

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



Efecto de bioestimulantes y nanopartículas de ZnO en la calidad de flores y vida postcosecha del rosal (*Rosa sp.*)

Por:

LEONELA GONZÁLEZ BARRIENTOS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Efecto de bioestimulantes y nanopartículas de ZnO en la calidad de flores y vida postcosecha del rosal (*Rosa sp.*)

TESIS

Presentada por:

LEONELA GONZÁLEZ BARRIENTOS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título profesional de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Aprobada por:



Dra. Daniela Alvarado Camarillo
Presidente



Dr. José Antonio González Fuentes
Vocal



Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar
Vocal



M.C Sergio Sánchez Martínez
Coordinador de la División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Junio, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Efecto de bioestimulantes y nanopartículas de ZnO en la calidad de flores y vida postcosecha del rosal (*Rosa sp.*)

TESIS

Presentada por:

LEONELA GONZÁLEZ BARRIENTOS

Como requisito parcial para obtener el título profesional de

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. José Antonio González Fuentes
Asesor Principal



Dra. Daniela Alvarado Camarillo
Asesor



Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar
Asesor



M. C Fidel Maximiano Peña Ramos
Asesor





M.C Sergio Sánchez Martínez
Coordinador de la División de Ingeniería

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.
Junio, 2022

DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Al Lic. Marco Salazar

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

*Al Dr. Daniel Armando
Cabrillo, M.C. Fidel Maximiano Peto
Ramos*

Al Dr. Victor Manuel Peto Olvera

Por asesorías y acompañamiento de la mano
pasante a lo largo de mi carrera.

Pasante

*Por todo el acompañamiento y apoyo que me
bringaste lo largo de mi formación
académica y al realizar mi trabajo de
investigación.*

Al Dr. José Antonio Hernández, Har

Por los consejos, tiempo y apoyo
brinda siempre.


Leonela González Barrientos

Al Sr. Oscar Carlos Briceño

*Por el apoyo y consejos que siempre me
das.*

*A mis amigos y compañeros: María Ríos, Flar Guadalupe, Fátima Campos, Michelle Nager,
Robert Almirani, Fabián Marilla, Vladimir Cervantes, Miguel Méndez*

Por el gran apoyo que me brindaron, y por todas las grandes experiencias que vivimos.

AGRADECIMIENTOS

Al creador

Por obsequiarme la vida y ser mi fortaleza
a lo largo de ella.

A mis hermanos: Paola I., Leonardo M., L. Flavio y Aarón M.

Por apoyarme y aconsejarme siempre, por
creer en mí y motivarme día a día.

Al Lic. Marco Salazar

Por creer en mí y apoyarme a lo largo de
toda mi carrera universitaria.

Al Dr. Víctor Samuel Peña Olvera

Por asesorarme y aconsejarme de la mejor
manera a lo largo de mi carrera.

Al Dr. José Antonio Hernández Herrera

Por los consejos, tiempo y atención que nos
brinda siempre.

A mis amigos y compañeros: María Ríos, Flor Garnica, Valeria Campos, Michelle Mayer, Robert Alemani, Fabián Murillo, Vladimir Cervantes, Miguel Mendoza:

Por el gran apoyo que me brindaron, y por todas las grandes experiencias que tuvimos.

A mi madre

Por permitirme seguir con mis sueños, por
todos los sacrificios que hace por mí y por
estar siempre que la necesito.

A mi Alma Mater

Por forjarme a través de mis maestros
dándome las herramientas necesarias para
realizarme como profesionista.

A mis asesores de tesis: Dr. José Antonio González Fuentes, Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar, Dra. Daniela Alvarado Camarillo, M.C Fidel Maximiano Peña Ramos

Por todo el conocimiento y apoyo que me
otorgaron a lo largo de mi formación
académica y al realizar mi trabajo de
investigación.

Al Ing. Oscar Cadena Briceño

Por el apoyo y consejos que siempre me
das.

DEDICATORIA

“Esta mañana les he contado a las flores lo que haría por ti y han florecido” (R.K)

-Abuelos V&M †

Por inspirarme, por aconsejarme, por confiar en mí como nadie más y por quererme tanto a lo largo de su estancia en esta vida.

-Mamá

Por ser una gran mujer, enfrentaste muchas adversidades en la vida sin desistir. Te amo.

-G

Estoy agradecida de haberte conocido, siempre recordare tus consejos y el tiempo compartido. Te aprecio y te admiro mucho.

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	V
INDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. OBJETIVO	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.2 Objetivos específicos	4
III. HIPÓTESIS.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Generalidades del cultivo.....	5
4.1.1 Descripción botánica	5
4.1.2 Parámetros de calidad.....	7
4.2 Fertilización	8
4.3 Bio estimulantes en la agricultura	9
4.4 Nanotecnología en la agricultura	10
4.5 Productos comerciales.....	11
4.5.1 Trade Cit.....	11
4.5.2 Biosal.....	12
4.5.3 Ácidos Fúlvicos.....	12
4.5.4 Nanopartículas de óxido de zinc.....	13
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
5.1 Localización geográfica.....	14
5.2 Características del invernadero	15
5.3 Material vegetativo	15
5.4 Selección del sustrato	16
5.5 Trasplante	17
5.6 Nutrición.....	17
5.7 Selección de tratamientos.....	18
5.8 Método de aplicación de tratamientos.....	19

5.9	Manejo agronómico.....	19
5.10	Muestreo de sustrato para determinar pH y CE.....	20
5.11	Control de temperatura y humedad	22
5.12	Control de plagas y enfermedades	22
5.13	Cosecha.....	23
5.14	Variables evaluadas.....	24
5.15	Diseño experimental	24
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
6.1	Longitud de tallo.....	25
6.2	Diámetro de tallo.....	26
6.3	Longitud de botón	27
6.4	Diámetro de botón	29
6.5	Vida en florero.....	30
6.6	Diámetro de botón abierto.....	31
6.7	Pétalos	31
VII.	CONCLUSIONES	33
VIII.	LITERATURA CITADA	34
IX.	ANEXOS.....	40

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Parámetros de calidad de longitud de tallo del rosal	7
Cuadro 2 Parámetros de calidad longitud de tallo mini rosas	7
Cuadro 3 Nutrientes y funciones	8
Cuadro 4 Fertilizantes comerciales utilizados y cantidades utilizadas de cada uno, separados de acuerdo con su solubilidad	17
Cuadro 5 Tratamientos seleccionados para determinar su efecto sobre el cultivo de rosal, aplicados vía foliar.....	18
Cuadro 6 Rangos deseables de conductividad eléctrica según el método de muestreo e indicaciones nutricionales	21
Cuadro 7 Cuadrados medios de los análisis de varianza por variable estudiada	25
Cuadro 8 Longitud de tallos (cm) de plantas de rosal de corte cv Freedom por efecto de la aplicación de bioestimulantes y nanopartículas ZnO	26
Cuadro 9 Diámetro de tallos (mm) de plantas de rosal de corte cv Freedom por efecto de la aplicación de bioestimulantes y nanopartículas ZnO	27
Cuadro 10 Longitud de botón (mm) de plantas de rosal de corte cv Freedom por efecto de la aplicación de bioestimulantes y nanopartículas ZnO	28
Cuadro 11 Diámetro de botón (mm) de plantas de rosal de corte Freedom por efecto de la aplicación de bioestimulantes y nanopartículas ZnO	29
Cuadro 12 Vida en florero (días) de plantas de rosal de corte cv Freedom por efecto de la aplicación de bioestimulantes y nanopartículas ZnO	30
Cuadro 13 Diámetro de botón abierto (mm) de plantas de rosal de corte cv Freedom por efecto de la aplicación de bioestimulantes y nanopartículas ZnO.....	32
Cuadro 14 Pétalos de plantas de rosal de corte cv Freedom por efecto de la aplicación de bioestimulantes y nanopartículas ZnO	32
Cuadro 15 Doble entrada para calculo macroelementos de solución nutritiva.....	40
Cuadro 16 Microelementos de solución nutritiva en ppm.....	40
Cuadro 17 Clasificación hortícola de la rosa de acuerdo con el número de pétalos ..	40
Cuadro 18 Análisis de correlación (Spereadsheet 1)	41
Cuadro 19 Estadios de desarrollo del cultivo del rosal.....	42

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Invernadero Macro túnel Ornamentales, Depto. Horticultura UAAAN. Extraída de Google Earth diciembre, 2020.....	14
Figura 2 Representación gráfica de medidas correspondientes al Macro túnel seleccionado para la investigación.....	15
Figura 3 Medidor pH y CE marca HANNA	20
Figura 4 Registro gráfico de CE	21
Figura 5 Técnica de corte bajando	23

RESUMEN

La calidad en tallos para flor de corte del rosal está determinada por diferentes factores, tales como longitud-diámetro de tallo y botón, así como vida postcosecha en florero. El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de productos bioestimulantes vía foliar a diferentes dosis diluidos en agua: Trade Cit (TDC) 1 y 2 mL L⁻¹, Biosal (B) 1, 2 y 4 mL L⁻¹, Biosal C (BC) 1, 2 y 4 mL L⁻¹, Fulvato de Calcio (FCa) 2 y 4 mL L⁻¹ y Nanopartículas de óxido de Zinc (NP ZnO) 750 y 1500 ppm L⁻¹, en el cultivo de *Rosa sp*, variedad Freedom sobre portainjerto Natal Brier.

La investigación se realizó en el municipio de Saltillo Coahuila, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Horticultura, Invernadero de Ornamentales, utilizando un diseño experimental de bloques al azar, teniendo un total de 4 bloques y 13 tratamientos, aplicados a partir de cuándo el promedio de los brotes de la primera poda tuvo 5 cm de crecimiento hasta el punto óptimo de cosecha. Las variables consideradas fueron: 1) Longitud de tallo, 2) Diámetro de tallo, 3) Longitud de botón, 4) Diámetro de botón, 5) Vida en florero, 6) Diámetro de botón abierto y 7) Número de Pétalos. Los datos obtenidos fueron analizados con el software estadístico SAS Studio (Statistical Analysis System) prueba LSD ($p=0.05$). Las plantas tratadas con los productos Biosal y Fulvato de Calcio mostraron los mejores efectos sobre la calidad y vida postcosecha para flor de corte, concluyendo que el uso de estos productos bioestimulantes de manera rotativa puede mejorar la calidad y alargar la vida postcosecha.

Palabras clave: Bioestimulantes, Trade Cit, Biosal, Biosal C, Fulvato de Calcio, Nanopartículas de óxido de Zinc, Freedom, Natal Bier.

I. INTRODUCCIÓN

La rosa es una flor sumamente apreciada en jardinería y como flor cortada. En realidad. Es una de las flores ornamentales más populares de todas las flores de jardín (Yong, 2004). La producción mundial de plantas y flores se ha extendido en los últimos años, con numerosos centros productivos localizados en países en desarrollo, que abastecen de forma regular a los grandes consumidores (Gámez-Montiel, *et al.*, 2017).

En México se cultivan distintas variedades de flor con formas, colores y aromas agradables. Las flores son de gran demanda para los obsequios durante las celebraciones que tienen lugar en el país. Los floricultores mexicanos generan al menos 41 clases de flores, entre ellas algunas que son preferidas para las referidas celebraciones (SIAP, 2021).

La rosa tiene una demanda creciente en el mercado interno y externo. En los últimos 10 años ha tenido una tasa media anual de crecimiento de 3.8%. En 2020 se cortaron 9 millones 83 mil gruesas cifra 1.4% superior a la registrada en 2019 (SIAP, 2021).

La tendencia favorable en las exportaciones de rosáceas permitió lograr un récord en el volumen de venta: 3 mil 683 toneladas, según reportes de SIAP (2021). Debido a factores asociados a la estacionalidad, en febrero y mayo se exportó una cuarta parte del total anual. Aunque las exportaciones a Holanda, Japón y Canadá han sido esporádicas, en 2020 México logró comercializar 16 toneladas con estos países. En contraparte, Estados Unidos importó poco más de 3 mil 600 toneladas. Alemania se sitúa como el país más importante del mundo para exportar rosas en planta, mientras que Holanda es el principal mercado para la venta de la flor. Por otro lado, a nivel nacional la participación en la producción de ornamentos representa un 25.1%, y el Estado de México continúa como el principal productor y comercializador, generando un valor de producción de mil 293 millones de pesos, lo que representa un 71.9% del valor nacional (SIAP, 2021).

En vista de que el mercado cada vez es mayor y las exigencias en cuanto a la calidad de las rosas también lo es, el productor debería tener en cuenta nuevas técnicas aplicables a la producción de rosal para flor de corte.

Si bien es cierto que el uso de fertilizantes inorgánicos y productos químicos sintéticos en el sector de la agricultura es necesario para una productividad adecuada, a menudo las grandes cantidades utilizadas pueden tener efectos negativos sobre el medio ambiente y es ahí donde los bioestimulantes naturales juegan un papel importante en los sistemas de agricultura para mejorar el crecimiento vegetativo, la floración, el rendimiento, la calidad de la cosecha y la modificación de los componentes de las plantas ya que estos contribuyen en la reducción de impacto ambiental tal como lo exponen Zulfigar *et al.* (2020). Además, la incorporación de fertilizantes foliares como complemento a la nutrición ha sido una herramienta de gran utilidad que permite corregir en forma rápida deficiencias nutrimentales en cultivos potencialmente económicos (Kolota *et al.*, 2001 citado por Rodríguez- Mendoza, *et al.*, 2011).

Otras investigaciones también afirman que los bioestimulantes se pueden aplicar como productos biológicamente activos en la agricultura, como lo señala Canellas *et al.*, (2015) que tras su investigación sobre ácidos húmicos y fúlvicos como productos bioestimulantes concluyen que estos pueden ayudar a reducir las tasas de aplicación de fertilizantes, mejorar la eficiencia del uso de nutrientes, reemplazar los reguladores de plantas sintéticos, mejorar la calidad de los productos, aumentar la tolerancia al estrés hídrico, disminuir incidencia de enfermedades, mejoran el crecimiento temprano y la floración de cultivo.

Con el fin de emplear tratamientos que colaboren a la obtención de productos de calidad en la flor de rosal y que a su vez la generación de impactos negativos al ambiente sea reducida, el planteamiento de la siguiente investigación se basa en analizar los efectos de productos bioestimulantes y nanopartículas de óxido de zinc sobre la calidad para flor de corte y vida postcosecha de *Rosa sp.*

II. OBJETIVO

2.1 Objetivo general

Evaluar la respuesta del cultivo del rosal sobre la aplicación foliar complementaria de bioestimulantes de origen orgánico y de nanopartículas de óxido de Zinc (ZnO)

2.2 Objetivos específicos

Determinar cuál es el bioestimulante más eficiente en la producción de flor de corte del cultivo del rosal.

Determinar la dosis de bioestimulante o nanopartículas de ZnO, que permita mejorar la producción y vida postcosecha de flor de corte del cultivo de rosal.

III. HIPÓTESIS

Alguno de los bioestimulantes o nanopartículas de ZnO inducirá respuestas positivas en el rendimiento calidad y vida en postcosecha de las flores de rosal.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Generalidades del cultivo

4.1.1 Descripción botánica

El cultivo del rosal pertenece a la familia rosáceae. Las hojas son alternas, ásperas y pecioladas, compuestas de un número impar de folíolos elípticos casi sentados y aserrados por el margen; las flores son terminales solitarias o en racimo, con el cáliz aovado, con la corola compuesta por 5 pétalos redondos o acorazonados, cóncavos y muchos estambres y pistilos (SIAP, 2021).

Arzate-Fernández *et al*, (2014) señalan que las características morfológicas generales de la Rosa *sp* son:

- a. Raíz: rizoma estolonífero.
- b. Tallo: arbusto de tallos semileñosos, casi siempre erectos (a veces rastreros), algunos de textura rugosa y escamosos, con notables formaciones epidérmicas de variadas formas, estípulas persistentes y bien desarrolladas (aguijones).
- c. Hojas: las hojas son compuestas, imparipinadas, generalmente de color verde oscuro brillante, con tres, cinco o siete folíolos de forma ovalada, con el borde dentado y a veces estípulas, es decir, pequeñas expansiones en la base de la misma hoja.
- d. Flores: generalmente aromáticas, completas y hermafroditas (androceo y gineceo juntos); regulares, con simetría radial (actinomorfas).
 - Perianto bien desarrollado.
 - Hipanto o receptáculo floral prominente en forma de urna (tálamo cóncavo y profundo).

- Cáliz dialisépalo, de cinco piezas de color verde. Los sépalos pueden ser simples, o a veces de forma compleja con lobulaciones laterales estilizadas.
 - Corola dialipétala, simétrica, formada de cinco pétalos regulares (o múltiplos de 5), a veces escotados, y de variados colores llamativos, también blancos. La corola suele ser “doble” o “plena” por transformación de los estambres en pétalos, mayormente en los cultivares.
 - Androceo compuesto por numerosos estambres dispuestos en espiral (varios verticilos), generalmente en número múltiplo de los pétalos (5x).
 - Gineceo compuesto por varios pistilos separados (policarpo apocárpico).
 - Nectario presente, que atrae insectos para favorecer la polinización, predominantemente entomófila. Perigino, ovario súpero, numerosos carpelos uniovulados (un primordio seminal por cada carpelo) y libres (apocarpo), así cada carpelo produce un aquenio. Los estilos sobresalen de la abertura superior del hipanto.
 - Inflorescencias racimosas, formando corimbos; pero a veces se presentan flores solitarias por reducción
- e. Fruto: el producto fecundo de la flor es un aquenio.
- f. Infrutescencia: es un “fruto” compuesto por múltiples frutos secos pequeños (poliaquenio), conocida como cinodorrón, separados y encerrados en un receptáculo carnoso (hipanto).
- g. Inflorescencias racimosas que forman corimbos, son generalmente aromáticas, completas y hermafroditas, regulares, con simetría radial. Se denomina rosa a la flor de los miembros de este género y rosal a la planta (SIAP, 2021).

4.1.2 Parámetros de calidad

La clasificación de las rosas se realiza según la longitud del tallo, existen pequeñas variaciones en los criterios de clasificación, orientativamente se detallan a continuación:

Cuadro 1 Parámetros de calidad de longitud de tallo del rosal

Calidad	Longitud de tallo en cm
Extra	90-80
Primera	80-70
Segunda	70-60
Tercera	60-50
Corta	50-40

Fuente: INFOAGRO, 2021.

Cuadro 2 Parámetros de calidad longitud de tallo mini rosas

Calidad	Longitud de tallo en cm
Extra	70-60
Primera	60-50
Segunda	50-40
Tercera	40-30
Corta	≥30

Fuente: INFOAGRO, 2021.

Es importante tener en cuenta que una rosa o mini-rosa de calidad EXTRA, además de cumplir con la longitud y consistencia del tallo, debe tener un botón floral proporcionado y bien formado y el estado sanitario de las hojas y del tallo deben ser óptimos (INFOAGRO, 2021).

4.2 Fertilización

El manejo de la fertilización, o de la nutrición vegetal en cultivos de flores bajo invernadero, ha sido reconocido como una práctica de singular significancia entre los profesionales y empresarios del sector. Dada la gran complejidad de este sistema de producción, la fertilización, a pesar de ser una técnica agronómica entre varias, tiene implicaciones que van más allá de lograr una buena productividad y calidad (Jaramillo, 2005).

Existen elementos considerados esenciales para las plantas y según sus cantidades relativas en la planta pueden ser clasificados como macronutrientes (requeridos en mayor cantidad) y micronutrientes (requeridos en menor cantidad) (Yong, 2004) (Cuadro 3).

Cuadro 3 Nutrientes y funciones

Tipos de nutrientes	Nutrientes	Funciones
Macronutrientes (se precisan en grandes cantidades)	Nitrógeno (N)	El nitrógeno estimula el crecimiento de las hojas y los tallos y aumenta el tamaño de las hojas
	Fosfatos (P ₂ O ₅)	Los fosfatos estimulan el crecimiento de las raíces y de los tallos y aceleran la floración
	Potasa (K ₂ O)	La potasa estimula la producción de flores de gran calidad. También aumenta la resistencia a la sequía y a las enfermedades
Intermedios (se precisan en cantidades moderadas)	Calcio (Ca)	El calcio, magnesio, hierro, boro y manganeso mantienen el color verde normal del follaje, de tal modo que ni el crecimiento ni el aspecto de la planta se estropean por la decoloración y la caída prematura de las hojas. El boro evita la deformación de los folíolos y el calcio reduce la extensión de la podredumbre de los tallos. Los micronutrientes o elementos traza también contribuyen de algún modo a la prevención de enfermedades y a la salud general de la planta.
	Magnesio (Mg)	
Micronutrientes (se precisan en pequeñas cantidades)	Hierro (Fe)	
	Boro (B)	
	Manganeso (Mn)	

Fuente: Yong (2004) El cultivo del rosal y su propagación.

La planta admite dos vías importantes para lograr la obtención de nutrimentos: la radical y la foliar. La radical es aquella donde se suministran los nutrientes necesarios al riego, en floricultura, es normal irrigar y fertilizar al mismo tiempo (fertirrigar) lo que permite a la planta obtener estos nutrientes por medio de sus raíces, por otro lado, la vía foliar es un sistema reconocido que posibilita la toma de elementos nutritivos por las hojas (Jaramillo, 2005).

La utilización de los bioestimulantes como parte de la fertilización en la agricultura está en crecimiento, sin embargo, con su uso no se pretende suplirla sino complementarla debido a que estimulan los procesos naturales para mejorar la absorción y la eficiencia de nutrientes afectando en forma positiva en el rendimiento y calidad de las cosechas.

4.3 Bio estimulantes en la agricultura

El uso excesivo de fertilizantes sintéticos aumenta los costos de producción y aumenta el daño ambiental potencial a través de la lixiviación de nutrientes (Ayyub *et al.*, 2019; Zulfigar *et al.*, 2019), por lo tanto, existe un interés creciente en encontrar soluciones sostenibles no solo para minimizar los costos de producción y mejorar la calidad antes de la cosecha, sino también para extender la longevidad de la floración después de la cosecha (Zulfigar *et al.*, 2020). En vista de estos desafíos, los sistemas agrícolas están evolucionando hacia estrategias de cultivo más económicas y respetuosas con el medio ambiente, haciendo uso de bioestimulantes de origen orgánico vegetal en cultivos debido a las ventajas que generan (Colla y Roupael, 2015).

Los bioestimulantes son materiales, distintos de los fertilizantes, que promueven el crecimiento de las plantas cuando se aplican en cantidades bajas (Kauffman *et al.*, 2007). Estos pueden contribuir a hacer que la agricultura sea más sostenible y resistente además de ofrecer una alternativa a los protectores sintéticos que están perdiendo cada vez más el favor de los consumidores (Van Oosten *et al.*, 2017). Las materias primas bioestimulantes naturales incluyen hojas, raíces o

extractos de semillas, ya sea individualmente o en combinación con otros. Su efecto positivo en la producción hortícola es principalmente debido a los compuestos bioactivos que mejoran el crecimiento de las plantas, como las fitohormonas, los aminoácidos y los nutrientes (Zulfigar *et al.*, 2019).

Como lo muestran Zulfigar *et al* (2020) los bioestimulantes están mejorando en gran medida el rendimiento de los cultivos, reduciendo así los insumos agroquímicos, sin comprometer la calidad y el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, mantener la calidad de la flor de corte es un desafío importante para los productores de todo el mundo (Mollaei *et al.*, 2018).

La acción de estos productos se explica partiendo de la base de su composición, que consiste en una mezcla de dos o más biorreguladores con otras sustancias (aminoácidos, vitaminas, nutrientes), estos pueden provenir de diversas fuentes primarias, ricas en sustancias bioestimulantes (Samudio, 2020).

4.4 Nanotecnología en la agricultura

En el entorno de la agricultura actual, la utilización de la nanotecnología para formular nano insumos da la probabilidad de mejorar el uso y eficiencia de los productos empleados, además de minimizar la porción aplicada de agroquímicos promoviendo de esta forma una agricultura sostenible y de bajo efecto del medio ambiente, con la formulación de agroquímicos con productos que tienen dentro nanopartículas, ya sean metálicas, orgánicas o derivadas del carbono (Lira *et al.*, 2018). Según Dunphy *et al* (2006) una nanopartícula (NP) se define como un material que tiene un diámetro de 1 a 100 nm con cualquier dimensión externa.

Las nanopartículas están hechas de nanomateriales orgánicos e inorgánicos, además, su síntesis también varía en términos de métodos físicos o químicos empleados, los nanomateriales inorgánicos incluyen los óxidos metálicos como ZnO, TiO₂, MgO y AgO, entre otros. (Zulfigar *et al.*, 2019).

Agrawal *et al* (2014) exponen que las nanopartículas tienen una reactividad mejorada debido a una mayor solubilidad, una mayor proporción de átomos superficiales en relación con el interior de una estructura, esta tecnología promete la liberación controlada de agroquímicos y la entrega específica en el sitio de varias macromoléculas necesarias para mejorar la resistencia a las enfermedades de las plantas, la utilización eficiente de los nutrientes y mejorar el crecimiento.

Otras investigaciones (Singh *et al.*, 2021) también reportan los beneficios de la aplicación de la nanotecnología en la agricultura, afirmando que puede mejorar significativamente la eficiencia de los insumos agrícolas teniendo grandes beneficios, incluida una mayor producción de cultivos, inhibición de patógenos de plantas, eliminación de malezas e insectos no deseados con menor costo, menor energía y producción de desechos.

4.5 Productos comerciales

4.5.1 Trade Cit

De acuerdo con su ficha técnica, este producto está elaborado a base de extractos vegetales y contiene una alta concentración de citoquininas.

Las citoquininas se descubrieron durante la década de 1950 debido a su capacidad para inducir la división celular de las plantas (Werner *et al.*, 2001), tras su investigación concluyeron que la citoquinina, junto con la auxina, juega un papel esencial en la morfogénesis de las plantas, teniendo una profunda influencia en la formación de raíces y brotes y su crecimiento relativo.

Las citoquininas influyen en muchos aspectos del crecimiento y desarrollo de las plantas, incluida la germinación de semillas, vascular desarrollo, proliferación celular, dominancia apical y senescencia de la hoja regulan tanto los meristemas del brote como de la raíz, son necesarios para el desarrollo de flores fértiles, y modular la respuesta a diferentes niveles de nutrientes (Ferreira y Kieber, 2005).

4.5.2 Biosal

La ficha técnica de este producto indica que es de origen biológico formulado a base de microorganismos desalinizadores de origen animal, concentrados en una solución energizada con nutrimentos vegetales, que al liberarse en el suelo se multiplican e incrementan la actividad bacteriana, provocando cambios físicos y químicos que contrarrestan los efectos dañinos sobre la microflora y la disponibilidad de elementos nutrimentales que provocan las acumulaciones de sales, carbonatos y sodio presentes en el suelo, así como las que se incorporan por el agua de riego y con el uso intensivo de fertilizantes químicos.

Al aplicar Biosal se aportan microorganismos que se multiplican en la medida en que existan fuentes de sales, carbonatos, materia orgánica y humedad, no sufre degradación al exponerse directamente a los rayos solares o a temperaturas superiores a los 35°C, y mantienen la conductividad eléctrica del suelo a nivel rizosfera en un nivel bajo por un período de 10 a 15 días.

4.5.3 Ácidos Fúlvicos

Fúlvico procede de la palabra “fulvus”, amarillo, en referencia al color que suelen mostrar, sus efectos son visibles principalmente en la parte subterránea de las plantas, ya que poseen un extraordinario poder estimulante en la raíz, por esta razón son utilizados como enraizantes, poseen la capacidad de formar quelatos con otros elementos nutritivos, aumentando su biodisponibilidad por la planta (Payeras, 2021).

Las sustancias húmicas y fúlvicas son los principales componentes orgánicos de los lignitos, el suelo y la turba, estos se producen por la biodegradación de la materia orgánica que da como resultado una mezcla de ácidos que contienen grupos fenolato y carboxilo, los ácidos fúlvicos son ácidos húmicos con mayor contenido de oxígeno y menor peso molecular (Bulgari *et al.*, 2015)

Los fertilizantes que se utilizan en formato de aerosoles y tienen dentro AF a modo de quelatos con microelementos, en ciertas etapas de aumento de planta tienen la posibilidad de ser eficaces para incrementar su productividad, con tratamientos vía

foliar de la planta, los ácidos fúlvicos transportan los microelementos a las regiones metabólicas de las células, ya que debido al tamaño relativamente pequeño de las moléculas, los ácidos fúlvicos pueden penetrar fácilmente dentro de los tallo y hojas, aportando microelementos útiles (Agro. Bio, 2021).

En términos generales, los ácidos fúlvicos mejoran el aprovechamiento de fertilizantes aplicados al suelo y los aplicados al follaje, mejorando de manera significativa el crecimiento general de la planta, que además repercute en los rendimientos y calidad obtenidos, podemos decir que los ácidos fúlvicos son bioestimulantes que catalizan procesos bioquímicos de las plantas e impactan fuertemente en muchos procesos para lograr mejores respuestas en las plantas. (Lozada, 2018).

4.5.4 Nanopartículas de óxido de zinc

El zinc (Zn) juega un papel importante en las funciones de las plantas, modifica los efectos de las auxinas a través de la regulación de la síntesis de triptófano y actúa como cofactor en las enzimas redox como el superóxido dismutasa y las deshidrogenasas (Narendhran, *et al.*, 2016).

Curiosamente, la baja disponibilidad de Zn en los suelos posiblemente apoye la aplicación foliar de NP-ZnO. Estudios han informado que las formulaciones de nanopartículas de zinc y su aplicación como aerosol foliar son eficaces para disminuir la acumulación de metales pesados en las plantas (Ahmad *et al.*, 2020). Otras investigaciones (Agrawal *et al.*, 2014) reportan que las nanopartículas de óxido de zinc inhiben el crecimiento fúngico de *Botrytis cinerea* influyendo en las funciones celulares.

Los efectos de las nanopartículas de ZnO en las plantas resultan de cambios en las características físicas, químicas y biológicas de los materiales aplicados como nanofertilizantes, así como en sus propiedades catalíticas (García- López *et al.*, 2019).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización geográfica

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el Departamento de Horticultura, invernadero de Ornamentales (Figura 1), con su ubicación en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, coordenadas geográficas entre los paralelos $25^{\circ} 21' 21''$ y $25^{\circ} 21' 22''$ de latitud norte; meridiano $101^{\circ} 02' 06''$ de longitud oeste; a 1742 metros sobre el nivel del mar (msnm).



Figura 1 Invernadero Macro túnel Ornamentales, Depto. Horticultura UAAAN. Extraída de Google Earth diciembre, 2020.

5.2 Características del invernadero

Sé realizó la investigación bajo condiciones semi- controladas dentro de un invernadero macro túnel con medidas de 8 m por 24 m (Figura 2).

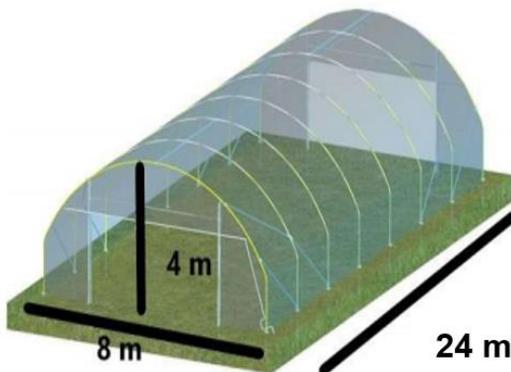


Figura 2 Representación gráfica de medidas correspondientes al Macro túnel seleccionado para la investigación.

5.3 Material vegetativo

Fueron utilizadas plantas de rosal Rosa sp., de 7 años, variedad Freedom sobre porta injerto Natal Brier, la cual se caracteriza por presentar un color rojo brillante con un botón grande que supera los 4 cm. Es seleccionada para ser cultivada en ambientes frescos con alta intensidad de luz.

5.4 Selección del sustrato

Tomando en cuenta que la elección de un solo sustrato puede afectar en gran medida el rendimiento del cultivo al no cumplir con las características adecuadas, se tomó la decisión de preparar una mezcla entre sustratos, los cuales fueron peat moss y perlita, en proporción 60/40 v/v respectivamente.

Para determinar que la aireación de la mezcla de sustrato fuera adecuada se realizó la práctica con ayuda de una maceta cilíndrica (tubo PVC de 4 pulgadas), con orificios en la parte inferior. El procedimiento consistió en llenar la maceta con la mezcla seleccionada, para luego sumergir en agua hasta que los espacios de aire fueron ocupados por el agua cubriendo el sustrato, seguido de esto se colocó sobre otro recipiente para medir el agua drenada.

Finalmente se utilizó la siguiente fórmula para el cálculo de porcentaje de aireación:

$$PA = (vad / vc) \times 100$$

Donde:

PA= Porcentaje de aireación

vad= Volumen de agua drenada

vc= Volumen del contenedor a la altura del sustrato

El resultado obtenido fue de 24.183% de aireación

5.5 Trasplante

Se realizó el trasplante a raíz desnuda en el mes de agosto de año 2020, colocando las plantas sobre el medio de crecimiento resultado de la mezcla de peat moss y perlita, en bolsas de polietileno con capacidad de 10 L.

5.6 Nutrición

Fueron aplicadas condiciones de nutrición idénticas para el total de plantas, tomando de referencia la solución nutritiva recomendada por Hoagland y ajustada según los contenidos nutrimentales del agua de riego.

La preparación de la solución nutritiva fue concentrada 200 veces en cuatro tanques de 200 L, separando los fertilizantes de acuerdo con su solubilidad y compatibilidad, para lo cual se utilizaron los siguientes fertilizantes comerciales:

Cuadro 4 Fertilizantes comerciales utilizados y cantidades utilizadas de cada uno, separados de acuerdo con su solubilidad

Tanque 1		Tanque 2		Tanque 3		Tanque 4	
Nitrato de Calcio	10 Kg	Nitrato de Potasio	23 Kg	Ácido Nítrico (d=1.35)	7.16 L	Quelato de Fe (6%)	1.333 g
						Sulfato de Manganeso	61.56 g
		Nitrato de Amonio	3.2 Kg	Ácido Fosfórico (d=1.65)	3.24 L	Sulfato de Cobre	15.68 g
						Sulfato de Zinc	35.16 g
		Nitrato de Magnesio	0.256 Kg	Ácido Sulfúrico (d=1.84)	1.96 L	Ácido Bórico	59.2 g
						Molibdato de Sodio	3.68 g

Fuente: Elaboración propia

Con un monitoreo constante se mantuvo un pH de 5.8- 6.0, CE 1.8 dS/m, así como un drenaje mínimo del 30%.

5.7 Selección de tratamientos

Se seleccionaron 13 tratamientos (Cuadro 5), con cuatro repeticiones cada uno, dando un total de 52 unidades experimentales.

Cuadro 5 Tratamientos seleccionados para determinar su efecto sobre el cultivo de rosal, aplicados vía foliar

Tratamiento		Descripción	Dosis/ L
1	Trade Cit 1 (TDC 1)	Producto a base de extractos de origen vegetal con citoquininas concentradas a 12200 ppm.	1 ml
2	Trade Cit 2 (TDC 2)		2 ml
3	Biosal 1 (B 1)	Producto a base de microorganismos desalinizadores (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>), de origen animal.	1 ml
4	Biosal 2 (B 2)		2 ml
5	Biosal 3 (B 3)		4 ml
6	Biosal-C 1 (BC 1)	Resultado de la combinación de Biosal con Carbonato de Calcio al 2%.	1 ml
7	Biosal-C 2 (BC 2)		2 ml
8	Biosal-C 3 (BC 3)		4 ml
9	Fulvato de Ca 1 (FCa 1)	Resultado de la combinación de Ácidos fúlvicos con Carbonato de Calcio al 2%.	2 ml
10	Fulvato de Ca 2 (FCa 2)		4 ml
11	NP ZnO 1	Nanopartículas de óxido de Zinc	750 ppm
12	NP ZnO 2		1500 ppm
13	Testigo	Agua	- -

Fuente: Elaboración propia

5.8 Método de aplicación de tratamientos

Los tratamientos (Cuadro 5) fueron aplicados vía foliar de acuerdo con el diseño experimental. La preparación se realizó diluyendo el producto en agua destilada, la aplicación se llevó a cabo por la mañana (07:00 horas) con la finalidad de que durante el día el producto aplicado fuera aprovechado por la planta y se secase completamente. Los tratamientos se aplicaron con ayuda de un atomizador se asperjándose sobre toda la planta sin sobrecargarla para evitar crear un ambiente susceptible a enfermedades, para evitar que los productos asperjaran a otros tratamientos se utilizó una cubierta plástica rígida colocada alrededor de la planta. Esta actividad se realizó cada semana a partir de que el promedio de brotes de la primera poda tuvo 5 cm y hasta el punto óptimo de cosecha, considerado los primeros dos a tres pétalos abiertos ligeramente y los sépalos en una apertura aproximada de 45°.

5.9 Manejo agronómico

A partir del trasplante, el mantenimiento y cuidado de las plantas fue la labor prioritaria, al momento en que las plantas formaron nuevos tallos, el día 10 de agosto se realizó la primera poda de formación estructural adecuado a la investigación, de esta forma se definió de manera directa el periodo productivo de las rosas.

Para estimular el crecimiento de nuevos brotes basales se realizaron aplicaciones de apoyo con NH_4NO_3 a razón de 3 g por planta por semana, durante un mes previo a la poda. Así mismo para mantener un tallo basal fuerte y ayudar a la acumulación de reservas para la formación estructural se continuó con la práctica de descabezado eliminando el botón apical cuando éste se encontraba en etapa de estadio de punto de corte o bien en inicio de botón. Lo anterior dio lugar a la práctica de desyemado, ya que debido a la dominancia apical generada por el descabezado las tres primeras yemas axilares tienden a brotar, al tener una longitud menor de una pulgada se eliminaron. Cumpliendo con el objetivo del manejo hubo aumento de diámetro de tallo y por ende acumulación de reservas en los tallos basales.

Al mes de la formación estructural se hicieron las aplicaciones vía foliar de los tratamientos. La tercera poda o pinch para formación de piso de corte se realizó el día 9 de octubre, manteniendo el manejo de igual manera, a excepción del descabezado.

5.10 Muestreo de sustrato para determinar pH y CE.

La medición para un ajuste adecuado de pH y CE se realizó con el uso de un dispositivo móvil medidor de marca HANNA Combo (Figura 3).



Figura 3 Medidor pH y CE marca HANNA

Para medir estos parámetros, se calendarizaron fechas donde siguiendo el método del percolado o filtrado (PourThru), los datos obtenidos se registraron (Figura 4) y de acuerdo con estos se tomaron decisiones para su manejo, en base a los rangos deseables de conductividad eléctrica expuestos en el Folleto de información de horticultura Purde Extension (2021) (Cuadro 6), fue necesario realizar lavados al sustrato para ajustar estos parámetros a los deseables, tomando en cuenta la siguiente ecuación:

$$VA = VT + VL$$

Donde:

VA= Volumen aplicado

VT=Volumen traspirado

VL= Volumen de lavado

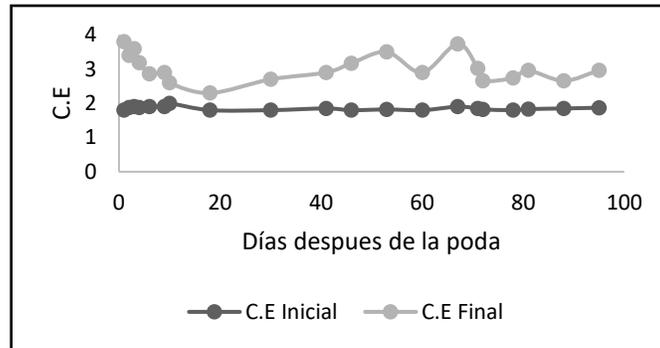


Figura 4 Registro gráfico de CE

Cuadro 6 Rangos deseables de conductividad eléctrica según el método de muestreo e indicaciones nutricionales

PourThru	Dilución 1:2	Sustrato	CE	Indicaciones
0-0.9	0-0.25	0-0.75	Muy bajo	Niveles de nutrientes pueden no ser suficientes para sostener un rápido crecimiento
1.0-2.6	0.26-0.75	0.76-2.0	Bajo	Adecuado para plántulas, plantas en macetas, y plantas sensitivas a sales
2.7-4.6	0.76-1.25	2.1-3.5	Normal	Rango estándar para zona radicales de la mayoría de las plantas. Rango superior para plantas sensitivas a sales.
4.7-6.5	1.26-1.75	3.6-5.0	Alto	Posible reducción en el vigor, especialmente en climas calientes
6.6-7.8	1.76-2.25	5.1-6.0	Muy Alto	Posible daño por sales debido a reducida absorción de agua. Probable reducción en crecimiento. Síntomas incluyen quemaduras en el borde de hojas y marchitamiento
>7.8	>2.25	>6.0	Extremo	La mayoría de los cultivos tiene problemas de sales en este nivel. Se requiere inmediata lixiviación de sales.

Fuente: PURDUE EXTENSION (2021) HO-237-SW, Monitoring and Managing pH and CE Using the PourThru Extraction Method (Todd J. Cavins, Brian E. Whipker, William C. Fonteno, Beth Harden, Ingram McCall and James L. Gibson; North Carolina State University Horticulture Information Leaflet 590, 2000).

5.11 Control de temperatura y humedad

Para el monitoreo diario del ambiente dentro del invernadero, se contaba con dos registradores de datos o data logger inalámbrico marca HOBO y Watch Dog, con sensores de humedad, temperatura y CO₂. Así mismo para su control se empleó la pared húmeda y calentador de gas ubicados en la parte trasera del invernadero, al igual que extractores ubicados al frente, la utilización adecuada de este equipo dio lugar a un buen control ambiental dentro de la cubierta.

5.12 Control de plagas y enfermedades

Dentro de la cubierta del macro túnel son generadas gradientes de temperatura y humedad que muchas veces favorecen el desarrollo de plagas y enfermedades, se presentaron algunas de éstas las cuales fueron controladas natural y químicamente.

Las plagas más recurrentes fueron: Pulgón (*Macrosiphum rosae*), cuyo principal daño fueron manchas descoloridas en los tallos jóvenes, controlado con aplicaciones rotatorias de extracto de Neem; Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) presentes en el envés de las hojas, Araña roja (*Tetranychus urticae*) su presencia fue identificada por pequeñas telarañas formadas también en el envés de las hojas, así como manchas finas amarillentas, estos últimos controlados de igual manera con aplicaciones rotativas de Higer producto orgánico acaricida-insecticida, así como Abamectina y Diazinon.

También hubo presencia de Mildiu-Berk (*Peronospora sparsa*), patógeno que al presentarse se reconoce por la caída excesiva de hojas jóvenes, se desarrollan cuerpos fructíferos en el envés de la hoja, en pequeñas manchas grisáceas, rojomorado o negras, generada por un exceso de humedad relativa superando 85%, fue controlada a tiempo con dosis reguladas de Metalaxil además de aplicaciones de Hidróxido de Calcio micronizado para mantener un ambiente seco en la planta durante un periodo corto.

5.13 Cosecha

Cuando los tallos se encontraban en su punto de cosecha, considerando la abertura pertinente del botón floral se realizó esta labor bajo la técnica de corte bajando (Figura 5), privilegiando así el largo del tallo, con ayuda de tijeras de poda afiladas, el corte fue limpio sin dejar mallugaduras en el tallo principal. Generalmente este corte se realiza cortando en las yemas inmediata inferior o más abajo al punto de crecimiento del tallo a cosechar. Se hace cuando la planta necesita renovación y posee una gran altura o bien sus tallos son muy delgados, además es la más practicada en ciclos de primavera- verano (Fundación Produce Chiapas A.C, 2016)

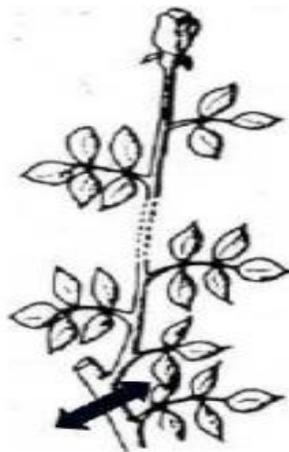


Figura 5 Técnica de corte bajando

Los tallos cosechados fueron colocados en floreros de vidrio (Figura 6), en agua destilada con un total de 3-4 tallos por florero, luego de haberles realizado un corte liso en diagonal, en el cual se eliminó a 1 cm de la base de cada eje floral. Finalmente se mantuvieron bajo condiciones ambientales óptimas en laboratorio, manteniendo una temperatura 21 a 25 ° C por el día y la temperatura nocturna de 13°C.

5.14 Variables evaluadas

Para la evaluación de calidad de flor cortada se consideraron las variables:

1. Longitud de tallo se determinó al momento de la cosecha, midiendo con cinta métrica, desde la base del receptáculo de la flor al punto de inserción con el tallo.
2. Diámetro de tallo, resultado promedio de tres lecturas de medida por tallo (parte baja, media y alta) al momento de la cosecha, tomadas con un vernier.
3. Longitud de botón, resultado promedio de tres lecturas de medida tomadas con un vernier, desde la parte inferior hasta la parte superior.
4. Diámetro de botón, resultado promedio de tres lecturas de medida tomadas con un vernier, de la parte ancha del botón.
5. Vida en florero, resultado del número de días que trascurrieron desde el momento de cosecha hasta cuando el tallo se marchito, en punto de cabeceo y cambiando su coloración.
6. Diámetro de botón abierto, resultado promedio de tres lecturas de medida tomadas con un vernier, de la parte ancha del botón tomada cuando sus pétalos se encontraron ampliamente separados y cuando el tallo se encontraba en punto de cabeceo.
7. Pétalos, resultado del conteo de pétalos al momento en que todas las variables anteriores fueron medidas.

5.15 Diseño experimental

En la investigación se evaluó el efecto de la aplicación foliar de bioestimulantes y nanopartículas de óxido de zinc, para lo cual se estableció un diseño experimental en bloques completos al azar, debido al gradiente de temperatura y humedad relativa (HR) presentes en el invernadero, en total se conformaron cuatro bloques con cuatro repeticiones cada uno. Las plantas se distribuyeron en una línea a lo largo de la cama, con una separación de 30 cm entre plantas y 15 cm entre hileras. Los datos obtenidos fueron sometidos a ANVA con el paquete estadístico SAS Studio, con prueba de medias DMS (LSD) a ≤ 0.05 .

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectaron diferencias significativas para las variables longitud de botón, diámetro de botón, diámetro de botón abierto y vida en florero, el resto de las variables no mostró diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 7).

Cuadro 7 Cuadrados medios de los análisis de varianza por variable estudiada

Fuente	GL	Longitud de tallo	Diámetro de tallo	Longitud de botón	Diámetro de botón	Diámetro de botón Abierto	Vida en Florero	Pétalos
Tratamientos	12	0.6889n.s	0.6964n.s	0.2075*	0.4102*	0.2501*	0.4576*	0.6732n.s
Error	39	39	39	39	39	39	39	39
Total	51	51	51	51	51	51	51	51
Media		59.644	5.956	43.399	31.523	52.206	12.1	64.339
C.V.(%)		13.024	14.696	6.583	6.264	11.981	29.203	14.04

* Significativo ($P \leq 0.05$); n.s. No significativo

6.1 Longitud de tallo

La aplicación de bioestimulantes y nanopartículas no causó efectos significativos en relación con esta variable (Cuadro 8), sin embargo, la media más alta, con 65.1 cm, la obtuvieron aquellos tallos a los cuales se les aplicó FCa a una dosis de 2 mL L⁻¹. Esto representó una longitud 8.32% mayor que la de las plantas testigo, mientras que la aplicación de TCD a 2mL L⁻¹ reflejó la media más baja con 55.6 cm.

Estos resultados coinciden con los reportados por Arredondo (2017) en liliun. Este autor no obtuvo efectos significativos en la longitud de tallo cuando aplicó el FCa a estas plantas con una dosis igual a la empleada en el presente estudio; sin embargo, este autor señala que si hay un efecto significativo en la longitud de tallo cuando se aplicó una dosis de 4 mL L⁻¹ pero a una concentración del 1%, en tanto que en nuestro estudio lo aplicamos al 2%. Esto sugiere que la dosis empleada en el presente estudio fue muy alta y debe ser reducida al 1% para probablemente estimular la elongación de los tallos en rosal.

Canellas *et al* (2015) sugieren que los efectos bioestimulantes de las sustancias húmicas, en nuestro caso el Fulvato de Calcio, se caracterizan por cambios tanto estructurales como fisiológicos, esto explica por qué este producto estuvo asociado con una mayor longitud.

Una de las características de calidad que deben cumplir los tallos florales para ser considerados para exportación, es tener una longitud mínima de 40 cm (Forero, 2016), con los resultados obtenidos se puede observar que ninguno se encuentra por debajo de este rango por tanto nuestros tallos florales se pueden catalogar con un buen potencial comercial.

Cuadro 8 Longitud de tallos (cm) de plantas de rosal de corte cv Freedom por efecto de la aplicación de bioestimulantes y nanopartículas ZnO

Tratamiento	Longitud de Tallo (cm)
1 TDC 1	60.4 A*
2 TDC 2	55.6 A
3 B 1	64.6 A
4 B 2	56.2 A
5 B 3	62.3 A
6 BC 1	57.7 A
7 BC 2	56.0 A
8 BC 3	63.8 A
9 FCa 1	65.1 A
10 FCa 2	56.2 A
11 NP ZnO 1	59.7 A
12 NP ZnO 2	58.1 A
13 Testigo	59.7 A

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de LSD ($p < 0.05$)

6.2 Diámetro de tallo

La aplicación de bioestimulantes y nanopartículas tampoco mostró efectos significativos en relación con esta variable (Cuadro 9), a pesar de ello, los tallos tratados con el producto Biosal C a dosis 4mL L^{-1} reflejaron la media más alta con 6.49 mm, que se encontró un 11.07% por encima de las plantas testigo. Dado que este

producto mencionado (BC) contiene microorganismos benéficos, las tendencias en nuestros resultados coinciden con los expuestos por Torres *et al* (2022), donde se evaluó el efecto en el crecimiento de la planta del rosal, aplicando microorganismos vía foliar, mostrando que el grosor del tallo se vio favorecido en las plantas tratadas con mayores concentraciones.

Criollo *et al* (2005) señalan que esta variable es importante en la clasificación comercial ya que determina la calidad del tallo e incide en su destino final, es decir como flor nacional o de exportación, tallos menores a 0.5 cm de diámetro son descartados para exportación. De acuerdo con nuestros resultados, la aplicación de BC favorece el aumento del diámetro de los tallos, considerándolos de buena calidad ya que ninguno se encontró por debajo de los 0.5 cm.

Cuadro 9 Diámetro de tallos (mm) de plantas de rosal de corte cv Freedom por efecto de la aplicación de bioestimulantes y nanopartículas ZnO

Tratamiento	Diámetro de Tallo (mm)
1 TDC 1	6.02 A*
2 TDC 2	5.49 A
3 B 1	6.13 A
4 B 2	5.41 A
5 B 3	6.43 A
6 BC 1	6.04 A
7 BC 2	5.36 A
8 BC 3	6.49 A
9 FCa 1	6.46 A
10 FCa 2	5.84 A
11 NP ZnO 1	5.96 A
12 NP ZnO 2	6.02 A
13 Testigo	5.78 A

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de LSD ($p < 0.05$).

6.3 Longitud de botón

Para la longitud de botón se identificaron seis grupos estadísticamente diferentes. La primera agrupación reflejó los efectos mayores, y la conformaron

aquellos botones tratados con el producto comercial Biosal, en dos dosis (1 y 4 mL L⁻¹). Los microorganismos que contiene este producto (*Saccharomyces cerevisiae*) pudieron aumentar la longitud del botón por varios mecanismos, uno de ellos explicado por Quiñones *et al* (2015) es la síntesis de sustancias reguladoras del crecimiento, lo que incrementa a su vez la capacidad de absorción de agua y nutrientes lo que permite que las plantas sean más vigorosas y productivas.

Por otro lado, los botones a los que se les aplicó el producto Trade Cit a dosis de 2 mL L⁻¹, mostraron los efectos más bajos sobre longitud de botón (Cuadro 10). Estos resultados contrastan con los expuestos por Rodríguez (2017), donde tras las aplicaciones de TDC en una dosis igual a la utilizada en nuestra investigación se aprecian mayores efectos positivos, sin embargo, aunque se utilizó el mismo producto y misma dosis, el método de aplicación fue distinto, ya que Rodríguez suministró este tratamiento vía drench, por tanto se traduce que para mejorar el alargamiento de botón es más recomendable utilizar el producto TDC como complemento al riego y no a la fertilización foliar ya que así se podrán obtener mejores resultados.

Cuadro 10 Longitud de botón (mm) de plantas de rosal de corte cv Freedom por efecto de la aplicación de bioestimulantes y nanopartículas ZnO

Tratamiento	Longitud de Botón (mm)
1 TDC 1	43.4 ABCD*
2 TDC 2	40.5 D
3 B 1	45.5 A
4 B 2	44.3 ABCD
5 B 3	46.5 A
6 BC1	43.2 ABCD
7 BC2	44.7 ABC
8 BC3	41.3 CD
9 FCa 1	44.3 ABCD
10 FCa 2	42.1 BCD
11 NP ZnO 1	43.6 ABCD
12 NP ZnO 2	41.9 BCD
13 Testigo	42.8 ABCD

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba LSD ($p < 0.05$).

6.4 Diámetro de botón

Las plantas tratadas con Biosal a dosis de 4 mL L⁻¹ reflejaron mayor efecto sobre el diámetro del botón floral, siendo la primera agrupación estadística; la siguiente agrupación la conformaron nueve del total de los tratamientos, mientras que al aplicar TDC (1mL L⁻¹) y BC (1mL L⁻¹), junto al testigo, dio como resultado el menor efecto en las plantas, conformando la última agrupación.

En general, los resultados indican que con la aplicación de Biosal favorece a esta variable al igual que la longitud de botón, permite obtener botones florales de mayor diámetro que el de las plantas testigo, esto coincide con investigación de Torres *et al* (2022), donde sus resultados señalan que las aplicaciones de los microorganismos activados a mayores concentraciones benefician al tamaño del pétalo floral y por consecuencia el diámetro de botón aumenta, esto gracias a la alta actividad microbiana que por efecto favorece la nutrición al liberar compuestos orgánicos que pueden ser absorbidos provechosamente para promover su desarrollo floral.

Cuadro 11 Diámetro de botón (mm) de plantas de rosal de corte Freedom por efecto de la aplicación de bioestimulantes y nanopartículas ZnO

Tratamiento	Diámetro de Botón (mm)
1 TDC 1	30.5 B*
2 TDC 2	31.4 AB
3 B 1	33.1 AB
4 B 2	30.9 AB
5 B 3	33.5 A
6 BC 1	30.6 B
7 BC 2	32.8 AB
8 BC 3	30.9 AB
9 FCa 1	31.7 AB
10 FCa 2	30.8 AB
11 NP ZnO 1	31.9 AB
12 NP ZnO 2	31.1 AB
13 Testigo	30.4 B

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de comparación de medias LSD ($p < 0.05$).

6.5 Vida en florero

Esta variable fue medida al momento en que se presentó el síntoma conocido como cuello doblado. Con cuatro agrupaciones resultantes, las plantas tratadas con FCa a 4mL L⁻¹ mostraron un efecto superior de 24% en comparación con las plantas testigo, mientras que los resultados de la aplicación de BC a 4ml L⁻¹ se agrupó dentro del último rango, mostrando efectos menores en comparación a los demás. Cabe destacar que para la evaluación de esta variable pudo existir influencia de otros factores que afectaran la eficiencia de los tratamientos, como lo expone De la Cruz-Guzmán *et al* (2015) al hacer referencia a algunas investigaciones que sustentan que, si los botones están muy cerrados, serán más susceptibles al cabeceo o cuello doblado causado por la poca lignificación del pedúnculo floral. Ahmad *et al* (2011) mencionan que una vida de florero muy corta de 4 a 7 días limita el potencial comercial. Con los resultados obtenidos se aprecia que el rango más bajo no supera los 9 días, por tanto, nuestras flores cortadas se catalogan con un buen potencial comercial.

Cuadro 12 Vida en florero (días) de plantas de rosal de corte cv Freedom por efecto de la aplicación de bioestimulantes y nanopartículas ZnO

Tratamiento	Vida en Florero (días)
1 TDC 1	10.9 ABC*
2 TDC 2	14.7 AB
3 B 1	12.3 ABC
4 B 2	12.1 ABC
5 B 3	13.0 ABC
6 BC1	11.2 ABC
7 BC2	12.7 ABC
8 BC3	9.0 B
9 FCa 1	12.5 ABC
10 FCa 2	15.5 A
11 NP ZnO 1	10.0 BC
12 NP ZnO 2	10.7 ABC
13 Testigo	12.0 ABC

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo Prueba de comparación de medias LSD ($p < 0.05$).

6.6 Diámetro de botón abierto

Con cinco agrupaciones, las plantas tratadas con FCa a 2 y 4 mL L⁻¹ obtuvieron una apertura botón con mayor diámetro, la aplicación de este tratamiento mostró una eficiencia superior al testigo de 8.01% caso contrario de la aplicación de BC (2 y 4 mL L⁻¹) que reflejaron los resultados más bajos. Aun que, si se encontrara significancia, en comparación con otras investigaciones, esta variable muestra diámetros no muy deseables, citando el caso de De la Cruz- Guzmán *et al* (2015), que en su investigación da a conocer resultados de diámetro floral máximo para el cv Freedom de 67.2 mm, resultado mayor a los nuestros, los autores mencionan que la apertura máxima del botón floral ocurre cuando los pétalos se extienden completamente y dejan expuestas las anteras; pero en las condiciones ambientales en las que generalmente se conserva el tallo, es poco probable que se produzca este evento, ya que el florero se coloca en un lugar con poca intensidad de luz y la senescencia ocurre antes de que el botón floral llegue a su apertura máxima. Por tanto, esto sugiere que al emplear una dosis de 2 a 4 mL L⁻¹ de FCa y además conservar los tallos en una habitación donde la intensidad de luz sea favorable, el diámetro de botón podrá ser superior a los resultados obtenidos en esta investigación.

6.7 Pétalos

La aplicación de bioestimulantes y nanopartículas no mostró efectos significativos en relación con esta variable (Cuadro 14). Sin embargo, los resultados de las plantas tratadas con Biosal a 4 mL L⁻¹ mostraron efectos superiores del 2.41% en comparación con las testigo. El número de pétalos es un aspecto importante para la comercialización de flores de corte, especialmente las multipétalos o flores dobles, ya que según Jaramillo (2005), la morfología de la flor es afectada por un rango de parámetros que incluye el número de pétalos, que va desde los cinco (flores sencillas) hasta los 40 o más (flores dobles); el tamaño y forma de los pétalos. Las medias obtenidas tras el análisis superan el rango deseable para flores dobles (40 pétalos o más), lo que muestra que, aunque estadísticamente las aplicaciones de los tratamientos no arrojan significancia, colaboran a obtener flores de un rango de calidad deseable.

Cuadro 13 Diámetro de botón abierto (mm) de plantas de rosal de corte cv Freedom por efecto de la aplicación de bioestimulantes y nanopartículas ZnO

Tratamiento	Diámetro de Botón Abierto (mm)
1 TDC 1	48.3 BC*
2 TDC 2	55.3 ABC
3 B 1	53.7 ABC
4 B 2	51.5 ABC
5 B 3	50.9 ABC
6 BC 1	50.5 ABC
7 BC 2	46.7 C
8 BC 3	47.5 C
9 FCa 1	58.3 A
10 FCa 2	56.9 AB
11 NP ZnO 1	54.5 ABC
12 NP ZnO 2	50.7 ABC
13 Testigo	53.6 ABC

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo Prueba de comparación de medias LSD ($p < 0.05$).

Cuadro 14 Pétalos de plantas de rosal de corte cv Freedom por efecto de la aplicación de bioestimulantes y nanopartículas ZnO

Tratamiento	Pétalos
1 TDC 1	65.2 A*
2 TDC 2	65.6 A
3 B 1	65.5 A
4 B 2	62.9 A
5 B 3	68.9 A
6 BC 1	67.7 A
7 BC 2	58.3 A
8 BC 3	66.2 A
9 FCa 1	57.5 A
10 FCa 2	67.6 A
11 NP ZnO 1	57.7 A
12 NP ZnO 2	66.0 A
13 Testigo	67.2 A

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo Prueba de comparación de medias LSD ($p < 0.05$).

VII. CONCLUSIONES

Tras concluir la investigación, y de acuerdo con los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis planteada, ya que en cuatro de las siete variables estudiadas la aplicación foliar de bioestimulantes o nanopartículas indujo respuestas positivas en el rendimiento calidad y vida postcosecha.

El producto comercial Biosal se muestra como el mejor tratamiento bioestimulante sobre la calidad para flor de corte, en dos dosis (1 ml y 4 ml L⁻¹) ya que este producto tuvo una efectividad sobre variables del botón floral y mantuvo efectos significativos en las demás evaluaciones. El producto Fulvato de Calcio figura como el segundo mejor bioestimulante, favoreciendo las variables: longitud y diámetro de tallo, diámetro de botón abierto, y vida en florero; en sus dos dosis (2 ml y 4 ml L⁻¹). Por tanto, se recomienda la aplicación de estos productos de manera rotativa para aumentar la calidad de botón.

Dentro de las variables relacionadas con la calidad de botón floral, el producto Biosal en su dosis más alta mostró mayor eficacia en las variables longitud y diámetro, seguido de la dosis más baja, sin embargo, hay que señalar que en la variable diámetro de botón la segunda agrupación estadísticamente similar la conforman nueve de los trece tratamientos dentro de los cuales se encuentran nuevamente los productos Biosal en su dosis más baja, Biosal C en su dosis intermedia y nanopartículas de Zinc en su dosis más baja. Para la variable Diámetro de Botón Abierto el tratamiento Fulvato de Calcio en sus dos concentraciones promueve la apertura del botón en gran medida, y para vida en florero Fulvato de Calcio en su concentración más alta.

VIII. LITERATURA CITADA

- Agrawal**, Dr. Shweta y Rathore, Dr. Pragya. 2014. Review Article Nanotechnology Pros and Cons to Agriculture: A Review. International Journal of current microbiology and applied sciences. Vol (3). 12 p. Recuperado de: doi.org/10.13140/2.1.1648.1926
- Agro. Bio.** 2021. Ácidos fúlvicos. Estructura, contenido y formación. Recuperado de: [Ácidos fúlvicos. Estructura, contenido y formación de ácidos fúlvicos. \(agro.bio\)](#)
- Ahmad P**, Alyemeni MN, Al-Huqail AA, Alqahtani MA, Wijaya L, Ashraf M, Cengiz K, Bajguz A. 2020. La aplicación de nanopartículas de óxido de zinc alivia la toxicidad del arsénico (As) en las plantas de soja al restringir la absorción de A y modular atributos bioquímicos clave, enzimas antioxidantes, ciclo de ascorbato-glutatión y sistema de glioxalasa. Plants Vol (9) 825. Recuperado de: doi.org/10.3390/plants9070825
- Ahmad**, I.; Joyce, D. y Faragher, J. D. 2011. Efectos físicos del tratamiento del tallo final sobre la vida del jarrón de rosa cortada y acacia y las relaciones con el agua. Postcosecha Biol. Technol. Vol (59) Pp 258-264.
- Arzate-Fernández**, A.M., Bautista-Puga, M.D., Piña-Escutia, J.I., Reyes-Díaz J.I. y Vázquez-García L.M. 2014. Técnicas tradicionales y biotecnológicas en el mejoramiento genético del rosal, *Rosa spp.* UAEM Facultad de Ciencias. Vol (1) Pp 16-17.
- Ayyub**, C. M., Wasim Haidar, M., Zulfiqar, F., Abideen, Z., y Wright, S. R. 2019. Potato tuber yield and quality in response to different nitrogen fertilizer application rates under two split doses in an irrigated sandy loam soil. Journal of Plant Nutrition, Vol (42), Pp 1850-1860.

- Arredondo**, D. M. 2017. Comportamiento de un fulvato de calcio en dos especies (*Lilium nashville* y *Lilium pollyanna*) en la calidad de flor de corte (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Bulgari** R, Cocetta G, Trivellini A, Vernieri P, Ferrante A. 2015. Biostimulants and crop responses: a review. *Biol Agric Hortic*. Vol (31). Pp1–17. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/01448765.2014.964649>
- Canellas** L., Olivares F., Aguilar N., Jones D., Nebbioso A., Mazzei P., Piccolo A. 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*. Vol (15). Pp 16-27. Recuperado de: doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013
- Colla**, G., y Roupheal, Y. 2015. Biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, Vol(196). Pp 1-134.
- Criollo**, H., Cortéz, L., y Josa, L. 2005. Fertilización foliar con meaboutique (orín de cuy) en el cultivo del rosal (rosa sp.) en la provincia de pichincha. República del Ecuador. *Revista De Ciencias Agrícolas*. Vol (22). Recuperado de: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/508>
- De la Cruz- Guzmán**, G. H., Arévalo- Galarza, M de L., Peña- Valdivia, C. B., Castillo- González, A.M., Colinas- León, M.T., Mandujano- Piña, M. 2015. Influencia del índice de cosecha en la vida de florero de siete cultivares de Rosa hybrida. *Agroproductividad*. Vol (8). Pp 3-11. ISSN-0188-7394
- Dunphy**, K. A., Taylor, M. R. y Banfield, J. F. 2006. Riesgos ambientales de la nanotecnología: financiación de la Iniciativa Nacional de Nanotecnología, 2000-2004. *Ciencia y tecnología ambiental*. Vol (40). Pp 1401-1407. Recuperado de: doi.org/10.1021/es0515708
- Ferreira** FJ. y Kieber JJ. Señalización de citoquinina. 2005. *Curr Opin Plant Biol*. Vol (5). Pp 18-25. Recuperado de: doi.org/10.1016/j.pbi.2005.07.013

Forero A. 2016. Implementación del programa de capacitación “manejo excelente en tallos en rosa” – meteoro, para incrementar la producción y mejorar la calidad de la flor en la finca flores del Hato S.A.S productora de rosas tipo exportación. Universidad de Cundinamarca Facultad De Ciencias Agropecuarias Programa De Ingenieria Agronomica Fusagasuga. 53 p.

Fundación Produce Chiapas, A.C. 2016. Manual de producción de rosa. Recuperado de: https://www.academia.edu/45266126/Manual_rosa

Gámez-Montiel O., E. Villavicencio-Gutiérrez, M. A. Serrato-Cruz, J. M. Mejía-Muñoz, M. G. Treviño-de Castro, H. L. Martínez González, M. Rodríguez-Olvera, L. Granada-Carreto, M. Flores-Cruz, J. Reyes-Santiago, M. Á. Islas-Luna, E. Salomé-Castañeda, R. A. Menchaca-García, C. M. Espadas-Manrique, L. Hernández-Sandoval, L. M. Vázquez-García, M. T. B. Colinas-León, F. Martínez-Martínez, O. Vargas-Ponce y E. Ríos-Santos. 2017. Conservación y aprovechamiento sostenible de especies ornamentales nativas de México. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Universidad Autónoma Chapingo. México. 152 p.

García-López, J. I., Niño- Medina, G., Olivares - Sáenz, E., Lira-Saldívar R.H., Díaz Barringa- Castro E., Vázquez, R., Rodríguez- Salinas P.A. y Zavala, F. 2019. La aplicación foliar de nanopartículas de óxido de zinc y sulfato de zinc aumenta el contenido de compuestos bioactivos en chiles habaneros. Plants. Vol (8). 254 p. Recuperado de: doi.org/10.3390/plants8080254

INFOAGRO. 2021. El cultivo de las rosas para corte. Recuperado de: <https://infoagro.com/flores/flores/rosas2.htm>

Jaramillo, G, F. 2005. Fertilización en cultivos de clima frío. Flores de exportación. Barranquilla, Monómeros Colombo-venezolanos. Pp 210-211

Kauffman, G. L., Kneivel, D. P. y Watschke, T. L. 2007. Efectos de un bioestimulante sobre la tolerancia al calor asociada con la capacidad fotosintética, la

termoestabilidad de la membrana y la producción de polifenoles de ballica perenne. Ciencia de cultivos. Vol (47). Pp 261-267

Kolota, Osinska. 2001. Efficiency of foliar nutrition of field vegetables grown at different nitrogen rates. Acta Horticulturae Vol (563). Pp 87–91.

Lira, R. H., Méndez, B., De los Santos, G., y Vera, I. 2018. Potencial de la nanotecnología en la agricultura. Acta universitaria. Vol (28). Pp 9-24. Recuperado de: doi.org/10.15174/au.2018.1575

Lozada, B. 2018. Evaluación de la producción de grano por efecto del momento de aplicación foliar de dos extractos húmicos en el frijol loctao (*Vigna Radiata L.*) Valle Del Medio Piura 2017. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional De Piura Facultad De Agronomía Escuela Profesional De Agronomía. 115 p.

Mollaei, S., Farahmand, H., y Tavassolian, I. 2018. The effects of 24-epibrassinolide corm priming and foliar spray on morphological, biochemical, and postharvest traits of sword lily. Horticulture, Environment, and Biotechnology, Vol (59). Pp 325-333.

Narendhran, S.; Rajiv, P.; Sivaraj, R. 2016. Influence of zinc oxide nanoparticles on growth of sesamum indicum l. In zinc deficient soil. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. Vol (3). Pp 365–371. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/309310863>

Payeras, A. 2021. Ácidos humicos y fulvicos. Bonsai Menorca. Recuperado de: [Ácidos húmicos y Ácidos Fúlvicos \(bonsaimenorca.com\)](https://bonsaimenorca.com/acidos-humicos-y-acidos-fulvicos)

Purde Extension. 2021. Producción Comercial de Cultivos Bajo Invernadero y Vivero. Departamento de Horticultura y Arquitectura de Áreas Verdes, Purdue University. 6 p. Recuperado de: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/ho/ho-237-sw.pdf>

- Quiñones**, A., Martínez-Alcántara, B., y Del-Val Buedo, R. 2015. Bacterias bioestimulantes del crecimiento y la mejora del estado nutritivo de la planta. *Vida rural*. Vol (396), Pp 40-46.
- Rodríguez**, M. 2017. Efecto de seis compuestos órgano-minerales en la calidad de Rosa sp., para flor de corte. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 40 p.
- Rodríguez-Mendoza**, M. N., Osorio-Rosales, B., Trejo-Téllez, L. I., Arévalo-Galarza, M. L, y Castillo-González, A. M. 2011. Producción organomineral de tulipán (*Tulipa gesneriana L.*) para flor de corte. *Revista Chapingo. Serie horticultura*. Vol (17). 117-127. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2011000300004&lng=es&tlng=es
- Samudio C**, G. 2020. Influencia de bioestimulantes sobre características agronómicas de la soja (*Glycine max (L.) Merril*). Tesis magistral. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay. 76 p.
- SIAP**. 2021. Panorama agroalimentario 2021 Recuperado de: https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2021/Panorama-Agroalimentario-2021
- SIAP**. 2021. Ornamentos Compartiendo la belleza del campo. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/636432/N_FLORES_10MAY_O_2021_Ornamentos.pdf
- Singh**, R. P., Handa, R., y Manchanda, G. 2021. Nanoparticles in sustainable agriculture: An emerging opportunity. *Journal of controlled release*. Vol (329). Pp 1234–1248. Recupérate: doi.org/10.1016/j.jconrel.2020.10.051
- Torres Pérez**, JC, Aguilar Jiménez, CE, Vázquez Solís, H., Solís López, M., Gómez Padilla, E., y Aguilar Jiménez, JR. 2022. Evaluación del uso de

microorganismos de montaña activados en el cultivo de rosas, Zinacantán, Chiapas, México. *Siembra*. Vol 9 (1). Recuperado de: doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3500

Van Oosten, MJ, Pepe, O., De Pascale, S., Mayor, A. 2017. El papel de los bioestimulantes y bioefectores como aliviadores del estrés abiótico en plantas de cultivo. *Chem. Biol. Technol. Agric.* Vol (4). Recuperado de: doi.org/10.1186/s40538-017-0089-5

Werner T, Motyka V, Strnad M, Schmölling T. 2001. Regulación del crecimiento de las plantas por citoquinina. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Vol (18). Pp 10487-10492. Recuperado de: doi.org/10.1073/pnas.171304098

Yong, A. 2004. El cultivo del rosal y su propagación. *Cultivos Tropicales*. Vol. (25) Pp. 53-67 Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193217832008>

Zulfiqar, F., Navarro, M., Ashraf, M., Akram, N.A. y Munné-Bosch, S. 2019. Uso de nanofertilizantes para la agricultura sostenible: Ventajas y limitaciones. *Plant Sci*. Vol. (289). Recuperado de: doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.110270

Zulfiqar, F., Casadesús, A., Brockman, H. y Munné-Bosch, S. 2020. An overview of plant-based natural biostimulants for sustainable horticulture with a particular focus on moringa leaf extracts. *Plant Science*. Vol. (295) Recuperado de: doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.110194

Zulfiqar, F., Younis, A., Finnegan, P. M., y Ferrante, A. 2020. Comparison of Soaking Corms with Moringa Leaf Extract Alone or in Combination with Synthetic Plant Growth Regulators on the Growth, Physiology and Vase Life of Sword Lily. *Plants* (Basel, Switzerland). Vol. (9). Recuperado de: doi.org/10.3390/plants9111590

IX. ANEXOS

Cuadro 15 Doble entrada para calculo macroelementos de solución nutritiva

	Aniones						Cationes			
	NO3	H2PO4	SO4	HCO3	Cl	NH4	K	Ca	Mg	Na
Referencia	12.00	1	3	1	-	1	6.00	6.00	2.00	-
Análisis de agua	00.39	-	1.67	6.06	1.22	-	0.15	3.88	1.95	3.71
Aporte	11.61	1	1.33	-5.06	-	1	5.85	2.12	0.05	-

Fuente: Elaboración propia tomando como referencia solución nutritiva Hougland

Cuadro 16 Microelementos de solución nutritiva en ppm

Fe	B	Mn	Zn	Cu	Mo
2	0.26	0.5	0.2	0.1	0.05

Fuente: Elaboración propia tomando como referencia solución nutritiva Hougland

Cuadro 17 Clasificación hortícola de la rosa de acuerdo con el número de pétalos

Número de pétalos	
Sencillas	Tienen menos de ocho pétalos
Semidoble	Tienen de ocho a 20 pétalos
Dobles	Dobles moderadamente llenas: entre 21 y 29 pétalos
	Dobles llenas: entre 30 y 39 pétalos
	Dobles muy llenas: 40 o más pétalos

Fuente: Álvarez (2005). Citado por Arzate *et al* 2014.

Cuadro 18 Análisis de correlación (Spereadsheet 1)

Variable	Longitud de tallo	Diámetro de tallo	Longitud de botón	Diámetro de botón	Diámetro de botón Abierto	Vida en Florero	Pétalos
Longitud de tallo	1.000000	0.873391	-0.001379	0.401864	0.118883	0.894020	-0.107180
Diámetro de tallo	0.873911	1.000000	-0.115851	0.293256	-0.009191	-0.001120	0.125870
Longitud de botón	-0.001379	-0.115851	1.000000	0.280277	0.041267	-0.154576	-0.412564
Diámetro de botón	0.401864	0.293256	0.280277	1.000000	0.103779	0.260874	-0.163465
Diámetro de botón Abierto	0.118883	-0.009191	0.041267	0.103779	1.000000	0.299209	-0.191595
Vida en Florero	0.894020	-0.001120	-0.154576	0.260874	0.299209	1.000000	0.168564
Pétalos	-0.107180	0.125870	-0.412564	-0.163465	-0.191595	0.168564	1.000000

*Las correlaciones marcadas son significativas en $p \leq 0.0500$ N=52 (Eliminación en casos de los datos faltantes)

Cuadro 19 Estadios de desarrollo del cultivo del rosal

Día	Fecha	Estadio	Imagen
0	09/10/2020	Pinch o Poda	
5	14/10/2020	Brotación	
10	19/10/2020	10 cm	
18	27/10/2020	30 cm	
25	03/11/2020	Inicio de Botón	
30	08/11/2020	Después de Inicio	
35	13/11/2020	Chícharo chico	

40	18/11/2020	Chícharo mediano	
46	24/11/2020	Chícharo grande	
48	26/11/2020	Punto color	
50	28/11/2020	Punto estrella	
54	02/12/2020	Cosecha	

Fuente: Elaboración propia