

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EFFECTO DEL TRATAMIENTO PRE COSECHA CON ACIDÓ α NAFTALEN
ACETICO, NITRATO DE POTASIO Y CLORURO DE CALCIO EN LA CALIDAD Y
VIDA ÚTIL POS COSECHA DE LA FLOR DE ROSA (*Rosa hybrida*)**

T E S I S

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

CARLOS ENRIQUE GUERRERO DÍAZ

ASESOR:

Dr. BERARDO ESCALANTE ZUMAETA

CAJAMARCA – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Norte de la Universidad Peruana
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



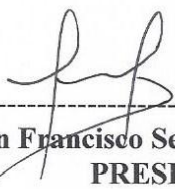
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca, el día **uno** del mes de **octubre** del Año dos mil diecinueve, se reunieron en el ambiente **2G-207** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 237 – 2019 – FCA-UNC, Fecha 14 de Junio del 2019, con el objeto de Evaluar la sustentación del Trabajo de Tesis titulado: **“EFECTO DEL TRATAMIENTO PRE COSECHA CON ÁCIDO α -NAPTALEN ACÉTICO, NITRATO DE POTASIO Y CLORURO DE CALCIO EN LA CALIDAD Y VIDA UTIL POS COSECHA DE LA FLOR DE ROSA (*Rosa hybrida*)”** del Bachiller: **GUERRERO DÍAZ CARLOS ENRIQUE** en Cajamarca, para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRONOMO**.

A las **quince** horas y **cero** minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del trabajo de Tesis, la formulación de preguntas y de la deliberación del Jurado, el Presidente anunció la **aprobación** por **unanimidad** con el calificativo de dieciséis (16) Por lo tanto, el graduado queda expedito para que se le expida el **Título Profesional** correspondiente.

A las **dieciséis** horas y **treinta** minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Cajamarca, **01 de octubre** de 2019.



Dr. Juan Francisco Seminario Cunya
PRESIDENTE



Ing. M. Sc. Victor Eudelfio Torrel Pajares
SECRETARIO



Ing. Alonso Vela Ahumada
VOCAL



Dr. Segundo Berardo Escalante Zumaeta
ASESOR

DEDICATORIA

A:

Dios creador nuestro quien con su infinita sabiduría hace posible todas las cosas.

A:

A mis Padres, a quien le debo la vida y todo lo alcanzado

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Berardo Escalante Zumaeta por su orientación como asesor; pero sobre todo por la motivación, participación activa y valiosa dirección a lo largo de la presente investigación.

ÍNDICE

ÍNDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. HIPÓTESIS	2
CAPÍTULO II.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes de la investigación	3
2.2. Bases teóricas	4
2.3. Fenología de la rosa.	7
2.4. Requerimientos nutricionales.....	10
2.5. Manejo de pre cosecha.....	13
2.6. Cosecha.....	13
2.7. Manejo de pos cosecha.....	14
2.8. Senescencia.....	17
2.9. Etileno	17
CAPÍTULO III.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación.....	19
3.2. Materiales.....	19
3.3. Metodología:	20
3.4. Conducción del experimento	22
3.5. Evaluaciones.....	24

CAPÍTULO IV	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. Efecto del tratamiento pre cosecha con auxinas (Ácido α-Naftalen Acético, ANA), nitrato de potasio (KNO_3) y cloruro de calcio ($CaCl_2$) en la vida de post cosecha de la flor de rosa.	27
4.2. Efecto del ANA, KNO_3 y $CaCl_2$ en la duración (días) del color <i>verde-perlado</i> de las hojas de los ejes florales de rosa	32
4.3. Efecto del ANA, KNO_3 y $CaCl_2$ en el consumo hídrico (mililitros) de los ejes florales de rosa.	37
4.4. Efecto del tratamiento pre cosecha de ejes florales de rosa con ANA, KNO_3 y $CaCl_2$ en el diámetro (cm) de la flor de rosa	40
4.5. Efecto del tratamiento pre cosecha de ejes florales de rosa con ANA, KNO_3 y $CaCl_2$ en el grado de apertura de la flor de rosa	41
4.6. Efecto del tratamiento pre cosecha de ejes florales de rosa con ANA, KNO_3 y $CaCl_2$ en el contenido de materia seca de los ejes florales de rosa.	44
4.7. Efecto del tratamiento precosecha de ejes florales de rosa con ANA, KNO_3 y $CaCl_2$ en el peso específico de los pétalos ($g.cm^{-2}$)	45
4.8. Efecto del tratamiento pre cosecha de ejes florales de rosa con ANA, KNO_3 y $CaCl_2$ en el área petalar (cm^2) de la flor de rosa	46
CAPÍTULO V	50
CONCLUSIONES	50
CAPÍTULO VI	52
BIBLIOGRAFÍA	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos en estudio y su descripción.....	21
Tabla 2. Análisis de varianza (ANVA) para el efecto del tratamiento pre cosecha con ANA, KNO ₃ y CaCl ₂ en la vida pos cosecha (días) de las flores de rosa (datos transformados con $Y = X$, X: dato).....	28
Tabla 3. ANVA para el efecto del tratamiento pre cosecha de ANA, KNO ₃ y CaCl ₂ en la duración (días) del color verde- perlado de las hojas de los ejes florales de rosa (datos transformados con $Y = X$, X: dato).....	33
Tabla 4. ANVA para el efecto del tratamiento pre cosecha de ANA, KNO ₃ y CaCl ₂ en el consumo hídrico promedio (mL. día ⁻¹) de los ejes florales de rosa.	37
Tabla 5. ANVA para el efecto del tratamiento pre cosecha con ANA, KNO ₃ y CaCl ₂ en el diámetro promedio (cm) de la flor de rosa. Datos registrados al término del periodo experimental.	40
Tabla 6. ANVA para el efecto del tratamiento precosecha de ANA, KNO ₃ y CaCl ₂ en el contenido de materia seca de los ejes florales de rosa. Datos registrados al término del periodo experimental.....	44
Tabla 7. ANVA para el efecto del tratamiento pre cosecha de ANA, KNO ₃ y CaCl ₂ en el peso específico de los pétalos de rosa. Datos registrados al término del periodo experimental.....	46
Tabla 8. ANVA para el efecto del tratamiento pre cosecha de ANA, KNO ₃ y CaCl ₂ en el diámetro (cm) de la flor de rosa. Datos registrados al término del periodo experimental.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución de los tratamientos.....	22
Figura 2.	Flor de rosa en punto de corte.	23
Figura 3.	Efecto del KNO ₃ en la vida de post cosecha de la flor de rosa.	29
Figura 4.	Efecto del CaCl ₂ en la vida de post cosecha de la flor de rosa.	30
Figura 5.	Comportamiento del KNO ₃ en cada nivel de CaCl ₂ y su efecto en la vida de post cosecha de la flor de rosa.	31
Figura 6.	Comportamiento del CaCl ₂ en cada nivel de KNO ₃ y su efecto en la vida de post cosecha de la flor de rosa.	32
Figura 7.	Efecto de KNO ₃ en la duración (días) del color verde- perlado de las hojas de rosa.	34
Figura 8.	Efecto de CaCl ₂ en la duración (días) del color verde- perlado de las hojas de rosa.	34
Figura 9.	Comportamiento del KNO ₃ en cada nivel de CaCl ₂ y su efecto en la duración (días) del color verde perlado de las hojas de rosa.	36
Figura 10.	Comportamiento del CaCl ₂ en cada nivel de KNO ₃ y su efecto en la duración (días) del color verde perlado de las hojas de rosa.	37
Figura 11.	Comportamiento del ANA en cada nivel de KNO ₃ y su efecto en el consumo hídrico (mL) de los ejes florales de rosa.	39
Figura 12.	Comportamiento del KNO ₃ en cada nivel de ANA y su efecto en el consumo hídrico (mL. día ⁻¹) de los ejes florales de rosa.	39
Figura 13.	Efecto del tratamiento pre cosecha de KNO ₃ en el diámetro (cm) de la flor de rosa.....	41
Figura 14.	Efecto de la concentración CaCl ₂ en el contenido de materia seca (%) de los ejes florales de rosa.	45
Figura 15.	Efecto de la concentración ANA en el área petalar de la flor de rosa.	47
Figura 16.	Efecto de la concentración KNO ₃ en el área petalar de la flor de rosa.	48
Figura 17.	Comportamiento del ANA en cada nivel de KNO ₃ y su efecto en el área petalar de la flor de rosa.....	49
Figura 18.	Comportamiento del KNO ₃ en cada nivel de ANA y su efecto en el área petalar de la flor de rosa.....	49

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue de determinar el efecto del tratamiento pre cosecha en el cultivo de rosas de auxinas, nitrato de potasio y cloruro de calcio en la calidad y vida útil pos cosecha de la flor de rosa, para cuyo efecto, se utilizaron ejes florales de rosa, cv. Freedom y un diseño experimental completamente randomizado con arreglo factorial 3 x 3 x 3, con 27 tratamientos, tres repeticiones y cuatro unidades experimentales por tratamiento. Al término del periodo experimental se determinó que, (1) El efecto del KNO_3 al igual que el CaCl_2 muestran respuestas positivas en la vida post cosecha de la flor a medida que aumento las concentraciones de 0 a 20000 ppm y de 0 a 10000 ppm respectivamente; (2) el efecto de la interacción de las sales de KNO_3 x CaCl_2 es positivo y sinérgico ya que desprenden iones al entrar en solución con el agua (K^+ , NO_3^- , Ca^{++} y Cl^-) favoreciendo la conservación de los tallos florales por un periodo de 17 días con la concentración de 10000 ppm de CaCl_2 en combinación con 20000 ppm de KNO_3 ; (3) el efecto de la interacción de las sales de KNO_3 x CaCl_2 es positivo en el mantenimiento del color verde- perlado de las hojas de rosa lo que deriva del estímulo que tiene la dosis creciente de ambas sales (KNO_3 0, 10 000 y 20 000 ppm y CaCl_2 0, 5 000 y 10 000 ppm) en el mantenimiento de la actividad fotosintética de las hojas.

Palabras clave: Flor de rosa, auxinas, nitrato de potasio, cloruro de calcio, vida de florero.

ABSTRACT

The object of the present investigation was to determine the effect of pre-harvest treatment on the cultivation of roses of auxins, potassium nitrate and calcium chloride in the quality and useful life after harvest of the rose flower, for which purpose, they were used Floral axes of rosa, cv. Freedom and a completely randomized experimental design with 3 x 3 x 3 factorial arrangement, with 27 treatments, three repetitions and four experimental units per treatment. At the end of the experimental period it was determined that (1) The effect of KNO_3 as well as CaCl_2 show positive responses in the post-harvest life of the flower as the concentrations increase from 0 to 20,000 ppm and from 0 to 10,000 ppm respectively ; (2) the effect of the interaction of the KNO_3 x CaCl_2 salts is positive and synergistic since they release ions upon entering the solution with water (K^+ , NO_3^- , Ca^{++} and Cl^-) favoring the conservation of the flower stems by a 17-day period with the concentration of 10000 ppm of CaCl_2 in combination with 20,000 ppm of KNO_3 ; (3) the effect of the interaction of the KNO_3 x CaCl_2 salts is positive in the maintenance of the green-pearl color of the rose leaves, which is derived from the stimulation of the increasing dose of both salts (KNO_3 0, 10 000 y 20,000 ppm and CaCl_2 0, 5, 000 and 10 000 ppm) in the maintenance of the photosynthetic activity of the leaves.

Key words: Rose flower, auxins, potassium nitrate, calcium chloride, vase life.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Las rosas, como todas las flores, son productos cotizados por su belleza y, cualquier factor que dañe esta belleza o acorte su vida en el florero reducirá su apreciación y valor. La Agroindustria florícola y el mercado consumidor, siempre tendrá como objetivo el tener un producto final de máxima durabilidad, con sus características intactas. Además, las exigencias del consumidor, como mayor duración en florero, aroma y presentación final, hacen que se busquen alternativas que permitan al productor optimizar su producción y calidad competitiva en el mercado (Chacaiza 2006).

La calidad de la flor cortada y su duración en florero dependen de un complejo de actividades que se inician en la pre cosecha, entre las cuales destacan, la nutrición mineral, los daños o problemas fitosanitarios, las condiciones de suelo, la luminosidad y la disponibilidad de agua. Por tal razón, el manejo pre cosecha debe ser un proceso bien establecido para lograr la máxima calidad en la cosecha (Greer 2000 y Vidalie 2002). Así, se estima que los factores de pre cosecha influyen 30 % en la vida de la flor, mientras que los factores pos cosecha lo hacen en 70 % (López 1998).

De acuerdo con Jen *et al.* (2000), uno de los aspectos más importantes de las flores frescas consiste en mantener su aspecto estético agradable y alargar su vida en florero. Por lo tanto, la presente investigación, ha sido diseñada con la finalidad alargar la vida útil pos cosecha de las flores de la rosa, ya que constituyen productos muy delicados, pero de alta demanda cuyo manejo genera empleo e importantes ingresos económicos; razón por la cual, el cuidado y tratamiento que se le dé a la flor fresca, garantizará el éxito y permanencia del producto en el mercado. En este sentido, la presente investigación se enfoca al estudio del tratamiento pre cosecha del cultivo de rosas con auxinas, nitrato de potasio y cloruro de calcio, como medios para mejorar la calidad de sus flores en pos cosecha y prolongar su vida en florero. En este contexto, se inició la presente investigación con los siguientes objetivos.

Objetivo general:

Determinar el efecto del tratamiento pre cosecha con auxinas, nitrato de potasio y cloruro de calcio en la calidad y vida útil pos cosecha de la flor de rosa.

Objetivos específicos:

1. Determinar el efecto de las tres dosis de Auxinas (ácido α -Naftalen Acético) en la calidad y vida útil de pos cosecha de la flor de rosa.
2. Determinar el Efecto el de tres dosis de cloruro de calcio (CaCl_2) en la calidad y vida útil de pos cosecha de la flor de rosa.
3. Determinar el efecto de tres dosis de nitrato de potasio (KNO_3) en la calidad y vida útil de pos cosecha de la flor de rosa.
4. Determinar el efecto de la interacción de auxinas, nitrato de potasio y cloruro de calcio en la calidad y vida útil de pos cosecha de la flor de rosa.

1.1. HIPÓTESIS

El tratamiento pre-cosecha con auxinas, nitrato de potasio y cloruro de calcio, prolongan la calidad y vida útil de post-cosecha de las flores de rosa.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Sánchez (2013) realizó estudios para evaluar la vida de florero en el cultivo de rosa (*Rosa* x híbrida) variedad Freedom mediante la aplicación foliar de 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. Los resultados muestran que 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 y mayor duración en florero con un promedio de 12 días. 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 pos cosecha en rosa y su influencia en la resistencia a enfermedades.

Chango (2009), en la investigación realizada en el cultivo de rosas var. Forever Young, con el objetivo de evaluar tres productos a base de calcio, aplicados de manera foliar 15 días después de realizado el pinch y con termino una semana antes de la cosecha; obteniendo como resultado 0% de *Botrytis cinerea* en todos los tallos tratados con calcio. La duración de vida en florero más alta fue en el tratamiento que contenía Sett Calcio 1,5 cc.l-1, obteniendo una duración de 21 días, concluyendo que la estabilidad de la rosa en pos cosecha depende del contenido de nutrientes como el calcio.

González y zabaleta (2012) probaron tres concentraciones de CaCl_2 (0.1, 0.5 y 1.0%) en las variedades Duela y Shirlaine. Las concentraciones 0.5% y 1.0% redujeron la pérdida de peso de la flor entera y lígulas en comparación con el testigo. La concentración 0.5% fue el mejor tratamiento, aumentó la vida media florero (25 d Duela y 24 d Shirlaine). Los tallos florales tratados con CaCl_2 acumularon más Ca^{+2} en el ápice (25.33 $\text{ug}\cdot\text{g}^{-1}$ Duela y 64.0 $\text{ug}\cdot\text{g}^{-1}$ Shirlaine), permaneciendo erectos por más tiempo que el testigo (9.67 $\text{ug}\cdot\text{g}^{-1}$ Duela y 13.67 $\text{ug}\cdot\text{g}^{-1}$ Shirlaine). La mayor resistencia del tallo de Duela es explicada por su anatomía y lignificación pero el CaCl_2 fue efectivo para retrasar la senescencia y el doblado del escapo en las dos variedades.

Bolívar et al. (2005) realizó estudios sobre las posibles interacciones entre la aplicación en pre cosecha del ácido α -naftalénacético (ANA) en dosis de $0,5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ en combinación con tratamientos comunes en pos cosecha, a fin de mejorar la calidad, prolongar la longevidad floral y reducir la abscisión y el cabeceo de rosas de corte variedad 'Madame Delbard'. La mayor longevidad de las rosas fue con tratamientos con ANA en pre cosecha, en combinación con la utilización del preservante Floríssima 825 en pos cosecha: ANA más Floríssima 825 (10,3 días); ANA más Floríssima 825 más 1-MCP (9,3 días) y ANA más Floríssima 825 más calcio (8,3 días).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Auxinas

Santacruz (2008), manifiesta que las auxinas participan en los procesos de elongación celular. El papel que juegan en la senectud de los pétalos no es muy claro, se sabe que el ácido indol acético estimula la producción de etileno y el envejecimiento de los pétalos y que los efectos de las auxinas sobre la senectud dependen de la concentración:

Las concentraciones bajas de 2-4 ppm estimulan la producción de etileno acelerando la senectud mientras que las concentraciones altas retardan la senectud.

La mayor longevidad floral estaría relacionada con el aumento en la fuerza vertedero de la flor, estimulado por la auxina, lo cual corresponde a lo planteado por Brenner y Cheikh (1995). Igualmente, Guardiola y García (1993) destacan el efecto hormonal directo a través de una estimulación de los procesos de carga del floema en presencia de auxinas, como el AIA, actuando en la planta como señales reguladoras en las relaciones fuente-vertedero. En este sentido, Bolívar et al. (1999) constataron menor pérdida de masa seca en el botón floral y en el pedúnculo de rosa var. Ariana, con la aplicación de ANA una semana antes del corte, evidenciando una posible optimización de la acción del preservante Floríssima.

2.2.2. Nutrición foliar

La hoja es el órgano de la planta más importante para el aprovechamiento de los nutrientes aplicados por aspersión, sin embargo, parece ser, que los nutrientes pueden penetrar a través del tallo, si éste no presenta una tuberización o lignificación muy fuerte; tal es el caso de las ramas jóvenes o el tallo de las plantas en las primeras etapas de desarrollo (Rodríguez 1997).

2.2.2.1. Calcio por vía Foliar

En las hojas de las plantas que reciben altos niveles de Ca^{+2} durante el crecimiento o que se cultivan bajo condiciones de alta intensidad luminosa, una gran proporción del material Pécico aparece como Pectato de Calcio. Este material hace el tejido altamente resistente a la degradación por la Polygalacturonasa. Una alta proporción de Pectato en las paredes de las células determina una alta resistencia de los tejidos a infecciones fungosas, así como la maduración prematura de los frutos (Domínguez 1989).

En cuanto al requerimiento de calcio para *Rosa* spp. se encuentra entre 1 – 1.5% (Reuter y Robinson 1986). 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 lámina media de las células (Rahma y Punga 2007). El calcio es relativamente inmóvil en el floema de la planta esto sugiere que los órganos vegetales con crecimiento activo, necesitan un suministro constante del elemento. 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 (Epstein 1973).

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 por qué las rosas crecidas en alta humedad relativa presentan menores concentraciones del elemento y menor vida en florero (Torre *et al.* 1999).

La deficiencia de calcio, disminuye la vida de pos cosecha 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 utilizadas para reducir los síntomas de senescencia en lechuga y manzanos (Singh *et al.* 2007). Existe considerable 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.* 1988).

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

Michalczuk et al. (2013), quienes reportan que el calcio aplicado a flores cortadas de rosa, principalmente como $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, pero también como CaCl_2 , después de acumularse en todas las partes florales, incluyendo a los pétalos, extienden la longevidad y promueven la apertura de la flor. Torre et al. (2002) también señala que tanto en flores completas como en pétalos de los cvs de rosa Mercedes y Baroness, el tratamiento con CaCl_2 promueve la apertura y posterga la senescencia. Las flores tratadas permanecieron túrgidas y continuaron su crecimiento inicial de pos cosecha por largos periodos de tiempo. El tratamiento con calcio retardó el descenso en el contenido de proteínas y fosfolípidos de las membranas, incrementó la actividad ATPasa en los pétalos senescentes, disminuyó el eflujo de electrolitos y suprimió la producción de etileno. Todos estos factores contribuyen al mantenimiento del transporte de solutos y vitalidad de los tejidos.

2.2.2.2. El potasio (K)

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).

El potasio fuerza la formación de fosfatos energéticos que al tiempo son necesarios para la formación floral, el número alto de botones florales y una abundante fertilidad están ligados a un óptimo suministro con fosfato; la deficiencia de este elemento origina floración más escasa (Agustí 2003).

Para que haya floración tienen que coincidir los procesos de inducción floral e inicio de brotación de la yema. Al respecto, existe la teoría del KNO_3 no es un agente inductor sino

promotor de la brotación de la yema. Así, si la brotación de la yema coincide con las condiciones inductoras ocurre la floración, pero si éstas no están presentes emergen sólo brotes vegetativos (Davenport 1998).

2.2.3. Características de la variedad Freedom

La Rosa (*Rosa hybrida*) variedad Freedom, es de tipo té híbrido, color rojo escarlata, tallo largo de 70 a 90 cm, diámetro de 5 cm, botón grande con 48 pétalos, productividad de 1.5 tallos planta por mes, ciclo del cultivo de 75 a 81 días, con vida en florero de 10- 12 días, y no presenta fragancia (Rosen Tantau 2011). Esta variedad se destaca por su alta vigorosidad, apertura de botón lenta, alta resistencia al ataque de plagas y enfermedades, largo periodo de duración en florero lo que la clasifica como una variedad apta para la producción y calidad en diversos climas (Bastidas y Santana 2000).

2.3. Fenología de la rosa.

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 más 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).

2.3.1. Requerimientos generales del cultivo de rosas

La rosa es una planta muy noble que puede crecer sobre un rango amplio de medios, con tal que estos cumplan los requerimientos de abastecer a la planta de agua, oxígeno, nutrientes y minerales, acompañados estos de las cotidianas labores culturales del cultivo enmarcadas en labores relacionadas con el manejo de las plantas (López 2008).

2.3.1.1. Agua

En las plantas la falta de agua afecta la actividad y crecimiento normal, ya que el agua es un constituyente mayoritario (70 -90%). Debido a que la floricultura es un cultivo de alta densidad de siembra y generalmente bajo invernadero, la demanda de agua para suplir las pérdidas por evapotranspiración es alta. Una planta en estado de floración consume más agua que en estado vegetativo (Burbano 1990).

El agua para riego debe de ser monitoreada y analizada químicamente por lo menos dos o tres veces por año para determinar su calidad. Aguas de mala calidad, arruinan los cultivos, los suelos, los sustratos y tienen además el efecto de inhibir la acción de los pesticidas por su dureza, reguladores de crecimiento y preservantes florales. Algunos de los productores tienen reservorios con agua de lluvia que recolectan para mezclarla con agua de pozo. En muchos países la construcción de reservorios, constituye una de las principales reservas de agua que son usadas como fuente principal para el riego (Vargas, citado por Quiroz 2014).

2.3.1.2. Suelo

Los floricultores conocen la gran importancia de la forma, tipo y bondad del invernadero, la fertilización y demás factores necesarios para el buen cultivo, pero lamentablemente olvidan que sus rosales respiran y que estas se hallan bajo tierra, este aspecto tan descuidado es muchas veces la causa de que los rendimientos se vean disminuidos sin razón aparentemente (López 2008). Según Cilloniz (2008), el suelo debe estar bien drenado y aireado para evitar encharcamientos, por lo que los suelos que no cumplan estas condiciones deben mejorarse, pudiendo emplearse diversos materiales orgánicos. Las rosas toleran un suelo ácido, aunque el pH debe mantenerse en torno a 6.

Manzanares (1997), menciona que la disponibilidad de elementos depende de la reacción del suelo. En los suelos muy ácidos, el hierro (Fe), aluminio (Al) y magnesio (Mg) se disuelven en grandes cantidades, siendo tóxico para las plantas. También se presenta en la asimilación del Mg, potasio (K), y Molibdeno (Mo), en pH superior a 7.0 las plantas no cubren un adecuado suplemento de Fe, Zinc (Zn) y fósforo (P).

2.3.1.3. 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). Bajas temperaturas como la nocturna continuamente por debajo de 15°C 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 el contrario, si la temperatura supera el rango óptimo, aumenta el número de brotaciones y se tienen más cosechas anuales. Sin embargo, la calidad obtenida no es buena y el tamaño del botón disminuye, ya que el número de pétalos también es menor. Los tallos son también más cortos y delgados que lo normal (Alcántar 2014).

Las temperaturas antes de la cosecha no deben ser altas, porque en estas condiciones disminuye la asimilación neta y se reduce el contenido de azúcar en flor y tallo. Sin embargo, en rosas, temperaturas de 21 a 24°C, en la última semana antes de la cosecha, prolonga la longevidad en muchas variedades, comparado con rosas cosechadas a 13 – 16 °C (Schubach y Róber, citado por Fischer 2000).

2.3.1.4. Humedad relativa

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 (Bañon *et al.* 1993).

2.3.1.5. Luz solar

La planta necesita la luz solar para llevar a cabo la fotosíntesis; además, la radiación solar determina la brotación de yemas y el crecimiento de los tallos. A mayor intensidad de luz aumenta el número de brotaciones y el crecimiento de los tallos es más rápido. Cuando hay excesos de luz el color de la flor tiende a ser más pálido (Alcántar 2014). Cuanto

mayor es la duración del brillo solar durante los últimos 14 días antes del corte, tanto mayor es la longevidad (Fischer 2000).

2.4. Requerimientos nutricionales

Para referirse a las necesidades de los cultivos, es necesario disponer de datos ajustados a las condiciones locales del cultivo con el objeto de poder determinar la fertilización que debe aplicarse, tanto en cantidades totales de nutrientes, como su distribución a lo largo del cultivo. La fertirrigación permite suministrar a las plantas nutrientes en los momentos que estas lo necesitan, en la proporción y cantidades específicas que estas requieren en las diferentes etapas de su ciclo vegetativo. El nitrógeno, fósforo y potasio mantiene una tendencia ascendente hasta prácticamente la cosecha, requiriendo más nitrógeno y fósforo en las primeras fases y más potasio en las siguientes (Ferrer y Palomo 2001).

Trece de los 16 elementos conocidos hasta hoy para el desarrollo del rosal, se encuentran de forma iónica en el suelo, y son absorbidos por las raíces, y pequeñas cantidades por las hojas. La carencia de sólo uno de esos nutrientes puede afectar seriamente la salud y disminuir los rendimientos del cultivo (Fainstein 1997).

Según Espinosa y Calvache (2007), las funciones que cumplen los nutrientes minerales en las plantas se agrupan en cuatro categorías: constitución de estructuras orgánicas (C, H, S, N, O, P, Ca); activación de reacciones enzimáticas (Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, N); almacenamiento y transferencia de energía (P); y, transporte de cargas y osmoregulación (K, Cl).

2.4.1. Nutrientes primarios.

2.4.1.1. Nitrógeno

Este elemento imparte un color verde intenso a las hojas, produce un incremento en el número y tamaño de las células. Si se suministra desbalanceado, puede retardar la floración. En una deficiencia de nitrógeno las hojas se ponen de color verde claro y se reduce el tamaño; en deficiencias agudas se caen las hojas y se interrumpe la formación de botones. Un bajo nivel de nitrógeno reduce la producción de rosas, pero no influye en la longitud de tallos, ni en el grosor de los mismos. En un exceso de nitrógeno las hojas se achican conservando el color verde oscuro y la planta pierde resistencia al frío. La

relación ideal para el rosal entre Nitratos y amonio es 1:4. Entre el nitrógeno y el cobre existe antagonismo, que por un efecto químico al existir en el suelo un exceso de cobre, este bloquea la disponibilidad del nitrógeno (INFOAGRO 2012)

2.4.1.2. Fosforo

Latorre (2011), menciona que la absorción del P se realiza en las primeras etapas de desarrollo de las plantas, al igual que N, forma parte de numerosos compuestos, como los ácidos nucleicos, fosfolípidos, azúcares-fosfatos, coenzimas, en la hidrolisis y formación de pirofosfatos, ATP, actúan como transportadores de energía e integridad estructural.

El fosforo estimula la pronta formación de las raíces y su crecimiento. Ayuda para el rápido crecimiento de las plantas, y fortalece al rosal en caso de heladas. Desarrolla los órganos reproductores y esto afecta a la floración. La deficiencia de fósforo reduce el crecimiento vegetativo y radicular. Las hojas se vuelven opacas y pueden caerse, pero las hojas jóvenes no se caen. El peso de la rosa y su número de pétalos se reducen con la deficiencia de fósforo. Con exceso de fósforo se produce endurecimiento de las hojas, el crecimiento es limitado e impide la absorción de cobre, hierro y zinc. El exceso puede inhibir al calcio y aluminio (INPOFOS 2007).

2.4.1.3. Potasio

El potasio en las plantas se encuentra neutralizando los ácidos orgánicos, producto del metabolismo. Disminuye la transpiración y aumenta la actividad fotosintética, ayudando en parte a contrarrestar la falta de luz. Imparte a las rosas resistencia a las enfermedades, es esencial para la formación y movimiento de almidones y azúcares en la planta. La deficiencia de potasio afecta a la longitud del tallo y su grosor, o sea los tallos salen cortos y los botones se secan antes de abrirse, en el pedúnculo se forma un anillo de color verde claro que va cambiando a café y luego a negro. Un exceso de potasio ocasiona la caída de hojas, el marchitamiento de brotes jóvenes y también una acción negativa en la síntesis de proteínas (Muñoz 2004). Cuando el tallo empieza a mostrar el “botón arroz”, inicia el mayor consumo de K, ya que es el que interviene en la maduración de tejidos y la calidad de la flor (Padilla 2007).

2.4.2. Nutrientes secundarios

2.4.2.1. Calcio (Ca)

El calcio (Ca) es absorbido por las plantas en forma del catión Ca^{++} , la absorción de calcio por la planta es pasiva y no requiere energía. El calcio se transporta en la planta principalmente a través del xilema, junto con el agua. Por lo tanto, la absorción de calcio, está directamente relacionada con la tasa de transpiración de la planta. Las condiciones de humedad alta, frío y tasas bajas de transpiración pueden tener como resultado deficiencia de calcio. El aumento de la salinidad también podría causar deficiencia de calcio, porque disminuye la absorción de agua por la planta. Dado que la movilidad del calcio en las plantas es limitada, la deficiencia de calcio aparece en las hojas más jóvenes y en el fruto, porque ellos tienen una tasa de transpiración muy baja (Latorre 2011).

El contenido de Ca es bastante alto, si bien varía mucho entre cultivos (0,5 a 3% sobre materia seca). El calcio se encuentra como ion libre Ca^{++} o bien combinado en grupos de escasa movilidad en la planta (oxalatos, carbonatos, fosfatos, etc. (Domínguez 1989).

2.4.2.2. Magnesio (Mg)

Forma parte de la molécula de clorofila; por lo tanto, es determinante sobre la fotosíntesis. Participa en gran medida en el balance electrolítico dentro de la planta y como activador enzimático, especialmente en reacciones de fosforilación del ATP, en el metabolismo de los azúcares y en la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas (Bertsch 2003). Mejora el color verde y ayuda a la absorción de P (Domínguez 1997).

2.4.2.3. Azufre (S)

Este elemento forma parte de los aminoácidos: cistina, cisteína y metionina y, es un importante constituyente de proteínas, así como de algunos compuestos de actividad biológica como la tiamina y la coenzima A (Vargas 2010).

Un exceso de S en el suelo produce toxicidad, acidificando el medio, el primer síntoma es igual a un exceso de sales y el segundo produce los síntomas de deficiencia de oxígeno, aunque puede ser por un exceso de dióxido de azufre en el ambiente (Fainstein 1997).

2.4.3. Micronutrientes

Los micronutrientes (también llamados oligoelementos) dentro los cuales se encuentran el Manganeseo (Mn), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Boro (B), Hierro (Fe) son nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal, pero que las plantas consumen en muy pequeñas cantidades. Esto es debido a que los micronutrientes no son elementos plásticos y solos forman parte constitutiva de las enzimas o activadoras de ellas (Mena 2003). En magnesio actúa como activador enzimático en la respiración y en el metabolismo del N (reductasas). Participa en la síntesis proteica y en la formación de ácido ascórbico (vitamina C). En la fotosíntesis participa en la fase oscura (Bertsch 2003).

2.5. Manejo de pre cosecha

De acuerdo a Eraso (2000), la formación de la planta consiste en darle la estructura que se necesita para lograr un buen crecimiento; en el caso de la rosa, tiene por objetivo facilitar el manejo y su posterior desarrollo de cuatro tallos basales de tal manera lograr en el menor tiempo posible la mayor cantidad de área foliar. Según Yong (2004), una vez que la planta ha enraizado, se somete a una serie de manipulaciones tendientes a que en el plazo más corto posible se alcance un desarrollo de la planta que garantice una buena producción. No se aconseja extraer cosecha al rosal, hasta que la planta no presente un buen desarrollo (grosor de los tallos y número suficiente de ellos, según la variedad), pues una vez que se comience a cosechar, es muy difícil mejorar la formación de la planta. Se consigue un buen desarrollo a base de pinches (podas en verde), desbotonados, pinches de brotes tiernos, dependiendo del tipo de planta y del tiempo que se disponga para formarla (Caballero, citado por Correa 2015).

2.6. Cosecha

La cosecha se realiza normalmente a mano, usando tijeras, un cuchillo afilado, o las podadoras para rosas que agarran el tallo una vez ha sido cortado, de manera que se puede llevar con una sola mano. Nunca se deben colocar las flores cosechadas sobre el suelo debido al riesgo de que se contaminen con organismos nocivos (Reid 2009). 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. 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).

2.6.1. Punto de corte

Gutiérrez, citado por Santacruz (2008), sostiene que la determinación del grado de apertura de la flor al momento de la cosecha, debe darse luego de tomar algunas consideraciones importantes como son: donde se encuentra el cliente y sus preferencias, duración del almacenamiento, la fecha de exportación, canales utilizados y la época del año. Dole y Wilkins (1999), refieren que las variedades rojas deben cortarse cuando el cáliz esté totalmente desprendido del capullo y que al menos un pétalo se haya desprendido del botón floral.

2.6.2. Hora de corte

Pizano (1997), indica que algunas flores no se abren en el florero por falta de energía ya que al momento del corte estas flores no contaban con reservas propias en cantidades suficientes, para abrirse satisfactoriamente.

Según Fischer y Roncancio (2014), desde el aspecto fisiológico un corte más apropiado sería en la tarde, ya que los carbohidratos producidos en las hojas durante el día son más abundantes en este momento. Durante la noche, los azúcares son transportados a los órganos de almacenamiento, las rosas cortadas por la tarde tienen más carbohidratos que aquellas cortadas en la mañana, sin embargo, a su vez señala que la rosa cortada por la mañana resiste muy bien la posterior clasificación y empaque sin un déficit hídrico severo, también hace referencia a Halevy y Mayak quienes afirman que las rosas cortadas en horas de la tarde se conservan 7 a 11% mejor en florero.

2.7. Manejo de pos cosecha

Una vez realizada la cosecha de las flores, es necesario mantener la frescura natural del producto (Klasman 2001). INFOAGRO (2012), recomienda considerar que cada variedad tiene un punto de corte distinto y por tanto el nivel de madurez del botón y el pedúnculo va a ser decisivo para la posterior evolución de la flor, una vez cortada.

Los tallos cortados se van colocando en bandejas o cubos con solución nutritiva, sacándolos del invernadero tan pronto como sea posible para evitar la marchitez por transpiración de las hojas. Antes de formar ramos, las flores se colocan en agua o en una solución nutritiva conteniendo 200 ppm de sulfato de aluminio o ácido nítrico y azúcar al 1,5 - 2 %, en una cámara frigorífica a 2 ° y 4 °C para evitar la proliferación de bacterias, en el caso de utilizar sólo agua, debe cambiarse diariamente (Cortés y Cid 2002).

2.7.1 Factores que afectan la calidad de vida pos cosecha

Reid (2009), menciona que para mantener una buena calidad en las flores cortadas es necesario comprender el efecto de los 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.

2.7.1.1. Madurez de las flores.

Según Reid (2009), la madurez mínima de corte para una flor determinada, es el estado de desarrollo en el cual los botones pueden abrir completamente y desplegar una vida en florero satisfactoria. Muchas flores responden bien al ser cortadas en el estadio de botón, abriendo después del proceso de almacenamiento, transporte y distribución. Esta técnica presenta muchas ventajas incluyendo un período reducido de crecimiento para cultivos de una sola cosecha, mayor densidad de empaque, manejo simplificado de la temperatura, menor susceptibilidad al daño mecánico y menor desecación. Las flores para el mercado local generalmente se cosechan mucho más abiertas que aquellas destinadas al almacenamiento y/o transporte a larga distancia. Contrariamente Haserk (2002), afirma que cuando las flores son cortadas muy maduras muestran mayor sensibilidad al etileno, por lo que son más propensas a sufrir daños durante el transporte y su vida se reducirá en florero.

2.7.1.2. Temperatura.

La temperatura óptima de almacenamiento para la mayoría de las 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 la tanto esenciales para asegurar la calidad y una vida florero satisfactorias de la mayoría de las flores cortadas que actualmente se comercializa (Pizano 2003).

2.7.1.3. 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).

Rimache (2009), menciona que la luz causa la apertura de estomas ya que Rosas mantenidas bajo luz constante pierden 5 veces más agua que aquellas mantenidas en oscuridad y a su vez la eliminación de hojas reduce la pérdida de agua en un 78 %

2.7.1.4. Suministro de agua

Reid (2009), manifiesta que las flores cortadas, en particular aquellas con follaje abundante, tienen una gran superficie expuesta de manera que pueden perder agua y marchitarse rápidamente, la pérdida de agua se reduce dramáticamente a bajas temperaturas, razón de más para asegurar un enfriamiento pronto y eficiente de las flores. Las flores cortadas absorben soluciones sin problemas, siempre y cuando el flujo de agua dentro de los tallos no se encuentre obstruido. La embolia aérea, el taponamiento bacteriano y el agua de mala calidad, son todos factores que reducen la absorción de soluciones. Rimache (2009), menciona que la composición del agua varía mucho de un lugar a otro, por lo cual es necesario tratarla para tener un control sobre el pH ya que cuando las flores son colocadas en agua a un pH de 3,5 absorben más que a un pH superior. Este pH de 3,5 puede reducir la población de microorganismos en el agua y esta condición fuertemente ácida puede inhibir las enzimas endógenas esenciales para el taponamiento de los tallos.

2.7.1.5. Embolia aérea

Según Reid (2009), la embolia ocurre cuando pequeñas burbujas de aire (émbolos) ingresan dentro del tallo al momento del corte. Estas burbujas no logran ascender dentro del tallo, de manera que su presencia obstruye el flujo vertical de la solución, que no llega hasta la flor. Los émbolos pueden ser eliminados cortando los tallos de nuevo dentro del agua. Lukaszewski, citado Villarruel y Cevallos (2012), sostiene que cuando un tallo se corta esta superficie puede responder al daño cerrando la herida naturalmente, esta respuesta previene la infección de la planta por la herida, esta obstrucción fisiológica es el resultado de una acumulación de materiales pépticos en los elementos del xilema, obviamente estos depósitos reducen drásticamente el flujo del agua.

2.7.1.6. Taponamiento bacteriano

Reid (2009), la superficie cortada de un tallo floral libera el contenido de las células proteínicas, aminoácidos, azúcares y minerales al agua del recipiente donde éstas se encuentran. Este es alimento ideal para las bacterias y estos diminutos organismos crecen

rápida en el ambiente anaeróbico del florero. La baba producida por las bacterias, y las bacterias mismas, pueden taponar el sistema conductor de agua dentro de los tallos.

2.8. Senescencia

La senescencia de las flores cortadas comprende un conjunto de procesos fisiológicos de carácter irreversible que llevan a las flores a la marchitez y finalmente a la muerte (Requena 1991). Se acelera cuando la flor se separa de la planta, lo que determina que en pocos días que la flor pierda su valor comercial. Por otro lado, se considera como longevidad de la flor, al tiempo que ésta conserva sus cualidades decorativas, es decir, el tiempo que tardan en aparecer claros síntomas de marchitez, uno de los primeros síntomas de envejecimiento se detecta cuando se inicia la producción de etileno, que coincide con el descenso del peso fresco (de la Riva-Morales 2011).

Pardo y Flores (2011), manifiesta que algunos de los eventos involucrados en la senescencia floral en plantas intactas son: disminución en el contenido de proteínas y ácidos nucleicos, amarillamiento irreversible debido a la pérdida de clorofila, catabolismo mayor que anabolismo, translocación en masa de metabolitos solubles de la hoja senescente para otras partes de la planta, y disminución de tasas fotosintéticas y respiratorias.

2.9. Etileno

Verlinden (2004), señala que el efecto del etileno ocurre a través de la interacción con su receptor. El etileno se enlaza a un “sitio de unión” (receptor) dentro de la célula, y forma un complejo activado, que estimula que el DNA forme moléculas de mRNA (RNA mensajero) específicas de los efectos del etileno (Reacción). Estas moléculas son traducidas a proteínas que constituyen las enzimas que causan la respuesta al etileno. Al bloquear la unión hormona-receptor, es posible evitar los efectos del etileno.

El etileno (C₂H₄) ha sido considerado por mucho tiempo como la hormona de la madurez y el envejecimiento, pero su rol en los tejidos vegetales es mucho más amplio y diverso. Este gas se sintetiza a partir de metionina en gran cantidad de tejidos vegetales fundamentalmente en respuesta al estrés. Su síntesis se exagera en tejidos senescentes o en proceso de maduración. Pero como es un gas se moviliza por difusión. El intermediario más importante en su proceso de biosíntesis es el ácido 1-aminociclopropano-1-

carboxílico (ACC) el cual es transformado en etileno en presencia de oxígeno; y, transportado a grandes distancias del efecto causal (Luang-Liang *et al.* 2002).

2.9.1. Control de la acción del etileno.

Según Halevy y Mayak, Nowak y Rudnicki, citado por Pardo (2010), el etileno se puede inhibir con la acción de sales metálicas bactericidas, incluyendo el nitrato de plata y el sulfato de aluminio. El ion plata tiene propiedad bactericida y efecto inhibitorio sobre la acción del etileno, las flores de rosa tratadas con nitrato de plata no presentan cabeceo y tienen larga vida de florero, mientras que las tratadas con tiosulfato de plata tienen cabeceo y corta vida de florero.

Dentro de los antagonistas del etileno se encuentra el dióxido de carbono en altas concentraciones (5 a 10%), actúa interfiriendo la producción autocatalítica de la hormona. Otro inhibidor mucho más eficaz de la acción del etileno, es el catión plata (Ag^+). Además, existen otros compuestos como el 2,5- norbornadieno que inhiben la acción del etileno (Joo, Bae y Lee 2001).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

El presente trabajo se realizó en dos etapas: la primera etapa de manejo de pre cosecha, se realizó en un invernadero ubicado en centro poblado Huambocancha Baja, entre las coordenadas 07°06' 40" S. y 78° 31' 57" W, Provincia y Departamento de Cajamarca, de propiedad del señor Natividad Tafur, ubicado en el km 4 de la carretera Cajamarca-Bambamarca). En este lugar se registró temperatura y humedad relativa durante el periodo experimental (octubre 2018 – marzo 2019)

La segunda etapa de manejo de post cosecha de la rosa, se desarrolló en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), ubicado en el Distrito, Provincia y Región de Cajamarca, a una altitud de 2680 msnm. Geográficamente, la UNC se localiza entre las coordenadas 07°10' 06.35" S. y 78° 29' 42.70" W.

3.2. Materiales

3.2.1. Material Experimental

- a. Tallos florales de rosa (*Rosa hybrida*, Var: Freedom)
- b. Nitrato de potasio (KNO_3)
- c. Auxinas: ácido α -Naftalen Acético
- d. Cloruro de calcio ($CaCl_2$)

3.2.2. Otros Materiales

- a. Agua destilada estéril, ácido cítrico, nitrato de potasio, cloruro de calcio, sacarosa, alcohol etílico 96, detergente.
- b. Material de vidrio: Probeta graduada, pipetas, matraces, vasos de precipitación.
- c. Material de escritorio: Cuaderno, lápiz, papel bond A4, cinta adhesiva, cartulina, plumón indeleble.
- d. Herramientas: Cuchilla y tijera de podar, baldes, bolsas plásticas.
- e. Equipos: Cámara digital, pH-metro, estufa, vernier, balanza, termómetro de máximas y mínimas, luxómetro, higrómetro.

3.3. Metodología:

3.3.1. Factores, niveles y combinaciones de tratamientos en estudio

Factor a: Concentración de Auxinas (Ácido α -Naftalen Acético)

Niveles:

$$a_0 = 0 \text{ ppm}$$

$$a_1 = 8 \text{ ppm}$$

$$a_2 = 16 \text{ ppm}$$

Factor n: Concentración de Nitrato de Potasio (KNO_3)

Niveles:

$$n_0 = 0 \text{ ppm}$$

$$n_1 = 10\,000 \text{ ppm}$$

$$n_2 = 20\,000 \text{ ppm}$$

Factor c: Concentración de Cloruro de Calcio (CaCl_2)

Niveles:

$$c_0 = 0 \text{ ppm}$$

$$c_1 = 5\,000 \text{ ppm}$$

$$c_2 = 10\,000 \text{ ppm}$$

Tabla 1. Tratamientos en estudio y su descripción.

Tratamientos		Descripción
N°	Clave	
T₁	a ₀ n ₀ c ₀	[0 ppm auxina] + [0 ppm nitrato de potasio]+ [0 ppm Cloruro de calcio]
T₂	a ₀ n ₀ c ₁	[0 ppm auxina] + [0 ppm nitrato de potasio]+ [5000 ppm Cloruro de calcio]
T₃	a ₀ n ₀ c ₂	[0 ppm auxina] + [0 ppm nitrato de potasio]+ [10000 ppm Cloruro de calcio]
T₄	a ₀ n ₁ c ₀	[0 ppm auxina] + [10000 ppm nitrato de potasio]+ [0 ppm Cloruro de calcio]
T₅	a ₀ n ₁ c ₁	[0 ppm auxina] + [10000 ppm nitrato de potasio]+ [5000 ppm Cloruro de calcio]
T₆	a ₀ n ₁ c ₂	[0 ppm auxina] + [10000 ppm nitrato de potasio]+ [10000ppm Cloruro de calcio]
T₇	a ₀ n ₂ c ₀	[0 ppm auxina] + [20000 ppm nitrato de potasio]+ [0 ppm Cloruro de calcio]
T₈	a ₀ n ₂ c ₁	[0 ppm auxina] + [20000 ppm nitrato de potasio]+ [5000 ppm Cloruro de calcio]
T₉	a ₀ n ₂ c ₂	[0 ppm auxina] + [20000 ppm nitrato de potasio]+ [10000ppm Cloruro de calcio]
T₁₀	a ₁ n ₀ c ₀	[8 ppm auxina] + [0 ppm nitrato de potasio]+ [0 ppm Cloruro de calcio]
T₁₁	a ₁ n ₀ c ₁	[8 ppm auxina] + [0 ppm nitrato de potasio]+ [5000 ppm Cloruro de calcio]
T₁₂	a ₁ n ₀ c ₂	[8 ppm auxina] + [0 ppm nitrato de potasio]+ [10000 ppm Cloruro de calcio]
T₁₃	a ₁ n ₁ c ₀	[8 ppm auxina] + [10000 ppm nitrato de potasio]+ [0 ppm Cloruro de calcio]
T₁₄	a ₁ n ₁ c ₁	[8 ppm auxina] + [10000 ppm nitrato de potasio]+ [5000 ppm Cloruro de calcio]
T₁₅	a ₁ n ₁ c ₂	[8 ppm auxina] + [10000 ppm nitrato de potasio]+ [10000ppm Cloruro de calcio]
T₁₆	a ₁ n ₂ c ₀	[8 ppm auxina] + [20000 ppm nitrato de potasio]+ [0 ppm Cloruro de calcio]
T₁₇	a ₁ n ₂ c ₁	[8 ppm auxina] + [20000 ppm nitrato de potasio]+ [5000 ppm Cloruro de calcio]
T₁₈	a ₁ n ₂ c ₂	[8 ppm auxina] + [20000 ppm nitrato de potasio]+ [10000 ppm Cloruro de calcio]
T₁₉	a ₂ n ₀ c ₀	[16 ppm auxina] + [0 ppm nitrato de potasio]+ [0 ppm Cloruro de calcio]
T₂₀	a ₂ n ₀ c ₁	[16 ppm auxina] + [0 ppm nitrato de potasio]+ [5000 ppm Cloruro de calcio]
T₂₁	a ₂ n ₀ c ₂	[16 ppm auxina] + [0 ppm nitrato de potasio]+ [10000ppm Cloruro de calcio]
T₂₂	a ₂ n ₁ c ₀	[16 ppm auxina] + [10000ppm nitrato de potasio]+ [0 ppm Cloruro de calcio]
T₂₃	a ₂ n ₁ c ₁	[16 ppm auxina] + [10000 ppm nitrato de potasio]+ [5000 ppm Cloruro de calcio]
T₂₄	a ₂ n ₁ c ₂	[16 ppm auxina] + [10000 ppm nitrato de potasio]+ [10000 ppm Cloruro de calcio]
T₂₅	a ₂ n ₂ c ₀	[16 ppm auxina] + [20000 ppm nitrato de potasio]+ [0 ppm Cloruro de calcio]
T₂₆	a ₂ n ₂ c ₁	[16 ppm auxina] + [20000 ppm nitrato de potasio]+ [5000 ppm Cloruro de calcio]
T₂₇	a ₂ n ₂ c ₂	[16 ppm auxina] + [20000 ppm nitrato de potasio]+ [10000 ppm Cloruro de calcio]

3.3.2. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental completamente randomizado (DCR), bajo arreglo factorial 3 x 3 x 3, con 27 tratamientos, tres repeticiones y cuatro unidades experimentales por tratamiento.

T ₁	T ₉	T ₁₇	T ₃	T ₉	T ₁₇	T ₁	T ₉	T ₁₇
T ₂	T ₁₀	T ₁₈	T ₂	T ₁₀	T ₁₈	T ₂	T ₁₀	T ₁₈
T ₃	T ₇	T ₁₉	T ₂₇	T ₁₁	T ₂₅	T ₁₄	T ₁₁	T ₁₉
T ₄	T ₁₃	T ₁₃	T ₄	T ₁₂	T ₂₀	T ₂₃	T ₁₂	T ₂₀
T ₅	T ₈	T ₂₃	T ₅	T ₂₀	T ₂₁	T ₅	T ₁₂	T ₂₁
T ₆	T ₂₅	T ₂₂	T ₆	T ₁₄	T ₂₂	T ₆	T ₁₄	T ₂₂
T ₇	T ₁₅	T ₄	T ₁₁	T ₁₅	T ₂₁	T ₇	T ₁₅	T ₂₃
T ₈	T ₁₆	T ₂₄	T ₈	T ₁₆	T ₂₄	T ₁₃	T ₁₆	T ₂₄
T ₂₆	T ₂₇	T ₃	T ₂₆	T ₁	T ₁₉	T ₂₆	T ₂₇	T ₂₅

Figura 1. Distribución de los tratamientos.

1.3.3. Procesamiento y análisis de los datos

Los datos obtenidos en las evaluaciones fueron ordenados y clasificados en una hoja de Excel. Enseguida se agruparon y ordenaron de acuerdo a las exigencias de los análisis que se realizaron, luego con la ayuda de un programa estadístico se realizó el ANVA (Análisis de varianza) para determinar si existían diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio. De existir diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, se realizó una prueba de interacciones. Esta prueba permitió conocer cuales tratamientos son superiores y, por lo tanto, los más recomendables para continuar con las investigaciones.

3.4. Conducción del experimento

3.4.1. Aplicación de tratamientos

Los tratamientos fueron aplicados por aspersión a todo el tallo floral, incluyendo hojas, en tres momentos, del ciclo productivo de plantas selectas de rosa:

a. Quince días antes de la cosecha (25.02.2019; 6:00 am)

Previamente se seleccionaron e identificaron nueve tallos florales por cada tratamiento, en un estadio “punto arveja”, seguidamente con la ayuda de un aspersor de 70 ml de

capacidad, se aplicaron los tratamientos por aspersiones, priorizando el envés de la hoja. Para evitar que el tratamiento alcance a los otros ejes florales se los aisló con la ayuda de un plástico.

b. Ocho días antes de la cosecha (04.03.2019; 6:00 am)

Se repitió la aplicación de los tratamientos, bajo las mismas consideraciones descritas anteriormente. En esta segunda aplicación el botón floral se encontró en el estado “garbanzo”.

c. Doce horas antes de la cosecha (10:03.2019; 6:00 pm)

La tercera aplicación de los tratamientos se lo realizó en el estado fenológico “corte” de las rosas para este momento presentaba una ligera variación en diámetro de botón producto de los tratamientos en estudio.

3.4.2. Cosecha (11.03.2019; 6:00 am)

Los tallos florales de rosa, cultivados en el periodo enero a marzo del año 2019, se seleccionaron considerando dos índices de calidad: Tallo largo y rígido, de 70 centímetros de largo y follaje verde brillante.

En el momento de la cosecha, la temperatura ambiente fue de 13°C y la humedad relativa de 62%, dentro del invernadero. Se cosecharon aquellos tallos con flor cuyo el cáliz estaba totalmente desprendido de los pétalos y al menos un pétalo estuvo ligeramente desprendido del botón floral, punto de corte que es el recomendado para variedades de color rojo (Dole y Wilkins, 2005) (Fig 1).



Figura 2. Flor de rosa en punto de corte.

Inmediatamente después del corte, el eje floral aislado fue sumergido en agua destilada acidificada con ácido cítrico (pH= 5) más biosida, contenida en baldes de 5 L de capacidad. La lámina de agua acidificada fue de 10 cm de altura. Terminada la cosecha, el balde conteniendo a los tallos florales fue tapado con una bolsa plástica, la misma que fue hermetizada utilizando rafia. Bajo éstas condiciones, los tallos florales fueron trasladados al Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

3.4.3. Rehidratación:

Se lo realizo bajo el nivel del agua destilada acidificada que contenía en el recipiente, la base de los tallos florales los cuales fueron cortados para uniformizar su longitud a 45 cm. Los tallos con estas dimensiones fueron trasladados a un nuevo recipiente conteniendo agua destilada estéril recién preparada, acidificada con ácido cítrico (pH= 3.5) más biosida (100 ppm de Tiosulfato de Sodio).

3.4.4. Pulsado

Los tallos florales rehidratados fueron secuencialmente tratados, sumergiéndolos 10 cm de su base fisiológica, por espacio de 10 minutos a 20 C°, en una solución de sacarosa (20%) más biosida (200 ppm de Nitrato de Plata).

3.4.5. Mantenimiento en florero

Transcurrido el pulsado, las bases de los tallos florales fueron enjuagadas con agua destilada estéril para retirar los residuos de los tratamientos aplicados. Seguidamente, los floreros conteniendo a las flores fueron mantenidos bajo condiciones de laboratorio, registrándose una temperatura entre 21 y 25 C°, humedad relativa en 60 – 80 %.

En cada florero se colocaron tres tallos florales de rosa previamente pulsados, uno de los cuales se identificó para evaluar su respuesta a los tratamientos en estudio (Tabla 1). Se utilizó un florero para el conjunto de flores que deriven de cada tratamiento aplicado.

3.5. Evaluaciones.

Antes del inicio de las evaluaciones, dentro de cada tratamiento, se marcó un tallo floral representativo con el propósito de evaluar el impacto de los tratamientos aplicados. Seguidamente, con intervalos de tres días, contados a partir del inicio de la fase de mantenimiento en florero, hasta la abscisión de los pétalos en el tallo floral previamente marcado, se realizaron las siguientes evaluaciones:

a. Vida de post cosecha

Se evaluó en términos del número de días transcurridos entre el inicio de la fase de mantenimiento en florero y el inicio de la senescencia de la primera flor de cada tratamiento, es decir en el momento que un tallo floral presentó marchitez, cabeceo en pedúnculo floral y cambio de turgencia en los pétalos.

b. La duración de color verde perlado de las hojas

Se evaluó por el número de días transcurridos entre el inicio de la fase de mantenimiento en florero y la aparición de color verde amarillento en las hojas basales de los tallos florales. Se utilizó una carta de colores (RAL), partiendo del color verde perlado (RAL 6035) hasta que las hojas mostraron un color Verde helecho (RAL 6025).

c. Consumo hídrico

Se evaluó registrando la reducción del peso del florero más la solución y el tallo floral de cada tratamiento, esta actividad se realizó cada tres días, posterior a ello se procedió a enraizar con agua destilada a 250 ml cada florero.

d. Diámetro floral

Fue registrado al inicio de la fase de mantenimiento en florero y al final del periodo experimental. Para este propósito se utilizó un vernier para medir el diámetro floral de cada una de las unidades experimentales.

e. Grado de apertura de la flor

Se tuvo en cuenta la posición de los pétalos más externos con relación a la parte superior del cáliz. Se utilizó la escala de cinco grados de apertura floral propuesta por López et al. (2008): grado 1, flor cerrada hasta pétalo recto; grado 2, de pétalo recto hasta los 25° de apertura; grado 3: de 25 hasta los 65°; grado 4, hasta los 90° y, por último, grado 5, más de 90° de apertura.

f. Peso fresco y seco del tallo floral.

Se tomó el tallo previamente marcado en cada florero. Al inicio de la fase de mantenimiento, y al final del periodo experimental, se determinó el peso fresco con la ayuda de una balanza digital, seguidamente se colocaron los tallos en bolsas de papel para los tallos para luego introducirlos en una estufa por un periodo de 48 horas a una

temperatura de 75 °C a fin de obtener la materia seca, una vez que estos hayan registrado un peso constante, finalmente, los datos obtenidos se registraron en una tabla Excel.

g. Peso específico de pétalos

Fue calculada en base a la reducción del área de pétalos sobre el peso el peso seco de pétalos. Esta evaluación se realizó al inicio de la fase de mantenimiento en florero y al final del periodo experimental.

h. Área petalar (cm²)

Fue estimada en base a tres pétalos de la periferia, parte media y parte interna de la flor de cada tratamiento. Esta determinación se realizó al inicio de la fase de mantenimiento en florero y al final del periodo experimental. Los pétalos se colocaron en una hoja bond y se escanearon, para posteriormente ser procesadas con un software de procesamiento de imagen digital (*Image J*).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto del tratamiento pre cosecha con auxinas (Ácido α -Naftalen Acético, ANA), nitrato de potasio (KNO_3) y cloruro de calcio ($CaCl_2$) en la vida de post cosecha de la flor de rosa.

El ANVA para el efecto de ANA, KNO_3 y $CaCl_2$ en la vida pos cosecha de la flor de rosa (Tabla 2), muestra la existencia de una alta significación estadística para las fuentes de variabilidad KNO_3 , $CaCl_2$ y su interacción ($KNO_3 \times CaCl_2$), lo cual indica que la vida pos cosecha de las flores de rosa, es variable en función a la dosis de cada uno de estos componentes y a la vez, que uno o más niveles del KNO_3 interactúan con uno o más niveles del $CaCl_2$, para influenciar de manera significativa al periodo de vida pos cosecha de las flores de rosa. Sin embargo, la fuente de variación ANA y sus correspondientes interacciones con KNO_3 y $CaCl_2$ ($ANA \times KNO_3$, $ANA \times CaCl_2$ y $ANA \times KNO_3 \times CaCl_2$) no presenta significación estadística, señalando que dichos factores tienen efectos independientes en la vida pos cosecha de las flores de rosa. El coeficiente de variación ($CV = 4.71\%$), es adecuado e indica que la conducción del experimento y los resultados obtenidos son confiables.

Tabla 2. Análisis de varianza (ANVA) para el efecto del tratamiento pre cosecha con ANA, KNO₃ y CaCl₂ en la vida pos cosecha (días) de las flores de rosa (datos transformados con $Y = \sqrt{X}$, X: dato).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	F tabular	
					0.05	0.01
ANA	0,69	2	0,35	0,82 ns	3,17	5,02
KNO ₃	124,91	2	62,46	148,79**	3,17	5,02
CaCl ₂	258,25	2	129,12	307,62**	3,17	5,02
ANA*KNO ₃	1,38	4	0,35	0,82 ns	2,54	3,69
ANA*CaCl ₂	1,38	4	0,35	0,82 ns	2,54	3,69
KNO ₃ *CaCl ₂	36,49	4	9,12	21,74**	2,54	3,69
ANA*KNO ₃ *CaCl ₂	2,77	8	0,35	0,82 ns	2,11	2,86
Error	22,67	54	0,42			
Total	448,54	80				

CV = 4.71 %. **= alta significación estadística al 99%; ns= no significativo.

La aspersión foliar de plantas de rosa con KNO₃ y CaCl₂, quince, ocho y medio día (12 h) antes de la cosecha de sus flores, tiene un efecto sinérgico en la extensión de su vida de florero. En comparación con el tratamiento control, la combinación de las dosis más altas de ambas sales (20 000 ppm de KNO₃ y 10 000 ppm de CaCl₂, equivalente a una relación K⁺/Ca²⁺ de 2:1) incrementó en 89% el promedio del periodo de vida en florero de las flores de rosa. Las demás combinaciones de estas sales, con dosis inferiores a la señalada, se tradujeron en menores promedios del periodo de vida en florero, aun cuando éstos siempre fueron mayores que el correspondiente al tratamiento control.

Poovaliah y Leopold (1973), cultivaron rosa cv. Baroness en soluciones nutritivas con alta relación K⁺/Ca²⁺ (relación 12:1) y determinaron un impacto negativo en la vida de post cosecha, debido a que el bajo contenido de calcio en las hojas aceleró la senescencia y estimuló la degradación de clorofila, lo que originó el desarrollo de manchas necróticas y necrosis marginal de los pétalos. En consecuencia, la extensión de la vida en florero quedaría asociada con elevadas dosis de ambos constituyentes, aun cuando para Torre et al. (2002), para incrementar el contenido de calcio en las hojas y flores es más efectivo estimular la tasa de transpiración que adicionar más calcio a la solución nutritiva, dando a entender que la diferencia en pos cosecha se debe a las relaciones hídricas y que el papel del calcio puede ser secundario.

La Figura 3, permiten distinguir los efectos simples del KNO_3 en la longitud del periodo de vida post cosecha de la flor de rosa. A medida que los niveles de KNO_3 disminuyen de 20 000 a 10 000 y 0 ppm, el periodo de vida de los ejes florales disminuye de 15.33 a 13.67 y 12.3 días, respectivamente. Esta respuesta destaca el rol positivo del K^+ y el NO_3^- en la vida de post cosecha de la flor, lo que probablemente está asociado al incremento de solutos osmóticamente activos a nivel celular, que a su vez define una mayor turgencia, así como a una mayor posibilidad de síntesis de compuestos orgánicos nitrogenados (aminoácidos, amidas) según se trate del K^+ y NO_3^- , respectivamente.

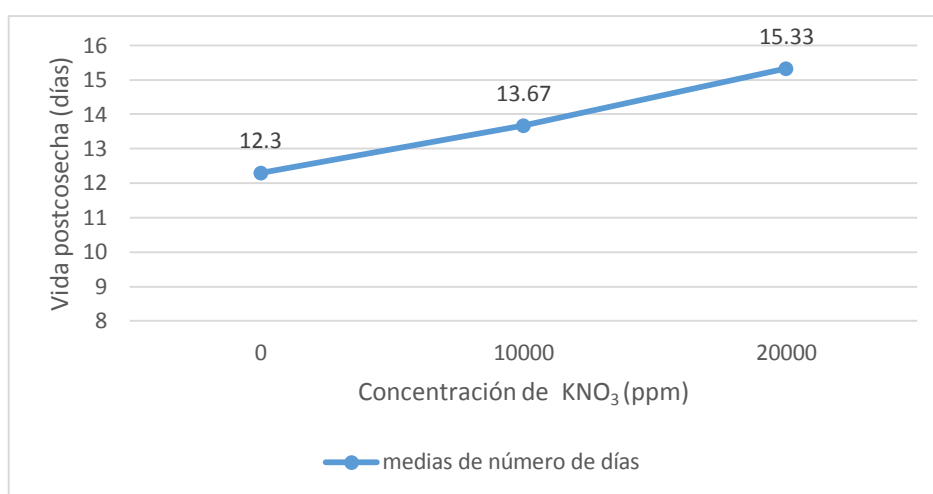


Figura 3. Efecto del KNO_3 en la vida de post cosecha de la flor de rosa.

Similar respuesta se obtuvo cuando los ejes florales fueron tratados, con CaCl_2 antes de su cosecha (Fig. 4). Se determinó que el periodo de vida post cosecha de la flor de rosa tuvo respuesta positiva y lineal al incremento de la dosis de CaCl_2 . Así las flores procedentes de ejes florales tratadas con 10 000 ppm de CaCl_2 incrementaron su periodo de vida en 38% comparado con el tratamiento testigo (0 ppm CaCl_2) esta respuesta confirma el rol positivo del calcio (Ca^{++}) y el cloro (Cl^-). El primero para estabilizar la membrana celular, mejorando la retención de agua y solutos, dentro de la célula, así como dinamizar el intercambio del mismo Ca^{++} con protones a fin de mantener el gradiente electropotencial de las células que facilita el movimiento iónico a través de la membrana; y el segundo (Cl^-), como un elemento estimulador de la fotosíntesis. Al respecto, Conway et al. (1995) y Serrano (2002), coinciden en señalar que el calcio reduce o retrasa el deterioro de la pared celular, ayuda a mantener las funciones de la membrana, el el citoso actúa como segundo mensajero para eventos metabólicos y es componente esencial de la pared celular y lámina media confiriéndole firmeza y rigidez mecánica. En consecuencia,

el uso del calcio en soluciones florero aumenta el flujo de agua a través de los tallos por la asociación con la pectina de las paredes celulares del xilema (Van Leperen y Van Gelder 2006).

Nuestros resultados son consistentes con los reportados por otros investigadores en especies diferentes a la rosa. Así, por ejemplo, Ramírez-Martínez et al., (2010), en tulipán (*Tulipa gesneriana* L.), determinó que el calcio (Ca^{+2}) aumenta la calidad y vida de florero, mostrando mejor respuesta de crecimiento y calidad pos cosecha cuando la relación $\text{K}^+/\text{Ca}^{2+}$ es la óptima en la solución nutritiva. Igualmente, González y Zavaleta (2012), en flores cortadas de *Gerbera jamesonii*, cultivares Shirlaine y Duela, mantenidas en una solución base para florero, complementada con 0.1, 0.5 y 1.0 % de CaCl_2 , determinó que los tres tratamientos retrasaron su senescencia, siendo la concentración de 0.5% la que mayormente alargó la vida de la flor, de 13 días en el testigo, a 24 y 25 días en Shirlaine y Duela, respectivamente.

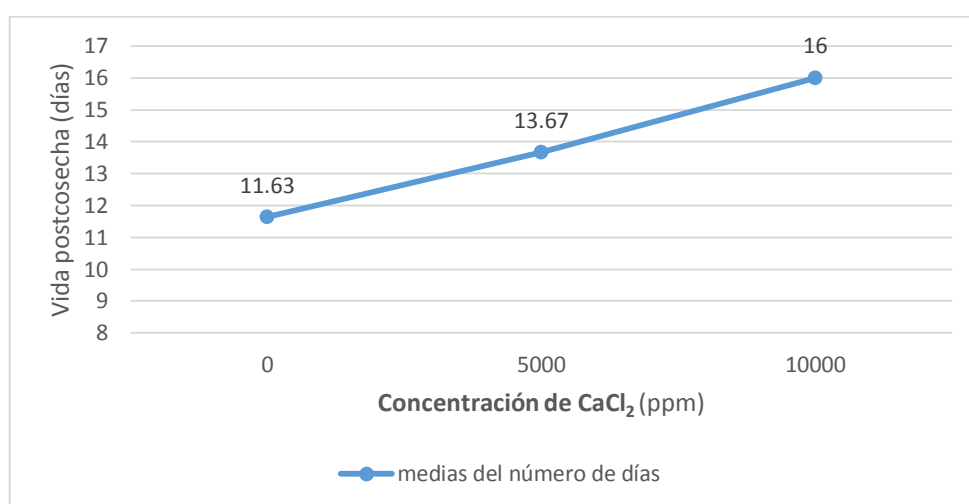


Figura 4. Efecto del CaCl_2 en la vida de post cosecha de la flor de rosa.

En la Figura 5 se observa que, en ausencia de KNO_3 (0 ppm), el periodo de vida de pos cosecha de la flor de rosa, se alarga de 9 a 13 y 15 días, en respuesta al aumento de la concentración de CaCl_2 de 0 a 5 000 y 10 000 ppm, respectivamente. Con una concentración de 10 000 ppm de KNO_3 , los incrementos en la concentración de CaCl_2 de 0 a 5 000 ppm, no alargan el periodo de vida de pos cosecha de la flor de rosa en comparación con el testigo (13 días); mientras que la aplicación de 10 000 ppm de CaCl_2 aumento el periodo de vida pos cosecha de la flor 16 días. Finalmente, con un nivel constante de 20 000 ppm de KNO_3 , los incrementos en la concentración de CaCl_2 de 0 a

5 000 y 10 000 ppm, produjeron los mayores incrementos en el periodo de vida pos cosecha de la flor de 14 a 15 y 17 días, respectivamente, evidenciando el efecto positivo y sinérgico de ambas sales (KNO_3 y CaCl_2) en la extensión de la vida post cosecha de la flor de rosa, cuyas bases fisiológicas fueron separadamente descritas en los párrafos precedentes.

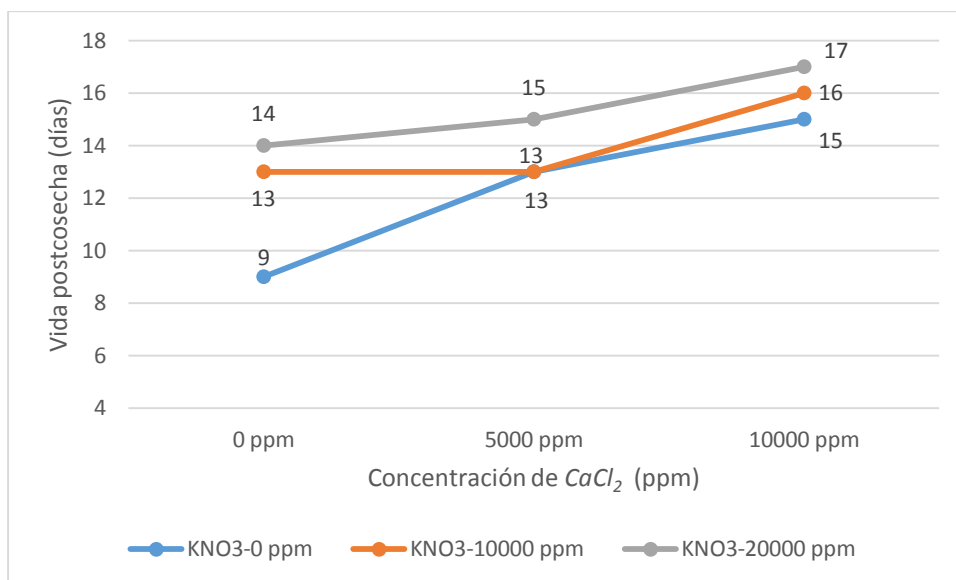


Figura 5. Comportamiento del KNO_3 en cada nivel de CaCl_2 y su efecto en la vida de post cosecha de la flor de rosa.

En la Figura 6 se observa que, al mantener el CaCl_2 en un nivel de 0 ppm, el periodo de vida de pos cosecha de la flor de rosa, se alarga de 9 a 13 y 14 días, en respuesta al aumento de la concentración de KNO_3 de 0 a 10 000 y 20 000 ppm, respectivamente. Con una concentración de 5 000 ppm de CaCl_2 , los incrementos en la concentración de KNO_3 de 0 a 10 000 ppm, mantienen el periodo de vida de pos cosecha de la flor de rosa hasta 13 días; mientras que la aplicación de 20 000 ppm de CaCl_2 aumento el periodo de vida pos cosecha a 15 días. Finalmente, con un nivel constante de 10 000 ppm de CaCl_2 , los incrementos en la concentración de KNO_3 de 0 a 10 000 y 20 000 ppm, produjeron los mayores incrementos en el periodo de vida pos cosecha, de 15 a 16 y 17 días, respectivamente.

El efecto positivo y sinérgico de ambas sales y los iones que de ellas se desprenden al entrar a la solución con el agua (K^+ , NO_3^- , Ca^{++} y Cl^-) en la extensión del periodo de vida de la flor de rosa queda corroborado al analizar el comportamiento del CaCl_2 en cada nivel de KNO_3 (Figura 6), evidenciándose sus efectos anti senescentes en los ejes florales de

rosa, específicamente en la postergación del inicio de la senescencia de la flor cortada y degradación de la clorofila presente en sépalos y hojas. Estas observaciones encuentran respaldo en la teoría de Sacher (1937), la cual sostiene que, un componente básico de la senescencia es el deterioro de las membranas celulares, fenómeno que es contrarrestado por la presencia del calcio, elemento ampliamente correlacionado con el mantenimiento de los niveles de clorofila y proteína (Poovaiah and Lepold 1973) así como con el mantenimiento de la integridad de las membranas celulares, pues su aplicación externa estabiliza a las colas hidrofóbicas de sus constituyentes, potenciando su funcionamiento (Salisbury and Ross, 1992).

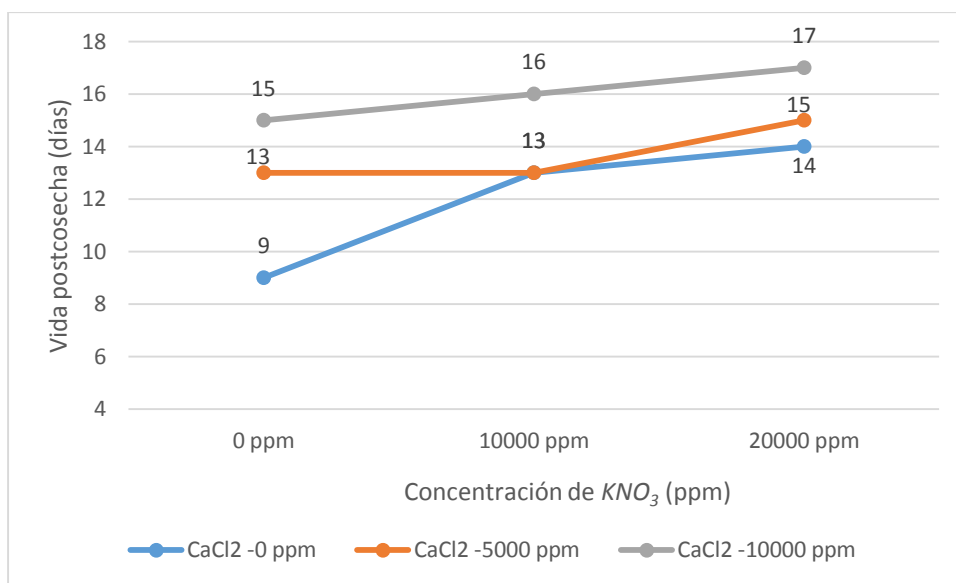


Figura 6. Comportamiento del $CaCl_2$ en cada nivel de KNO_3 y su efecto en la vida de post cosecha de la flor de rosa.

4.2. Efecto del ANA, KNO_3 y $CaCl_2$ en la duración (días) del color verde- perlado de las hojas de los ejes florales de rosa

El ANVA para el efecto del ANA, KNO_3 y $CaCl_2$ en la duración del color verde perlado de las hojas de rosa (Tabla 3), muestra la existencia de una alta significación estadística para las fuentes de variabilidad KNO_3 , $CaCl_2$ y su interacción ($KNO_3 \times CaCl_2$). En consecuencia, la duración del color verde perlado de las hojas, varía, no solo en función a la dosis de cada uno de estos factores sino también en función a su interacción. Contrariamente, la fuente de variación ANA y sus interacciones con KNO_3 y $CaCl_2$ (ANA x KNO_3 , ANA x $CaCl_2$ y ANA x $KNO_3 \times CaCl_2$), no presentan significación estadística, lo que estaría indicando que dichos factores tienen efectos independientes en la duración del color verde- perlado de las hojas de los ejes florales de rosa.

El coeficiente de variación (CV = 8.13 %), es adecuado e indica que la conducción del experimento y los resultados obtenidos son confiables.

Tabla 3. ANVA para el efecto del tratamiento pre cosecha de ANA, KNO₃ y CaCl₂ en la duración (días) del color *verde-perlado* de las hojas de los ejes florales de rosa (datos transformados con $Y = \sqrt{X}$, X: dato).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	F tabular	
					0.05	0.01
ANA	0,22	2	0,11	0,1 ns	3,17	5,02
KNO ₃	104,22	2	52,11	46,9 **	3,17	5,02
CaCl ₂	454,22	2	227,11	204,4 **	3,17	5,02
ANA*KNO ₃	0,44	4	0,11	0,1 ns	2,54	3,69
ANA*CaCl ₂	0,44	4	0,11	0,1 ns	2,54	3,69
KNO ₃ *CaCl ₂	48,44	4	12,11	10,9 **	2,54	3,69
ANA*KNO ₃ *CaCl ₂	0,89	8	0,11	0,1 ns	2,11	2,86
Error	60	54	1,11			
Total	668,89	80				

CV = 8.13 %. **= alta significación estadística al 99%. ns = no significativo.

Los ejes florales de rosa que no recibieron tratamiento por aspersión foliar con KNO₃ y CaCl₂ (Tratamiento testigo) mantuvieron el color verde perlado de sus hojas por espacio de 8 días después de su corte y mantenimiento en florero. Este periodo fue gradualmente incrementándose de 8 a 10 y 13 días, conforme la dosis de KNO₃ se elevó de 0 a 10 000 y 20 000 ppm, respectivamente; o de 8 a 12 y 15 días, conforme la dosis de CaCl₂ se incrementó de 5 000 a 10 000 ppm, respectivamente. Ambas observaciones evidencian el efecto positivo del KNO₃ y CaCl₂ en la funcionalidad de las células fotosintéticas y específicamente en la integridad de las moléculas de clorofila. Este beneficio fue máximo al combinar las dosis más altas de ambas sales (20 000 ppm de KNO₃ y 10 000 ppm de CaCl₂), pues el color verde perlado de las hojas de los ejes florales de rosa se extendió a 17 días (112.5% más, comparado con el testigo).

La **figura 7**, muestra los efectos simples del KNO₃ en la duración del color verde perlado de las hojas e indica que a medida que los niveles de KNO₃ aumentan de 0 a 10 000 y 20 000 ppm, el color verde perlado de las hojas se mantuvo por 12; 13 y 14 días, respectivamente. Esta tendencia expresa una relación directa entre la dosis de KNO₃ empleada como tratamiento pre cosecha de los ejes florales y la permanencia del color característico (verde-perlado) de sus hojas, como indicador de sus actividad fotosintética y lento desempeño de la clorofilasas.

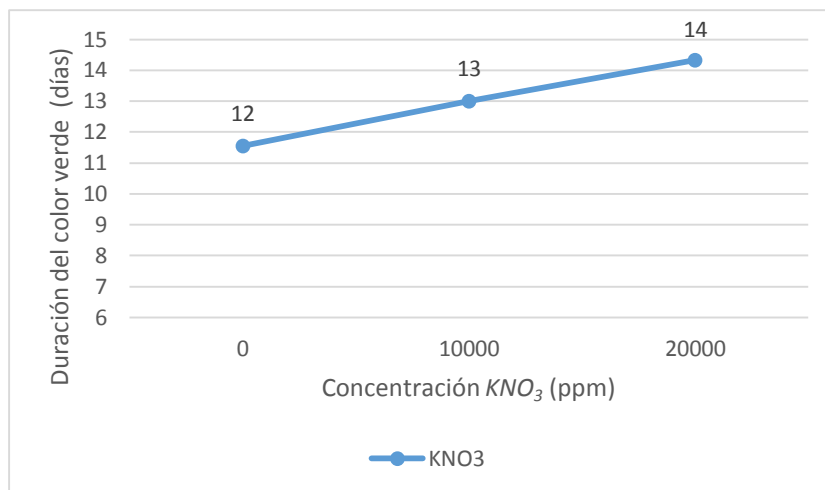


Figura 7. Efecto de KNO_3 en la duración (días) del color *verde-perlado* de las hojas de rosa.

Un efecto semejante fue determinado después de tratar los ejes florales con $CaCl_2$ (**Fig. 8**). A medida que los niveles de $CaCl_2$ se incrementaron de 0 a 5 000 y 10 000 ppm, la duración del color verde perlado de las hojas se mantuvo por espacio de 10, 13 y 16 días, respectivamente.

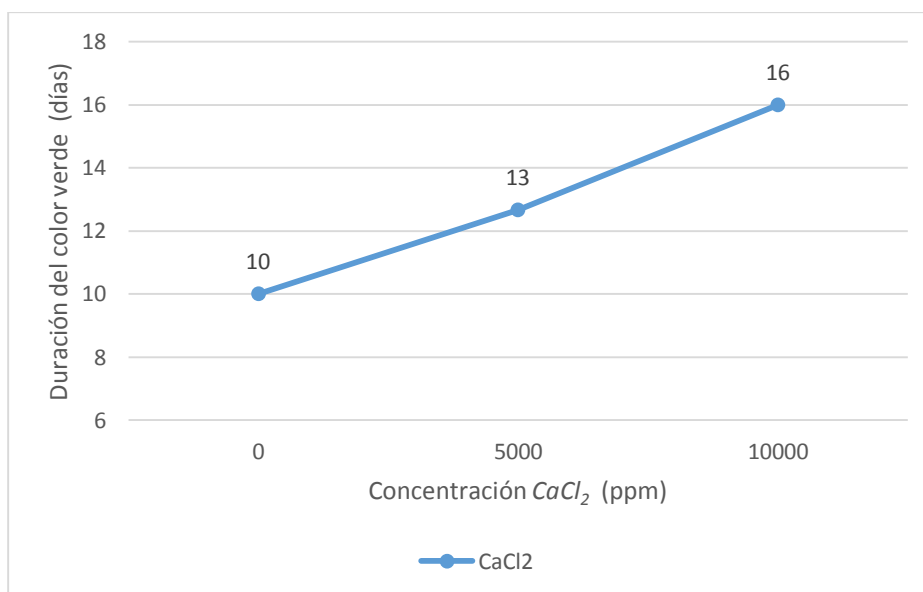


Figura 8. Efecto de $CaCl_2$ en la duración (días) del color *verde-perlado* de las hojas de rosa.

La Figura 9 muestra el efecto de la interacción de los factores en estudio y se observa que, al mantener el KNO_3 en un nivel de 0 ppm, el color verde perlado de hojas de los ejes florales de rosa, se mantiene por 8 a 12 y 15 días, según que estos hayan sido tratados con 0, 5000 y 10 000 ppm de CaCl_2 . Con dosis de 10 000 ppm de KNO_3 , el color verde-perlado de hojas permanece por 10; 13 y 16 días, en respuesta al aumento de la concentración de CaCl_2 de 0 a 5 000 y 10 000 ppm, respectivamente. Finalmente, con un nivel constante de 20 000 ppm de KNO_3 , el tratamiento de ejes florales de rosa con 0 o 5 000 ppm de CaCl_2 tienen el mismo efecto estadístico, pues la longitud del periodo por el cual se conserva el color verde-perlado de las hojas, con ambos tratamientos, es de 13 días. Sin embargo, la aplicación de 10 000 ppm de CaCl_2 , manteniendo la concentración de KNO_3 en 20 000 ppm, las hojas mantuvieron su color verde-perlado por espacio de 17 días.

Lo descrito pone en manifiesto una interacción positiva del KNO_3 y CaCl_2 en el mantenimiento del color verde perlado de hojas de rosa. Asumimos que el efecto positivo de las dosis crecientes de ambas sales (0, 10 000 y 20 000 ppm de KNO_3 y 0, 5 000 y 10 000 ppm de CaCl_2) en la extensión del periodo por el cual las hojas mantienen su color verde perlado, refleja que los iones liberados por estas sales (K^+ , NO_3^- , Ca^{++} y Cl^-) estimulan la actividad celular y los procesos que en ella se cumplen, particularmente la fotosíntesis foliar.

Se conoce que la actividad metabólica de la célula se optimiza en la medida que ésta tenga la posibilidad de conservar la estabilidad de sus membranas, sostener su turgencia y remplazar oportunamente la proteína estructural de sus citoplasmas y mantener la actividad de sus proteínas catalíticas (enzimas), transportadores proteicos y canales iónicos (Salisbury and Ross 2003, Bidwell 1983) para cuyo propósito la planta, en nuestro caso eje floral, debe haber sido abastecido con los nutrientes esenciales especialmente KNO_3 y CaCl_2 , como principal fuente de K^+ , NO_3^- , Ca^{++} y Cl^- .

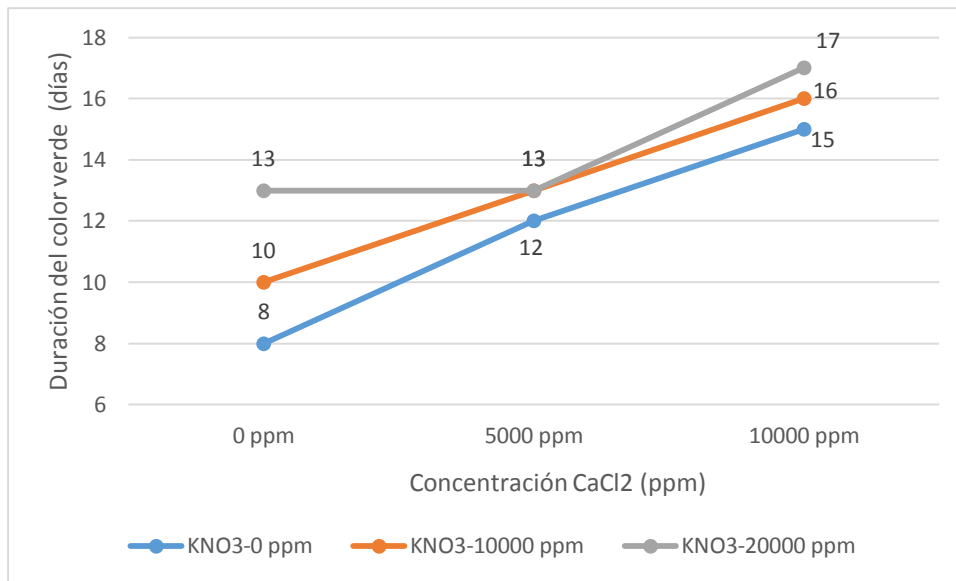


Figura 9. Comportamiento del KNO₃ en cada nivel de CaCl₂ y su efecto en la duración (días) del color verde perlado de las hojas de rosa.

Frente a dosis crecientes de CaCl₂ (0, 5 000 y 10 000 ppm), con niveles estables de KNO₃ (0, 10 000 y 20 000 ppm), el mantenimiento del color verde-perlado de las hojas de rosa tiene respuestas semejantes a la descrita (Fig 10). Destaca entre ellas el efecto de 10 000 ppm CaCl₂ con un nivel constante de 20 000 ppm de KNO₃, tratamiento que permitió alargar el periodo de mantenimiento del color verde-perlado de las hojas de 13 (Testigo) a 17 días (31%).

Bajo la acción del calcio, muchos factores pueden haber contribuido a extender el periodo de duración del color verde perlado de las hojas, entre los cuales destacan la menor producción de etileno (Volpin and Elad 1991), la estabilización de las paredes celulares y protección de su degradación enzimática (White and Broadley 2003), mejoramiento de la concentración de calcio, potasio, magnesio y nitrógeno de las hojas, así como el incremento en el contenido de clorofila, pesos fresco y seco de tallos y flores, calidad de flor y reducción del eflujo de electrolitos y simultáneamente el aumento de la actividad de enzimas degradadoras de azúcares, almidones y proteínas (Abdolmaleki et al. 2015).

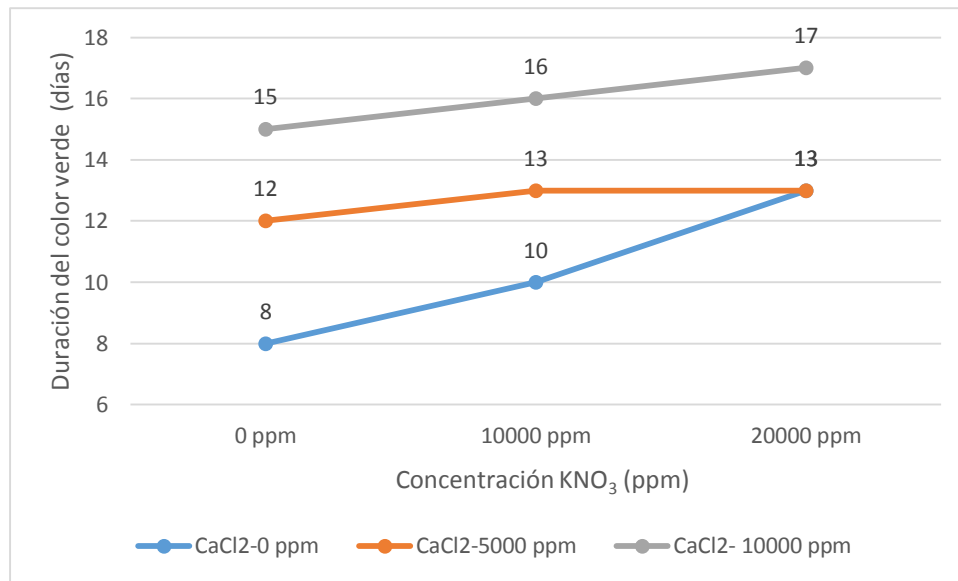


Figura 10. Comportamiento del CaCl₂ en cada nivel de KNO₃ y su efecto en la duración (días) del color verde perlado de las hojas de rosa.

4.3. Efecto del ANA, KNO₃ y CaCl₂ en el consumo hídrico (mililitros) de los ejes florales de rosa.

No existe significación estadística para los efectos de ANA, KNO₃ y CaCl₂ en el consumo hídrico de los ejes florales de rosa, ni para las interacciones correspondientes, con excepción de la interacción ANA x KNO₃ (Tabla 4), lo cual indica que uno o más niveles del ANA interactúan con uno o más niveles del KNO₃ para determinar el consumo hídrico por día de los ejes florales de rosa. El coeficiente de variación (7.13 %), refleja una adecuada conducción del experimento y confiabilidad de los resultados.

Tabla 4. ANVA para el efecto del tratamiento pre cosecha de ANA, KNO₃ y CaCl₂ en el consumo hídrico promedio (mL. día⁻¹) de los ejes florales de rosa.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	F tabular	
					0.05	0.01
ANA	6,41	2	3,2	0,24 ns	3,17	5,02
KNO ₃	3,26	2	1,63	0,12 ns	3,17	5,02
CaCl ₂	7,4	2	3,7	0,28 ns	3,17	5,02
ANA*KNO ₃	270,81	4	67,7	5,17 **	2,54	3,69
ANA*CaCl ₂	33,62	4	8,41	0,64 ns	2,54	3,69
KNO ₃ *CaCl ₂	27,69	4	6,92	0,53 ns	2,54	3,69
ANA*KNO ₃ *CaCl ₂	96,1	8	12,01	0,92 ns	2,11	2,86
Error	706,97	54	13,09			
Total	1152,26	80				

CV = 7.13 %. ** = alta significación estadística al 99%. ns = no significativo.

En ausencia de ANA (0 ppm), el consumo hídrico promedio de los ejes florales de rosa, aumentó de 16,29 a 17,07 y 17,82 mL. día⁻¹; en respuesta al aumento de la concentración de KNO₃ de 0 a 10 000 y 20 000 ppm, respectivamente (Fig. 11), tendencia que expresa el rol positivo del potasio en la absorción de agua, probablemente después de contribuir al aumento de la concentración de solutos osmóticamente activos, directamente asociados con el establecimiento de un pronunciado gradiente de potencial de agua que favoreció el ingreso de agua a las células.

Contrariamente, con 8 ppm de ANA, todo aumento de la dosis de KNO₃ (0 a 20 000 ppm) contribuyó a disminuir el consumo hídrico promedio de los ejes florales de 17,71 a 17,12 y 15,78 mL. día⁻¹, señalando que mientras el ANA disminuye el ingreso de agua, el KNO₃ favorece su retención en los tejidos del eje floral de rosa. Esta observación es contraria a la de Brenner y Cheikh (1995), quienes afirman que la aplicación de ANA en pre cosecha incrementa la fuerza vertedero e induce una mayor translocación de carbohidratos hacia el tallo floral, aumentando su longevidad y absorción de agua durante la pos cosecha (Bolívar et al. 2005).

En la presente investigación, la disminución en el consumo de agua, incluso se observó con 16 ppm de ANA y 20 000 de KNO₃, lo que nos hace suponer que las dosis de ANA sometidas a experimentación, hayan sido lo suficientemente altas como para favorecer la síntesis de etileno e inicio de senescencia foliar, momento coincidente con la formación de ácido abscísico, fitohormona involucrada en el cierre de estomas, reducción de la tasa de transpiración y, por lo tanto, un menor consumo de agua.

De otro lado, también es probable que, en presencia de ANA, la elevada disponibilidad de KNO₃ como fuente de NO₃, coadyuvó al efecto indirecto del ANA en el cierre de estomas, pues, según lo señala Barba (1974), el nitrato provoca la formación de la nitrato reductasa, una enzima adaptable que aparece en plantas cuando hay presencia de nitrato convirtiéndolo en nitrito que finalmente conlleva a la producción de amino ácidos, como la metionina, un precursor directo del etileno en plantas.

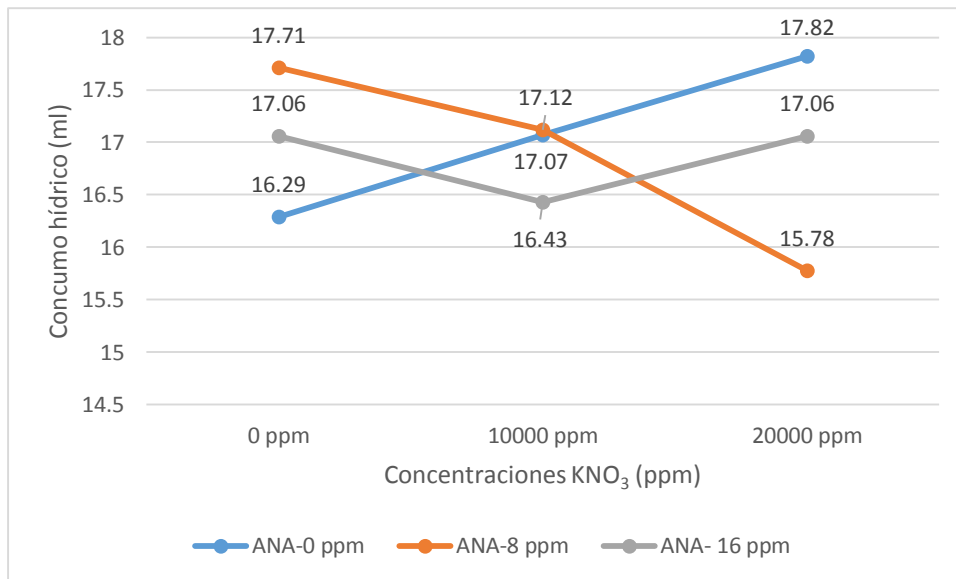


Figura 11. Comportamiento del ANA en cada nivel de KNO₃ y su efecto en el consumo hídrico (mL) de los ejes florales de rosa.

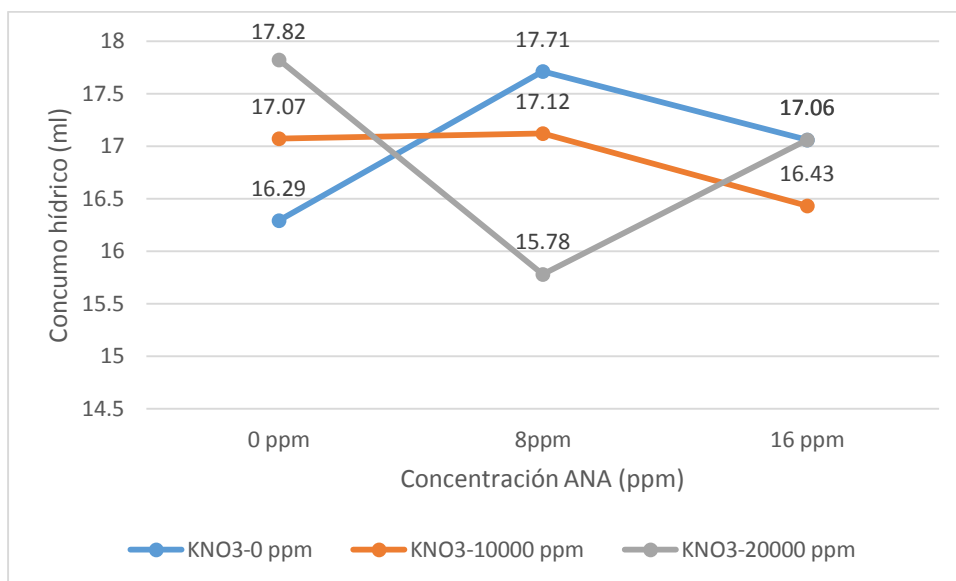


Figura 12. Comportamiento del KNO₃ en cada nivel de ANA y su efecto en el consumo hídrico (mL. día⁻¹) de los ejes florales de rosa.

4.4. Efecto del tratamiento pre cosecha de ejes florales de rosa con ANA, KNO₃ y CaCl₂ en el diámetro (cm) de la flor de rosa

El ANVA para el efecto del ANA, KNO₃ y CaCl₂ en el diámetro promedio (cm) de la flor de rosa, al término del periodo experimental (Tabla 5), muestra alta significación estadística para el factor KNO₃, lo cual indica sus dosis (0, 10 000, 20 000 ppm) influenciaron al diámetro de la flor; en cambio, tanto las variables ANA, CaCl₂ y las interacciones ANA x CaCl₂, KNO₃ x CaCl₂ y ANA x KNO₃ x CaCl₂ no tuvieron efecto estadístico en la misma variable. El coeficiente de variación (CV = 3,98 %), indica que la conducción del experimento y los resultados obtenidos son confiables.

Tabla 5. ANVA para el efecto del tratamiento pre cosecha con ANA, KNO₃ y CaCl₂ en el diámetro promedio (cm) de la flor de rosa. Datos registrados al término del periodo experimental.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	F tabular	
					0.05	0.01
ANA	0,1	2	0,05	1,21 ns	3,17	5,02
KNO ₃	8,53	2	4,26	99,81 **	3,17	5,02
CaCl ₂	0,05	2	0,03	0,63 ns	3,17	5,02
ANA*KNO ₃	0,08	4	0,02	0,48 ns	2,54	3,69
ANA*CaCl ₂	0,07	4	0,02	0,38 ns	2,54	3,69
KNO ₃ *CaCl ₂	0,16	4	0,04	0,92 ns	2,54	3,69
ANA*KNO ₃ *CaCl ₂	0,1	8	0,01	0,3 ns	2,11	2,86
Error	2,31	54	0,04			
Total	11,4	80				

CV = 3,98 %. **= alta significación estadística al 99%; ns = no significativo.

Aun cuando no se presentaron claras diferencias estadísticas entre las dosis de KNO₃ y sus efectos en el diámetro de la flor de rosa, el tratamiento testigo (0 ppm de KNO₃) indujo un menor diámetro de flor (4.83 cm). Comparado con este tratamiento, la aplicación de 10 000 y 20 000 ppm de KNO₃, aumentó el diámetro promedio de la flor a 5,14 y 5,61 cm, respectivamente, efecto que estuvo correlacionado con el mayor grado de apertura de pétalos (Tabla 6), mas no con el aumento del área petalar (Fig. 16). De esta manera se evidenció el efecto benéfico de una dosis creciente de KNO₃, foliarmente aplicado en pre cosecha, en el grado de apertura de los pétalos y consecuentemente, en el diámetro de la flor, lo que probablemente está asociado al rol del K⁺ y NO₃⁻ en el crecimiento diferenciado de las células de la epidermis superior e inferior de los pétalos, debiendo ser más notorio en las primeras. El K⁺ como estimulante del crecimiento celular

por turgencia; y el NO_3^- , como insumo para la síntesis proteica necesaria para la formación y/o incremento del citoplasma celular, principalmente en el tejido epidérmico.

Nuestros resultados encuentran respaldo en lo reportado por Shabala (2003), quien afirma que el diámetro de las flores alcanzada en plantas de *Lilium* irrigadas con niveles de K entre 5 y 10 mM se debe al efecto de este nutrimento sobre el alargamiento celular debido a su función de regulador osmótico en las células, lo que eleva la turgencia y expansión celular. De igual manera Marschner (1995), menciona que el mayor diámetro de la flor en *Lilium* alcanzado con la aplicación de 5 mM de K se relaciona no sólo con el efecto del K en el potencial osmótico de los tejidos florales sino además al efecto sinérgico entre el K con el transporte del NO_3^- , desde la raíz hacia la parte aérea, lo cual pudo favorecer la formación de compuestos esenciales (proteínas, ácidos nucleicos, fosfolípidos, polisacáridos, entre otros) que incrementaron la biomasa y el crecimiento de las flores.

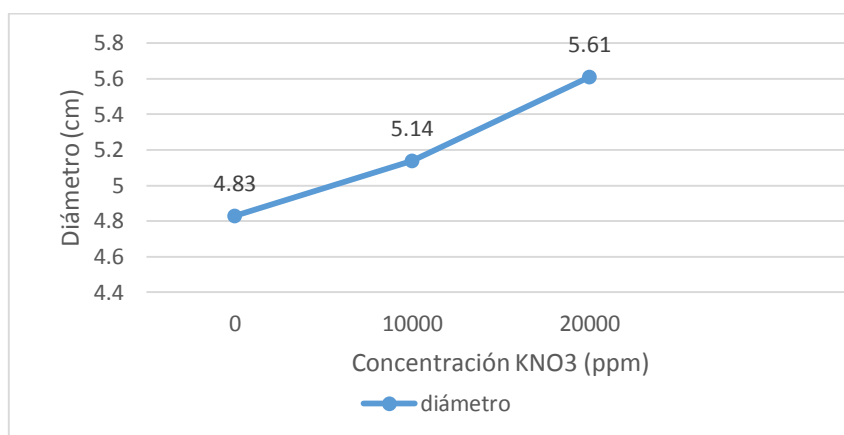


Figura 13. Efecto del tratamiento pre cosecha de KNO_3 en el diámetro (cm) de la flor de rosa

4.5. Efecto del tratamiento pre cosecha de ejes florales de rosa con ANA, KNO_3 y CaCl_2 en el grado de apertura de la flor de rosa

La fase de mantenimiento en florero se inició con los veintisiete tratamientos con botones florales con Grado 3 de apertura floral (de 25° a 65° con respecto a la parte superior del cáliz). Posteriormente, entre los días 4 y 7 de la fase de mantenimiento en florero, los botones florales correspondientes a los veintisiete tratamientos alcanzaron el Grado 4 de apertura floral (pétalo abierto hasta los 90° con respecto a la parte superior del cáliz), el cual se mantuvo hasta el día 13 en el tratamiento T_2 (0 auxina+ 0 KNO_3 + 5000 CaCl_2).

Con excepción de este tratamiento, entre los días 13 a 16 de la fase de mantenimiento en florero, los botones florales alcanzaron su máxima apertura floral (Grado 5 = pétalo más de 90° de apertura con respecto a la parte superior del cáliz) (Tabla 7).

De lo expresado se deduce que el tratamiento control alcanza la máxima apertura floral (grado 5) en el menor tiempo (décimo día de la fase de mantenimiento en el florero). A diferencia de éste, los ejes florales de rosa tratados con 8 y 16 ppm de ANA, ambos combinados con 0 ppm de KNO_3 y CaCl_2 (tratamientos 10 y 19) lograron su máxima apertura floral (grado 4) en el mismo periodo (10 días), señalando que estas concentraciones de ANA no benefician a la apertura floral.

Todos los tratamientos, excepto el 1,2,4,10, 11, 13, 14, 19, 20, 22 y 23 registraron su máximo grado de apertura en el día 13, pero, además, esta máxima apertura se extendió hasta el día 16 de la fase de mantenimiento en florero, destacando con ello el efecto positivo del KNO_3 y CaCl_2 , de manera individual o combinada, en la apertura floral y mantenimiento del estado de flor abierta hasta los 16 días de iniciada la fase de mantenimiento en florero. Resultados similares han sido obtenidos por Michalczuk et al. (2013), quienes reportan que el calcio aplicado a flores cortadas de rosa, principalmente como $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, pero también como CaCl_2 , después de acumularse en todas las partes florales, incluyendo a los pétalos, extienden la longevidad y promueven la apertura de la flor.

Torre et al. (2002) también señala que tanto en flores completas como en pétalos de los cvs de rosa Mercedes y Baroness, el tratamiento con CaCl_2 promueve la apertura y posterga la senescencia. Las flores tratadas permanecieron túrgidas y continuaron su crecimiento inicial de pos cosecha por largos periodos de tiempo. El tratamiento con calcio retardó el descenso en el contenido de proteínas y fosfolípidos de las membranas, incrementó la actividad ATPasa en los pétalos senescentes, disminuyó el eflujo de electrolitos y suprimió la producción de etileno. Todos estos factores contribuyen al mantenimiento del transporte de solutos y vitalidad de los tejidos.

TRATAMIENTO	CLAVE	DIAS DE EVALUACION					
		1 DIA	4 DIAS	7 DIAS	10 DIAS	13 DIAS	16 DIAS
T ₁	a0n0c0	3	3	4	5		
T ₂	a0n0c1	3	3	4	4	4	
T ₃	a0n0c2	3	3	4	4	5	5
T ₄	a0n1c0	3	3	4	5	5	
T ₅	a0n1c1	3	3	4	5	5	5
T ₆	a0n1c2	3	3	4	5	5	5
T ₇	a0n2c0	3	3	4	5	5	5
T ₈	a0n2c1	3	3	4	5	5	5
T ₉	a0n2c2	3	3	4	4	5	5
T ₁₀	a1n0c0	3	3	4	4		
T ₁₁	a1n0c1	3	3	4	4	5	
T ₁₂	a1n0c2	3	3	4	4	5	5
T ₁₃	a1n1c0	3	3	4	4	5	
T ₁₄	a1n1c1	3	3	4	4	5	
T ₁₅	a1n1c2	3	3	4	4	5	5
T ₁₆	a1n2c0	3	4	4	5	5	5
T ₁₇	a1n2c1	3	4	4	5	5	5
T ₁₈	a1n2c2	3	4	4	5	5	5
T ₁₉	a2n0c0	3	3	4	4		
T ₂₀	a2n0c1	3	3	4	4	5	
T ₂₁	a2n0c2	3	3	4	4	5	5
T ₂₂	a2n1c0	3	3	4	5	5	
T ₂₃	a2n1c1	3	4	4	5	5	
T ₂₄	a2n1c2	3	4	4	4	5	5
T ₂₅	a2n2c0	3	4	4	4	5	5
T ₂₆	a2n2c1	3	4	4	4	5	5
T ₂₇	a2n2c2	3	4	4	4	5	5

4.6. Efecto del tratamiento pre cosecha de ejes florales de rosa con ANA, KNO₃ y CaCl₂ en el contenido de materia seca de los ejes florales de rosa.

El ANVA para el efecto del ANA, KNO₃ y CaCl₂ en el contenido de materia seca de los ejes florales de rosa (Tabla 7), muestra alta significación estadística para el factor CaCl₂, lo cual indica que las dosis de (0, 5 000, 10 000 ppm) influenciaron en el contenido de materia seca de los ejes florales de rosa; en cambio, tanto la variable ANA, y las interacciones de las tres variables estudiadas no tuvieron efecto estadístico en el contenido de materia seca de los ejes florales de rosa. El coeficiente de variación (CV = 3,55 %), indica que la conducción del experimento y los resultados obtenidos son confiables.

Tabla 6. ANVA para el efecto del tratamiento precosecha de ANA, KNO₃ y CaCl₂ en el contenido de materia seca de los ejes florales de rosa. Datos registrados al término del periodo experimental

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	F tabular	
					0.05	0.01
ANA	0,96	2	0,48	0,1 ns	3,17	5,02
KNO ₃	12,45	2	6,22	1,28 ns	3,17	5,02
CaCl ₂	59,33	2	29,67	6,11 **	3,17	5,02
ANA*KNO ₃	9,95	4	2,49	0,51 ns	2,54	3,69
ANA*CaCl ₂	6,68	4	1,67	0,34 ns	2,54	3,69
KNO ₃ *CaCl ₂	32,27	4	8,07	1,66 ns	2,54	3,69
ANA*KNO ₃ *CaCl ₂	6,69	8	0,84	0,17 ns	2,11	2,86
Error	262,33	54	4,86			
Total	390,65	80				

CV = 3,55 %. **= alta significación estadística al 99%. ns = no significativo.

Aun cuando no se presentaron claras diferencias estadísticas entre las dosis de CaCl₂ y sus efectos en el contenido de materia seca de los ejes florales de rosa el tratamiento testigo (0 ppm de CaCl₂) indujo un menor contenido de materia seca de los ejes florales de rosa (61,14 %). Comparado con este tratamiento, la aplicación de 5 000 y 10 000 ppm de CaCl₂ incrementaron el contenido de materia seca de los ejes florales de rosa a 61,99 y 63,22%, respectivamente (Fig. 14).

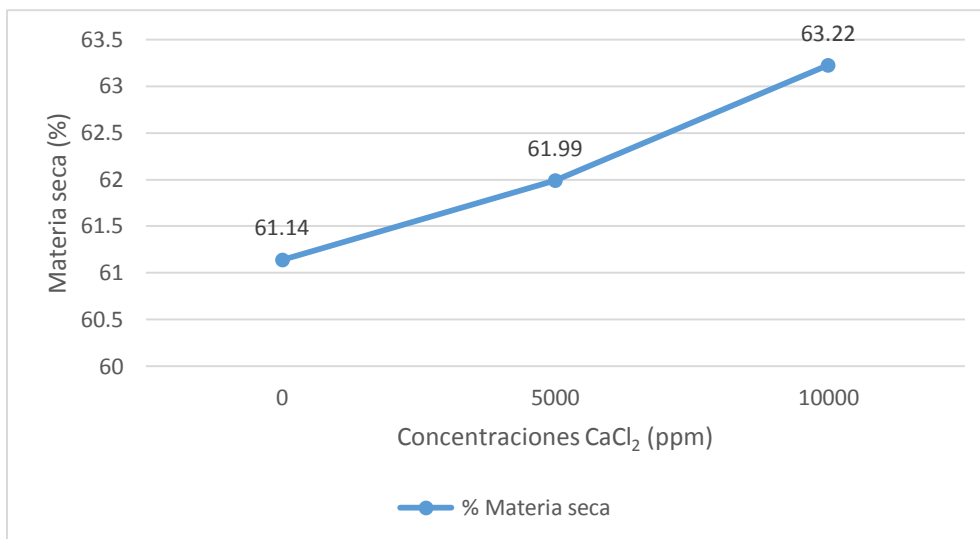


Figura 14. Efecto de la concentración CaCl₂ en el contenido de materia seca (%) de los ejes florales de rosa.

Se deduce entonces, que la aplicación foliar de CaCl₂, en pre cosecha, incrementa el contenido de materia seca de los ejes florales de rosa; sin embargo, este incremento es escaso comparada con el tratamiento testigo (2.08%). Si se considera que los principales componentes de la materia seca son los materiales de las paredes celulares, tales como los carbohidratos y lignina, más los componentes protoplasmáticos como las proteínas, lípidos, amino ácidos, ácidos orgánicos y ciertos elementos que forman las partes no esenciales de algunos compuestos (Salisbury and Ross, 1994), entonces se propone que el mayor peso seco de los ejes florales tratados con calcio deriva de su rol como constituyente de la laminilla media de las paredes celulares y como agente estabilizador de las membranas celulares.

4.7. Efecto del tratamiento precosecha de ejes florales de rosa con ANA, KNO₃ y CaCl₂ en el peso específico de los pétalos (g.cm⁻²)

El ANVA para el efecto del ANA, KNO₃ y CaCl₂ en el peso específico de los pétalos (Tabla 8), muestra que no hay significación estadística para los factores en estudio, ni para sus interacciones. Por lo tanto, se descarta el efecto de los factores en estudio en la relación entre el peso y el volumen que ocupan los pétalos, asumiéndose que estos componentes de la relación son dependientes de factores no asumidos en la presente investigación. El coeficiente de variación (CV = 12,46 %), indica que la conducción del experimento y los resultados obtenidos son confiables.

Tabla 7. ANVA para el efecto del tratamiento pre cosecha de ANA, KNO₃ y CaCl₂ en el peso específico de los pétalos de rosa. Datos registrados al término del periodo experimental

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	F tabular	
					0.05	0.01
ANA	0,98	2	0,49	0,61 ns	3,17	5,02
KNO ₃	5	2	2,5	3,14 ns	3,17	5,02
CaCl ₂	3,63	2	1,81	2,28 ns	3,17	5,02
ANA*KNO ₃	5,44	4	1,36	1,71 ns	2,54	3,69
ANA*CaCl ₂	3,44	4	0,86	1,08 ns	2,54	3,69
KNO ₃ *CaCl ₂	1,41	4	0,35	0,44 ns	2,54	3,69
ANA*KNO ₃ *CaCl ₂	3,02	8	0,38	0,47 ns	2,11	2,86
Error	42,95	54	0,8			
Total	65,87	80				

CV = 12,46 %. **= alta significación estadística al 99%. ns = no significativo.

4.8. Efecto del tratamiento pre cosecha de ejes florales de rosa con ANA, KNO₃ y CaCl₂ en el área petalar (cm²) de la flor de rosa

El ANVA para el efecto del ANA, KNO₃ y CaCl₂ en el área petalar de la flor de rosa (Tabla 9), muestra la existencia de alta significación estadística para los factores ANA y KNO₃, así como para su correspondiente interacción. Esto indica que las dosis de ANA (0, 8 y 16 ppm) y KNO₃ (0, 10 000, 20 000 ppm) o sus combinaciones influenciaron en el área de los pétalos de rosa. Contrariamente, tanto la variable CaCl₂ como sus interacciones con ANA y KNO₃, no tuvieron efecto estadístico alguno en la misma variable. El coeficiente de variación (CV = 5,24 %), indica que la conducción del experimento y los resultados obtenidos son confiables.

Tabla 8. ANVA para el efecto del tratamiento pre cosecha de ANA, KNO₃ y CaCl₂ en el diámetro (cm) de la flor de rosa. Datos registrados al término del periodo experimental

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	F tabular	
					0.05	0.01
ANA	13,87	2	6,93	5,31 **	3,17	5,02
KNO ₃	44,94	2	22,47	17,21 **	3,17	5,02
CaCl ₂	1,33	2	0,67	0,51 ns	3,17	5,02
ANA*KNO ₃	23,86	4	5,97	4,57 **	2,54	3,69
ANA*CaCl ₂	6,06	4	1,52	1,16 ns	2,54	3,69
KNO ₃ *CaCl ₂	2,54	4	0,63	0,49 ns	2,54	3,69
ANA*KNO ₃ *CaCl ₂	15,7	8	1,96	1,5 ns	2,11	2,86
Error	70,52	54	1,31			
ANA	178,83	80				

CV = 5,24 %. **= alta significación estadística al 99%. ns = no significativo.

El análisis de los efectos simples señala que el tratamiento pre cosecha de los ejes florales de rosa con ANA no favorece el incremento del área petalar de la rosa. En ausencia de ANA, las flores de rosa registraron la máxima área petalar (22,15 cm² por flor). Sin embargo, cuando los ejes florales son tratados en pre cosecha con ANA, el área decae conforme se eleva la concentración de éste regulador del crecimiento. Así, al aumentar la concentración de ANA de 0 a 8 y 16 ppm, el área petalar decreció de 22.15 a 22.02 y 21,21 cm² por flor, respectivamente (Fig. 15).

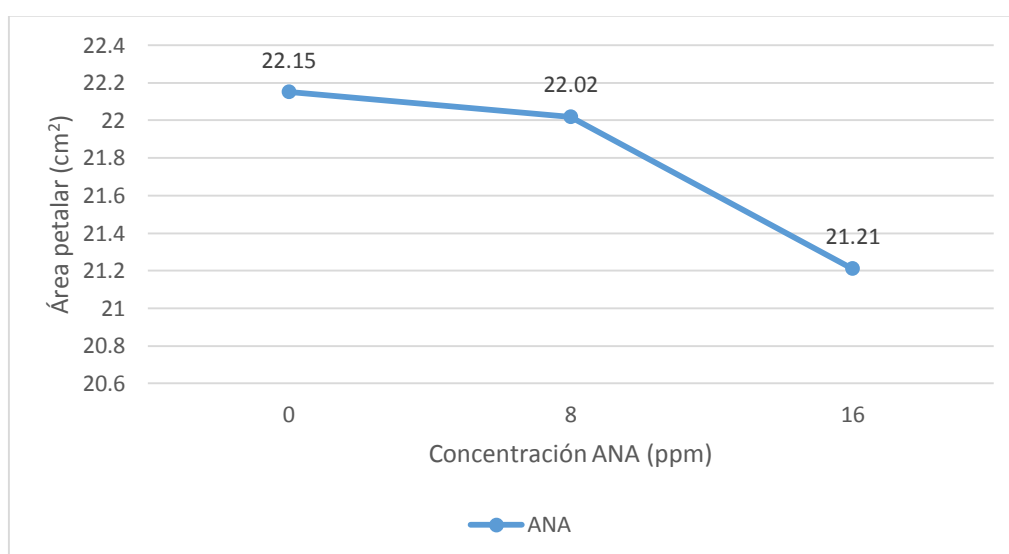


Figura 15. Efecto de la concentración ANA en el área petalar de la flor de rosa.

De modo semejante, el tratamiento de pre cosecha de los ejes florales con KNO_3 tampoco beneficia la expansión del área de pétalos. Las flores de rosa formadas en ejes florales no tratados con KNO_3 registraron la máxima expansión del área de sus pétalos ($22,62 \text{ cm}^2$ por flor). El tratamiento de ejes florales con $10\,000 \text{ ppm}$ de KNO_3 disminuyó el área petalar a $21,93 \text{ cm}^2$ por flor; y finalmente, con la máxima dosis de KNO_3 ($20\,000 \text{ ppm}$), el área petalar continuó disminuyendo hasta ubicarse en $20,82 \text{ cm}^2$ por flor (Fig. 16).

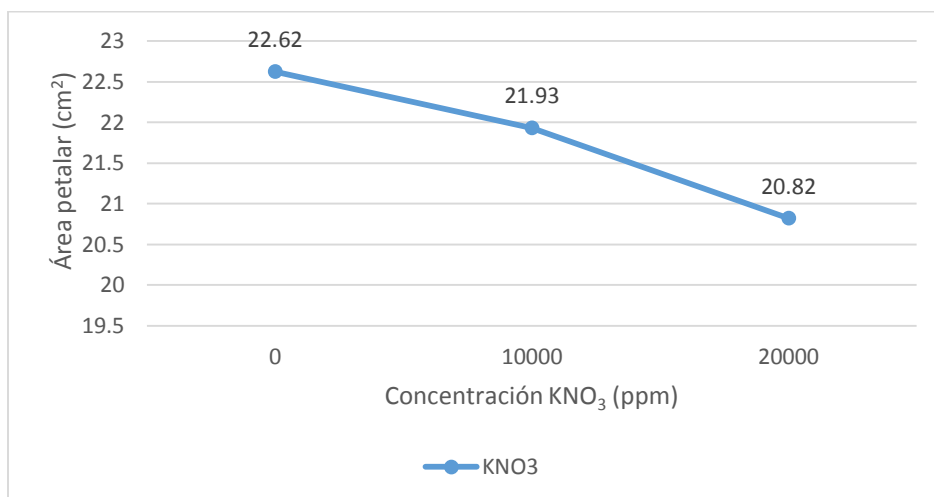


Figura 16. Efecto de la concentración KNO_3 en el área petalar de la flor de rosa.

El análisis del comportamiento del ANA en cada nivel de KNO_3 y su efecto en el área petalar de la flor de rosa (Figura 17) demuestra que, en ausencia de ANA (0 ppm) el área petalar fue de $20,57 \text{ cm}^2$, aumentando a $23,31 \text{ cm}^2$ con $10\,000 \text{ ppm}$ de KNO_3 , para luego disminuir a $22,55 \text{ cm}^2$ con 8 ppm de ANA. Con una dosis estable de 8 ppm de ANA, los aumentos en la dosis de KNO_3 , de 0 a $20\,000 \text{ ppm}$, se asociaron con incrementos en el área petalar de $21,63$ a $22,83 \text{ cm}^2$, respectivamente. Finalmente, con un nivel constante de 16 ppm de ANA, las aplicaciones foliares de KNO_3 , en dosis de 0 , $10\,000$ y $20\,000 \text{ ppm}$, estuvieron asociadas con áreas petalares de $20,25$; $20,89$ y $22,48 \text{ cm}^2$, respectivamente, todas inferiores a las obtenidas con $10\,000$ y 0 ppm de ANA. Es evidente entonces que el ANA no contribuye a mejorar el área de los pétalos de la flor de rosa.

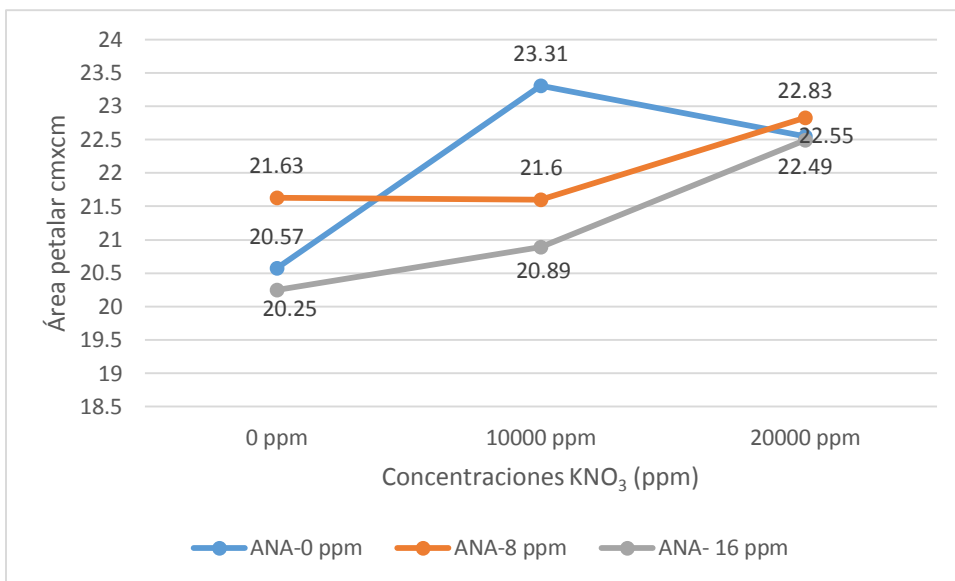


Figura 17. Comportamiento del ANA en cada nivel de KNO₃ y su efecto en el área petalar de la flor de rosa

Al analizar el comportamiento del KNO₃ en cada nivel de ANA y su efecto en el área petalar de la flor de rosa (Figura 18) se demostró que, en ausencia de ANA la mayor área petalar fue obtenida en la flor, cuyos ejes florales fueron tratados, en pre cosecha, con 10 000 ppm de KNO₃ (23,31 cm²). A partir de este valor, el área petalar disminuyó a 21,63 y 20,89 cm² cuando el KNO₃ (10 000 ppm) fue combinado con 8 y 16 ppm de ANA, respectivamente, confirmándose así el efecto positivo de KNO₃ y negativo de ANA en el área petalar de la flor de rosa.

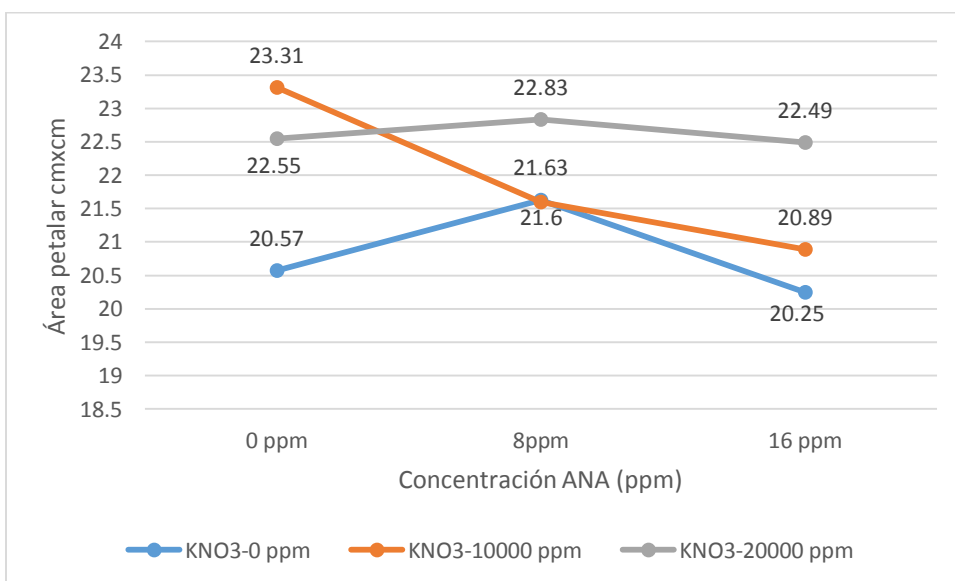


Figura 18. Comportamiento del KNO₃ en cada nivel de ANA y su efecto en el área petalar de la flor de rosa.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

1. La aspersión foliar de plantas de rosa con KNO_3 y CaCl_2 , quince, ocho y medio día (12 h) antes de la cosecha de sus flores, tiene un efecto sinérgico en la extensión de su vida de florero. En comparación con el tratamiento testigo, la combinación de las dosis más altas de ambas sales (20 000 ppm de KNO_3 y 10 000 ppm de CaCl_2 , equivalente a una relación $\text{K}^+/\text{Ca}^{+2}$ de 2:1) incrementó en 89% el promedio del periodo de vida en florero de las flores de rosa.
2. Los ejes florales de rosa que no recibieron tratamiento con KNO_3 y CaCl_2 (Tratamiento testigo) mantuvieron el color verde perlado de sus hojas por espacio de 8 días después de su corte y mantenimiento en florero. Este periodo fue gradualmente incrementándose de 8 a 10 y 13 días, conforme la dosis de KNO_3 se elevó de 0 a 10 000 y 20 000 ppm, respectivamente; o de 8 a 12 y 15 días, conforme la dosis de CaCl_2 se incrementó de 5 000 a 10 000 ppm, respectivamente.
3. A medida que los niveles de KNO_3 aumentan de 0 a 10 000 y 20 000 ppm, el color verde perlado de las hojas se mantuvo por 12; 13 y 14 días, respectivamente. De modo semejante, con el incremento de la dosis de CaCl_2 de 0 a 5 000 y 10 000 ppm, la duración del color verde perlado de las hojas se mantuvo por 10, 13 y 16 días, respectivamente.
4. En ausencia de ANA (0 ppm), el consumo hídrico promedio de los ejes florales de rosa, aumentó de 16,29 a 17,07 y 17,82 mL. dia^{-1} en respuesta al aumento de la concentración de KNO_3 de 0 a 10 000 y 20 000 ppm, respectivamente, tendencia que expresa el rol positivo del potasio en la absorción de agua. Contrariamente, con 8 ppm de ANA, todo aumento de la dosis de KNO_3 (0 a 20 000 ppm) contribuyó a disminuir el consumo hídrico promedio de los ejes florales de 17,71 a 17,12 y 15,78 mL. dia^{-1} , señalando que mientras el ANA disminuye el ingreso de agua, el KNO_3 favorece su retención en los tejidos del eje floral de rosa.

5. El tratamiento testigo (0 ppm de KNO_3) indujo un menor diámetro promedio de flor (4.83 cm). Comparado con este tratamiento, la aplicación de 10 000 y 20 000 ppm de KNO_3 , aumentó el diámetro promedio de la flor a 5,14 y 5,61 cm, respectivamente, efecto que estuvo correlacionado con el mayor grado de apertura de pétalos, mas no con el aumento del área petalar.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- Abdolmaleki, M; Khosh-Khui, M; Eshghi, S; Ramezani, A. 2015. Improvement in vase life of cut rose cv. 'Dolce Vita' by preharvest foliar application of calcium chloride and salicylic acid. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 21 (1): 55-66.
- Agustí, M. 2003. *Citricultura*. 2nd. ed. Madrid: Mundi-Prensa. 422p.
- Alcántar, S. 2014. Efecto de la radiación solar en la germinación y desarrollo de chile manzano (*Capsicum pubescens*) (Doctoral dissertation).
- Baeba, R. 1974. Induction of flowering of mango by chemical spray. *Crop Science Society of the Philippines Proceedings, Manila*, v.5, p.154-160.
- Bastidas, E; Santana, C. 2000. Respuesta del cultivo de rosa Rosa adorata Var. Madame Delbard a diferentes láminas de riego, bajo invernadero en la Sabana de Bogotá. 149P.
- Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrientes por los cultivos. San José, Costa Rica: ACCS
- Bidwell, R. 1983. *Fisiología vegetal*. AGT Editor. México, D. F. p63.
- Bolívar, P. 1999. Effect of pre- and postharvest treatments on flower longevity of 'Ariana' cut roses. En: *Acta Horticulturae*. Vol. 482, 83-87.
- Bolívar, P; Mora, A; Florez, V; Fischer, G. 2005. El Acido alfa- Naftalenacético prolonga la vida en la poscosecha de rosas de corte. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. 58 (2), 2883-2891.
- Brenner, M; Cheikh, N. 1995. Hormones in photosynthate partitioning and seed filling. In: Davies PJ (ed) *Plant hormones*. Kluwer, Dordrecht. pp 649-670
- Burbano, H. 1990. El suelo una visión sobre sus componentes biogénicos. Pasto (Colombia): ICA: p. 420.
- Calvache, M. 1999. Exportación de Nutrientes en el Cultivo de Rosas Bajo Invernadero. Curso internacional de Manejo de Agua y Fertilización en Cultivos Intensivos. Quito, Ecuador:
- Caneva, S. 2008. *El Rosal*. Segunda edición. Albatros. Buenos Aires, Argentina. pp. 252-281. 20.
- Chango, X. 2009. Evaluación de tres productos a base de calcio con aplicaciones foliares, en tres dosis en el cultivo de rosas var. Forever Young. Bajo invernadero. Tesis Ing. Agrónomo. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 112 p.

- Chicaiza, C. 2006. Efecto del pH de los preservantes en la vida útil de dos variedades de rosas. Tesis de Ing. Agroindustrial. Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte. Pg. 37.
- Cilloniz, B. 2008. Manual completo para cultivar rosas. Agroforum (en línea). Consultado 05 feb. 2019. Disponible en <https://www.agroforum.pe/floricultura/manual-completo-cultivar-rosas-21745/>.
- Conway, W ; Sams, C; Watada, A.1995. Relationship between total and cell bound calcium in apples following postharvest pressure infiltration of calcium chloride. *Acta Hortic.* 398:31-39.
- Correa, E. 2015. Efecto de varios hidratantes en variedades de Rosas (*Rosa spp.*) durante la post-cosecha. Tesis ing. Guayaquil, Ecuador, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. 129 p.
- Cortés, S. y Cid, M. 2002. El rendimiento y la calidad en el cultivo de la rosa (*Rosa spp.*) sometida a diferentes manejos. In Congreso Científico del INCA (13,2002, La Habana). Memorias. CDROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. ISBN 9597023-22-9.
- Cross, M. 2000. Quality and Postharvest Performance of Cut Roses Grown in Root Media Containing Coal Botton Ash. Tesis Ph.D. College of Agriculture and Forestry at West Virginia University.
- Davenport, T. 1998. Management of mango flowering and vegetative growth in the tropics. Universidad de Florida, CIET. Centro de Documentación CCI. 18 p.
- De la Riva-Morales, F. 2011. Pos cosecha de flores de corte y medio ambiente. *Revista IDESIA*, Vol. 29 (3),125-130.
- Dole, J. y Wilkins, H. 2005. Floriculture: Principles and Species. Pearson. Prentice Hall. New Jersey, USA. 1023 p.
- Domínguez, A. 1989. Tratadi de fertilización. Primera edición Ediciones Mundi. Madrid España. 57,58 pp.
- 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
- Espinosa, L; Calvache, M. 2007. Identificación de curvas de absorción de nutrientes en dos variedades de Rosa (*Rosa sp*) en tres etapas fenológicas utilizando dos conductividades eléctricas. Checa-Pichincha. *Revista Rumipamba*. 21 (1): 15-89
- Fainstein, R. 1997. Manual para el cultivo de rosa en Latinoamérica. Universidad Politécnica Salesiana. Quito, Ecuador. p. 247.
- Ferrer, M.; Palomo, P. 2001. La producción de rosas en cultivo protegido. Sevilla (España): pirámide. pp. 30-40. I
- Fischer, G. 2000. Fisiología en almacenamiento de la flor colombiana. *Acopaflor* 6(4):81-84.

- Fischer, G; Roncancio, V. 2014. Efecto de la cosecha sobre fisiología, calidad y longevidad de la flor de corte. *Acoflor* 6:32-37.
- González, S.; Zavaleta, A. 2012. El CaCl₂ en la vida florero de gerbera: pigmentos, fenoles, lignina y anatomía del escapo. *Rev. Mex. Cienc. Agric.* 3 (3), 539-551.
- Greer, L. 2000. Sustainable Cut Flower Production. ATTRA. Appropriate Technology Transfer Rural Areas. Fayetteville, Arkansas, USA. 2000; 12-18. Consultado 27/09/2018 Disponible en; <https://core.ac.uk/download/pdf/27248023.pdf>
- Guardiola, JL. y Garcia, A. 1990, Fisiología vegetal I: Nutrición y transporte. Ed. Síntesis. Madrid.
- Haserk, R. 2002. Introducción a la floricultura. Segunda edición. Academic Press. San Diego, USA. p. 102-104.
- InfoAgro. 2012. El cultivo de las rosas para corte (en línea). Consultado el 15 abr. 2019. Disponible en <http://www.infoagro.com/flores/flores/rosas2.htm>
- INPOFOS. 2007. Manual internacional de fertilidad de suelos. pp. 4-9.
- Joo, J; Bae, Y; Lee, J. 2001. Role of auxin-induced reactive oxygen species in root gravitropism. *Plant Physiol.* Pp. 1055-1060.
- Klasman, R. 2001. Enfriar las flores. *El Florista* (en línea, sitio web). Disponible en <http://www.buscagro.com/biblioteca/RolandoKlasman.pdf>.
- Latorre, F. 2011. La vida de Las Plantas. Quito, Ecuador: Editorial Universitaria. Linares,
- Latorre, F. 2006. Folleto de clase. Fisiología Vegetal. Quito (Ecuador). Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. pp. 126, 129,143, 148.
- Li-Jen, L; Yi-Mei, C. 2000. Postharvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulfate and sucrose. *Botanical Bulletin of Academia Sinica.* Pp. 299-303.
- López, J. 1998. El cultivo del rosal en invernadero. Madrid: Mundi Prensa.
- Lopez, P; Neisa, D; Bacca, C; Florez, V. 2008. Evaluación de preservantes florales en la pos cosecha de tres variedades de clavel estándar. *Agronomía Colombiana online* 26 (1): 116- 126
- Luang-Liang Huang; Li-Jen Liao; Rong-Show Shen; Wen-Shaw Chen; Yu-Han Lin. 2002. The synergistic effect of maleic acid hydrazide (1,2-dihydro-3,6-pyridazinedione) and sucrose on vase life of cut roses. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 42, 637-641.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Ed. Academic Press. Limited, London. 889 pp.
- Mena, N. 2003. Desarrollo de la floricultura en el Ecuador. Corporación Captus. p. 150.

- Mendez, F. 2010. Identificación de parámetros productivos de variedades de Rosa (rosa sp.). Tabacundo, Pichincha. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 95p.
- Mendez, F. 2013. Identificación de parámetros productivos de variedades de Rosa (rosa spp). Tabacundo, Pichincha: Universidad Central del Ecuador. 68p.
- Michalczuk, R; Bowden, H; Verdejo, A; Clark, L. 2011. Psychol Med. Dec; Impulsivity and cognitive distortions in pathological gamblers attending the UK National Problem Gambling Clinic: A preliminary report. Psychological Medicine. 41(12):2625-35.
- Muñoz, E. 2004. Respuesta del cultivo de Rosas (Rosa spp.) variedad Marjan a la aplicación de dos bioestimulantes en tres etapas de crecimiento. Cayambe, Pichincha. Tesis de grado Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador. 98 p.
- Nowak, J, Rudnicki, M. 1990. Postharvest Handling and Storage of Cut Flowers, Florist Greens, and Potted Plants. Ed. Chapman and Hall. New York, USA. 210 p.
- Padilla, A. (2007). Curvas de absorción de nutrientes de la rosa variedad Rockefeller bajo condiciones de macrotúnel en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga. Cotopaxi, Ecuador. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ing. Agr. Honduras: Universidad Zamorano.
- Pardo, F y Flórez, V. 2011. Estado del arte de la pos cosecha de flores de corte en Colombia. En: Flórez, V. (Ed.). Avances sobre fisiología de la producción de flores de corte en Colombia (en línea). Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia, p109-131. Consultado 30 set. 2018. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/269995957>
- Pardo, F. 2010. Estado del arte de la pos cosecha de flores en Colombia. s.l., Universidad Nacional de Colombia. 38 p.
- Pizano, M. 2003. Cultivo moderno de la Rosa bajo invernadero. (Asocolflores, Ed.) Bogota - Colombia: Hortitecna Ltda.
- Pizano, M. 1997. Floricultura y medio ambiente, la experiencia de Colombia. Bogotá. Hortitecna. p. 107-137.
- Pooaiah, B. And Leopold, A. 1973. Inhibition of abscission by calcium. Plant Physiol. 51: 848-851.
- Quiroz, W. 2014. Evaluación del comportamiento del botón (Rosa spp) Freedom, utilizando cinco colores de capuchón en finca florícola Manuela Tabacundo. Tesis Ing. Quito, Ecuador, Universidad Politécnica Salesiana. 84 p.
- 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, M; Trejo, L; Merino, F. y Sánchez, G. 2010. La relación de K^+/Ca^{2+} de la solución nutritiva afecta el crecimiento y calidad poscosecha del tulipán. *Rev. Fitotec. Mex.* 33(2): 149-156.
- Reid, M. 2009. Pos cosecha de las flores cortadas Manejo y recomendaciones. Pos cosecha Primera Ed:210.
- Requena, J. 1991. La pos cosecha de flor cortada. Utilización de soluciones de conservación. *Hortofruticultura*, Vol. 9, 74-77.
- Reuter, D and Robinson, J. 1986. *Plant Analysis: An Interpretation Manual*. Inkata Press.
- Rimache, A. 2009. *Floricultura: Cultivo y comercialización*. Madrid: Starbook.
- Rodríguez M., Ma. de las N. 1997. Fertilización foliar en el cultivo de tomate en condiciones de invernadero. Tesis Doctoral. EDAF-IRENAT-CP. Montecillo, Méx. 209 p.
- Rosen Tantau, C. 2011. Consultado 15 set. 2018. Disponible en rosencol@rosentantau.com. Recuperado el 14 de octubre de 2011, de www.rosen-tantau.com
- Salinger, J. 1991. *Commercial flower growing*. (M. University, Ed., & F. F. Giné, Trad.) Zaragoza, España: Acribia, S.A.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. 1994. *Fisiología Vegetal*. México, Iberoamérica, p. 363-365.
- Sánchez, M. 2013. Efecto de la fertilización cálcica en el desarrollo del cultivo de rosa (Rosa híbrida) var. Freedom y vida poscosecha. Tesis Ing.Agrónomo, Tenancingo, México. Universidad Autónoma del Estado de México. 96 p.
- Santacruz, A. 2008. Efecto de tres tiempos de refrigeración y tres soluciones hidratantes en el manejo de pos cosecha de tres variedades de rosa exportación en Quichinche- Imbabura. Tesis Ing. Universidad Técnica del Norte. 127 p.
- Serrano, M. 2002. Effect of calcium deficiency on melon (*Cucumis melo* L.) texture and glassiness incidence during ripening. *Food Sci. Technol. Inter.* 8(3): 147-154.
- Shabala, S. 2003. Regulation of potassium transport in leaves: from molecular to tissue level. *Ann. Bot.* 92:627-634.
- 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.
- Torre, S; Borochoy, A; Halevy, A. 1999. Calcium regulation of senescence in rose petals. *Phys. Plant.* 107:214-219.
- Torre, S; Fjeld, T; Gislerod, H. 2002. 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

- Unad. 2004. "Cultivo de Rosa (Rosa spp)". consultado 02 de febrero de 2019, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/302568/Material_didactico
- Van Leperen, W. and Van Gelder, A. 2006. Ion-mediated flow changes suppressed by minimal calcium presence in xylem sap in Chrysanthemum and Prunus laurocerasus. *J. Exp. Bot.* 57(11):2743-2750.
- Verlinde, S.; Vicente, G. 2004. Sucrose loading decreases ethylene responsiveness in carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. White Sim) petals. *Postharvest Biology and Technology*, Vol. 31(3), 305-312.
- Villarruel, M; Cevallos, W. 2012. Influencia de tres soluciones hidratantes con y sin promotor de haces vasculares en el comportamiento de cuatro variedades Rosas (*Rosa sp*) para exportación. Universidad Técnica del Norte. 98 p.
- Volpin H. and Elad Y. 1991. Influence of calcium nutrition on susceptibility of rose flowers to botrytis blight. *Phytopathology* 81:1390-1394
- White, P. and Broadley, M. 2003. Calcium in Plants. *Annals of Botany*, 92, 487-511.
- Yong, A. 2004. El cultivo del rosal y su propagación. *Cultivos Tropicales del Departamento de Fitotecnia* 25: 139-160.