

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Profesional de Agronomía



TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

**EFFECTO DEL ZINC COMO TRATAMIENTO POST COSECHA EN
LA VIDA ÚTIL Y CALIDAD DE LA FLOR DE *Rosa hybrida* L. Cv.
Freedom**

PRESENTADO POR

BACHILLER : Milagros Ordóñez Zelada

ASESORES : Ing. Agr. Mg. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacandori

Ing. Manuel Gilberto Malpica Rodríguez


**CAJAMARCA - PERÚ
-2024-**



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- Investigador:
MILAGROS ORDÓÑEZ ZELADA
DNI: 44265704
Escuela Profesional/Unidad UNC:
de Agronomía
- Asesor:
Ing. Mg. Sc. JHON ANTHONY VERGARA COPACONDORI
Facultad/Unidad UNC:
de Agronomía
- Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación: EFECTO DEL ZINC COMO TRATAMIENTO POST COSECHA EN LA VIDA ÚTIL Y CALIDAD DE LA FLOR DE *Rosa hybrida* L. Cv. Freedom
- Fecha de evaluación: 15/11/2024
- Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud: 12%
- Código Documento: Oid:3117:405731548
- Resultado de la Evaluación de Similitud: 12%
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 15/11/2024

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 _____ Ing. Mg. Sc. JHON ANTHONY VERGARA COPACONDORI DNI: 40660663



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los diecinueve días del mes de setiembre del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 058-2024-FCA-UNC, de fecha 09 de febrero del 2024**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "EFECTO DEL ZINC COMO TRATAMIENTO POST COSECHA EN LA VIDA ÚTIL Y CALIDAD DE LA FLOR DE *Rosa hybrida* L. Cv. Freedom", realizada por la Bachiller **MILAGROS ORDÓÑEZ ZELADA** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las diecisiete horas y quince minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de quince (15); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las dieciocho horas y quince minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.


Dr. Juan Edmundo Chávez Rabanal
PRESIDENTE


Ing. José Lizandro Silva Mego
SECRETARIO


MBA Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda
VOCAL


Ing. Mg. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacandori
ASESOR


Ing. M. Sc. Manuel Malpica Rodríguez
ASESOR

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Primitivo Ordóñez y Juana Zelada, por su apoyo incondicional y constante en cada momento de mi vida y porque me impulsaron para lograr cada uno de mis objetivos.

A mis hijos Faviana y Cristofer, por ser mi motor y motivo diariamente, por cambiarme la vida y ser la razón de cada uno de mis logros.

A mis hermanos, Magaly, Carlos, Moisés y Marco, por su apoyo moral y económico con lo que me ayudaron a lograr un objetivo más en mi vida profesional.

A mi abuelita, Purificación que, desde el cielo, vela por mí y porque cumpla cada uno de mis objetivos trazados.

AGRADECIMIENTO

A Dios por estar siempre conmigo a cada instante y por permitir que realice cada uno de mis objetivos y llegar hasta aquí, y sé que de su mano mi vida estará llena de bendiciones.

Al Ing. Agr. Mg. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacandori, por su apoyo y tiempo dedicado como asesor y sus aportes constructivos e instrucciones para realizar el presente trabajo.

Al Ing. Agr. Mg. Sc. Manuel Gilberto Malpica Rodríguez, por su apoyo brindado en el proceso de desarrollo de la presente tesis.

A los docentes que me brindaron conocimientos a lo largo de mi formación profesional.

A mis padres, mis hijos y hermanos por su motivación, afecto, consejos y apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis amigos y compañeros quienes me apoyaron en diferentes etapas de la ejecución del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Bases teóricas	6
2.2.1. <i>Rosa hybrida</i> Cv. "Freedom"	6
a. Taxonomía	6
b. Fenología	7
b.1. <i>Día cero</i>	8
b.2. <i>Yema Inducida</i>	9
b.3. <i>Brote en espuela</i>	9
b.4. <i>Panoja</i>	9
b.5. <i>Punto arroz</i>	9
b.6. <i>Punto arveja</i>	9
b.7. <i>Punto garbanzo</i>	9
b.8. <i>Punto rayando color</i>	9
b.9. <i>Punto desprendimiento de sépalos</i>	9
b.10. <i>Punto de corte</i>	10
c. Cosecha	10
c.1. <i>Hora de corte</i>	10
c.2. <i>Punto de corte</i>	11
c.3. <i>Corte</i>	11
d. Postcosecha	12
d.1. <i>Tratamientos</i>	14
d.1.1. <i>Hidratación</i>	14

d.1.2. Pulsado	15
d.1.3. Soluciones de mantenimiento	16
d.2. Factores	17
d.2.1. Madurez de las flores	17
d.2.2. Temperatura	17
d.2.3. Suministro de alimento floral	17
d.2.4. Suministro de agua	17
d.2.5. Bloqueo vascular	18
a. Bloqueo por aire (embolia)	18
b. Presencia de microorganismos	19
e. Fisiología postcosecha	19
e.1. Transporte de agua	19
e.2. Transporte de asimilados	19
e.3. Pérdida de agua	20
e.4. Senescencia	20
2.2.2. Compuestos químicos utilizados en el manejo postcosecha de flores de corte	22
a. Zinc	22
b. Cloruro de Calcio	23
c. Nitrato de Potasio (KNO₃)	24
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. Ubicación	25
3.2. Materiales	27
3.2.1. Material biológico	27
3.2.2. Material de campo	27
3.2.3. Material y equipo de laboratorio	27
3.3. Metodología	28
3.3.1. Trabajo de campo	28
a. Cosecha	29
3.3.2. Trabajo de laboratorio	30
a. Instalación del experimento	30
a.1. Rehidratación	30
a.2. Quelación del Zinc	30
a.3. Mantenimiento en florero	31
b. Evaluaciones	31

<i>b.1. Vida de postcosecha</i>	31
<i>b.2. Duración de color verde perlado de las hojas</i>	32
<i>b.3. Consumo hídrico</i>	32
<i>b.4. Diámetro floral</i>	32
<i>b.5. Peso fresco y seco de tallo floral</i>	32
<i>b.6. Peso de pétalos</i>	32
<i>b.7. Área petalar (cm²)</i>	32
3.3.3. Trabajo de gabinete	33
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. Vida de postcosecha	34
4.2. Duración de color verde perlado de las hojas	36
4.3. Consumo hídrico	39
4.4. Diámetro floral	41
4.5. Peso de pétalos	43
4.6. Área petalar (cm²)	45
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
5.1. Conclusiones	47
5.2. Recomendaciones	47
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Título	Página
1	<i>Tratamientos en estudio</i>	30
2	<i>Número de días promedio de vida de postcosecha de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)</i>	34
3	<i>Análisis de varianza para el número de días de vida de postcosecha de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)</i>	35
4	<i>Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el número de días de vida de postcosecha de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)</i>	35
5	<i>Número de días promedio de duración de color verde perlado de las hojas de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)</i>	37
6	<i>Análisis de varianza para el número de días promedio de duración de color verde perlado de las hojas de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)</i>	37
7	<i>Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el número de días promedio de duración de color verde perlado de las hojas de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)</i>	38
8	<i>Número de días promedio de consumo hídrico (ml) de tallos florales de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)</i>	39
9	<i>Análisis de varianza para el número de días promedio de consumo hídrico (ml) de tallos florales de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)</i>	39
10	<i>Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el número de días promedio de consumo hídrico (ml) de tallos florales de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)</i>	40
11	<i>Diámetro floral (cm) promedio</i>	41
12	<i>Análisis de varianza para el diámetro floral (cm) promedio de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)</i>	42
13	<i>Pérdida de peso (g) promedio de pétalos</i>	43
14	<i>Análisis de varianza para la pérdida de peso (g) promedio de pétalos de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)</i>	44
15	<i>Área petalar (cm²) promedio</i>	45
16	<i>Análisis de varianza para el área petalar (cm²) promedio de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)</i>	46
17	<i>Número de días promedio de vida de postcosecha de rosa (Rosa hybrida var. Freedom) por tratamiento y repetición</i>	63
18	<i>Número de días promedio de duración de color verde perlado de las hojas de rosa (Rosa hybrida var. Freedom) por tratamiento y repetición</i>	63
19	<i>Número de días promedio de consumo hídrico (ml) de tallos florales de rosa (Rosa hybrida var. Freedom) por tratamiento y repetición</i>	63
20	<i>Diámetro floral (cm) promedio de rosa (Rosa hybrida var. Freedom) por tratamiento y repetición</i>	64

21	<i>Pérdida de peso (g) promedio de pétalos de rosa (Rosa hybrida var. Freedom) por tratamiento y repetición</i>	64
22	<i>Área petalar (cm²) promedio de rosa (Rosa hybrida var. Freedom) por tratamiento y repetición</i>	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	<i>Ubicación del experimento</i>	26
2	<i>Flor de rosa en punto de corte “grado de apertura 1”</i>	29
3	<i>Tratamientos en estudio</i>	62
4	<i>Determinación del diámetro floral</i>	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Título	Página
1	<i>Galería fotográfica</i>	62
2	<i>Datos registrados</i>	63

RESUMEN

La investigación fue realizada en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, distrito, provincia y región de Cajamarca, con el objetivo de determinar el efecto del zinc como tratamiento post cosecha en la vida útil y calidad de la flor de *Rosa hybrida* L. Cv. "Freedom", bajo el Diseño Completamente Randomizado (DCR), con 4 tratamientos y cuatro repeticiones (cada unidad experimental estuvo compuesta por ocho tallos florales de rosa). El uso del zinc se constituye en una alternativa para prolongar la vida útil e influir sobre algunos parámetros de calidad de la flor de *Rosa hybrida* L. Cv. "Freedom". El T₁ (5 ppm de ZnSO₄·7H₂O) fue el que prolongó la vida útil (14 días), mantuvo el color verde perlado de las hojas y provocó el menor peso de pétalos (2 g) de la flor de *Rosa hybrida* L. Cv. "Freedom", en tanto que, para las variables consumo hídrico, diámetro floral y área petalar, no existieron diferencias estadísticas con respecto a los otros tratamientos.

Palabras clave: *Calidad, freedom, post cosecha, rosa, vida útil, zinc.*

ABSTRACT

The research was carried out in the Plant Physiology Laboratory of the Faculty of Agrarian Sciences of the National University of Cajamarca, district, province and region of Cajamarca, with the objective of determining the effect of zinc as a post-harvest treatment on the useful life and quality of the flower of *Rosa hybrida* L. Cv. "Freedom", under the Completely Randomized Design (CRD), with 4 treatments and four repetitions (each experimental unit was composed of eight rose flower stems). The use of zinc is an alternative to prolong the useful life and influence some quality parameters of the *Rosa hybrida* L. Cv flower. "Freedom." T1 (5 ppm $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) was the one that prolonged the useful life (14 days), maintained the pearly green color of the leaves and caused the lowest petal weight (2 g) of the *Rosa hybrida* L. Cv flower. "Freedom", while, for the variables water consumption, floral diameter and petal area, there were no statistical differences with respect to the other treatments.

Key words: *Quality, freedom, post harvest, rose, shelf life, zinc.*

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Actualmente la producción del cultivo de rosas en invernadero en el Perú ha ido incrementando debido a la gran demanda de flores, especialmente para épocas festivas. Lamentablemente en época de pandemia los productores tuvieron grandes pérdidas, ya que se redujo notablemente la venta de rosas, muchos de los productores optaron por desechar la cosecha, ya que no había demanda del producto; así mismo, aproximadamente a más de un año de estar sumergidos en cuarentena tras cuarentena, el MIDAGRI mediante Resolución Ministerial N° 0021 emitida a fines de enero del presente año, incluye como actividad indispensable a la floricultura, la cual se considera esencial, ya que dar o recibir rosas brindan alegría y ayudan a sobrellevar el confinamiento (El Peruano, 2023).

Según Mondragón (2017), presidente de la Cámara de Comercio de Cajamarca, menciona que Cajamarca cuenta con 50 hectáreas dedicadas al cultivo de rosas y avanza para competir con regiones como Arequipa y Áncash. Un área importante en la producción de rosas es el manejo tanto de pre cosecha como de postcosecha, el mismo que influye en la calidad de la flor, la vida en florero de las rosas luego de cosechadas es un factor determinante de la calidad. El envejecimiento de los pétalos, con frecuencia, es acompañado por una disminución en los niveles de citocininas endógenas, siendo estas aún menores en los cultivares de vida corta (Van Staden et al., 1987).

Aunque existen numerosas referencias sobre el control de la senescencia por las citocininas, los efectos de las mismas son altamente variables, y los conocimientos sobre su transporte y metabolismo son escasos (Haberer y Klieber, 2002). Los estudios de Mascarini et al. (2004), han mostrado que en las flores tratadas con 6- Benzylamino purina (BAP) en postcosecha aumentaron su nivel de clorofilas, el consumo de agua se prolongó durante más tiempo y la turgencia final fue más alta, lo que marcó el efecto de

las citocininas en el mantenimiento de la calidad y vida de postcosecha de las flores cortadas.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. *Objetivo general*

Determinar el efecto del zinc como tratamiento post cosecha en la vida útil y calidad de la flor de *Rosa hybrida* L. Cv. "Freedom".

1.1.2. *Objetivo específico*

Determinar la concentración más apropiada de zinc como tratamiento post cosecha para extender la vida útil y mantener la calidad de la flor de *Rosa hybrida* L. Cv. "Freedom".

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Melgar (2018), realizó la comparación de dos soluciones a base de Zinc; la aplicación de nanopartículas (NPs) de óxido de zinc (ZnO) y óxido de zinc/grafeno (ZnO/G), para determinar su influencia sobre la vida poscosecha de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). El el ZnO y el ZnO/G desempeñan un papel crucial al mantener la calidad del tallo floral y las hojas durante un período de 16 días. Este efecto se logra a través de una mayor absorción de agua y ganancia de peso, contribuyendo así a una mayor turgencia en las hojas y firmeza del pedicelo. Se destaca que estas nanopartículas a base de Zinc, no solo estimulan la apertura de las flores, sino que también generan una coloración más intensa y verde en las hojas en comparación con los tratamientos convencionales.

Mascarini et al. (2018), evaluaron el efecto del suministro adicional de hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn) y cobre (Cu) en tres cultivares de rosas de corte; a desarrollarse en un cultivo sin suelo y post cosecha en florero. Utilizaron cinco tratamientos de fertilizantes: 0 (testigo), $150 \mu \text{mol Fe L}^{-1}$, $150 \mu \text{mol Fe} + 10 \mu \text{mol Mn L}^{-1}$, $150 \mu \text{mol Fe} + 10 \mu \text{mol Mn} + 12 \mu \text{mol Zn L}^{-1}$, $150 \mu \text{mol Fe} + 10 \mu \text{mol Mn} + 12 \mu \text{mol Zn} + 5 \mu \text{mol Cu L}^{-1}$. Todos los tratamientos con fertilizantes aumentaron significativamente la concentración de Fe en las hojas de 'Modern Girl' y 'Aqua Fresh' en comparación con el testigo. El tratamiento con Fe-Mn-Zn-Cu aumentó significativamente la concentración foliar de Mn, Zn y Cu en todos los cultivares. La concentración de sodio (Na) en las hojas fue menor en los tratamientos de micronutrientes que incluyeron la adición de Zn en comparación con los tratamientos que no incluyeron Zn agregado. Los resultados mostraron que la variación genotípica y

el suministro suficiente de micronutrientes son dos factores clave en la producción exitosa de rosas en el cultivo sin suelo. Además, los resultados indicaron la importancia del Zn para mejorar la calidad de la flor de rosa en pre y post cosecha.

Luján (2018), evaluó el impacto de soluciones hidratantes en la calidad y duración en florero de los cultivares de rosa "Checkmate", "Explorer" y "Hallelujah". El estudio se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, utilizando soluciones hidratantes específicas: AAS a concentraciones (C1 = 60,9 ppm, C2 = 121,7 ppm) y NaClO a concentraciones (C1 = 500 ppm, C2 = 750 ppm), con la adición de sacarosa a razón de 1g/1500mL en todos los tratamientos. El procedimiento incluyó el etiquetado y recorte de tallos de 45 cm de longitud para todas las muestras, las cuales fueron colocadas en floreros (botellas PET de 3000 mL desinfectadas) con las soluciones hidratantes a evaluar. Este proceso se llevó a cabo a temperatura ambiente hasta que las flores alcanzaron el final de su vida útil. Las variables evaluadas abarcaron la apertura floral, longitud del botón floral y la vida en florero. Los resultados obtenidos indicaron que las muestras tratadas con AAS y NaClO no ejercieron una significativa influencia en la vida en florero de las rosas, alcanzando un periodo de 11 días. Contrariamente, las muestras tratadas con agua (testigo) exhibieron los resultados más favorables en términos de las variables estudiadas, prolongando su vida en florero hasta 14 días. Estos resultados proporcionan una perspectiva valiosa sobre la no eficacia de diferentes soluciones hidratantes en la preservación de la calidad y duración en florero de cultivares específicos de rosas, contribuyendo así al cuerpo de conocimientos en el ámbito de la floricultura y la poscosecha de flores.

Arévalo (2018), estableció el índice de cosecha óptimo para potenciar la apertura y longevidad en florero de tallos florales pertenecientes a siete cultivares de Rosa híbrida, gestionados tanto en agua como en una solución específica, Chrysal clear® (comida floral en polvo diseñada para todo tipo de flores, compuesta por ácido cítrico al 4 % y dextrosa al 93 %). En el proceso, se cosecharon 16 tallos florales con tres índices de cosecha diferentes para análisis de laboratorio, dividiéndolos en dos grupos: uno

sumergido en agua de la llave (T1) y el otro en la solución Chrysal clear® (T2). Cada unidad experimental consistió en dos tallos florales colocados en un florero con 270 mL de agua o solución respectivamente. A los cuatro días, se realizó el recorte de los tallos; al grupo T1 se le cambió el agua, mientras que el grupo T2 se mantuvo sin cambio de solución. Se evaluaron diversas variables, incluyendo el diámetro inicial y final de la flor, la tasa de absorción de agua, el peso seco y la vida en florero. Los resultados revelaron que los tallos del cultivar 'Polar Star' exhibieron la mayor apertura floral, mientras que los botones de 'Samurai' y 'Freedom' mostraron la menor apertura. Por otro lado, 'Engagement' y 'Topaz' presentaron una apertura floral superior al 70 % en los tres índices de corte. Se concluyó que, para la mayoría de los cultivares, el índice de cosecha óptimo es el dos. 'Polar Star' destacó por tener la mayor vida en florero (12,4 días), mientras que 'Freedom' y 'Samurai' registraron la menor (7,3 días).

Saeed et al. (2013), determinaron la dosis más efectiva de sulfato de Zinc y su influencia en el desarrollo de la flor de gladiolo y su vida post cosecha. Los resultados revelaron una respuesta positiva significativa a la aplicación de zinc sobre los atributos de crecimiento y vida en florero de los gladiolos. El zinc a 6 mg kg^{-1} tuvo el mayor impacto en el aumento del área foliar, el tamaño de la flor y el peso de la biomasa fresca y seca. Los parámetros de calidad del florero, como el porcentaje de floretes abiertos, la vida útil del florero y el cambio de peso fresco, fueron mayores con 8 mg Zn kg^{-1} . Dicho estudio concluye que el Zn aplicado de 6 a 8 mg kg^{-1} imparte mayores efectos beneficiosos sobre el crecimiento, la producción, la calidad de vida en florero y las actividades antioxidantes en la flor cortada de gladiolo, y tasas de aplicación más altas hacen que la mejora no sea significativa.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Rosa hybrida* Cv. "Freedom".

La rosa híbrida involucra a genotipos triploides o tetraploides, altamente vigorosos, con una flor única por tallo, se caracteriza por poseer un tallo largo entre 50 y 90 cm, follaje verde brillante, flores de apertura lenta, colores vivos, buena conservación en florero, resistencia a plagas y enfermedades, altos rendimientos por metro cuadrado y la posibilidad de ser cultivados a temperaturas no muy elevadas. Esto permite que sean utilizadas en programas extensivos de flor de corte bajo invernadero (Bastidas et al., 2000).

La *Rosa hybrida* cv. Freedom, es de tipo híbrido, color rojo escarlata, con un diámetro de tallo de 0,05 m, botón grande con 48 pétalos, productividad de 1,5 tallos por planta por mes, el ciclo del cultivo es de 75 a 81 días, con vida en florero de 10 a 12 días, y no presenta fragancia (Rosen Tantau, 2011).

a. Taxonomía. Según Linneo (1753), la taxonomía de la rosa es la siguiente:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Subdivisión	:	Magnoliophytina
Clase	:	Rosopsida
Subclase	:	Rosidae
Superorden	:	Rosanae
Orden	:	Rosales
Suborden	:	Rosineae
Familia	.	Rosaceae

Subfamilia	:	Rosoideaea
Tribu	:	Roseae
Subtribu	:	Rosinae
Género	:	<i>Rosa</i>

b. Fenología. La planta de rosa es perenne que comúnmente forma tallos florales de forma continua, varía en cantidad y calidad, presenta diferentes estadios en su desarrollo que van, desde una yema axilar que brota siendo la base estructural de la planta y de la producción de flores, hasta que el tallo esté listo para la cosecha. Las yemas que se encuentran en las hojas superiores de un tallo con frecuencia parecen ser más generativas, mientras que las yemas inferiores son vegetativas (Hoog, 2001).

El ciclo de un tallo floral va de 10 a 11 semanas. Se considera que en la mitad de este tiempo se da el crecimiento vegetativo y la otra mitad, reproductivo. El periodo vegetativo se subdivide en inducción del brote y desarrollo del tallo floral, y en la mayoría de los casos presenta un color rojizo característico. El periodo reproductivo se inicia con la inducción del primordio floral, que concuerda con un cambio del color del tallo y hojas de rojo a verde, seguido de los estadios fenológicos llamados 'arroz' (sobre diámetro de 0,4 cm), 'arveja' (0,5 - 0,7 cm), 'garbanzo' (0,8 - 1,2 cm), 'rayar color' (muestra color, 1,8 - 2,9 cm) y 'corte' (cosecha > 3,0 cm), en razón a la semejanza de los tres primeros estadios con el tamaño del botón floral. El estadio 'rayar color' indica el momento cuando los sépalos ligeramente se separan por efecto del crecimiento del botón dejando ver el color de los pétalos y el 'corte', el momento en que la flor llega a un punto de apertura comercial, más no fisiológica (Cáceres et al., 2003).

La variedad 'Freedom' presenta una flor roja de botón grande, seleccionada para el cultivo en ambientes frescos con mucha luz, especialmente en Suramérica y Centroamérica. Dicha planta es robusta y resistente a enfermedades, como al mildiu vellosa. Sus flores tienen una vida larga en florero y por su resistencia facilitan el transporte. Se puede alcanzar una productividad aproximada de 1,2 tallos por planta por

mes. Ha contado con una muy buena acogida en el mercado norteamericano (Rosen Tantau, 2005).

El cultivo de la rosa se produce principalmente bajo invernadero, 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 periodo reproductivo presenta varios estadios fenológicos que se distinguen por el diámetro del botón floral, iniciando con el estadio "palmiche" que es la inducción del primordio floral, seguido del estadio "arroz" con diámetro menor a 4 mm, "arveja" comprende entre 5 a 7 mm, "garbanzo" de 8 a 12 mm, "raya color" se observa el color de los pétalos y tiene un diámetro entre 18 a 29 mm y "corte" logrando para el último estadio un diámetro mayor a 30 mm, es en ese momento en que la flor llega a un punto de apertura comercial, más no fisiológica (Flórez et al., 2006).

Quiroz (2015), refirió que para realizar un adecuado manejo del cultivo de rosa los técnicos y productores deben conocer y comprender a la perfección sus estados fenológicos, con fines de comercialización, ya sea para mercado de exportación o nacional, pues el desconocimiento implicaría la reducción de la producción anual proyectada y, por consiguiente, el desabastecimiento con esta flor de corte en diversas fechas festivas en todo el mundo; considerando la distancia que deben ser desplazadas hasta su destino final. Los embarques con flores de corte deben ser enviados por lo menos 7 a 10 días antes de la fecha especial, para lo cual se recomienda realizar el pinchado de yema buena entendiéndose por yema buena, aquellas ubicadas en el tercio medio del tallo sobre hojas compuestas (hojas de 5 a 7 foliolos) es recomendable que el pinchado se lo realice sobre la yema de la tercera o cuarta hoja completa. El conocimiento de la fenología del cultivo de rosa permite establecer el momento oportuno para realizar el pinchado con fines de comercialización en las épocas de mayor demanda. Los estados fenológicos de la rosa son:

b.1. Día cero. Inicia al momento en que se realiza el corte, lo cual implica la activación de la yema seleccionada.

b.2. Yema Inducida. Es el estado en el que se observa la yema después de 8 a 10 días de realizado el pinchado, dicha yema se exhibe con una coloración rojiza e hinchada, esta característica indica que la yema está activa.

b.3. Brote en espuela. Se caracteriza porque la yema tiene la forma semejante a la de una espuela de un ave, se suscita a los 15 días posteriores de haber realizado el pinchado, posee una coloración roja y a medida que va creciendo el brote se va observando los primeros foliolos.

b.4. Panoja. También denominado como palmiche, se presenta a los 35 días de realizado el pinchado, es la última fase de crecimiento del brote sin mostrar el botón.

b.5. Punto arroz. Es el momento en el que se produce la aparición del botón floral, el cual tiene la forma de una espiga de arroz.

b.6. Punto arveja. Se presenta a los 45 días después del pinchado, se puede observar el elongamiento del tallo y del pedúnculo floral.

b.7. Punto garbanzo. El botón floral adopta la forma similar a la de un garbanzo, se suscita luego de los 50 a 55 días después del pinchado.

b.8. Punto rayando color. Por lo general, se inicia a los 64 días posteriores al pinchado, se caracteriza por la apertura de los sépalos que protegen al botón floral, permitiendo observar el color de la rosa, este estado fenológico también es denominado como rayado color o línea de color.

b.9. Punto desprendimiento de sépalos. Luego de 72 días de realizado el pinchado, se produce el desprendimiento de los sépalos apicales que cubren al botón

floral, es un indicador de que restan entre 10 a 12 días para realizar la cosecha, es caracterizado por la pérdida de succulencia de los tallos.

b.10. Punto de corte. Es el momento en el cual el tallo está listo para ser cosechado, es decir, el botón floral a alcanzado su apertura comercial, para el caso de la variedad freedom el ciclo de producción dura 84 días en promedio.

c. Cosecha. Reid (2009), mencionó que la cosecha de rosa se realiza en forma manual, usando tijera o un cuchillo afilado. Para algunos tipos de flor se usan ayudas mecánicas simples, o podadoras que sostienen el tallo una vez que ha sido cortado. Debe evitarse colocar las flores cosechadas sobre el suelo debido al riesgo de contaminación con organismos nocivos.

El óptimo estado, de desarrollo de la flor dependerá de la especie, el cultivar, la época del año, la distancia al mercado y las preferencias del consumidor. Generalmente en rosas, los cultivares de color rojo y rosado se cosechan cuando al menos dos pétalos comienzan a curvarse y los sépalos se encuentran perpendiculares al tallo floral o su extremo está algo curvado hacia abajo. También es importante el momento del día en que se cortan las flores ya que se debe evitar esta labor en las horas de temperaturas más altas (Nowak y Rudnicki, 1990; Salunkhe et al., 1990; Armitage, 1993).

c.1. Hora de corte. Fisiológicamente sería apropiado realizar el corte del tallo durante la tarde, ya que los carbohidratos producidos en las hojas durante el día son más abundantes. 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, la rosa cortada por la mañana resiste muy bien a la posterior clasificación y empaque sin un déficit hídrico severo (Fischer y Roncancio, 2014).

Las rosas cortadas en horas de la tarde se conservan en 7 a 11 % mejor en florero (Halevy y Mayak, 1979). Los niveles de carbohidratos, en la tarde de un día soleado completo por lo general son altos. Es preferible que la cosecha de la flor se realice temprano por la mañana, ya que las temperaturas son bajas, por lo que el contenido de agua es alto y así se puede disponer de todo el día para el procesamiento de la flor (Hont, 1998).

Pizano (1997), indicó 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.

c.2. Punto de corte. La determinación del grado de apertura de la flor al momento de la cosecha, está relacionada con: el lugar donde se encuentra el cliente y sus preferencias, el tiempo de almacenamiento, la fecha de exportación, canales utilizados y la época del año (Gutiérrez, 1991).

Gamboa (1995) expresó que, el punto de corte difiere de acuerdo con la variedad, por ejemplo, en algunas variedades deben estar separados todos los sépalos y en otras, además de tener los sépalos separados, debe existir una separación de los pétalos extremos.

Las flores que crecieron en una época de baja iluminación (invierno) se deben cortar en un estadio más avanzado, porque no contienen las mismas reservas de carbohidratos que las que crecieron durante el verano, con alta radiación solar (Fischer, 2000).

c.3. Corte. Es indispensable el uso de una herramienta afilada que genere un corte deslizante y limpio de tallo, el ángulo de corte debe ser inclinado (en bisel) y liso ya que algunos tallos absorben el agua a través de la superficie del corte (Fischer y Roncancio, 2014).

d. Postcosecha. Los tallos cortados se van colocando en baldes con agua, 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 ácido nítrico y azúcar al 1,5 - 2 %, luego se pondrá en un refrigerador a 2 ° y 4 °C para evitar la proliferación de bacterias, en el caso de utilizar sólo agua, debe cambiarse diariamente. Una vez que las flores se sacan del almacén, se eliminarán las hojas y espinas de la parte inferior del tallo. Posteriormente, los tallos se clasifican según sus longitudes, desechando aquellos curvados o deformados y las flores dañadas (Fundación Produce, 2016).

También se requiere el uso de bactericidas entre los cuales se encuentran el sulfato de aluminio, nitrato de plata, tiosulfato de plata y tiosulfato de sodio, que además de la función germicida contrarrestan los efectos negativos del etileno, al competir la plata por el sitio de acción de este compuesto (Nowak y Rudnicki, 1990; Arboleda, 1993).

Una vez realizada la cosecha de las flores, es necesario mantener la frescura natural del producto. El enfriamiento de las flores es un requisito que permite conservar la calidad de la mercadería, evitando el deterioro que el calor produce a los productos frescos naturales que contienen abundante agua. Cuanto menor sea el tiempo que transcurre entre el corte y el enfriamiento, más tiempo será el que la mercadería conservará sus propiedades decorativas mientras el ramo esté en el florero. El pre enfriamiento debería aplicarse tan pronto sea posible luego de la cosecha. Esto debería hacerse antes, durante o después del tratamiento con preservantes ya que reduciendo la tasa respiratoria del material vegetal, disminuye la pérdida de agua por transpiración, se logra una menor sensibilidad frente al gas etileno y reduce la proliferación de microorganismos (Klasman, 2001). Además, se ha demostrado que la refrigeración prolongada de rosas hace que disminuyan los niveles de proteínas solubles y aumenten los niveles de amoníaco y aminoácidos. El primer y más evidente efecto de las bajas temperaturas es la disminución del crecimiento. En la rosa, por ejemplo, la respiración

a 5 °C libera tres veces menos CO₂ que a 15 °C y seis veces menos que a 25 °C (Paulin, 1997).

La vida de post cosecha de las flores de corte es limitada a menudo por una acumulación de bacterias en las soluciones para la hidratación de las varas florales (Havely y Mayak, 1979). La senescencia de la flor cortada está enfocada sobre tres parámetros: balance hídrico, suministro de carbohidratos y susceptibilidad al etileno. Del conocimiento de la relación entre estos factores depende el desarrollo de técnicas eficientes de preservación (Paulin, 1992).

El primer parámetro (balance hídrico) se observa justo después de la cosecha donde los tallos florales reducen paulatinamente su capacidad de absorción de agua, por la actividad de diversas enzimas como polifenol oxidasa y por el embolismo (presencia de aire en los vasos) producido después del corte, reduciendo la capacidad de absorción de agua y provocando el posterior marchitamiento del tallo floral (Hernández et al., 2008).

El segundo factor, hace referencia al suministro de carbohidratos ya que es la principal fuente de energía para la reacción de síntesis. Por este motivo, una suplementación exógena de carbohidratos es eficiente para retardar el inicio de la senescencia ya que el principal efecto sería mantener la estructura y funcionalidad de las mitocondrias (Coorts, 1973; Kaltaler y Steponkus, 1976).

Según Halevy y Mayak, (1981), consideraron las siguientes actividades como los principales tratamientos postcosecha: Tratamiento de condicionamiento; el objetivo de este tratamiento es restablecer con agua la turgencia del tallo floral después del estrés hídrico ocasionado por el manejo de campo, invernadero, sala de clasificación, o durante el almacenamiento y el transporte. Se debe hacer con agua desionizada, sin azúcar y con germicida. La hidratación se mejora con el uso de agua de buena calidad, acidificada y con la utilización de surfactante. Tratamiento de Carga; este es un tratamiento postcosecha de corta duración, pretransporte o almacenamiento, ya que sus efectos permanecen durante la vida en florero. La sacarosa es el principal ingrediente,

la cual es usada en concentraciones más altas que en las soluciones de mantenimiento, variando entre 2 a 5 % para crisantemo. El tratamiento es descrito con duración de 12 a 24 h, 100 Lux, 20 a 27 °C y 35 a 100 % de humedad relativa. Se resalta la importancia del tratamiento de carga en cuanto a longevidad, promoción de la apertura y mejoría en la coloración y tamaño de los pétalos de diversas flores. El principio del tratamiento para cualquier flor es cargarla con todo el azúcar posible sin ocasionar daño en hojas o botones florales. Soluciones de apertura de botón floral; son similares a las de carga, sin embargo, se requiere de más tiempo para la apertura de botones y la concentración de azúcar y temperatura óptimas para el tratamiento son más bajas. Soluciones de mantenimiento; son adiciones de sacarosa a la solución florero, para mejorar la calidad de postcosecha de flores mediante la promoción de la apertura de botones inmaduros, reduciendo la sensibilidad de los pétalos al etileno y retardando la senescencia de las flores abiertas.

Pokon y Chrisal (1998), afirmaron que en postcosecha se presentan los siguientes problemas: Cabeceo: puede ser ocasionado por obstrucción vascular debido a la presencia de bacterias o punto de corte demasiado cerrado. Apertura insuficiente: punto de corte demasiado cerrado. Deshidratación: falta de hidratación después de la cosecha, durante el proceso de postcosecha y mal nutrición. Pérdida de color: esto está vinculado al manejo del cultivo y problemas genéticos. Botrytis: puede ocurrir en el cultivo y además un mal manejo de la postcosecha.

d.1. Tratamientos.

d.1.1. Hidratación. Según Reid (2009), las flores marchitas, colocadas en agua para restaurar la turgidez, deben rehidratarse con agua desionizada que contenga un germicida. Pueden agregarse agentes humectantes (0,01 a 0,1 %) y es recomendable acidificar el agua con ácido cítrico, 8- citrato de hidroxiquinoleina (HQC), o sulfato de

aluminio hasta alcanzar un pH cercano a 3,5, la rehidratación se debe realizar dentro del cuarto frío.

Ichimura (2007), refirió que los efectos del azúcar en la extensión de la vida en florero de las flores cortadas se considera que están asociados a la mejora del equilibrio de agua.

Downs et al. (1988); Paulin y Jamal (1982), afirmaron que, se requiere una gran cantidad de carbohidratos solubles para que se abran los capullos de la flor, los que actúan como sustratos para las membranas celulares y para la respiración, así como, para sus características osmóticas. Puesto que la fuente de carbón en las flores de corte es limitada, la adición de azúcares tales como sacarosa y glucosa al agua del florero son altamente eficaces para promover la apertura de la flor.

Durante las dos primeras horas después del corte se registra un incremento del peso en los tallos al ser hidratados y después de este tiempo, el peso se estabiliza, ello no quiere decir que ya no tomen agua para reemplazar a la que se pierde por transpiración (Cañizares, 2008).

English (1974), expresó que, las flores tratadas con soluciones preservativas pueden alcanzar un tamaño superior a aquellas que permanecieron solamente en agua a causa de una mayor expansión de los pétalos centrales. Para Calderón (1998), el uso de preservantes con un pH bajo de 3,5 a 5 puede incrementar la absorción en las rosas y otras flores, además sirve como un germicida para controlar el crecimiento de gérmenes, actúa como un amortiguador y mejora la absorción de la solución.

d.1.2. Pulsado. El término «pulsado» significa colocar las flores recién cosechadas durante un período de tiempo relativamente corto (desde unos segundos hasta algunas horas) en una solución especialmente formulada para extender su vida en almacenamiento y en el florero. Las soluciones de pulsado son específicas para cada tipo de flor, la sucrosa es el principal ingrediente de las soluciones de pulsado, y su concentración varía entre 2 y 20 %, dependiendo de la especie. La solución de pulsado

siempre debe contener un biocida apropiado para el tipo de flor que se va a tratar, las flores sensibles al etileno se pulsan con tiosulfato de plata (STS), los tratamientos pueden realizarse durante corto tiempo a temperaturas cálidas (por ejemplo 10 minutos a 20 °C) o durante largos períodos a bajas temperaturas (20 horas a 2 °C) (Reid, 2009).

La sacarosa incrementa la longevidad en rosa ya que inhibe la producción de etileno actuando a nivel de ACC-sintasa y ACC-oxidasa (Verlinden y Vicente, 2004). La sacarosa no sólo tiene un efecto osmótico, sino que funciona como un sustrato para la respiración. Por otro lado, este compuesto también es un sustrato para el crecimiento bacteriano en la solución del florero. De lo anterior se desprende la necesidad de adicionar un compuesto microbicida a una solución de sacarosa a fin de evitar el taponamiento de los conductos fibrovasculares (Ichimura, 2007).

d.1.3. Soluciones de mantenimiento. Adiciones de sacarosa a las soluciones de florero generalmente mejoran la calidad de post cosecha de flores mediante la promoción de la apertura de botones inmaduros, reduciendo la sensibilidad de los pétalos al etileno y retardando la senescencia de las flores abiertas (Halevy y Mayak, 2010).

La mayor longevidad floral de Rosa cv. Royalty se asoció a un mayor consumo de agua junto con una lenta pérdida de peso fresco; tal condición se cumplió con el tratamiento de sulfato de aluminio, a su vez la aplicación de un pulso de STS por 10 minutos indujo un mayor diámetro floral (De la Cruz et al., 2007).

Halevy y Mayak (2008), afirmaron que típicamente las flores de corte inicialmente incrementan su peso y que luego disminuye, por lo que, las flores que mantienen o aumentan su peso logran mayor vida de florero que aquellas en las que el peso disminuye. Lo que concuerda con Van Doorn (2006), quien mencionó que las flores cortadas y colocadas en agua muestran un aumento inicial de peso fresco, seguido de una disminución del mismo.

d.2. Factores.

d.2.1. 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.

Haserk (2002), refirió 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.

d.2.2. Temperatura. Reid (2009), indicó que la respiración de las flores de corte, parte integral del crecimiento y la senescencia, generan calor como subproducto. Adicionalmente, a medida que la temperatura ambiental se incrementa la tasa de respiración aumenta generando el envejecimiento el cual puede reducirse drásticamente enfriando las flores. Los síntomas de este “daño por enfriamiento” incluyen el oscurecimiento de los pétalos, marcas de agua en los mismos (que se ven transparentes) y en casos severos colapso y muerte de hojas y pétalos.

d.2.3. Suministro de alimento floral. Los almidones y azúcares almacenados dentro de los tallos, hojas y pétalos proporcionan la mayor parte del alimento necesario para que las flores abran y se mantengan. La calidad y la vida en florero de muchas flores de corte puede mejorarse tratándolas con una solución que contenga azúcar después de la cosecha. Este tratamiento o “pulso” se hace simplemente colocando las flores en una solución durante un corto período, generalmente menos de 24 horas, y con frecuencia a baja temperatura (Reid, 2009).

d.2.4. Suministro de agua. Según Reid (2009), las flores de corte, en particular aquellas con follaje abundante, tienen una gran superficie expuesta de manera que pueden perder agua y marchitarse rápidamente.

El consumo de agua no parece influenciar en la conservación de las rosas, la vida en florero para la variedad Sexy Red no presenta una relación directa con las soluciones de hidratación ya que las flores que más solución absorbieron no fueron las que más duraron en florero (Cañizares, 2008). Similares resultados obtuvo Hernández et al. (2008), quien usó tallos tratados con Chrysal RVB® el cual presentó un mayor consumo total de agua, en magnitud proporcional a su duración en florero, el tratamiento que mostró el menor consumo de agua durante el periodo experimental también alcanzó una duración en florero similar al de Chrysal RVB®.

d.2.5. Bloqueo vascular. Esto puede originarse por dos factores:

a. Bloqueo por aire (embolia). Reid (1993), expresó que, el embolismo por aire ocurre cuando pequeñas burbujas de aire suben por el tallo al momento del corte, éstas burbujas obstruyen el paso de los líquidos. Para solucionar este problema se debe cortar los tallos bajo el agua (alrededor de una pulgada), asegurando que la solución tenga un pH de 3 o 4, o colocando los tallos en una solución caliente a 41°C. Según Reid (2009), se puede realizar en una solución helada, sumergiendo brevemente los tallos (10 segundos a 10 minutos) en una solución de baja concentración con detergente (por ejemplo 0,02 % de líquido para lavar platos), o sumergiendo los tallos en un recipiente profundo lleno de solución (al menos 20 cm).

Fainstein (1997), mencionó que, después del corte las flores que han sido expuestas al aire por un período de 24 a 36 horas, tienen dos efectos negativos tales como: deshidratación visible, la que ocurre cuando llegan los botones flojos y el pedúnculo doblado y la otra es una deshidratación no visible (tiempo en el que la flor tarda en ser transportada a la sala de postcosecha para ser hidratada, el cual no debe sobrepasar los 20 minutos).

b. Presencia de microorganismos. Santacruz (2008), refirió que el ataque de bacterias y hongos acorta la vida de la flor, por lo que, la poca higiene, las altas temperaturas y la deshidratación en las flores aceleran la presencia de microorganismos, los mismos que pueden obstruir los vasos vasculares del tallo.

Reid (2009), manifestó que la superficie de un tallo floral libera el contenido de las proteínas, aminoácidos, azúcares y minerales a la solución agua del recipiente donde éstas se encuentran. Este es alimento ideal para las bacterias y estos diminutos organismos crecen rápidamente en el ambiente anaeróbico del florero.

e. Fisiología postcosecha

e.1. Transporte de agua. Reid (2009), manifestó 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 bacterial y el agua de mala calidad, son todos factores que reducen la absorción de soluciones.

e.2. Transporte de asimilados. El tejido principal de conducción de los asimilados o compuestos orgánicos, se compone de elementos de tubo criboso y de células acompañantes. En los extremos de los elementos de tubos cribosos se forman poros con otras células adyacentes y éstos se unen para formar las placas cribosas. Las células acompañantes poseen núcleos y ribosomas que mantienen y alimentan los elementos de tubos cribosos a los que están asociados (Zieslin, 2008).

e.3. Pérdida de agua. El agua es de vital importancia para que las plantas no se marchiten. El 90 % de la pérdida de agua en un vegetal se produce a través de los estomas, los cuales se encuentran en la epidermis de toda la superficie del vegetal, especialmente en el envés de las hojas, donde la temperatura es más baja y hay menos probabilidad de que el polvo depositado por el aire los obstruya. En la superficie foliar, puede haber hasta 10 000 estomas por centímetro cuadrado. En días calurosos, secos y ventosos, las estomas permanecen cerrados. Evidentemente, el cierre de los estomas ahorra agua, pero también reduce la absorción del CO₂ necesario para la fotosíntesis (Azcon y Talon, 2008).

e.4. 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. Se puede decir que la senescencia de las flores cortadas se caracteriza por: 1) un descenso de peso fresco; 2) disminución de las reservas de azúcares, metabolizados en el proceso de respiración; e 3) incremento en la producción de etileno (Requena, 1991).

La senescencia se acelera cuando la flor se separa de la planta, lo que determina que en pocos días la flor pierda su valor comercial. Por otro lado, se considera como longevidad de la flor, el 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, 2011).

Pardo y Flórez (2011), manifestaron 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. El amarillamiento del follaje se caracteriza por la degradación de la

clorofila, proteínas y ácidos nucleicos, aumentando cuando los tallos florales se mantienen en la oscuridad y a altas temperaturas, las cuales promueven el proceso de senescencia, incluyendo el amarillamiento foliar. Ferrante et al. (2002), indicó que tratamientos con citocininas reducen la degradación de la clorofila solamente a concentraciones mayores de 10^{-5} M.

Las hormonas vegetales juegan un papel muy importante en el control de la senescencia de flores y es ejercido por un balance que existe con otros factores. En general, el etileno, ABA, jasmonato y su derivado metil jasmonato, ácido salicílico, brasinoesteroides promueven la senescencia; entretanto, las citocininas, auxinas y giberelinas son retardantes de la senescencia (Davies, 2004).

Fainstein (1997), mencionó que, el etileno es una hormona vegetal que se encuentra en las plantas y que en concentraciones pequeñas ocasiona la caída de flores y capullos. Sin embargo, Reid et al. (1980), refirió que la presencia de concentraciones muy bajas de etileno tiene efectos importantes sobre la apertura de flores de rosas. Las respuestas al etileno son diferentes dependiendo de la variedad y entre las más comunes se destacan la inhibición de la apertura floral, la pérdida de brillo y el arrugamiento de los pétalos, apertura acelerada y la inducción de la abscisión de pétalos y hojas.

Pizano (1997), afirmó que, la producción de etileno en las flores cortadas aumenta cuando se les almacena en posición horizontal y cuando la intensidad de la luz es baja o si están afectadas por algún daño mecánico o alguna enfermedad.

Según Halevy y Mayak, Nowak y Rudnicki, (2010), el etileno se puede inhibir con la acción de sales metálicas bactericidas, incluyendo el nitrato de plata y el sulfato de aluminio; esto lo demostraron a través de numerosos experimentos que han sido conducidos sobre los tratamientos postcosecha de flores cortadas de rosa. Concluyen que el ion plata tiene propiedad bactericida y efecto inhibitorio sobre la acción del etileno, las flores de rosa tratadas con nitrato de plata no presentaron cabeceo y tuvieron larga

vida de florero mientras que las tratadas con tiosulfato de plata tuvieron cabeceo y corta vida de florero.

Balanguera (2014), indicó que el ion plata (Ag^{2+}) es un fuerte inhibidor de la acción del etileno, reemplaza al Cu presente en los receptores de etileno, en consecuencia, se disminuyen los procesos de senescencia aplicados en forma de tiosulfato de plata STS ($\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$) es más eficiente, no es fitotóxico y su movilidad en los tejidos de la planta es mayor. Se ha utilizado en postcosecha de flores de corte y orquídeas debido a su eficacia para disminuir la senescencia y prolongar la vida de florero, en el mercado se comercializa con los nombres de Chryzal AVB, Floríssima 125 y Florissant 100.

2.2.2. Compuestos químicos utilizados en el manejo postcosecha de flores de corte

a. Zinc. La esencialidad del zinc (Zn) en plantas fue demostrada inicialmente en maíz y posteriormente en cebada y girasol enano. Los primeros reportes de síntomas de deficiencias severas de zinc incluyen elongación defectuosa de ramas en tomate (Sekimoto et al., 1997). Dicha deficiencia incluye reducida síntesis de proteína y almidón mientras que el contenido de azúcar no se ve afectado. La actividad de algunas enzimas respiratorias, la acumulación de quinonas y cambios en los niveles de proteínas y aminoácidos han sido reportados en deficiencia de Zn (Klein et al., 1962). En la mayoría de cultivos, la concentración foliar típica de zinc requerida para un adecuado crecimiento está entre 15 a 20 mg kg⁻¹ de materia seca (Broadley et al., 2007).

El zinc no forma parte de ningún componente estructural pero sí de varias enzimas como la anhidrasa carbónica, deshidrogenasa láctica, deshidrogenasa alcohólica, aldolasa, deshidrogenasa glutámica, carboxilasa pirúvica y ribonucleasas (Ríos y Corella, 1999). Este metal es un constituyente de numerosas enzimas como

anhidrasas, oxidasas y peroxidadas y desempeña un papel importante en regular el metabolismo del nitrógeno, la multiplicación celular, la fotosíntesis y la síntesis de auxinas (Rout y Das, 2003).

Una de las funciones importantes del zinc es la regulación de la expresión de genes al formar parte de factores de transcripción de los cuales varias proteínas han sido implicadas en la regulación de procesos biológicos como desarrollo de la flor, morfogénesis regulada por la luz y respuestas a patógenos (Takatsuji, 1998). Es un elemento menor que activa la enzima triptófano sintetasa, encargada de la síntesis del triptófano para la biosíntesis del ácido indolacético (AIA), expansión foliar y crecimiento de brotes en zonas meristemáticas. En deficiencia de zinc la síntesis de auxina queda reducida al no sintetizarse el triptófano, que requiere la actuación de la enzima activada por el zinc, la cual une la serina y el anillo indólico (Gil, 1995). A pesar de ello, el modo de acción del zinc sobre el metabolismo auxínico aún es desconocido (Hanafy et al., 2012). Este elemento es absorbido por la planta como quelato por vía radical o foliar. En el transporte a larga distancia (xilema) está ligado a los ácidos orgánicos o como catión divalente libre.

b. Cloruro de Calcio. Se ha comprobado que la deficiencia de calcio propicia la senescencia, lo cual se expresa como pérdida de clorofila y proteínas, incrementando así la degradación de las membranas y la disolución de la lámina media (Starkey y Pedersen, 1997), por lo que las aplicaciones de calcio dirigidas a los tejidos afectados pueden estabilizar las paredes celulares y regular la permeabilidad de la membrana (Marschener, 2002).

Martinez y Bellot (2011), Br-Tal (2011), encontraron que un alto contenido de calcio en forma de CaCl_2 afecta el desarrollo de *Botrytis cinerea* inhibiendo el crecimiento del micelio y la susceptibilidad a la enfermedad.

c. **Nitrato de Potasio (KNO_3)**. Con base en las diferencias en su biodisponibilidad, el K del suelo se divide en cuatro fracciones: soluble (K_s); intercambiable (K_i); no intercambiable (K_{ni}), pero potencialmente disponible para las plantas; y la presente en la matriz mineral o estructural (Sparks y Huang, 1985; Mutscher, 1997). Si las dos primeras son bajas, los suelos deben ser complementados con fertilizantes potásicos para incrementar su disponibilidad (De la Horra et al., 1998).

El (K) se caracteriza por la gran movilidad y solubilidad en el interior de los tejidos, ejerce una gran influencia en la permeabilidad de las membranas celulares y en la hidratación de los tejidos. Interviene en la economía hídrica de la planta, regulando la absorción y la pérdida por transpiración. La deficiencia de K es poco visible en las hojas, produce fundamentalmente una reducción del tamaño de los frutos con corteza más fina y lisa, y se lo asocia con el agrietamiento de la corteza (Palacios, 2005; Barry y Bower, 1997).

CAPÍTULO III

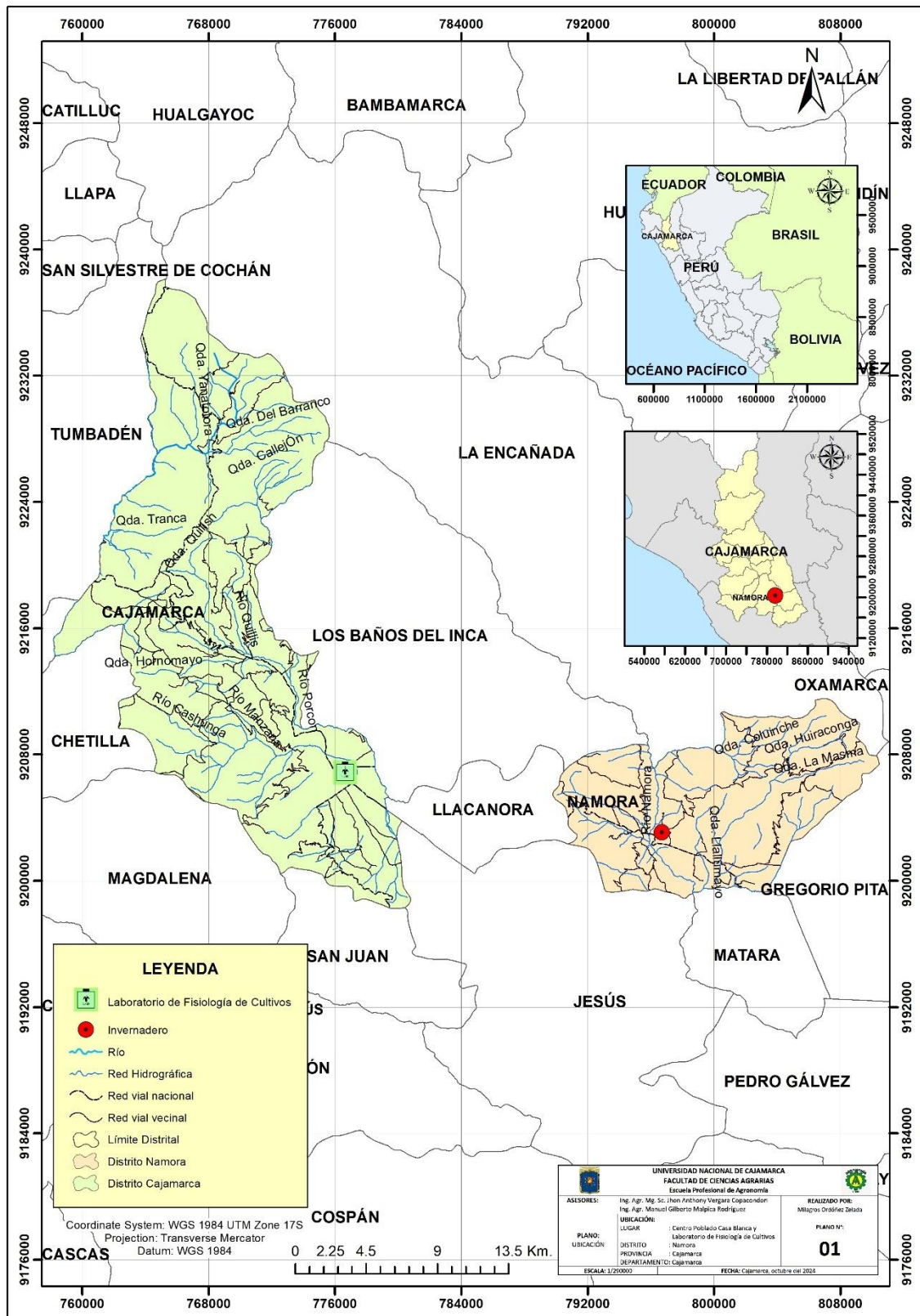
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

La investigación fue realizada en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, geográficamente localizado entre las coordenadas 07°10' 06.35" S y 78° 29' 42.70" W y a una altitud de 2680 msnm.

Figura 1

Ubicación del experimento.



3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

Tallos florales de rosa (*Rosa hybrida* Var. Freedom).

3.2.2. Material de campo

Cámara digital.

Etiqueta.

GPS.

Lapicero.

Libreta de campo.

3.2.3. Material y equipo de laboratorio

Ácido cítrico.

Agua destilada estéril.

Alcohol etílico al 96 %.

Balanza digital.

Cámara digital.

Cloruro de Calcio (CaCl).

Computadora.

Etiqueta.

Frasco de plástico.

Hipoclorito de Sodio.

Lapicero.

Marcador permanente resistente al agua.

Matraz.

Nitrato de Potasio (KNO_3).

Pipeta.

Probeta graduada de 250 ml.

Sacarosa

Sulfato de Zinc ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$).

Vaso de precipitado.

3.3. Metodología

3.3.1. Trabajo de campo

Los tallos florales de rosa, cultivados en el periodo de mayo a agosto del año 2022, fueron seleccionados considerando dos índices de calidad: tallo largo y rígido de 70 centímetros de largo y follaje verde perlado. La cosecha fue realizada a las 4:00 p.m., del día 08 de agosto del año 2022. En ese momento la temperatura ambiente fue de 15 °C y la humedad relativa de 90 % en el interior del invernadero. Se cosecharon los tallos con la flor cuyo cáliz estaba totalmente desprendido de los sépalos y al menos un pétalo estaba ligeramente desprendido del botón floral, punto de corte que es el recomendado para variedades de color rojo, tomando en consideración la metodología establecida por Dole y Wilkins (2005).

Figura 2

Flor de rosa en punto de corte "grado de apertura 1".



a. Cosecha. El corte fue efectuado en forma de bisel, en tallos florales del tercer piso de formación, dejando sobre el tallo cortado dos a tres yemas, para lo cual fue utilizada una tijera de podar previamente desinfectada con hipoclorito de sodio al 2 %. Luego fueron seleccionados 32 tallos por cada tratamiento, los cuales fueron sumergidos en baldes de 20 L de capacidad conteniendo agua limpia, haciendo un total de 140 tallos florales. La lámina de agua acidificada fue de 20 cm de altura (8 litros de agua). La temperatura del agua al momento de la inmersión fue de 12 °C. Terminada la cosecha, los baldes conteniendo a los tallos florales, fueron tapados herméticamente con una bolsa plástica de color negro y rafia. Bajo estas condiciones, los tallos florales fueron refrigerados a una temperatura de 3,5 °C, luego de 24 horas fueron trasladados al Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

3.3.2. Trabajo de laboratorio

La investigación fue realizada bajo el Diseño Completamente Randomizado (DCR), con 4 tratamientos y cuatro repeticiones (cada unidad experimental estuvo compuesta por ocho tallos florales de rosa).

Tabla 1

Tratamientos en estudio

Tratamiento	Descripción
T ₀	0 ppm ZnSO ₄ 7H ₂ O
T ₁	5 ppm ZnSO ₄ 7H ₂ O
T ₂	10 ppm ZnSO ₄ 7H ₂ O
T ₃	20 ppm ZnSO ₄ 7H ₂ O

a. *Instalación del experimento*

a.1. *Rehidratación.* En el Laboratorio de Fisiología Vegetal, a cada uno de los tallos florales se les retiraron las hojas compuestas inferiores, manteniendo únicamente tres de ellas, contadas desde el ápice hacia la base. Así mismo, los tallos fueron cortados a razón de 60 cm de longitud, para luego ser colocados en el interior de recipientes conteniendo agua destilada estéril, previamente acidificada con ácido cítrico (pH= 3,5).

a.2. *Quelación del Zinc.* La quelación del Zn SO₄ 7H₂O para obtener un litro de solución del tratamiento 3, se realizó de la siguiente manera: 4,32 g de EDTA fueron disueltos en 900 mL de agua destilada hasta obtener una solución clara, mientras la

solución de EDTA estaba bajo agitación, se le agregó 10 g de Zn SO₄ 7H₂O, por último, el volumen de la solución fue completado a 1000 mL utilizando agua destilada.

a.3. Mantenimiento en florero. Luego de la inmersión en agua destilada estéril acidificado, los tallos florales fueron enjuagados con agua destilada estéril con la finalidad de eliminar residuos. Se preparó 13 litros de solución compuesta de 10000 ppm de Cloruro de Calcio (CaCl₂), 20000 ppm de Nitrato de Potasio (KNO₃) y sacarosa (100 g.L⁻¹), acidificada con ácido cítrico (pH = 3,5), la cual fue distribuida en cuatro fracciones de 3,5 litros cada una, según los tratamientos establecidos. En cada fracción de solución fue incorporada la dosis correspondiente de sulfato de Zinc (Zn SO₄ 7H₂O) quelatado. Finalmente, las soluciones fueron colocadas en frascos de vidrio de 800 ml de capacidad, formando una lámina de solución de 10 cm de altura. En cada frasco de vidrio se colocaron ocho tallos florales de rosa, tres de los cuales fueron identificados para evaluar su respuesta a los tratamientos en estudio, los cuales fueron ubicados al interior de una cámara iluminada instalada bajo condiciones de laboratorio, registrándose en ella los valores máximos y mínimos diarios de la temperatura, luminosidad y humedad relativa. El fotoperiodo será regulado a 14/10 horas de luz/oscuridad respectivamente.

b. Evaluaciones. Fueron realizadas cada tres días, contados a partir del mantenimiento en florero (10 de agosto del 2022) hasta la abscisión de los pétalos en el tallo floral.

b.1. Vida de postcosecha. Se determinó el número de días transcurridos entre el 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 doblez del cuello, marchitez, flacidez, caída de pétalos y amarillamiento de las hojas.

b.2. Duración de color verde perlado de las hojas. Se registró el número de días transcurridos entre el 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 felce (RAL 6025).

b.3. Consumo hídrico. Se marcó con un plumón indeleble la línea de agua de cada frasco de vidrio, para luego realizar la respectiva medición del volumen de agua reducido, cada tres días hasta la finalización de la investigación.

b.4. Diámetro floral. Fue determinado empleando un vernier a partir del mantenimiento en florero y al término de la investigación.

b.5. Peso fresco y seco de tallo floral. Fue determinado utilizando un tallo previamente marcado y contenido en cada uno de los frascos de vidrio según los tratamientos, en el mantenimiento en florero y al finalizar la investigación. Seguidamente el tallo floral fue colocado sobre papel para luego introducirlo en una estufa por un periodo de 48 horas a una temperatura de 75 °C, con la finalidad de determinar el porcentaje de materia seca.

b.6. Peso de pétalos. Fue calculado en base a la reducción del área de pétalos sobre el peso seco de pétalos, en el mantenimiento en florero y al final de la investigación.

b.7. Área petalar (cm²). Se estimó en base a tres pétalos de la periferia, parte media y parte interna de la flor de cada tratamiento, tanto en el mantenimiento en florero y al finalizar la investigación. Los pétalos fueron colocados sobre papel bond y utilizando un lápiz se dibujaron sus siluetas, para luego cortarlas, así mismo, previamente se cortó

una porción de papel bond de 25 cm², la cual fue pesada con el fin de obtener el área petalar mediante regla de tres simple.

3.3.3. Trabajo de gabinete

La información obtenida en las evaluaciones fue sistematizada, para luego realizar la redacción del trabajo de investigación, haciendo uso de la estadística descriptiva e inferencial. Se realizó el Análisis de varianza (ANVA) para determinar la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio, así como, la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Vida de postcosecha

En la Tabla 2, se observa que el T₁ (5 ppm ZnSO₄·7H₂O), prolonga en mayor número de días (14) la vida post cosecha de la flor de rosa, en tanto que, los tratamientos T₀ (0 ppm ZnSO₄·7H₂O) y T₃ (20 ppm ZnSO₄·7H₂O) ejercen su efecto en menor número de días (9).

Tabla 2

Número de días promedio de vida de postcosecha de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)

Tratamiento	Número de días
T ₀	9
T ₁	14
T ₂	12
T ₃	9
Promedio	11

Tabla 3

Análisis de varianza para el número de días de vida de postcosecha de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p - valor (Sig.)
Tratamientos	72	3	24	72	0.000**
Dentro de grupos	4	12	0.333		
Total	76	15			

En la Tabla 3, se observa que existe alta significancia estadística para las concentraciones de Sulfato de Zinc heptahidratado, dado que el valor de significación (p-valor = 0.000) es menor al 0,01 (1 %), esto indica que la vida de post cosecha de la flor respecto a los tratamientos es altamente significativa estadísticamente.

Tabla 4

Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el número de días de vida de postcosecha de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T ₀ : 0 ppm	4	9		
T ₃ : 20 ppm	4	9		
T ₂ : 10 ppm	4		12	
T ₁ : 5 ppm	4			14

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, se corroboró que el T₁ (5 ppm ZnSO₄·7H₂O), es el que prolonga en mayor número de días (14) la vida post cosecha de la flor de rosa. Al respecto, Saeed, et al. (2015) al evaluar distintas dosis de Zn; (4, 6, 8 y 10 mg de Zn kg⁻¹ en medios de suelo) en flores de gladiolos, determinó que

la vida postcosecha se prolongó al emplear una dosis de 8 mg Zn.kg^{-1} en medios de suelo. Asimismo, Melgar (2018) al comparar la aplicación de nanopartículas (NPs) de óxido de zinc (ZnO) y óxido de zinc/grafeno (ZnO/G) sobre la vida poscosecha de las flores de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinnery), registró que el ZnO y ZnO/G desempeñan un papel crucial al prolongar la vida postcosecha, favoreciendo una mayor absorción de agua y por consiguiente ganancia de peso, hojas turgentes, pedicelos firmes y estimulación de la apertura de flores en un lapso de 16 días; superando en 2 días al T₁ (5 ppm ZnSO₄·7H₂O) evaluado en la presente investigación.

Deepshikha (2018) utilizó nanozinc sintetizado y un agente de cobertura/dopaje (almidón) en flores cortadas de *Gerbera jamesonii*, logrando incrementar la vida útil de las flores cortadas hasta tres veces en comparación con el testigo. Sin embargo, Prabawati (2023), observó que el uso de nanopartículas de plata (T₁) y nitrato de plata (T₂) produjeron resultados superiores en comparación con el uso de nanopartículas de zinc (T₃) y óxido de zinc (T₄) asperjados sobre las hojas de tallos florales de crisantemo. Los tratamientos 1 y 2 prolongaron la vida útil de las flores hasta en 9 días, en tanto, que los tratamientos 3 y 4 solo hasta en 4 días antes de marchitarse.

4.2. Duración de color verde perlado de las hojas

En la Tabla 5, podemos observar que el T₁ (5 ppm ZnSO₄·7H₂O), contribuye a la duración del color verde perlado de las hojas por un mayor número de días (14), seguido por el T₂ (10 ppm ZnSO₄·7H₂O) con 9 días y por último los T₃ (20 ppm ZnSO₄·7H₂O) y T₀ (testigo) ambos con 6 días.

Tabla 5

Número de días promedio de duración de color verde perlado de las hojas de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)

Tratamiento	Número de días
T ₀	6
T ₁	14
T ₂	9
T ₃	6
Promedio	9

Tabla 6

Análisis de varianza para el número de días promedio de duración de color verde perlado de las hojas de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p - valor (Sig.)
Tratamientos	171	3	57	171	0.000**
Dentro de grupos	4	12	0.333		
Total	175	15			

En la Tabla 6, se observa que existe alta significancia estadística para las concentraciones de Sulfato de Zinc heptahidratado, dado que el valor de significación (p-valor = 0.000) es menor al 0,01 (1 %), esto indica que la duración de color verde perlado de las hojas respecto a los tratamientos es altamente significativa estadísticamente.

Tabla 7

*Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el número de días promedio de duración de color verde perlado de las hojas de rosa (*Rosa hybrida* var. *Freedom*)*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T ₀ : 0 ppm	4	6		
T ₃ : 20 ppm	4	6		
T ₂ : 10 ppm	4		9	
T ₁ : 5 ppm	4			14

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el color verde perlado de las hojas en número de días (Tabla 7), se observa que el T₁ (5 ppm ZnSO₄·7H₂O), prolonga en mayor número de días (14), seguido por el T₂ (10 ppm ZnSO₄·7H₂O) con 9 días y finalmente los T₃ (20 ppm ZnSO₄·7H₂O) y T₀ (testigo) ambos con 6 días.

Saeed, et al. (2013) al evaluar distintas dosis de Zn; (4, 6, 8 y 10 mg de Zn kg⁻¹ en medios de suelo) en flores de gladiolos, determinó que el color verde intenso de las hojas se prolongó al emplear una dosis de 6 mg Zn.kg⁻¹ en medios de suelo. Del mismo modo, Melgar (2018) al comparar la aplicación de nanopartículas (NPs) de óxido de zinc (ZnO) y óxido de zinc/grafeno (ZnO/G) sobre el color verde de las hojas de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinners), registró que el ZnO y ZnO/G desempeñan un papel importante al mantener la calidad del tallo floral y las hojas, no solo estimulando la apertura de las flores, sino que también generando una coloración más intensa y verde en las hojas en un lapso de 16 días; superando en 2 días al T₁ (5 ppm ZnSO₄·7H₂O) evaluado en esta investigación.

Carrillo (2016) mencionó que las hojas de crisantemo cv. Puma, que rápidamente se vuelven amarillas y se marchitan pueden provocar diámetros de flores más pequeños y a la vez flores marchitas. La apertura de las flores, influenciada por el color amarillento y el marchitamiento de las hojas, implica un mayor transporte de carbohidratos y azúcares disueltos de las hojas hacia las flores.

4.3. Consumo hídrico

En la Tabla 8, se observa que en los T₀ y T₁ (5 ppm ZnSO₄·7H₂O), los tallos florales consumieron 26 ml de agua, en tanto, que en los T₂ (10 ppm ZnSO₄·7H₂O) y T₃ (20 ppm ZnSO₄·7H₂O) el consumo fue de 33 ml.

Tabla 8

Número de días promedio de consumo hídrico (ml) de tallos florales de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)

Tratamiento	Número de días
T ₀	26
T ₁	26
T ₂	33
T ₃	33
Promedio	30

Tabla 9

Análisis de varianza para el número de días promedio de consumo hídrico (ml) de tallos florales de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p - valor (Sig.)
Tratamientos	225.250	3	75.083	24.685	0.000**
Dentro de grupos	36.500	12	3.042		
Total	261.750	15			

En la Tabla 9, se observa que existe alta significancia estadística para las concentraciones de Sulfato de Zinc heptahidratado, dado que el valor de significación

(p-valor = 0.000) es menor al 0,01 (1 %), esto indica que el consumo hídrico (ml) de los tallos florales respecto a los tratamientos es altamente significativa estadísticamente.

Tabla 10

*Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el número de días promedio de consumo hídrico (ml) de tallos florales de rosa (*Rosa hybrida* var. *Freedom*)*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T ₁ : 5 ppm	4	26	
T ₀ : 0 ppm	4	26	
T ₃ : 20 ppm	4		33
T ₂ : 10 ppm	4		33

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el consumo hídrico (ml) de tallos florales (Tabla 10), se observa que los T₂ (10 ppm ZnSO₄7H₂O) y T₃ (20 ppm ZnSO₄7H₂O), consumieron 33 ml de agua, en tanto, que los T₁ (5 ppm ZnSO₄7H₂O) y T₀ (0 ppm ZnSO₄7H₂O) solamente consumieron 26 ml de agua.

Al respecto, De la Cruz (2015), al utilizar "Chrysal clear" (ácido cítrico al 4 % y Dextrosa al 93 %) en diferentes cultivares de rosas, provocó la apertura de los botones florales, mejoró su durabilidad, realzó el color de los pétalos y favoreció la producción de tallos vigorosos debido a un mayor consumo de agua.

Así mismo, Arévalo (2018), determinó que el cultivar de rosa "Polar Star" posee mayor vida en florero (12,4 días) debido a su capacidad de absorber mayor cantidad de agua. Arévalo et al. (2012) y Van Doorn (2012), resaltaron que la disminución del consumo de agua puede atribuirse al taponamiento de los vasos en la base del tallo como consecuencia de la proliferación de bacterias que implica una alta tasa de

cavitación (burbujas de aire dentro del xilema), síntesis de metabolitos en reacción al corte, etc.

4.4. Diámetro floral

En la Tabla 11, se observa que existe escasa diferencia entre los tratamientos evaluados con respecto al diámetro floral, ya que, el T₁ (5 ppm ZnSO₄7H₂O) y el T₂ (10 ppm ZnSO₄7H₂O), provocaron el incremento del diámetro floral en 1,6 cm, en tanto, que el T₀ (0 ppm ZnSO₄7H₂O) y el T₃ (20 ppm ZnSO₄7H₂O) solamente produjeron que el incremento en el diámetro floral sea de 1,5 cm.

Tabla 11

Diámetro floral (cm) promedio

Tratamiento	Diámetro floral inicial	Diámetro floral final	Diámetro floral
T ₀	3.0	4.5	1.5
T ₁	2.9	4.5	1.6
T ₂	3.0	4.6	1.6
T ₃	3.1	4.6	1.5
Promedio	3.0	4.6	1.6

Tabla 12

Análisis de varianza para el diámetro floral (cm) promedio de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p - valor (Sig.)
Tratamientos	0.0127	3	0.004241	0.202	0.89
Dentro de grupos	0.2519	12	0.021		
Total	0.2646	15			

En la Tabla 12, se observa que no existe significancia estadística para las concentraciones de Sulfato de Zinc heptahidratado, dado que el valor de significación (p-valor = 0.89) es mayor al 0,05 (5 %), esto indica que el incremento del diámetro floral (cm) de los tallos florales respecto a los tratamientos no es significativa estadísticamente.

Nguyen y Lim (2021), mencionaron que las soluciones preservativas, incluyendo aquellas con micronutrientes como el zinc, pueden prolongar la vida en florero y mejorar atributos como el diámetro floral. Específicamente, el zinc mejora la estabilidad de la membrana celular y la actividad de enzimas antioxidantes, lo que contribuye a un mayor diámetro y frescura de las flores. A su vez, Research Trend (2021) refirió que el zinc influye en el incremento de la absorción de agua y nutrientes, repercutiendo en el adecuado desarrollo floral, pues la aplicación de zinc en gladiolos, mejoró significativamente el crecimiento y los atributos florales.

Soriano et al. (2018) determinó que nanopartículas de ZnO y ZnO/G, así como, sulfato de zinc heptahidratado ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) incrementan el diámetro de las flores en comparación con los tratamientos con solo agua (control negativo) o sacarosa (control positivo), aunque no encontró diferencias significativas en el diámetro de la flor ($P = 0,305$).

Arévalo et al. (2018) refirió que cultivares de rosa híbrida mantenidos en solución “Chrysal clear” (compuesta de micronutrientes como el Zinc) provocó el incremento del diámetro floral de Polar Star (110,6 mm) y Blush (90,3 mm) en un lapso de tiempo de 5 a 6 días después de la cosecha. En tanto que, Highlander, Engagement, Topaz, Samurai y Freedom alcanzaron el máximo diámetro floral entre el tercer y cuarto día.

4.5. Peso de pétalos

En la Tabla 13, se observa que en el T₀ (0 ppm ZnSO₄7H₂O) y el T₂ (10 ppm ZnSO₄7H₂O), el peso de los pétalos se redujo en 5 g, en el T₃ (20 ppm ZnSO₄7H₂O) 3 g y en el T₁ (5 ppm ZnSO₄7H₂O) solamente 2 g.

Tabla 13

Pérdida de peso (g) promedio de pétalos

Tratamiento	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Pérdida de peso (g)
T ₀	20	15	5
T ₁	18	16	2
T ₂	21	16	5
T ₃	18	15	3
Promedio	19	15	3

Tabla 14

Análisis de varianza para la pérdida de peso (g) promedio de pétalos de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p - valor (Sig.)
Tratamientos	25.688	3	8.563	2.874	0.080
Dentro de grupos	35.750	12	2.979		
Total	61.438	15			

En la Tabla 14, se observa que no existe significancia estadística para las concentraciones de Sulfato de Zinc heptahidratado, dado que el valor de significación (p-valor = 0.080) es mayor al 0,05 (5 %), esto indica que la disminución de peso (g) en los pétalos de los tallos florales respecto a los tratamientos no es significativa estadísticamente.

Investigaciones previas sugieren que, aunque el zinc puede influir en varios aspectos del metabolismo y la preservación de flores cortadas, no siempre impacta directamente en la pérdida de peso de los pétalos. Nguyen y Lim (2021) demostraron que las soluciones preservativas que incluyen micronutrientes como el zinc pueden mejorar ciertos atributos, pero su efecto específico en la pérdida de peso puede no ser significativo.

De manera similar, Jones et al. (2006) y Reid y Jiang (2012), refirieron que el manejo del agua y las condiciones ambientales influyen en la preservación postcosecha, lo que fundamenta la falta de significancia en la pérdida de peso registrada en esta investigación.

Soriano et al. (2018), mencionaron que nanopartículas de ZnO y ZnO/G provocaron el incremento del peso de las flores hasta los 16 días posteriores a la cosecha. Lo que sugiere una mejor absorción de agua y mayor turgencia.

Saeed et al. (2013) determinaron que la aplicación de zinc a una dosis de 6 a 8 mg de Zn kg⁻¹ incrementó el peso fresco y seco de la biomasa floral en gladiolos. Las flores tratadas con esta dosis mantuvieron su turgencia y firmeza por mayor tiempo, repercutiendo en el mayor peso de los pétalos. A diferencia del tratamiento con 10 mg Zn kg⁻¹ que generó un menor peso de los pétalos debido a una mayor pérdida de agua y una menor estabilidad estructural.

4.6. Área petalar (cm²)

En la Tabla 15, se observa que en el T₃ (20 ppm ZnSO₄·7H₂O) provocó el incremento del área petalar en 6,2 cm², en tanto, que en el T₀ (0 ppm ZnSO₄·7H₂O) el incremento en área de los pétalos fue de 4,2 cm².

Tabla 15

Área petalar (cm²) promedio

Tratamiento	Área petalar inicial (cm ²)	Área petalar final (cm ²)	Área petalar (cm ²)
T ₀	14.4	20.6	4.2
T ₁	14.4	20.1	5.7
T ₂	14.9	19.1	5.8
T ₃	14.4	20.2	6.2
Promedio	14.5	20	5.5

Tabla 16

Análisis de varianza para el área petalar (cm²) promedio de rosa (Rosa hybrida var. Freedom)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p - valor (Sig.)
Tratamientos	8.823	3	2.941	1.238	0.339
Dentro de grupos	28.499	12	2.375		
Total	37.323	15			

En la Tabla 16, se observa que no existe significancia estadística para las concentraciones de Sulfato de Zinc heptahidratado, dado que el valor de significación (p-valor = 0.339) es mayor al 0,05 (5 %), esto indica que el incremento del área petalar (cm²) de los tallos florales respecto a los tratamientos no es significativa estadísticamente.

La diferencia en el incremento del área petalar pudo estar relacionada con la respuesta fisiológica de los tallos florales a la exposición a diferentes niveles de zinc, así como, a la absorción de agua y nutrientes. Al respecto, Jones et al. (2006) refirieron que el estrés oxidativo causado por altos niveles de zinc puede reducir la expansión celular, afectando negativamente el tamaño del área petalar. Así mismo, Reid y Jiang (2012), mencionaron que el manejo agronómico y las características genéticas de cada especie vegetal influyen en su respuesta a los tratamientos con zinc.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El uso del zinc se constituye en una alternativa para prolongar la vida útil e influir sobre algunos parámetros de calidad de la flor de *Rosa hybrida* L. Cv. "Freedom".

El T₁ (5 ppm de ZnSO₄·7H₂O) fue el que prolongó la vida útil (14 días), mantuvo el color verde perlado de las hojas y provocó el menor peso de pétalos (2 g) de la flor de *Rosa hybrida* L. Cv. "Freedom", en tanto que, para las variables consumo hídrico, diámetro floral y área petalar, no existieron diferencias estadísticas con respecto a los otros tratamientos.

5.2. Recomendaciones

Realizar investigaciones utilizando otros micronutrientes y diversas flores de corte, en condiciones de laboratorio y en plantaciones establecidas.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arévalo, J., Martínez, L. y Gómez, A. (2012). Impacto de la cavitación y el taponamiento de vasos en el consumo de agua de las flores cortadas de rosa. *Postharvest Biology and Technology*, 64(2), 150-160.

Arévalo, M. (2018). *Influencia del índice de cosecha en la vida de florero de siete cultivares de rosa híbrida*. *Agro Productividad*, 8(2). Recuperado a partir de <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/642>

Arévalo, M. (2012). Factores que afectan la vida de florero en flores de corte. *Agro Productividad*, 5(3).

Armitage, A. (1993). *Speciality cut flowers*. USA. Timber Press. 371 p.

Azcon, J. y Talon, M. (2008). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. 2 ed. Editorial Barcelona, 211-245 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

Barry, G., Bower, J. (1997). Manipulation of fruit set and stylar-end fruit split in 'Nova' mandarin hybrid. *Scientia Horticulturae*. 1997;70(2-3):243-50. doi:10.1016/S0304-4238(97)00025-3

Bastidas, E. y Santana, C. (2000). *Respuesta del cultivo de la rosa (Rosa adorata var. Madame Delbard) a diferentes láminas de riego, bajo invernadero en la Sabana de Bogotá*. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

- Boardman, N. (1975). *Trace elements in photosynthesis*. En: Trace Elements in Soil-Plant-Animal system. D. J. D. Nichola y A. R. Egan, ed. Academic Press Inc. New York. San Francisco, London. 129 p.
- Broadley, M., White, P., Hammond, J., Zelko, I. y Lux, A. (2007). Zinc in plants. *New Phytologist* 173, 677-702.
- Cáceres, L., Nieto, D., Flórez, V. y Chavez, C. (2003). *Efecto del ácido giberélico (GA3) sobre el desarrollo del botón floral en tres variedades de rosa (Rosa sp.)*. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Calderón, D. (1998). Química de hidratación en flores de exportación.p.1
- Cañizares, M. (2008). *Determinación de las curvas de absorción de agua en diferentes cadenas de hidratación y su influencia en la duración de vida en florero, de la variedad de rosa sexy red en la empresa Floreloy SA* (Bachelor's thesis).
- Carrillo, L. (2016). Increasing the Vase Life of Chrysanthemum Cut Flowers. *Journal of Horticultural Science*. <https://extension.psu.edu/chrysanthemum-diseases>
- Coorts, G. (1973). *Internal metabolic changes in cut flowers*. *HortScience* 8:195-198. de crecimiento. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias de Flores del Ecuador. N° 61: 17, 57.
- Davies, P. (2004). *The plant hormones: their nature, occurrence, and functions*. In: Davies, P.J. (Ed.). *Plant hormones: Biosynthesis, signal transduction, action!* 3rd Edition. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. pp. 1-15.

- Deepshikha. (2018). Studies on senescence in gerbera using nanoparticles and botanicals. *Research Journal of Chemistry and Environment*, 22(8), 3-4
- De la Cruz, G., Arriaga, A., Mandujano, M. y Elías, J. (2007). *Efecto de tres preservadores de la longevidad sobre la vida postcosecha Rosa cv. Royalty*. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 13(1):109-113.
- De la Cruz, G., Arévalo, M., Peña, C., Castillo, A., Colinas, M. y Mandujano, M. (2015). *Influencia del índice de cosecha en la vida de florero de siete cultivares de Rosa híbrida*. Artículo científico CONACYT. *Revista Mexicana*. Volumen 8. Revisado en línea.
https://www.colpos.mx/wb_pdf/Agroproductividad/2015/Agroproductividad_II_2015.pdf
- De La Horra, D., Jiménez, M. y Conti, M. (1998). Effect of potassium fertilizers on quantity-intensity parameters in some Argentine soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 29: 671-680.
- De la Riva, F. (2011). *Poscosecha de flores de corte y medio ambiente*. *Revista IDESIA*, Vol. 29 (3),125-130.
- Dinchev, D. (1972). *Agroquímica*. Ed. Revolucionaria. Habana. 280 p.
- Downs, C., Reihana, M. & Dick, H. (1988). Bud-opening treatments to improve *Gypsophila* quality after transport. *Sci. Hort.* 34: 301-310.
- El Peruano (2023). Diario oficial de bicentenario. *La floricultura es una alternativa para generar desarrollo económico y social, especialmente en la sierra del país, donde*

se cultivan diversas especies. Revisado en línea.
<https://elperuano.pe/noticia/115273-cultivo-de-flores-en-el-peru-ocupa-a-7000-pequenos-productores-de-la-agricultura-familiar>

English, W. & Kingham, H. (1974). Producción comercial de claveles trad. por Ángel Sánchez. Zaragoza, Acribia. p. 45-78.

Fainstein, R. (1997). Manual para el cultivo de rosa en Latinoamérica. Universidad Politécnica Salesiana. Quito, Ecuador. p. 247.

Ferrante, A., Hunter, D., Hackett, W. & Reid, M. (2002). *Thidiazuron - a potent inhibitor of leaf senescence in Alstroemeria*. Postharvest Biology and Technology, 25:333-338.

Fischer, G. (2000). Fisiología en almacenamiento de la flor colombiana. *Acopaflor*, 6 (4), 81-84.

Fischer, G. y Roncancio, V. (2014). *Efecto de la cosecha sobre fisiología, calidad y longevidad de la flor de corte*. Acoflor 6:32-37.

Fischer, G., Bolívar, P., Mora, A. y Flórez, V. (2005). El ácido a-naftalenacético prolonga la vida en la poscosecha de rosas de corte. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 58(2), 2883-2892.

Flórez, R., Parra, R., Rodríguez, M. y Nieto, D. (2006). *Parámetros considerados en el análisis de crecimiento en Rosa y Clavel en los sistemas de cultivo en suelo y en sustrato*. In: Flórez, V., Fernández, A., Miranda, D., Chavez, B., Guzmán, J., Sena,

A. (ed.) Avances sobre fertirrigación en la floricultura colombiana. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. p.43-52.

Fundación Produce (2016). Manual de Producción de la Rosa. Portalfruticola.com.
<https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/03/19/manual-completo-para-cultivar-rosas-incluye-pdf/>

Gamboa, L. (1995). *El Cultivo de la Rosa de Corte*. Escuela de Comunicación Agrícola. San José - Costa Rica. Páginas 139, 141 - 147.

Gil, F. (1995). *Elementos de la Fisiología Vegetal*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Gorbanov, S. (1979). *Papel de los microelementos en la alimentación de las plantas, los animales y el hombre*. Ed. Universidad de Camagüey. 142 p.

Gutierrez, J. (1991). *Como cultivar claveles para exportación*. Riobamba. Escuela Politécnica Superior del Chimborazo. p. 175 -177.

Haberer, G. & Klieber, J. (2002). *Cytokinins, new insights into a classic phytohormone*. Plant Physiology. Vol 128:354-362.

Halevy, A. (1976). Treatments to improve water balance of cut owers. Acta Horticulturae, 64:223-230.

Halevy, A. & Mayak, S. (1979). *Senescence and postharvest of cut flowers*. Horticultural Reviews 5: 204 - 236.

- Halevy, A. & Mayak, S. (1981). Senescence and postharvest physiology of cut flowers - part 2. In: Janick, J. (Ed.). Horticultural Reviews, v. 3. Westport: AVI publishing, pp. 59-143.
- Halevy, A., Mayak, S., Tirosh, T., Spiegelstein, H. & Kofranek, A. (1974). Opposing effects of abscisic acid on senescence of rose flowers. *Plant and Cell Physiology*, 15(5):813-821
- Hanafy, A., Khalil, M., ElRahman, Abd. & Hamed, N. (2012). *Effect of zinc, tryptophan and indole acetic acid on growth, yield and chemical composition of Valencia orange trees*. *J. Appl. Sci. Res.* 8(2), 901-914.
- Haserk, R. (2002). *Introducción a la floricultura. Segunda edición*. Academic Press. San Diego, USA. p. 102-104.
- Hernández, P., León, M., Valdez, L., Flores, A., Brindis, R. y Cano, G. (2008). *Soluciones y refrigeración para alargar la vida postcosecha de Rosa cv. «Black Magic»*. *Revista Fitotecnia Mexicana* 31(3):73-77.
- Hont, K. (1998). Poscosecha de rosas.". *Taller técnico sobre fisiología del rosal*". (Marzo 5-7, 1998). *Memorias meilland star rose*. Quito, 85-105.
- Hoog, J. (2001). Handbook for modern greenhouse rose cultivation. *Appl. Plant Res.* 220 p.
- Ichimura, K. (2007). *Effects of sucrose treatment on the vase life of various cut flowers*. *Bull. Natl. Res. Inst. Veg.; Ornam. Plants*.

- Jamal, A., Hashimoto, F., Kaketani, M., Shimizu, K. & Sakata, Y. (2001). *Analysis of light and sucrose potencies on petal coloration and pigmentation of lisianthus cultivars (in vitro)*. *Scientia Horticulturae* 89: 75-84.
- Jones, R., Faragher, J. & Winkler, S. (2006). Postharvest management of cut flowers: Effects of water relations and environmental conditions on vase life. *HortScience*, 41(5), 1167-1171.
- Kaltaler, R. & Steponkus, P. (1976). *Factors affecting respiration in cut roses*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101:352-354.
- Klasman, R. (2001). *Enfriar las flores*. *Buenos Aires, Argentina*.
- Klein, R., Caputo, E. & Witterholt, B. (1962). The role of zinc in the growth of plant tissue cultures. *Amer. J. Bot.* 49(4), 323-327.
- Leveau, L. y Pinedo, A. (2016). *Dosis de fertilizante foliar con zinc en el cultivo de rosas de corte (Rosa sp.) a campo abierto en el distrito de Lamas - región San Martín*. Universidad Nacional de San Martín. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Revisado en línea. https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/2173/1/TP_AGRO_00693_2016.pdf
- Luján, Y. (2018). *Influencia de las soluciones hidratantes como el ácido acetilsalicílico, hipoclorito de sodio y sacarosa, durante el manejo de poscosecha en rosas (Rosa sp.)*. Revisado en línea el 4 de noviembre del 2023. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3386>

- Malavolta, E. (1967). *Manual de química agrícola, adubos e adubacao*. Sao Paulo. Ceres. 606 p.
- Marschner, H. (2002). *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, London.
- Martínez, J. y Gómez, M. (2011) Effects of Calcium chloride on *Botrytis cinerea* isolates obtained from ornamental plants.
- Mascarini, L., Divo de Sesar, M., Bonadeo, D., Dabini, M. & Vilella, F. (2004). *Efecto de aplicaciones de 6-Benzyl Amino Purina sobre la longevidad en vaso de Rosa hybrida cv. Exótica para flor de corte*. XXV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal-Santa Rosa La Pampa.
- Mascarini, L., Divo de Khoshftamanesh, A., Khademi, H., Hosseini, F. & Aghjani, F. (2018). *Influencia del suministro adicional de micronutrientes en el crecimiento, el estado nutricional y la calidad de las flores de tres cultivares de rosa en un cultivo sin suelo*. Revista de Nutricion Vegetal, 31(9).
- Melgar, L. (2018). *Nanopartículas de óxido de zinc y óxido de zinc/grafeno empleadas en soluciones florero durante la vida poscosecha de lisianthus (Eustoma grandiflorum)*. Agro Productividad, 11(8).
- MIDAGRI (2023). *Apoyo a la floricultura nacional como parte del Plan de Desarrollo de la Cadena de Flores al 2030*. Nota de prensa. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/522380-midagri-articula-apoyo-a-la-floricultura-nacional-como-parte-del-plan-de-desarrollo-de-la-cadena-de-flores-al-2030>

Mutscher, H. (1997). *Measurement and Assessment of Soil Potassium. International Potash Institute*. Bern, Switzerland. 102 p.

Nguyen, T. & Lim, J. (2021). Do eco-friendly floral preservative solutions prolong vase life better than chemical solutions? *Horticulturae*, 7(10), 415. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7100415>

Nowak, J. & Rudnicki, R. (1990). *Manejo poscosecha y almacenamiento de flores cortadas, hortalizas de floristería y plantas en macetas*. Timber Press.

Oviedo, R. y Rodríguez, N. (2009). Caracterización de la cadena de abastecimiento de rosas en Colombia.

Palacios, J. (2005). *Citricultura*. Buenos Aires, Argentina: Hemisferio Sur; (2005). 518 p.

Pardo, F. (2010). Estado del arte de la poscosecha de flores en Colombia. *Escuela de Posgrados*.

Pardo, F. y Flórez, V. (2011). *Estado del arte de la poscosecha 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>

Paulin, A. & Jamal, C. (1982). Development of flowers and changes in various sugar during opening of cut carnations. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 107, 258-261.

Paulin, A. (1997). *La poscosecha de las flores cortadas bases fisiológicas*. Ediciones HortiTecnia Ltda. Bogotá, p. 142.

Pinedo, A. (2015). *Dosis de fertilizante foliar con zinc en el cultivo de rosas de corte (Rosa sp.) a campo abierto en el distrito de Lamas - región San Martín*. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Revisado en línea.
https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/2173/1/TP_AGRO_00693_2016.pdf

Pizano, M. (1997). Floricultura y medio ambiente. *La experiencia colombiana*. Ed. Hortitecnia Ltda.

Prabawati, S. (2023). Evaluation of silver and zinc nanoparticles on vase life of chrysanthemum cut flowers. *Journal of Applied Botany and Nanotechnology*, 15(1), 45-52.

Quiroz, W. (2015). Evaluación del comportamiento del botón de la variedad de Rosa (*Rosa sp.*) Freedom, utilizando cinco colores de capuchin en finca Florícola Manuela. Quito (en línea). Consultado 22 set 2023.

Red, M., Lukaszewski, T. (1993). Manual de manejo y cuidado de la flor cortada en postcosecha. Quito, Promoción de Exportaciones Agrícolas no Tradicionales Proexant. p. 30.

Reid, M. (2009). *Poscosecha de las flores cortadas Manejo y recomendaciones*. Poscosecha Primera Ed:210.

- Reid, M., Evans, R. & Dodge, L. (1980). *Ethylene and silver thiosulphate influence opening of cut rose flowers*. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 114 (3): 436-440
- Requena, J. (1991). La postcosecha de flor cortada. Utilización de soluciones de conservación. Hortofruticultura, Vol. 9, 74-77.
- Research Trend. (2021). Impact of zinc on water absorption and nutrient uptake in cut flowers. Journal of Agricultural Research, 62(3), 145-160.
- Ríos, R. y Corella, F. (1999). *Manejo de la nutrición y fertilización del mango en Costa Rica*. pp. 277-290. Memorias XI Congreso Nacional Agronómico/III Congreso Nacional de Suelos, San José de Costa Rica.
- Rosen, C. y Tantau, R. (2011). Consultado 15 set. 2018. Disponible en rosencol@rosentantau.com. Recuperado el 14 de octubre de 2011, de www.rosen-tantau.com
- Rout, G. & Das, P. (2003). *Effect of metal toxicity on plant growth and metabolism: I. Zinc*. Agronomie 23, 3-11.
- Saeed, T., Hassan, I., Jilanib, G. & Akhtar, N. (2013). *El zinc aumenta el crecimiento y los atributos florales de los gladiolos y alivia el estrés oxidativo en las flores cortadas, tuvo como objetivo mejorar la vida útil de las flores cortadas*. Artículo científico. ScienceDirect. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.09.017>. Revisado en línea. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423813004767>

- Salinas, J. y Sanza, J. (1981). *Síntomas de deficiencias de micronutrientes y de toxicidades minerales en pastos tropicales*. Guía de estudio. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. Cali. p. 8 - 9.
- Santacruz, A. (2008). *Efecto de tres tiempos de refrigeración y tres soluciones hidratantes en el manejo de postcosecha de tres variedades de rosa exportación en Quichinche - Imbabura*. Tesis Ing., Universidad Técnica del Norte. 127 p.
- Sekimoto, H., Hoshi, M., Nomura, T. & Yokota, T. (1997). *Zinc deficiency affects the levels of endogenous gibberellins in Zea mays L.* Plant Cell Physiol. 38(9), 1087-1090.
- Soriano, L., López, A., Cortéz, G., Mendoza, E. y Peralta, R. (2018). Zinc oxide and zinc oxide/graphene nanoparticles used in vase solutions on lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) postharvest life.
- Sparks, D.; Huang, P. (1985). Physical chemistry of soil potassium. *In: Potassium in Agriculture*. R. D. Munson (ed). Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin. pp: 201-276.
- Starskey, K. & Pedersen, A. (1997). Increased levels of calcium in the nutrient solution improves the postharvest life of potted roses. *En: Journal of the American Society for Horticultural Science*. Vol. 122, No.6 (1997); p. 863-868.
- Takatsuji, H. (1998). *Zinc-finger transcription factors in plants*. Cell Mol. Life Sci. 54, 582-596.
- Tantau, R. (2005). South America Finest Selection. <http://www.rosen-tantau.com> 2005

- Van Doorn, W. (2006). Water relations of cut flowers. En: Horticultural Reviews. Vol. 18. p. 1-85
- Van Standen, J., Featonby, B., Mayak, S., Spiegelstein, H. & Halevy, A. (1987). *Cytokinins in cut carnation flowers. II. Relationship between endogenous ethylene and cytokinin levels in the petals*. Plant Growth Regul. Vol. 5, 75-86.
- Vera, A. y Solís, R. (2021). “Costos de cultivo y fijación del precio de venta de rosas de corte de la asociación “Munay Ttika” en la provincia de Calca - Cusco periodo 2019”. Universidad Andina del Cusco. Tesis para optar el título de contador. Revisado en línea.
https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/4530/Angela_Roly_Tesis_bachiller_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Verlinden, S. y 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. y Cevallos, W. (2012). *Influencia de tres soluciones hidratantes con y sin promotor de haces vasculares en el comportamiento de cuatro variedades de rosas, Rosa sp.) para exportación* (Bachelor's thesis).
- Zieslin, N. (2008). Changes in water status of cut roses and its relationship to bent-neck phenomenon. Journal of the American Society for Horticultural Science, Vol. 103 (2), 176-179.

ANEXOS

Anexo 1. Galería fotográfica

Figura 3

Tratamientos en estudio.



Figura 4

Determinación del diámetro floral.



Anexo 2. Datos registrados**Tabla 17**

Número de días promedio de vida de postcosecha de rosa (Rosa hybrida var. Freedom) por tratamiento y repetición

Repetición	0 ppm	5 ppm	10 ppm	20 ppm
I	8	14	11	8
II	9	13	12	9
III	8	14	12	8
IV	9	13	11	9

Tabla 18

Número de días promedio de duración de color verde perlado de las hojas de rosa (Rosa hybrida var. Freedom) por tratamiento y repetición

Repetición	0 ppm	5 ppm	10 ppm	20 ppm
I	6	14	9	5
II	5	13	8	6
III	6	13	9	6
IV	5	14	8	5

Tabla 19

Número de días promedio de consumo hídrico (ml) de tallos florales de rosa (Rosa hybrida var. Freedom) por tratamiento y repetición

Repetición	0 ppm	5 ppm	10 ppm	20 ppm
I	26	27	31	33
II	26	25	33	30
III	27	26	36	36
IV	25	25	34	34

Tabla 20

Diámetro floral (cm) promedio de rosa (Rosa hybrida var. Freedom) por tratamiento y repetición

Repetición	0 ppm	5 ppm	10 ppm	20 ppm
I	1.4	1.3	1.4	1.4
II	1.5	1.7	1.6	1.6
III	1.6	1.7	1.7	1.7
IV	1.4	1.4	1.4	1.4

Tabla 21

Pérdida de peso (g) promedio de pétalos de rosa (Rosa hybrida var. Freedom) por tratamiento y repetición

Repetición	0 ppm	5 ppm	10 ppm	20 ppm
I	2	5	2	5
II	1	5	5	3
III	2	8	4	3
IV	3	3	1	5

Tabla 22

Área petalar (cm²) promedio de rosa (Rosa hybrida var. Freedom) por tratamiento y repetición

Repetición	0 ppm	5 ppm	10 ppm	20 ppm
I	2.97	4.95	3.26	5.97
II	5.64	7.04	4.04	6.42
III	7.22	5.9	4.47	6.82
IV	8.82	4.8	5.02	3.84