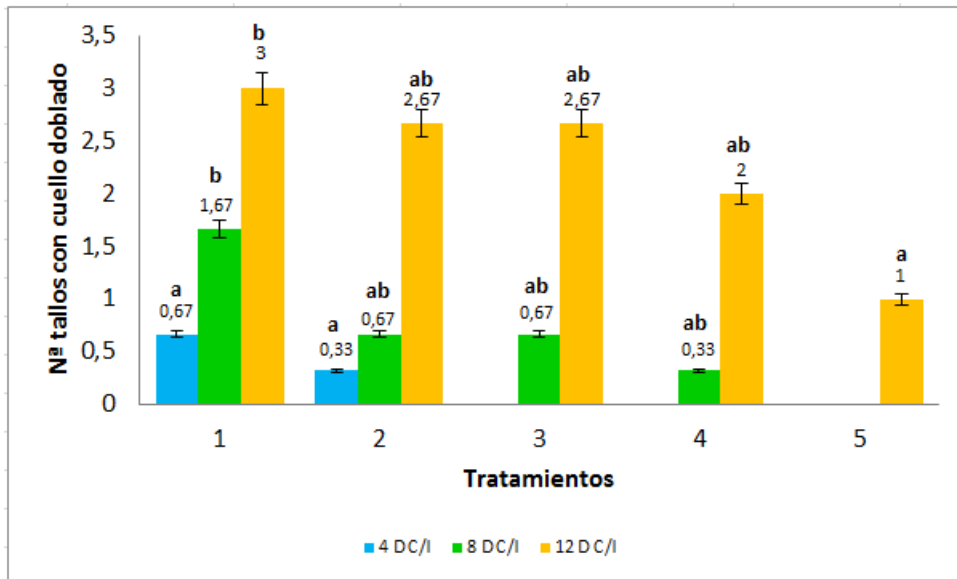


Figura 23. Vida florero con inoculo (C/l) a los 4, 8 y 12 días del ciclo de verano. Columnas con literales diferentes difieren en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).

Se ha observado que el CaCl_2 puede alargar la vida florero en otras especies; *Gladiolus* cv. 'Happy End' (Pruthi et al., 2001), *Rosa hybrida* cv. Kiss (Capdeville et al., 2005), *Chrysanthemum indicum* y *Tagetes erecta* (Patel y Mankad, 2002). La evidencia del retraso de la senescencia en flores por CaCl_2 se ha demostrado en pétalos de rosas, ya que mantiene la integridad de membranas celulares, reduce la producción de etileno y promueve el transporte de solutos (Torre et al., 1999).

Un estudio realizado por Albino-Garduño et al., (2008), demostró la importancia del Ca en el cultivo hidropónico de *Gerbera jamesonii*, y reportó que bajas concentraciones ($6 \text{ meq Ca}^{+2}\text{L}^{-1}$) reducían la producción, diámetro de la cabezuela y calidad (longitud y firmeza) del escapo con respecto a 9 y 12 $\text{meq Ca}^{++}\text{L}^{-1}$. Tratamientos con calcio mantuvieron la firmeza del fruto en poscosecha; melón "Campsol" (Rinaldi, et al., 2004) y en manzanas (Dilmaghani et al., 2005).

Otro hallazgo importante consistió en observar que las rosas cultivadas con sustratos que contenían cal dolomita-calcítica en proporción 1:1 presentaron mayor vida en

florero, que las rosas crecidas en el mismo medio pero con solo cal dolomita; lo que refleja la importancia de las fuentes utilizadas. La misma investigación indicó que la concentración de calcio en los pétalos de las plantas tratadas se mantuvo sin alteración; indicando que el efecto benéfico del tratamiento se debió al incremento del elemento en las hojas de las plantas tratadas (Cross, 2000).

7.6. Incidencia de Botrytis cinérea

7.6.1. Sin inoculo (S/I)

Hubo diferencia significativas entre tratamientos en los ciclos de invierno y verano (**Figura 24 y 25**), donde para el caso del primero, la incidencia de botrytis se hizo a los 4 ($P \leq 0.05$) 8 ($P \leq 0.01$) y 12 ($P \leq 0.05$) días respectivamente. Para el caso del ciclo de verano, las mediciones se hicieron en los mismos intervalos de tiempo, 4 ($P \leq 0.01$) 8 ($P \leq 0.01$) y 12 ($P \leq 0.01$) días, con un incremento progresivo del patógeno directamente relacionado con el paso de los días. Los tratamientos con menor número de tallos con presencia de micelio de moho gris en pétalos y pedúnculo también fueron el T₄ (con 1.5 kg de Ca⁺⁺) en invierno, del cual se retrasó su incidencia para el primer intervalo evaluado (4 días) y para el caso del segundo intervalo (8 días) fue estadísticamente diferente (Tukey, $\alpha=0.05$) con T₁ y T₂; Para el caso del ciclo de verano, el T₅ (2.0 kg de Ca⁺⁺) fue estadísticamente diferente (Tukey, $\alpha=0.05$) con T₁, T₂ y T₃ (**Anexo 12 y 16**).

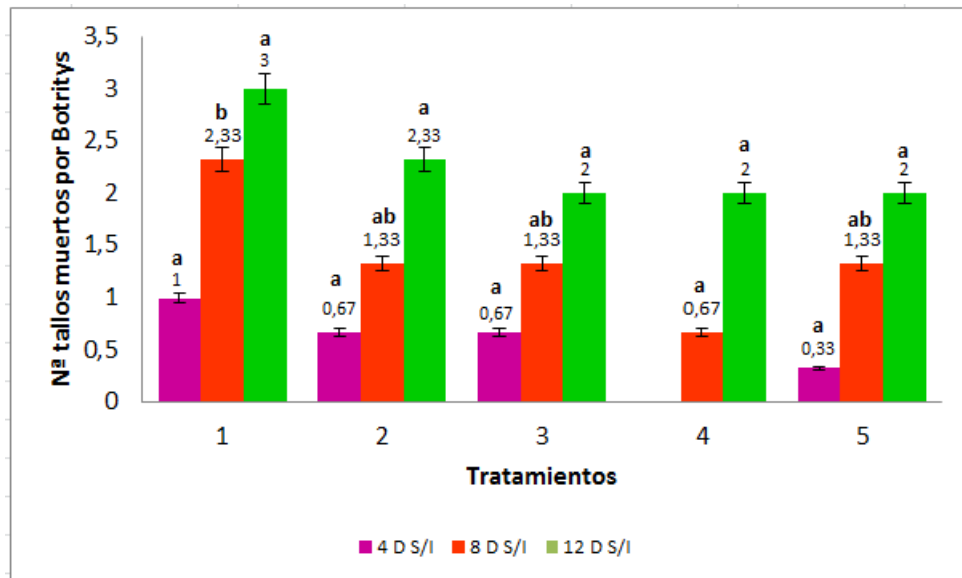


Figura 24. Incidencia de Botrytis sin inoculo (S/I) a los 4, 8 y 12 días del ciclo de invierno. Columnas con literales diferentes difieren en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).

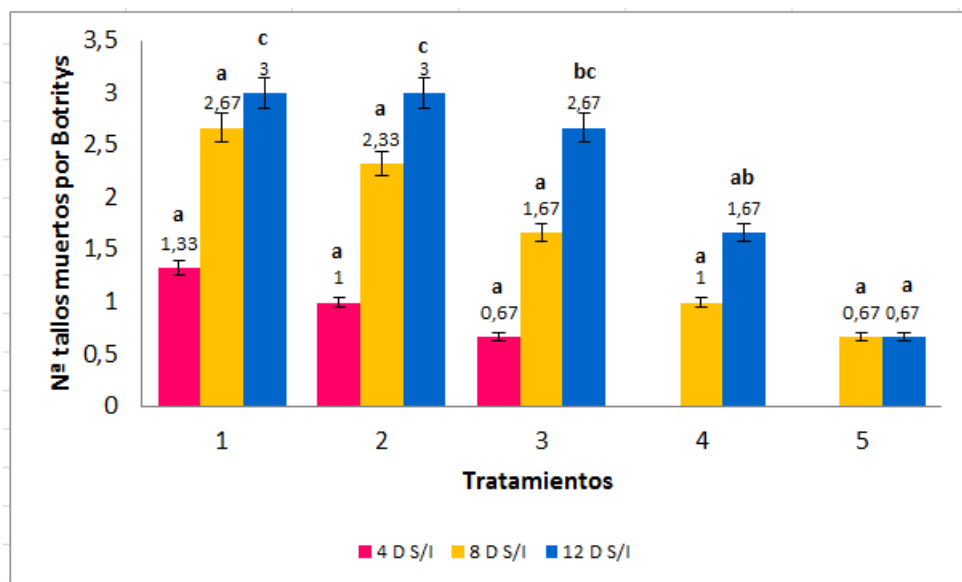


Figura 25. Incidencia de Botrytis sin inoculo (S/I) a los 4, 8 y 12 días del ciclo de verano. Columnas con literales diferentes difieren en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).

El tratamiento 4 y 5 con 1.5 y 2.0 kg de Ca en invierno presentó menor número promedio, de los tres intervalos medidos, de tallos con presencia de micelio de moho gris en pétalos, pedúnculo y receptáculo de la flor, con valor de 1.0 tallos, en

contraste con el de mayor presencia que fue el tratamiento 1 con 2.1 tallos con presencia del hongo. Para el caso del ciclo de verano, el tratamiento 5 en sus tres intervalos de medición presentó un promedio de 0.44 tallos con presencia del hongo que fue el menor número; el mayor correspondió al tratamiento 1 con casi todos los tallos con presencia del hongo.

Al respecto Villegas (2007) menciona que el calcio juega un papel importante en la resistencia de las plantas a las enfermedades con base en la protección de la pared celular de las enzimas desintegradoras secretadas por los patógenos. Esto indica que en verano hubo influencia del calcio en el retraso del desarrollo del hongo y su efecto en la senescencia, probablemente por dificultad en la penetración de la espora y posterior desarrollo de la enfermedad, ya que la aplicación de calcio en el crecimiento del botón floral le confiere rigidez e integridad de pétalos, así como también disminuye la producción de etileno, directamente relacionado con la senescencia de la flor (Torre et al., 1999).

Es un hecho reconocido que las aplicaciones de calcio en forma de CaCl_2 son muy útiles para aumentar la resistencia natural de las frutas, hortalizas y flores a los patógenos, debido a que incrementa el contenido de calcio en las plantas y sus efectos protectores de los tejidos al hongo patógeno 'B. cinerea'. (Barkai-Golan, 2001).

7.6.2. Con inoculo (C/I)

Hubo diferencia significativas entre tratamientos en los ciclos de invierno y verano (**Figura 26 y 27**) en los tres intervalos de días evaluados, 4 ($P \leq 0.05$; 0.01) 8 ($P \leq 0.01$) y 12 ($P \leq 0.01$) respectivamente. El T4 con 1.5 kg de Ca^{++} en invierno presento menor número promedio, de los tres intervalos medidos, de tallos con presencia de micelio de moho gris en pétalos, pedúnculo y receptáculo de la flor, con valor de 0.55 tallos, en contraste con el de mayor presencia que fue el tratamiento 1 con 2.4 tallos con presencia del hongo. Para el caso del ciclo de verano, el tratamiento 5 en sus tres intervalos de medición presentó un promedio de 0.55 tallos

con presencia del hongo que fue el menor número; el mayor correspondió al tratamiento 1 con casi todos los tallos con presencia del hongo.

En resumen, los tratamientos 4 y 5 fueron los que ofrecieron menor incidencia del hongo para invierno y verano respectivamente.

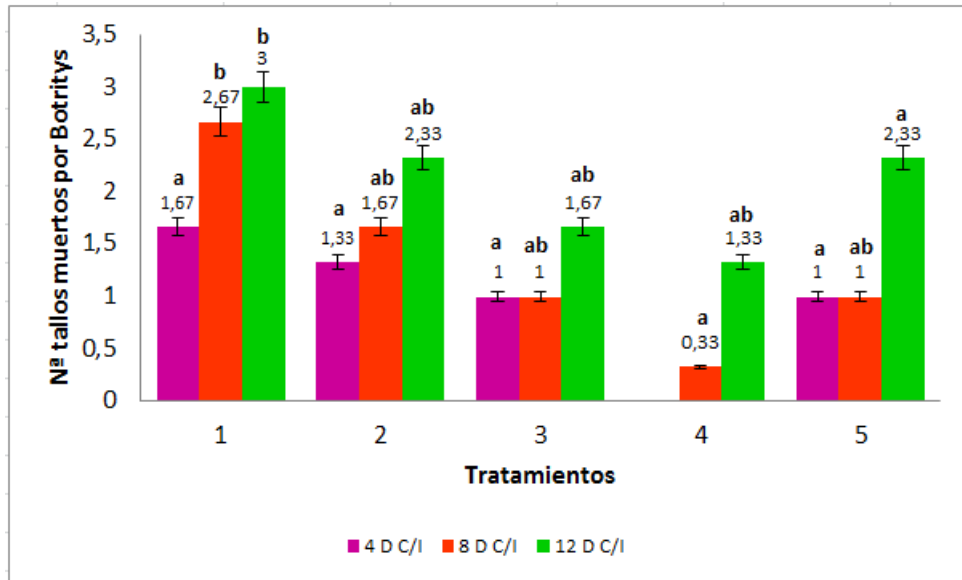


Figura 26. Incidencia de Botrytis con inoculo (C/I) a los 4, 8 y 12 días del ciclo de invierno. Columnas con literales diferentes difieren en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).

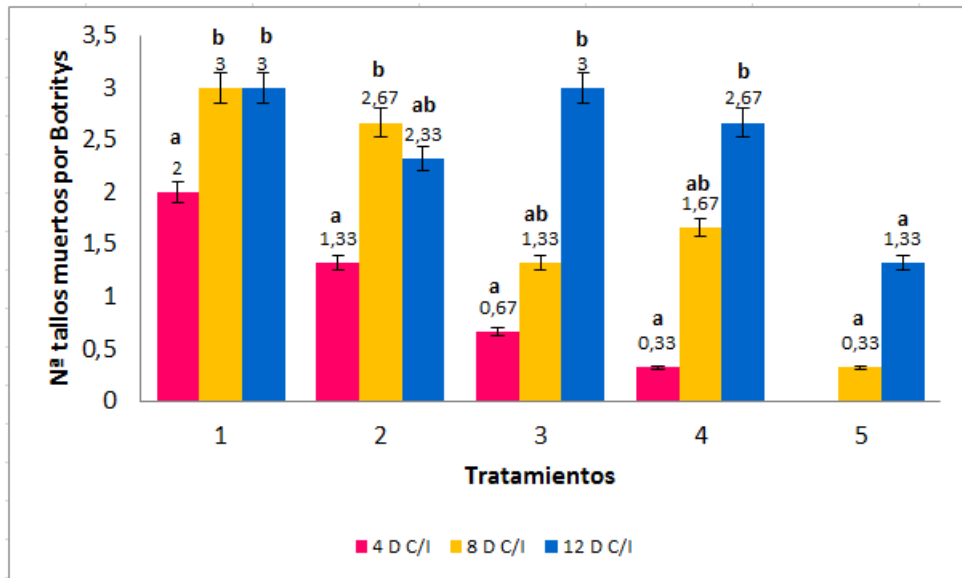


Figura 27. Incidencia de Botrytis con inoculo (C/I) a los 4, 8 y 12 días del ciclo de verano. Columnas con literales diferentes difieren en la comparación de Tukey ($P \leq 0.05$).

En un estudio en el cual se evaluó la función del Ca en la protección de los tejidos de la fruta de calabaza a la infección de *Botrytis cinerea*, se determinó que el Ca aplicado al fruto, incrementó la concentración de este elemento en las paredes celulares y de esta manera se disminuyó la digestión de las pectinas por las enzimas pectinolíticas del hongo denominadas poligacturonasas, PG (Chardonnet y Doneche, 1995).

Otros estudios demuestran que la actividad de enzimas específicas como PG I y PG II fue parcialmente inhibida por 1 mM de CaCl_2 , probablemente por la quelatación del ácido poligalacturónico, el sustrato de la enzima (Cabanne y Doneche, 2002). Por lo tanto, la concentración absoluta de calcio y la relación que guarde con otros iones en la solución nutritiva es fundamental para disminuir los desórdenes fisiológicos provocados por la mala distribución de este elemento en los órganos de las plantas (Villegas, 2007).

Estudios realizados por Bass (2000) sobre el efecto de la concentración de Ca en variedades de rosa como Primera Red, Escada y Mercedes, mostraron que deficiencias de Ca aumenta la susceptibilidad de *B. cinerea*, se incrementan síntomas como necrosis foliar y de pétalos así como la abscisión de hojas viejas. Otros autores han investigado aplicaciones in vitro de CaCl_2 a varios hongos, incluido a '*B. cinerea*'. Chardonnet et al. (2000), mencionan que esta sustancia disminuyó la longitud del tubo germinativo, redujo la germinación de conidios y afectó al crecimiento en extensión del micelio de esta especie.

VIII. CONCLUSIONES

1. El suministro de calcio una vez por semana a través de fertilizantes granulados, en dosis de 2.1 kg de Ca^{++} mostro diferencias significativas, donde los tratamientos 4 (1.5 kg Ca^{++}) y 5 (2.0 kg Ca^{++}) fueron los que mejor efecto mostraron en el desarrollo del tallo foral en la variable de longitud de brote en ambos ciclos de producción.
2. El tratamiento 4 con concentración de 1.5 kg Ca^{++} fue mejor para el ciclo de invierno con efecto en las variables de longitud de pedúnculo, diámetro de tallo y longitud de botón.
3. El tratamiento 5 con concentración 2.0 kg Ca^{++} fue mejor para el ciclo de verano en las variables diámetro de tallo y diámetro de botón.
4. Las variables más afectadas por la variación en calcio fueron incidencia de *B. cinerea* y vida florero, las cuales son de importancia económica por su efecto en la calidad de la flor.
5. El análisis de vida postcosecha mostró que en los tratamientos 4 y 5 se obtuvo una reducción considerable de incidencia de moho gris en un 70% con respecto al tratamiento testigo.
6. Los efectos de cuello doblado se redujeron un 60% con respecto al testigo en los tratamientos 4 y 5, lo que garantizó mayor longevidad en florero.
7. Los tratamientos que obtuvieron mayores días de duración en florero fueron los tratamientos 4 (1.5 kg Ca^{++}) y 5 (2.0 kg Ca^{++}), con un promedio de 12 días.
8. La incidencia en botón de *B. cinerea* durante los primeros 4 días en la poscosecha no fue agresiva para ningún tratamiento, pero en el día 8 el tratamiento 1 (testigo) mostro síntomas de enfermedad.

IX. RECOMENDACIONES

- a) Utilizar productos a base de calcio aplicados en suelo y vía foliar para crear mayor resistencia a enfermedades de importancia económica especialmente B. cinerea en tallos.
- b) Utilizar Yara Liva calcinit (15.5-0-0+ 26.3 CaO) en dosis de 1.5 kg y 2.0 kg Ca⁺⁺ ya que estos tratamientos presentaron resistencia a B cinerea y disminución de cuello doblado
- c) Se recomienda aplicar la dosis promedio del tratamiento 4 (1.5 kg Ca⁺⁺) y 5 (2.0 kg Ca⁺⁺) en ambos ciclos de producción, considerar el manejo de humedad relativa, temperatura y ventilación dentro del invernadero.
- d) Para una mejor asimilación del calcio en el ciclo de producción de invierno, se recomienda aplicar reguladores de crecimiento después del pinzamiento, con el fin de estimular brotación y disminuir el efecto de las temperaturas de invierno a primavera durante el ciclo del cultivo.
- e) En el ciclo de verano se recomienda aplicar riegos constantes y tomar en cuenta la ventilación dentro del invernadero con el fin de incrementar en las primeras etapas de desarrollo la presencia del calcio en la planta.

X. TRABAJOS FUTUROS

Futuros trabajos deberán orientarse a la evaluación de las relaciones K^+/Ca^{++} , N/Ca^{++} , Ca^{++}/Si y Ca^{++}/Mg y la influencia que estos tienen en vida poscosecha en cultivos ornamentales de importancia económica en la región florícola del Estado de México.

XI. BIBLIOGRAFIA

Alas, G.J., Bustamante, E. 1993. Efecto del fosforo y del Ca en la severidad del tizon temprano (*Alternaria solani*) en tomate, a nivel de invernadero. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 29:1-5

ASERCA (2006) La floricultura mexicana, el gigante que está despertando. *Rev. Claridades Agropec.* 6:3-38.

Álvarez, M. *Agrotecnia de los rosales*. En: *Floricultura*. La Habana. Editorial Pueblo y Educación .1980, p.505-545.

Arboleda P., J. A. 1993. Principios fundamentales de la poscosecha de flores. In: *Tercer Seminario Técnico de Floricultura/EXPOFLOR 93*. 11-14 de junio. Huixquilucan, Estado de México, México. 44 p

Armitage, A. M. 1993. *Speciality cut flowers*. Varsity Press/Timber Press Inc., Oregon, USA. 372 p

Alarcón, L. A. 2000. *Tecnología para cultivos de alto rendimiento*. Novedades agrícolas S.A. Ed. Universidad Politécnica de Cartagena, España. 459 p

Armstrong, M.J. and Kirkby, E.A. 1979. Estimation of potassium recirculation in tomato plants by comparison of the rates of potassium and calcium accumulation in the tops with their fluxes in the xylem stream. *Plant Physiol.* 63: 1143-1148

Asher B.T. et al., 2001. Rose flower production and quality as affected by Ca concentration in the petal. *Agronomy for Sustainable Development*. (21): 393-402.

Abbasi, N. A., Zahoor, S., Nazir, K. 2004 Effect of preharvest phosphorus and potassium fertilizers and postharvest AgNO₃ pulsing on the postharvest quality and shelf life of zinnia (*Zinnia elegans* cv. Blue Point) cut flowers. *Int. J. Agric. Biol.* 6:129–131.

Bidwell, R.G.S. 2002. *Fisiología vegetal*. A.G.T. Editor, S.A. México, D.F. 762 p
Bañón S., Gonzales A., Fernández J.A. y Pérez P.J. 1997. *Tecnología de la conservación de flores cortadas frescas*. *Plantflor Cultivo y Comercio Año 10: (4)*

Bañón, A. S., Cifuentes, R. D., Fernández, H. J.A. y González Benavente-García, A. 1993. *Gerbera, Liliium, Tulipán y Rosa*. Mundi-Prensa. Madrid España. 250 p.

Banssou, M. 2001. El comercio internacional de la flor cortada. *La Revista Profesional de Flor España*, 29(8) 93-97 p.

Barker, A.V., Lawrence, E.D., Wade, H.E., and Don, M.H. 2007. Mineral Nutrition and Plant Disease. *HortScience*. (44): 278 p.

Baas, R., Marissen, N. and Dik, A. 2000. Cut rose quality as affected by calcium supply and translocation. *Acta Hort. (ISHS)* 518:45-54

Buccheri, M. and Di Vaio, C. 2004. Relationship among seed number, quality, and calcium content in apple fruits. *Journal of Plant Nutrition* 27(10):1735-1746.

Bangerth, F. 1974a. The function of calcium in the cell and in the subcellular units of apple fruit. *Acta Hort.* 45: 43-47.

Bangerth, F. 1974b. Antagonism between calcium and other elements in the apple fruit. *Acta Hort.* 45:49-52.

Brouquisse, R. F. J., Pradet, A., Raymond, P. 1992. Asparaginemetabolism and nitrogen distribution during protein degradation in sugar-starved maize root tips. *Planta* 188:384–395.

Chahín, A. M.G., Verdugo, R. G., Montesinos, V. A., (2002). “Manejo de Poscosecha de Flores”. Centro Regional de Investigación Carillanca del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Ministerio de Agricultura. Boletín N° 82, 25 p.

Cabrera, R. 2002. Rose yield, dry matter partitioning and nutrient status responses to rootstock selection. *HortScience.* (95):75-83

Chiu T.E., Bould, C. 1977. Sand-culture studies on the calcium nutrition of young apple trees with particular reference to bitter pit. *J. Hortic. Sci.* 52: 19-28.

Caballero, M. /et al./. Cultivo sin suelo de rosas de invernadero para flor cortada. Fundamentos de aplicación al cultivo hidropónico. En: *Hidroponía. Una esperanza para Latinoamérica.* Curso Taller Internacional de Hidroponía. Lima. 1997, p. 219-231

Cross, M 2000. Quality and Postharvest Performance of Cut Roses Grown in Root Media Containing Coal Bottom Ash. Tesis Ph.D. College of Agriculture and Forestry at West Virginia University.

Cresswell, G.C., Weir, R.G., 1997. *Plant Nutrient Disorders 5: Ornamental Plants and Shrubs.* Inkata Press, Melbourne.

Cabrera, R., Solís-Pérez, A. and McCormick, J. 2007. The role of calcium and boron in rose development and petal blackening: Observations commercial rose greenhouse and shoot tissue nutrient status. Progress Report (July to December). Texas University.

Cabrera, R. 2006. Consideraciones sobre nutrición mineral y fertilización en rosas., Avances sobre fertirriego en la floricultura colombiana, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Càceres, L.A., Nieto, D.E., Flòrez, V. J. y Chaves, C. 2003. Efecto del ácido giberelico (GA3) sobre el desarrollo del botón floral en tres variedades de rosa (Rosa sp.). Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Dilmaghani, M. R., Malakouti, M. J., Neilsen, G. H. and Fallahi, E. 2004. Interactive effects of potassium and calcium on K/Ca ratio and its consequences on apple fruit quality in calcareous soils of Irán. *Journal of Plant Nutrition* 27(7):1149-1162.

Epstein, E.1973. Flow in the phloem and the immobility of calcium and boron: A new hypothesis in support of an old one. *Experientia*, 29:133-136

Eraso, P. (2000). Manual de labores. Cultivo de Rosas. Servicio Nacional de Aprendizaje. 88 p.

Figuroa I, Colinas MT, Mejía J, Ramírez F. *Ciencia e Investigación Agraria* 2005; 32: 209-219.

Ferguson, I. B., Drobak, B.K. 1988. Calcium and the regulation of plant growth and senescence. *HortScience* 23(2):262-266

Fertiberia, S.A. 2007. Recomendación de abonado para cultivo. En línea: <http://www.fertiberia.es/GuiaDelAbonado/CultivosDetalle.aspx?ldh=42&ldc=131> (fecha de consulta: 15 de noviembre de 2011).

Fageria, N.K., Baligar, V.C., Jones, C.A. 1997. *Growth and Mineral Nutrition of Field Crops*. Second Edition. Dekker. Nueva York, EEUU. 624 p.

Fallahi, E., Conway, W.S., Hickey, K.D., Sams, C.E. 1997. The role of calcium and nitrogen in post harvest quality and disease resistance of apples. *HortScience*. 32: 831-835

Gerasopoulos, D. y Chebli, B. 1999. Effects of pre and postharvest calcium applications on the vase life of cut Gerberas. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, Vol. 74. 78-81.

Guardiola, B. J. L. y García, L. A. 1990. *Fisiología Vegetal 1: nutrición y transporte*. SINTESIS, vol 16, Madrid, España. 440 p

Greer L. *Sustainable Cut Flower Production*. ATTRA. Appropriate Technology Transfer Rural Areas. Fayetteville, Arkansas, USA. 2000; 12-18.

Hasek, F. R. 1996. Rosas. pp. 73-94. In: *Introducción a la Floricultura*. Larson, A. R. (Edit.). AGT Editor, S.A. 551 p.

- Hoog, J. 2001. Handbook for modern greenhouse rose cultivation. Appl. Plant Res. 220 p.
- Hessayon, D. G. 1986. Rosas: manual de cultivo y conservación. Blume. Barcelona. 126 p.
- Huber, D.M. 1980. The role of mineral nutrition in defense. Plant Disease 5:381-406.
- Halevy, A. H., Mayak, S. 1974. Improvement of cut flower quality opening and longevity by preshipment treatments. Acta Hortic. 43:335-347
- Halevy, A. H., Mayak, S. 1979. Senescence and Postharvest Physiology of cut Flowers, Part 1. Hortic. Rev. 1:204-236
- Halevy, A. H., Zieslin, A. 1979. The development and causes of petal blackening and malformation in Baccara rose flowers. Acta Hortic. 15: 149-156
- Hasek, R. F. 1988. Rosas p. 73-94. In: Roy A. Larson (ed.). Introduccion a la floricultura. AGT Editor, S.A. Mexico.
- Huber, D.M. and Haneklaus, S. 2007. Managing Nutrition to Control Plant Disease. Federal Agricultural Research Centre (FAL). (57):313-322
- Hartman, J., Witt, M. 2003. Guide for Control of Annual and Perennial Flower and Ground Cover Diseases in the Landscape. Univ. of Kentucky, USA.
- IICA, (2006). "Gestión de agro negocios en empresas asociativas rurales. Curso de capaciatación. Poscosecha y servicios de apoyo a la comercialización". [En línea] http://books.google.com.mx/books?id=FrBQChdFGz0C&pg=PA12&dq=concepto+de+poscosecha&hl=es&ei=xNhvTqqhKqjZ0QGp8qmCCg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=concepto%20de%20poscosecha&f=false [Accesado septiembre 19, 2011]
- Journet, E. P., Bligny, R., Douce, R. 1986. Biochemical changes during sucrose deprivation in higher plant cells. J. Biol. Chem. 261:3193–3199.
- Kenneth H R (1986) Compendium of Rose Diseases. The American Phytopathological Society, in cooperation with The Departament of Plant Pathology. Minnessota, USA.
- Kader, A. A., Pelayo, Z. C., 2007. Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas. University of California, Davis. California, USA. 575 p
- Li-Jen L, Yu-Han L, Kuang-Liang H, Wen-Shaw C, Yi-Mei C. Postharvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulfate and sucrose. Botanical Bulletin of Academia Sinica 2000; 41: 299-303.

Liao, J. L.; Lin, L. Y.; Huang, K. L.; Chen, W.S. 2001. Vase life of *Eustoma grandiflorum* as affected by aluminum sulfate. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 42: 35-38.

Liao, J. L.; Lin, L. Y.; Huang, K. L.; Chen, W. S. ; Cheng, Y. M. 2000. Post-harvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulfate and sucrose. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 41: 299-303.

Liang, W.; Wang, M.; Ai, X. 2009. The role of calcium in regulating photosynthesis and related physiological indexes of cucumber seedlings under low light intensity and suboptimal temperature stress. *Scientia Horticulturae*, 123: 34-38 p.

López MJ. *El Cultivo del Rosal en Invernadero*. Madrid, España: Mundi-Prensa, 1981. 341.

Laurie, R. E. L., Kiplinger, D. C., Nelson, K. S. 1979. *Comercial flower forcing*, Eight Edition. Mc Graw Hill. 438 p

Labra, E., Hirzel, J., Astudillo, O. 2003. *Fruticultura: Renovación de los Huertos de cerezos*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Boletín INIA N° 113. La Platin, Santiago. 88 p.

Liang, W., Wang, M., Ai, X. 2009. The role of calcium in regulating photosynthesis and related physiological indexes of cucumber seedlings under low light intensity and suboptimal temperature stress. *Scientia Horticulturae*, 123: 34-38.

McGuire, R.G., Kelman, A. 1986. Calcium in potato tuber cell walls in relation to tissue maceration by *Erwinia carotovora* pv. *Atroseptica*. *Phytopathology* 76(4):401-406

Marschner, H., 1995. *Mineral Nutrient of Higher Plants*, 2nd edn. Academic Press, New York.

Miranda, de L.J. 1975. *Cultivos ornamentales*. Ed. AEDOS. España. 179 p.

Moe, R. 1975. The effect of growing temperatura on keeping quality of cut roses. *Acta Hortic.* 41: 77-92

Martyn A., Thomas Ch., O'Neill M., Offord C., McConchie, R. 2007. Bract browning in waratahs (*Telopea* spp.) is not a localized calcium deficiency disorder *Scientia Horticulturae*, 112: 434-438.

Martyn A, Gollnow B., McConchie R., Offord C. 2007. Characterisation of bract browning and the effect of shade on browning in waratah (*Telopea* spp., Proteaceae) cultivars 'Fire and Brimstone', 'Olympic Flame' and 'Wirrimbirra White'. *Scientia Horticulturae*, 112: 427-433.

Marschner, H., 2012. Mineral Nutrition of Higher Plants, Third Edition. Jamestown Road, London. 410 p.

Martyn A., Thomas Ch., O'Neill M., Offord C., McConchie, R. 2007. Bract browning in waratahs (*Telopea* spp.) is not a localized calcium deficiency disorder *Scientia Horticulturae*, 112: 434-438.

Mortensen, L., Ottosen, O. and Gislerod, H. 2001. Effects of air humidity and K:Ca ratio on growth, morphology, flowering and keeping quality of pot roses *Scientia Horticulturae*, 90 (29):131-141.

Nelson, P. V., Niedziela, C. E. Jr. (1998) Effects of calcium source and temperature regime on calcium deficiency during hydroponic forcing of tulip. *Sci. Hort.* 73:137–150.

Nell, A. T., Reid, M. S. (2002) *Poscosecha de las Flores y Plantas: Estrategias para el Siglo XXI*. Society of American Florists (SAF). Ed. Hortitecnia. Bogotá, Colombia. 115 p.

Nowak, J. J., Rudnicki, R. M. 1990. *Postharvest Handling and Storage of Cut Flowers, Florist Green and Potted Plants*. Ed. Timber Press, Inc 210 p.

Poovalah, B.W. 1986. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. *Food Technnology* p. 86-89.

Pizano, M. M. 2003. *Cultivo moderno de la rosa bajo invernadero*. HortiTecnica Ltda. Bogota, Colombia. 203 p.

Pilbeam, D.J. and Barker, A.V. 2007. *Handbook of Plant Nutrition*. Taylor & Francis Group. United States of America. 613 p.

Penter, M. G. and Stassen, P. J. C. 2000. The effect of pre- and postharvest calcium applications on the postharvest quality of Pinkerton avocado. *South African Avocado Growers Association Yearbook* 23:1-7.

Pintro, J. C. and Taylor, G. J. 2005. Calcium requirement in the background nutrient solution on growth of wheat plants using the relative addition rate technique. *Journal of Plant Nutrition* 28:551-565.

Partridge, C. J., Pak, H. A. and Brookbanks, P. 2002. An investigation into the effects of preharvest sprays of calcium-containing formulations in reducing post-harvest rots in 'Hass' avocados. *Avocado Growers Association Annual Research Report* 2:1-6

Pilbeam, D.J., Morley, P.S., 2007. Calcium. In: Barker, A.V., Pilbeam, D.J. (Eds.), *Handbook of Plant Nutrition*. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Paulin, A. 1986. Influence of exogenous sugars on the evolution of some senescence parameters in plants. *Acta Hort.* 181:183–193.

Reid, S. M. 2009. Poscosecha de las flores cortadas. HortiTecnia Ltda. Bogota, Colombia. 153 p.

Rosen Tantau. 2011. www.rosen-tantau.com. Recuperado el 30 de Septiembre de 2011, de E-mail: tantau@rosen-tantau.com:<http://www.rosen-tantau.com/cms/index.php>

Rodriguez, S. F. 1989. Fertilizantes, nutrición vegetal. AGT Editor. S.A. México. 33-44 p.

Reuter, D and Robinson, J. 1986. *Plant Analysis: An Interpretation Manual*. Inkata Press.

Rahman, M and Punja, Z. 2007. Mineral nutrition and plant disease. Edited by Datnoff., Elmer W., and Huber. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota U.S.A.

Ramírez-Martínez, M., Trejo-Téllez, L., Gómez-Merino, F., Sánchez-García, P., Rodríguez-Mendoza, M.N. and Sandoval-Villa, M. 2009. Potassium/calcium ratios of the nutrient solution on tulip nutrient status. *Acta Hort.* (ISHS) 843:119-122.

SAGARPA, 2008. Construcción de una red de frío para el almacenamiento y distribución de material vegetativo y para el acopio y comercialización de flor de corte para exportación de los floricultores mexiquenses. [En línea]. México, disponible en: www.sagarpa.gob.mx/.../Red%20frío%20floricultores%20mexiquenses.pdf

Staby, L. G.; 2009. La investigación en la poscosecha de las flores y sus aplicaciones. Ed. Horticultura Internacional , 72 p.

Salunkhe, D. K., Bhat, N. R., Desai, B.B. 1990. *Postharvest biotechnology of flowers and chemicals plants*. Springer Vertag. Berlin. 192 p

Singh, R.; Sharma, R.; Tyagi, S. 2007. Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry. (*Fragaria ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae*, 112: 215-220 p.

Shear, C.B. (editor). 1979. International symposium on calcium nutrition of economic crops. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 10 (1 y 2):1-502.

Salinger, J. (1991). *Producción comercial de flores*. Editorial Acribia, S.A. España., 90 p.

Torre, S., Borochoy, A., Halevy, A. H. 2002. Calcium regulation of senescence in rose petals. *Journal for Plant Biology*. 107(2): 214-219

Torre, S., Fjeld, T., Gislerod, H.R. 2001. Effects of air humidity and K/Ca ratio in the nutrient supply on growth and postharvest characteristics of cut roses. *Scientia Horticulture*. 90 (9): 291-304

Taiz, L., Zeiger, E. 2006. *Fisiología Vegetal*. Volumen 1. Sinauer Associates. Sunderland, Reino Unido. 992 p.

Tagliavini, M., Zavalloni, C., Rombola, A. D., Quartieri, M., Malaguti, D., Mazzanti, F., Millard, P. and Marangoni, B. 2000. Mineral nutrient partitioning to fruits of deciduous trees. *Acta Horticulturae* 512:131-140

Torre S. A., Barochov, K., Halevy, A. 1999. Calcium regulation of senescence in rose petals. *Physiol. Plant*. 107:214–219.

Van Doorn, W. G. 200. Categories of petal senescence and abscission: a re-evaluation. *Ann. Bot.* 87:447–456.

Vidalie H. *Producción de Flores y Plantas Ornamentales*. 3a. edición. Madrid, España: Mundi-Prensa, 2002. 250.

Yañez, R. J. N. 2000. *Nutrición y regulación del crecimiento en hortalizas y frutales*. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila. 22 p [Consultado 19/09/2011] .disponible en: <http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort02/Ponencia03.pdf>

Yamada, K., Ito, M., Oyama, T. O., Nakada, M., Maesaka, M., Yamaki, S. 2007. Analysis of sucrose metabolism during petal growth of cut roses. *Postharv. Biol. Technol.* 43:174-177.

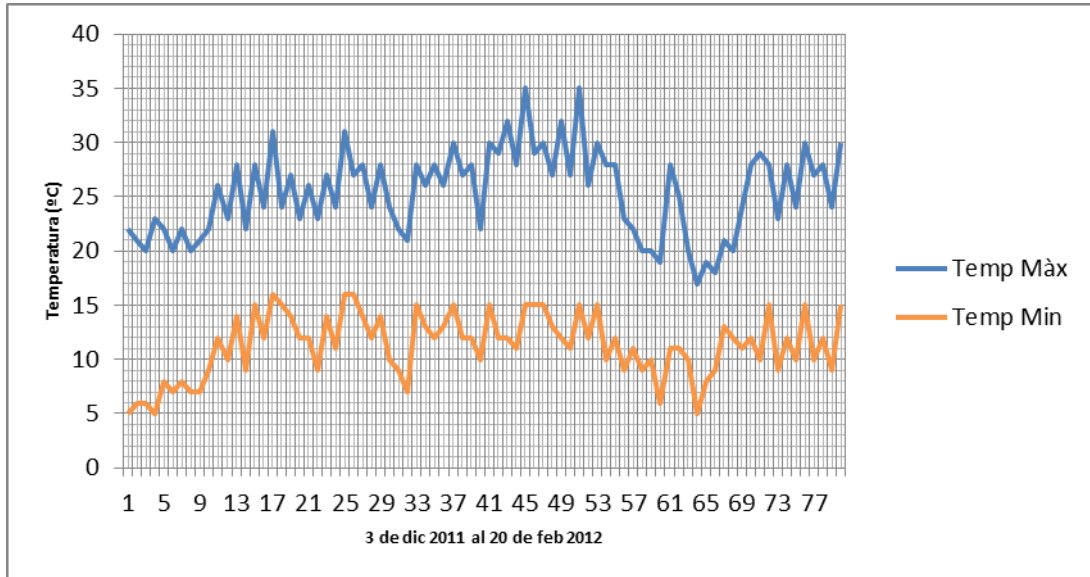
Yamaguchi, H. y Yoshiki, H. (1998). Influence of high temperature on flower stem length and photosynthesis of rose. *Acta Hortícola*, 391-393 p.

Yong, A., Cortés S., y Benítez B. (2002). Propagación de rosas por microestacas. En: Congreso Científico del INCA (13 de nov., La Habana) Memorias. CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

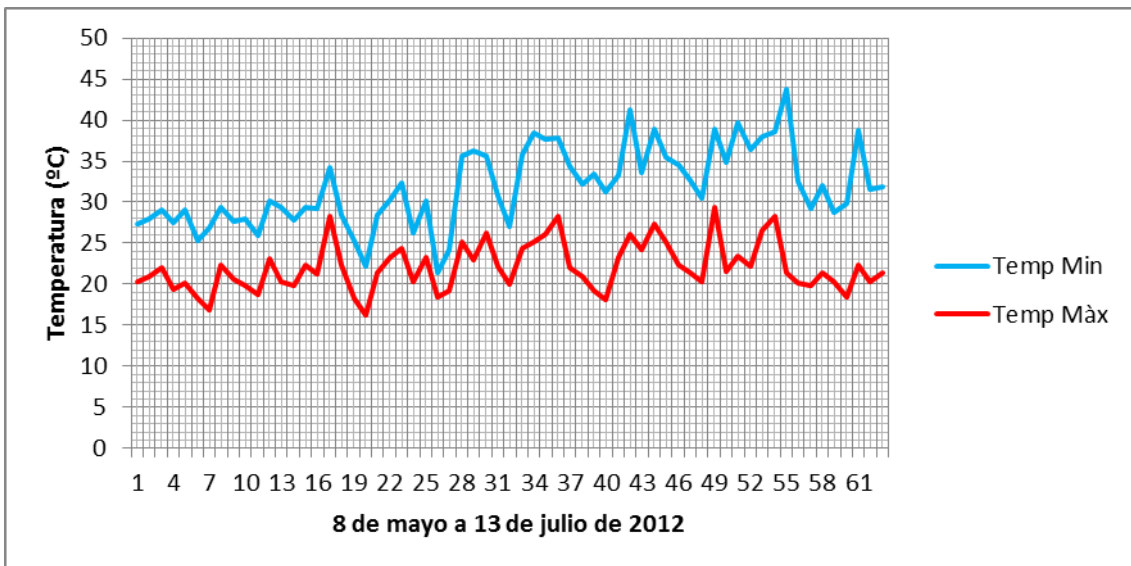
Zieslin, N. (1992). Regulation of flower formation in rose plants: a reappraisal. *Scientia Hort.* , vol. 49, 305-310 p.

XII. ANEXOS

Anexo 1. Efecto de la temperatura en la absorción de Ca^{++} y su influencia en la longitud de brotes a los 15, 21 y 28 días en el periodo de invierno.



Anexo 2. Efecto de la temperatura en la absorción de Ca^{++} y su influencia en la longitud de brotes a los 15, 20 y 26 días en el periodo de verano.



Anexo 3. Probabilidad de “F” en el análisis de varianza para la variable longitud de brote en el ciclo de invierno de rosa variedad freedom con tres etapas de desarrollo vegetativo y cinco tratamientos con distintas aplicaciones de Ca⁺⁺.

F.V.	GL	15 Días	21 Días	28 Días
Bloques (Bloq)	3	0.7302 Ns	0.9655 Ns	0.9467 Ns
Tratamiento (Tx)	4	0.0001**	0.0001**	0.0035*

*Significativo (P≤0.05)
 **Muy Significativo (P≤0.01)
 Ns= No significativo

Anexo 4. Probabilidad de “F” en el análisis de varianza para la variable longitud de brote en el ciclo de verano de rosa variedad freedom con tres etapas de desarrollo vegetativo y cinco tratamientos con distintas aplicaciones de Ca⁺⁺.

F.V.	GL	15 Días	20 Días	26 Días
Bloques (Bloq)	3	0.3911 Ns	0.5015 Ns	0.7239 Ns
Tratamientos (Tx)	4	0.0001**	0.0001**	0.0001**

*Significativo (P≤0.05)
 **Muy Significativo (P≤0.01)
 Ns= No significativo

Anexo 5. Probabilidad de “F” en el análisis de varianza para la variable diámetro de tallo en el ciclo de invierno de rosa variedad freedom con cinco tratamientos y distintas aplicaciones de Ca⁺⁺.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diametro de Tallo	90	0,29	0,26	22,16

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,68	4	0,17	8,73	<0,0001
Tx	0,68	4	0,17	8,73	<0,0001
Error	1,65	85	0,02		
Total	2,32	89			

Anexo 6. Probabilidad de “F” en el análisis de varianza para la variable diámetro de tallo en el ciclo de verano de rosa variedad freedom con cinco tratamientos y distintas aplicaciones de Ca⁺⁺.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diametro de tallo	90	0,54	0,52	24,11

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,81	4	0,45	24,76	<0,0001
Tx	1,81	4	0,45	24,76	<0,0001
Error	1,55	85	0,02		
Total	3,36	89			

Anexo 7. Probabilidad de “F” en el análisis de varianza para la variable longitud de pedúnculo en el ciclo de invierno.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de Peduncul	90	0,05	4,0E-03	7,87

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,86	4	0,96	1,09	0,3665
Tx	3,86	4	0,96	1,09	0,3665
Error	75,18	85	0,88		
Total	79,04	89			

Anexo 8. Probabilidad de “F” en el análisis de varianza para la variable longitud de pedúnculo en el ciclo de verano.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de peduncul	90	0,05	4,5E-03	8,63

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,14	4	1,03	1,10	0,3617
Tx	4,14	4	1,03	1,10	0,3617
Error	79,90	85	0,94		
Total	84,04	89			

Anexo 9. Cuadro de análisis de varianza para la variable diámetro de botón en el ciclo de invierno y verano de rosa variedad freedom con cinco tratamientos y diferentes aplicaciones de Ca⁺⁺.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diametro de boton	90	0,53	0,51	12,11

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,14	4	3,54	24,23	<0,0001
Tx	14,14	4	3,54	24,23	<0,0001
Error	12,40	85	0,15		
Total	26,54	89			

Anexo 10. Cuadro de análisis de varianza para la variable vida florero sin inoculo (S/I) a los 4, 8 y 12 días en el ciclo de invierno.

a) 4 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C4 días S/I	15	0,17	0,00	223,61

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,40	4	0,10	0,50	0,7368
tx	0,40	4	0,10	0,50	0,7368
Error	2,00	10	0,20		
Total	2,40	14			

b) 8 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C8 días S/I	15	0,40	0,16	99,59

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,60	4	0,90	1,69	0,2287
tx	3,60	4	0,90	1,69	0,2287
Error	5,33	10	0,53		
Total	8,93	14			

c) 12 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C12 días S/I	15	0,64	0,50	17,20

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,60	4	0,90	4,50	0,0245
tx	3,60	4	0,90	4,50	0,0245
Error	2,00	10	0,20		
Total	5,60	14			

Anexo 11. Cuadro de análisis de varianza para la variable vida florero con inoculo (C/I) a los 4, 8 y 12 días en el ciclo de invierno.

a) 4 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C4 días C/I	15	0,30	0,02	118,59

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,73	4	0,43	1,08	0,4152
tx	1,73	4	0,43	1,08	0,4152
Error	4,00	10	0,40		
Total	5,73	14			

b) 8 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C8 días C/I	15	0,69	0,57	49,93

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,93	4	2,23	5,58	0,0126
tx	8,93	4	2,23	5,58	0,0126
Error	4,00	10	0,40		
Total	12,93	14			

c) 12 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C12 días C/I	15	0,32	0,05	16,36

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,93	4	0,23	1,17	0,3818
tx	0,93	4	0,23	1,17	0,3818
Error	2,00	10	0,20		
Total	2,93	14			

Anexo 12. Cuadro de análisis de varianza para la variable incidencia de Botrytis cinerea sin inoculo (S/I) a los 4, 8 y 12 días en el ciclo de invierno.

a) 4 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C4 días S/I	15	0,46	0,25	83,85

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,73	4	0,43	2,17	0,1466
tx	1,73	4	0,43	2,17	0,1466
Error	2,00	10	0,20		
Total	3,73	14			

b) 8 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C8 días S/I	15	0,56	0,39	41,24

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,27	4	1,07	3,20	0,0618
tx	4,27	4	1,07	3,20	0,0618
Error	3,33	10	0,33		
Total	7,60	14			

c) 12 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C12 días S/I	15	0,33	0,06	30,14

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,27	4	0,57	1,21	0,3639
tx	2,27	4	0,57	1,21	0,3639
Error	4,67	10	0,47		
Total	6,93	14			

Anexo 13. Cuadro de análisis de varianza para la variable incidencia de Botrytis cinerea sin inoculo (C/I) a los 4, 8 y 12 días en el ciclo de invierno.

a) 4 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C4 días C/I	15	0,39	0,14	85,63

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,67	4	1,17	1,59	0,2510
tx	4,67	4	1,17	1,59	0,2510
Error	7,33	10	0,73		
Total	12,00	14			

b) 8 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C8 días C/I	15	0,70	0,58	47,43

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,33	4	2,33	5,83	0,0109
tx	9,33	4	2,33	5,83	0,0109
Error	4,00	10	0,40		
Total	13,33	14			

c) 12 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C12 días C/I	15	0,66	0,52	24,21

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,07	4	1,27	4,75	0,0208
tx	5,07	4	1,27	4,75	0,0208
Error	2,67	10	0,27		
Total	7,73	14			

Anexo 14. Cuadro de análisis de varianza para la variable vida florero sin inoculo (S/I) a los 4, 8 y 12 días en el ciclo de verano.

a) 4 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C4 días S/I	15	0,23	0,00	273,86

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,40	4	0,10	0,75	0,5801
tx	0,40	4	0,10	0,75	0,5801
Error	1,33	10	0,13		
Total	1,73	14			

a) 8 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C8 días S/I	15	0,30	0,02	118,59

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,73	4	0,43	1,08	0,4152
tx	1,73	4	0,43	1,08	0,4152
Error	4,00	10	0,40		
Total	5,73	14			

a) 12 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C12 días S/I	15	0,56	0,39	22,21

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,27	4	1,07	3,20	0,0618
tx	4,27	4	1,07	3,20	0,0618
Error	3,33	10	0,33		
Total	7,60	14			

Anexo 15. Cuadro de análisis de varianza para la variable vida florero con inoculo (C/I) a los 4, 8 y 12 días en el ciclo de verano.

a) 4 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C4 días C/I	15	0,44	0,22	182,57

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,07	4	0,27	2,00	0,1705
tx	1,07	4	0,27	2,00	0,1705
Error	1,33	10	0,13		
Total	2,40	14			

b) 8 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C8 días C/I	15	0,64	0,49	77,46

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,67	4	1,17	4,38	0,0266
tx	4,67	4	1,17	4,38	0,0266
Error	2,67	10	0,27		
Total	7,33	14			

c) 12 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C12 días C/I	15	0,59	0,42	32,22

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,60	4	1,90	3,56	0,0470
tx	7,60	4	1,90	3,56	0,0470
Error	5,33	10	0,53		
Total	12,93	14			

Anexo 16. Cuadro de análisis de varianza para la variable incidencia de Botrytis cinerea sin inoculo (S/I) a los 4, 8 y 12 días en el ciclo de verano.

a) 4 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C4 días S/I	15	0,56	0,39	96,23

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,27	4	1,07	3,20	0,0618
tx	4,27	4	1,07	3,20	0,0618
Error	3,33	10	0,33		
Total	7,60	14			

b) 8 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C8 días S/I	15	0,57	0,39	48,99

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,67	4	2,17	3,25	0,0594
tx	8,67	4	2,17	3,25	0,0594
Error	6,67	10	0,67		
Total	15,33	14			

c) 12 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C12 días S/I	15	0,86	0,81	20,33

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12,40	4	3,10	15,50	0,0003
tx	12,40	4	3,10	15,50	0,0003
Error	2,00	10	0,20		
Total	14,40	14			

Anexo 17. Cuadro de análisis de varianza para la variable incidencia de Botrytis cinerea con inoculo (C/I) a los 4, 8 y 12 días en el ciclo de verano.

a) 4 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C4 días C/I	15	0,56	0,39	89,38

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,73	4	1,93	3,22	0,0607
tx	7,73	4	1,93	3,22	0,0607
Error	6,00	10	0,60		
Total	13,73	14			

b) 8 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C8 días C/I	15	0,67	0,54	45,36

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13,73	4	3,43	5,15	0,0163
tx	13,73	4	3,43	5,15	0,0163
Error	6,67	10	0,67		
Total	20,40	14			

c) 12 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C12 días C/I	15	0,74	0,64	18,13

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,73	4	1,43	7,17	0,0054
tx	5,73	4	1,43	7,17	0,0054
Error	2,00	10	0,20		
Total	7,73	14			

