

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a man on a white horse, holding a staff, set against a blue background. Above the figure is a golden crown with a cross on top. To the left and right of the crown are golden lions rampant. Below the figure are two golden columns. The entire emblem is surrounded by a grey border containing the Latin text "CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERAS CRIBIS CONSPICUA".

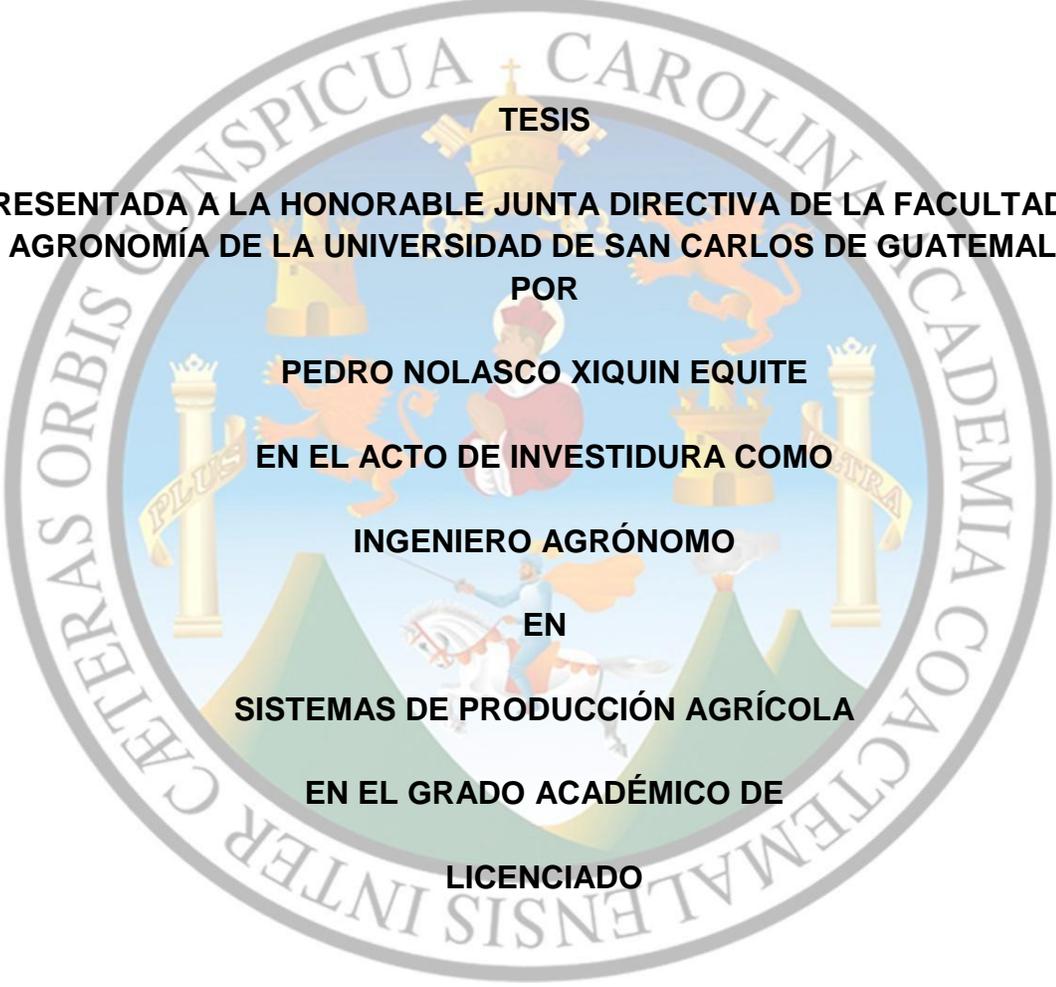
**EFFECTO DE CITOQUININAS, GIBERELINAS Y PROTECTOR FLORAL EN EL
DIÁMETRO Y LONGITUD DE BOTÓN FLORAL DE ROSA (*Rosa* sp.), CULTIVADA
BAJO INVERNADERO, EN SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

PEDRO NOLASCO XIQUIN EQUITE

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES**

**EFFECTO DE CITOQUININAS, GIBERELINAS Y PROTECTOR FLORAL EN EL
DIÁMETRO Y LONGITUD DE BOTÓN FLORAL DE ROSA (*Rosa sp.*), CULTIVADA
BAJO INVERNADERO, EN SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a seated woman, likely the Virgin Mary, holding a child. The figure is surrounded by various symbols, including a crown, a cross, and a banner. The seal is set against a background of a landscape with mountains and a river. The text "UNIVERSITAS CAROLINENSIS INTER CÆTERAS ORBIS CONSPICUA ACADEMIA COACTEMALENSIS" is inscribed around the perimeter of the seal.

TESIS
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
POR
PEDRO NOLASCO XIQUIN EQUITE
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO
EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

RECTOR

ING. M.Sc. MURPHY OLYMPO PAIZ RECÍÑOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M.A. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL CUARTO	P. Electrónica. Carlos Waldemar De León Samayoa
VOCAL QUINTO	P. Agr. Marvin Orlando Sicajau Pec
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018.

Guatemala, noviembre de 2018

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración la tesis titulada:

**EFFECTO DE CITOQUININAS, GIBERELINAS Y PROTECTOR FLORAL EN EL
DIÁMETRO Y LONGITUD DE BOTÓN FLORAL DE ROSA (*Rosa* sp.), CULTIVADA
BAJO INVERNADERO, EN SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Pedro Nolasco Xiquin Equite

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Con agradecimiento infinito, por su voluntad y misericordia.

A MIS PADRES: En especial a mi mamá SANTOS EQUITE QUELEX por tus desvelos, principios y valores que me has dado y por darme la oportunidad de estudiar y estar a mi lado en todo momento sin tú amor y apoyo incondicional no fuera posible este logro. Gracias mamá. A mi padre SANTIAGO XIQUIN CHAMALÉ, por sus orientaciones.

A MIS HERMANOS: MARTA JULIA, TIBURCIO, OSWALDO, JUAN (Q.E.D.), que en algún lugar del cielo nos sonrío.

En especial a AUGUSTO XIQUIN

Por demostrarme su apoyo incondicional que siempre ha mostrado hacia mi persona.

A MIS CUÑADAS: JULIANA CUX Y AMALIA CHAMALÉ

A MIS ABUELOS: MARCELO EQUITE (Q.E.D.) Y INOCENTA QUELEX (Q.E.D.)
Que están en mi mente y mi corazón.

A MIS TÍAS: LORENZA EQUITE Y PAULA EQUITE (Q.E.D.)
Por sus consejos que me han dado en mi vida.

A MIS PRIMOS: Nelson (Q.E.D.), Alfredo, Sandra, Irinea, Rosalina, Marcos, Carlos, Rafael, por su amistad.

A MIS AMIGOS DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA: por su amistad con quienes guardo muchos recuerdos de convivencia y compañerismo durante nuestros recuerdos y recorridos en las giras estudiantiles y en las aulas, gracias ustedes Kevin Taquirá, Mónica Giménez, Axel Yup, Alejandro Gonzales, Gerber Tubac, Luis Armando Pablo, Wendy Paola Chávez, Ada Suceli Miranda, Miguel Armando Salazar, Alejandro Rueda, Aron, Eder Arias, Karen Tamara, Ing. Agr. Erica Roquel, Bander Venancio, Anner Toj, Gerson Mexicanos, Manolo Xiquita, Elder Vásquez, Obdulio Pocon, Eduardo Can, Juan Carlos López, Jorge Ivan Pirque, Agustin Lobos, Neri Esquit (Q.E.D.). Finalmente le doy gracias a todos mis amigos ajenos a la Facultad de Agronomía.

A todos los que se han brindado en ayudarme, les doy mil gracias.

Y mis disculpas a los que no mencioné.

TESIS QUE DEDICO A

GUATEMALA:

Tierra hermosa en la cual nací con su diversidad cultural.

SAN JUAN SACATEPÉQUEZ:

Mi pueblo querido, tierra de las flores.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:

Por cobijarme y enseñarme que un san carlista se debe a su pueblo.

FACULTAD DE AGRONOMÍA:

Por ser parte de mi vida y tener la suerte de conocer a personas maravillosas en mí caminar.

ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA EL REFUGIO:

Mi primer establecimiento de estudios.

FLORICULTORES DE LA ALDEA CAMINO A SAN PEDRO Y SAJCAVILLA:

Por su colaboración.

AGRADECIMIENTOS A:

MI FAMILIA EN GENERAL: como muestra de cariño y respeto.

MI ASESOR: Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera, por su confianza, ayuda y apoyo incondicional y mi mentor en la realización de este documento.

MI SUPERVISOR DE EPS: Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy por guiarme y asesorarme.

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

Ing. Agr. Waldemar Nufio: Por su amistad y por sus consejos durante mi carrera.

Al Señor: Juan Carlos Álvarez Teque: Por brindarme su apoyo, su amistad y confianza incondicional en el campo laboral.

Al señor Cornelio Iquite: Por su confianza.

Ing. Agr. Cesar Mazariegos: Por su amistad.

Al señor Fermin Pec: por su amistad y sus experiencias que me ha compartido.

A la familia Taquira Teleguario: por su amistad y confianza.

Ing. Agr. Udine Aragón: por su colaboración.

TRABAJADORES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA: que me brindaron su apoyo en las actividades de campo, laboratorio y en otras áreas, por compartir sus experiencias.

A MIS PROFESORES: Dr. Hugo Cardona, Ing. David Juárez, Dr. Ezequiel López, Ing. Agr. Mirna Ayala, Ing. Agr. Carlos Godínez, Ing. Agr. Walter García, Ing. Agr. Francisco Vásquez, Ing. Agr. Eduardo Pretzanzin, Dr. Aníbal Sacbajá, Ing. Agr. Juan Herrera, Lic. Jorge Solís, Lic. Celestino Cabrera y Dr. Edin Orozco Miranda, Gracias por acompañarme en esta extraordinaria carrera de grado.

Y A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DE ALGUNA FORMA ME BRINDARON SU AYUDA EN LA CULMINACIÓN DE MI CARRERA UNIVERSITARIA.

GRACIAS, AMIGOS TODOS

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3.	MARCO TEÓRICO	4
3.1	Marco Conceptual	4
3.1.1	Floricultura en Guatemala	4
3.1.2	Demanda de flores a nivel mundial	5
3.2	Generalidades del cultivo de rosas	7
3.2.1	Cultivo de rosas.....	7
3.2.2	Taxonomía de la rosa.....	7
3.2.3	Crecimiento y desarrollo de tallo floral.....	8
3.2.4	Estadios de desarrollo del botón floral.....	8
3.2.5	Efecto de la temperatura en rosas.....	10
3.2.6	Aspectos generales sobre los reguladores de crecimiento de las plantas	11
3.2.7	Protector floral para el incremento de longitud del botón de rosa	16
3.3	Marco Referencial	17
3.3.1	Ubicación geográfica del área experimental.....	17
3.3.2	Condiciones climáticas	18
3.3.3	Características del área experimental	19
3.3.4	Antecedentesde investigación en rosa	20
4.	OBJETIVOS.....	21
4.1	Objetivo General	21
4.2	Objetivos específicos	21
5.	HIPÓTESIS.....	21
6.	METODOLOGÍA	22
6.1	Metodología Experimental.....	22
6.1.1	Tratamientos	22
6.2	Área experimental	23
6.3	Diseño experimental.....	23

	Página
6.3.1	Modelo estadístico23
6.3.2	Unidad experimental24
6.3.3	Distribución de las unidades experimentales24
6.4	VARIABLES DE RESPUESTA25
6.4.1	Longitud del botón floral25
6.4.2	Diámetro del botón floral26
6.4.3	Intensidad de coloración de pétalos26
6.4.4	Vida de la rosa en florero después de ser cosechada26
6.5	Análisis de la información27
6.6	Manejo agronómico del cultivo28
6.6.1	Fertilización y control de malezas28
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN29
7.1	Longitud del botón floral29
7.1.1	Efecto del ácido giberélico y bencilamino purina en la longitud del botón floral de rosa29
7.1.2	Efecto del protector floral en la longitud de botón de rosa31
7.1.3	Efecto del protector floral y reguladores de crecimiento en la longitud del botón floral de rosa32
7.2	Diámetro del botón de rosa34
7.2.1	Efecto del ácido giberélico y bencilamino purina en el diámetro de del botón floral de rosa (<i>Rosa sp.</i>), variedad Freedom34
7.2.2	Efecto del protector floral en el diámetro del botón floral de (<i>Rosa sp.</i>), variedad Freedom36
7.2.3	Efecto del protector floral y reguladores de crecimiento en el diámetro del botón floral de rosa37
7.3	Color del botón floral de rosa de corte39
7.3.1	Efecto del ácido giberélico y bencilamino purina sobre el color del botón de rosa de corte (<i>Rosa sp.</i>) variedad Freedom39
7.3.2	Efecto del protector floral y reguladores del crecimiento sobre el color del botón floral de rosa (<i>Rosa sp.</i>) Variedad Freedom41
7.4	Vida en florero43

	Página
7.4.1 Efecto del ácido giberélico y bencilamino purina sobre la vida en florero.....	43
7.4.2 Efecto del protector floral sobre la vida en florero	44
7.5 Análisis económico.....	46
7.5.1 Costos parciales para la producción de rosas en un ciclo de cultivo sin el uso de reguladores del crecimiento y protector floral	46
7.5.2 Costos parciales para la producción de rosas en un ciclo de cultivo con el uso de reguladores del crecimiento y/o protector floral	47
8. CONCLUSIONES	50
9. RECOMENDACIONES.....	51
10. BIBLIOGRAFÍA.....	52
11. ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Factores y niveles valuados. Efecto de citoquininas, giberelinas y protector floral en el diámetro y longitud de botón floral de rosa (<i>Rosa sp.</i>), variedad Freedom cultivada bajo invernadero, en San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.....	22
Cuadro 2. Distribución al azar de las unidades experimentales con su respectivo tratamiento, en el área experimental, para la evaluación del efecto de los reguladores del crecimiento y protector floral en rosa variedad Freedom San Juan Sacatepéquez, Guatemala 2017.	25
Cuadro 3. Resultados del análisis de varianza para la longitud de botón floral de rosa de corte variedad Freedom.	30
Cuadro 4. Resultados de la prueba de medias según la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la longitud de botón floral de rosa, variedad Freedom San Juan Sacatepéquez, Guatemala 2017.....	30
Cuadro 5. Resultados de la prueba de medias según la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) efecto del protector floral sobre la longitud de botón floral de rosa de corte, variedad Freedom, San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.	32
Cuadro 6. Resultados de análisis de varianza del efecto de reguladores del crecimiento y protector floral en el diámetro del botón floral de rosa variedad Freedom cultivada bajo invernadero en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala, 2017.....	35
Cuadro 7. Separación de medias según la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$) del efecto de reguladores del crecimiento en el diámetro de botón de rosa, variedad Freedom San Juan Sacatepéquez, Guatemala, 2017.....	35
Cuadro 8. Separación de medias según la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$), del efecto del protector floral en el diámetro de botón floral de rosa variedad Freedom cultivada bajo invernadero en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala 2017.....	37
Cuadro 9. Tonalidades de color rojo de los botones florales en respuesta a los distintos tratamientos con reguladores del crecimiento, en rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Freedom cultivada bajo invernadero en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.....	39
Cuadro 10. Frecuencia correspondiente al número de botones florales con distinta tonalidad de color rojo en respuesta al tratamiento con reguladores del crecimiento en rosa de corte variedad Freedom.....	40

Cuadro 11. Efecto del protector floral y reguladores del crecimiento en la tonalidad de los botones florales de rosa variedad Freedom, cultivada bajo invernadero, en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.....	41
Cuadro 12. Distribución de frecuencias correspondiente al número de botones florales con distinta tonalidad de color rojo con uso de protector floral.	42
Cuadro 13. Efecto de las concentraciones de AG3 y BAP en vida en florero de tallos florales de rosa variedad Freedom, cultivada en invernadero en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.....	43
Cuadro 14. Vida en florero de tallos florales de rosa variedad Freedom cultivada en invernadero tratados con reguladores del crecimiento y protector floral.	44
Cuadro 15. Resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis ($p= 0.05$), vida en florero de los tallos florales de rosa variedad Freedom.	45
Cuadro 16. Costos fijos para un ciclo de producción de rosas de corte (para una ha).....	46
Cuadro 17. Costos variables para un ciclo de producción de rosas de corte (para una ha).....	46
Cuadro 18. Costos variables para cada tratamiento evaluado para una hectárea, en un ciclo de producción para el cultivo de rosas (Q/ha).....	47
Cuadro 19. Costo de producción, ingreso bruto, ingreso neto y rentabilidad por hectárea de los tratamientos con reguladores del crecimiento y protector floral evaluados y el testigo.	48
Cuadro 20. Ingresos netos por hectárea por el uso de reguladores del crecimiento y protector floral y tasa marginal de retorno para los tratamientos evaluados en el cultivo de rosas de corte variedad Freedom.	49
Cuadro 21A. Datos registrados de la variable longitud y diámetro de botón floral.	57
Cuadro 22A. Formato para los datos registrados de la variable intensidad del color del botón floral después de la cosecha, tratado con diferentes concentraciones de reguladores del crecimiento y protector floral.....	59
Cuadro 23A. Datos registrados para la variable tiempo de vida en florero en número de días y porcentaje de tallos en buen estado después de haber sido colocados en floreros.	61
Cuadro 24A. Costos fijos utilizados para la producción de rosas para un área de 800 m ² para un ciclo de producción, en el municipio de San Juan Sacatepéquez.	66
Cuadro 25A. Costos variables para la producción de rosas para un ciclo en un área de 800 m ² en el municipio de San Juan Sacatepéquez.	66
Cuadro 26A. Costos de producción para un área de 800 m ² para un ciclo de cultivo de rosas	67

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Valor de las exportaciones de Guatemala de flores y follajes para los meses de enero a noviembre del 2017, cifras mensuales en dólares.	5
Figura 2. Exportaciones mundiales por especie de flor de enero a diciembre 2016.	6
Figura 3. Fotografía del estadio dos de rosa, punto de arveja	9
Figura 4. Fotografía del estadio tres, punto de garbanzo en <i>Rosa</i> sp.	9
Figura 5. Ubicación geográfica del área experimental: aldea Camino a San Pedro, municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.....	18
Figura 6. Fotografía del botón floral de rosa variedad Freedom en punto de arveja	24
Figura 7. Tonalidad de rojo utilizada para la evaluación del color de los botones florales de rosa de corte Rosa sp., variedad Freedom.	26
Figura 8. Efecto de los tratamientos de combinaciones de giberelinas y citoquininas en la longitud de botón floral de rosa variedad Freedom San Juan Sacatepéquez, 2017.	29
Figura 9. Efecto del protector floral en el incremento de la longitud de botón floral de rosa variedad Freedom cultivada bajo invernadero, San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.....	31
Figura 10. Efecto de las concentraciones de giberelinas y citoquininas, y protector floral en la longitud del botón floral de rosa (<i>Rosa</i> sp.), variedad Freedom, San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.	33
Figura 11. Efecto de combinaciones de giberelinas y citoquininas en el diámetro de botón floral de rosa, variedad Freedom, San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.	34
Figura 12. Efecto del protector floral en el diámetro de botón de rosa de corte variedad Freedom, cultivada bajo invernadero, San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.....	36
Figura 13. Efecto de diferentes concentraciones de ácido giberélico y bencilamino purina más protector floral en el diámetro de botón floral de rosa, variedad Freedom cultivada bajo invernadero, en San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.....	38
Figura 14. Fotografía de comparación de tonalidades de botón floral de rosa utilizando protector (A, B y C). Sin uso de protector floral (D). En rosa (<i>Rosa</i> sp.), variedad Freedom cultivada bajo invernadero, en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A, 2017.....	42
Figura 15A. Fotografías de: A) Distribución de los tratamientos dentro del invernadero, B) Comparación de tratamientos y testigo.	63

Figura 16A. Fotografía de área experimental y tamaños de tablonces donde se estableció el experimento.....	63
Figura 17A. Fotografías del empacado y corte de las rosas	64
Figura 18A. Fotografía de la preparación de las hormonas que se utilizaron.	64
Figura 19A. Fotografías del tratamiento 4 (450 ppm AG3 + 450 BAP + protector)	65

**EFFECTO DE CITOQUININAS, GIBERELINAS Y PROTECTOR FLORAL EN EL
DIÁMETRO Y LONGITUD DE BOTÓN FLORAL DE ROSA (*Rosa* sp.), CULTIVADA
BAJO INVERNADERO, EN SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

**CYTOKININ, GIBBERELLIN AND FLORAL PROTECTOR EFFECT IN DIAMETER AND
LENGTH OF ROSE BUTTOM (*Rose* sp.), CULTIVATED IN GREENHOUSE, IN SAN
JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.**

RESUMEN

En los últimos cuatro años el cultivo de flores de corte se ha incrementado en el municipio de San Juan Sacatepéquez, siendo las rosas de corte (*Rosa* sp.) una de las principales especies cultivadas. Los agricultores que cultivan rosas, de la variedad Freedom, obtienen baja rentabilidad debido a que las rosas que producen tienen longitudes menores de cinco centímetros y diámetros alrededor de tres centímetros, así también la coloración de las rosas que se producen son de color rojo oscuro, color con el cual no se obtiene un alto precio en el mercado. Por lo anterior fue necesario realizar investigación combinando los reguladores del crecimiento citoquininas y giberelinas con el uso de protector floral, con ello se incrementó el diámetro y la longitud del botón floral así como se produjo rosas con coloración rojo óptimo.

La investigación tuvo como objetivos evaluar el efecto de cuatro concentraciones de citoquininas y giberelinas en el rango de 200 mg/l a 450 mg/l sobre la longitud, diámetro y tonalidad de los botones florales de rosa (*Rosa* sp.) variedad Freedom, solas o en combinación con el uso de protector floral. Así también se evaluó la vida en florero de los tallos florales, la rentabilidad y tasa marginal de retorno de los tratamientos.

Se utilizó un diseño completo al azar bifactorial, con arreglo combinatorio. La unidad experimental estuvo constituida por un botón floral, se tuvieron 12 repeticiones por tratamiento. Las combinaciones utilizadas para cada tratamiento fueron 200, 250, 350 y 450 mg/l de giberelinas y citoquininas combinadas. Otro de los factores evaluados fue el protector floral. La aplicación de los reguladores del crecimiento se realizó de manera tópica al botón floral en el estado fenológico de arveja y la colocación del protector floral se realizó cuando el botón floral presento el estado de garbanzo. Los datos se obtuvieron al momento de la cosecha y fueron analizados con el software InfoStat. Para calcular la tasa marginal de retorno se calcularon presupuestos parciales.

La mayor longitud de botón floral, cuando solo se utilizaron reguladores del crecimiento, fue de 5.69 cm y se observó con el tratamiento de 450 mg/l de ácido giberélico (AG_3) más 450 mg/l de bencilamino purina (BAP). Con esta misma concentración de reguladores del crecimiento cuando se combinó con el uso de protector floral, la longitud del botón floral fue de 6.20 cm. La menor longitud del botón floral se observó en el testigo y fue de 4.86 cm. Los otros tratamientos mostraron valores intermedios, en relación a los mencionados arriba en la longitud del botón floral.

El mayor diámetro del botón floral, cuando solo se utilizaron reguladores del crecimiento, fue de 4.50 cm y se observó con el tratamiento de 450 mg/l de AG_3 más 450 mg/l de BAP, con esta misma concentración de reguladores del crecimiento cuando se combinó con el uso de protector floral, el diámetro del botón floral fue de 4.79 cm. El menor diámetro de botón floral se observó en el testigo y fue de 4.23 cm. Los valores en relación al diámetro de botón floral de los otros tratamientos fueron intermedios entre el diámetro del testigo y el mayor diámetro observado en el experimento.

La tonalidad de rojo óptimo se observó en la totalidad de los botones florales en los tratamientos de 350 mg/l y 450 mg/l de citoquininas y giberelinas combinados con el uso de protector floral. Por otra parte en el testigo se observó en todos los botones florales la tonalidad rojo oscuro. En el tratamiento de 250 mg/l de los reguladores de crecimiento evaluado combinado con el uso de protector floral, el 83.33 % de los botones florales mostraron la tonalidad rojo óptimo y el 75 % lo mostraron con el tratamiento de 200 mg/l de reguladores del crecimiento. En cuanto a la vida en florero no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y el testigo, el tiempo de vida en florero es de 16 días.

La mayor rentabilidad y mayor Tasa Marginal de Retorno fue observada con el tratamiento de 350 mg/l de AG_3 más 350 mg/l de BAP combinado con el uso de protector floral, éstas fueron de 76 % y 7.60 % respectivamente. El tratamiento con 450 mg/l de AG_3 más 450 mg/l de BAP combinado con el uso de protector floral mostró una rentabilidad de 75 % y una Tasa Marginal de Retorno de 4.85 %.

En el área de San Juan Sacatepéquez para producir rosas de la variedad Freedom que reúnan las características que se requieren en el mercado y con las cuales se obtienen precios altos se recomienda la aplicación del tratamiento de 350 mg/l de AG_3 más 350 mg/l de BAP en el estadio de punto de arveja y la colocación de protector floral en el estadio de garbanzo.

1. INTRODUCCIÓN

Guatemala tiene diversas zonas de vida, lo que le da ventaja para producir diversos cultivos agrícolas, uno de éstos son las plantas ornamentales. Las rosas de corte (*Rosa sp.*), cultivo que ha adquirido importancia en los últimos años por su valor comercial, este cultivo demanda el desarrollo y la adaptación de nuevas técnicas de producción que permita un aumento en la rentabilidad y menor efecto sobre los ecosistemas. Es un producto de exportación y principalmente importado por el mercado de Estados Unidos. En la actualidad la mayor parte de rosas de corte para uso comercial son variedades híbridas. La producción de rosas (*Rosa sp.*) se ubica en climas templados y fríos, en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Guatemala, en este último departamento la mayor producción se ubica en el municipio de San Juan Sacatepéquez.

En el municipio de San Juan Sacatepéquez se está incrementando el cultivo de rosas, la mayoría de productores no cuentan con tecnología para mejorar la calidad en tamaño del botón floral, por ello no logran competir en el mercado nacional y el mercado internacional, en donde se debe cumplir con los estándares de calidad requeridos por los países importadores. Existen dificultades para satisfacer las exigencias del mercado externo debido a la baja calidad del botón floral, lo cual se debe principalmente, a la escasa innovación y aplicación de tecnologías que mejoren la calidad de las flores.

Una de las principales dificultades en la producción de rosas (*Rosa sp.*) es alcanzar el tamaño del botón floral requerido por el mercado, bajo ciertas condiciones de manejo agronómico y factores ambientales, debido a que la producción está destinada mayoritariamente al mercado nacional, Centroamericano y Norte América, que son exigentes en el tamaño de botón floral, tonalidad de color y uniformidad, y mayor tiempo de vida en florero. Existe una tendencia al incremento de la demanda de especies ornamentales, principalmente flores de corte como lo son las rosas, crisantemos entre otros. Según la Asociación de Exportadores, AGEXPORT (2017) estas especies son demandadas en el mercado internacional y centroamericano mayormente en épocas conmemorativas.

Los reguladores de crecimiento se utilizan para mejorar el tamaño de los frutos, flores, brotes y raíces, entre las más utilizadas están las auxinas, citoquininas y giberelinas, que actúan en la división celular, incrementan el tamaño de las células, provocan elongación y otras inhiben el crecimiento (Westwood, 1982).

La aplicación exógena de reguladores del crecimiento, citoquininas (BAP) más giberelinas (AG_3), es una alternativa para mejorar la calidad del botón floral de rosa.

En esta investigación se evaluó el efecto de cuatro concentraciones de reguladores del crecimiento y un protector floral, sobre la longitud, diámetro, tonalidad de color y vida en florero de los botones florales de rosa variedad Freedom.

Los resultados muestran que el efecto de AG₃ más BAP es significativo, se aumenta la longitud y diámetro del botón floral al incrementar sus concentraciones. El efecto en tonalidad del color fue mínimo, habiéndose observado botones florales con la tonalidad rojo muy oscuro (720 nm). El efecto del protector floral y reguladores del crecimiento inducen diferencias en la longitud y diámetro del botón floral incrementándose el diámetro en 28 % y la longitud en 24.22 % comparado con el testigo.

El protector floral mostró efecto en la tonalidad del color, observándose en 83.33 % a 100 % de los botones florales la tonalidad rojo óptimo (650 nm). En cuanto a la vida en florero de los tallos florales tratados con reguladores del crecimiento y protector floral no hubo diferencias significativas, el tiempo máximo de vida en florero fue de 16 días.

El análisis económico realizado para cada tratamiento se observó que para cada uno de los tratamientos el productor incurre en costos variables adicionales, estos costos son para la compra de reactivos y protector floral, así como costos de jornales adicionales para la aplicación y colocación del tratamiento.

El tratamiento en donde se observó la mayor rentabilidad fue con el tratamiento con 350 mg/l de BAP más 350 mg/l de AG₃ y la utilización de protector floral registrando una rentabilidad del 76 % en un ciclo de producción para una hectárea de cultivo. El segundo mejor tratamiento fue con la aplicación de 450 mg/l de BAP más 450 mg/l de AG₃ y la utilización de protector floral en donde se registró una rentabilidad del 75 % para un ciclo de cultivo.

En cuanto a la tasa marginal de retorno (TMR) se observó que aplicando el tratamiento de 350 mg/l de BAP más 350 mg/l de AG₃ y la utilización de protector floral se obtiene una TMR de 7.67 %, con un beneficio neto de Q 96,054.84 en un ciclo de cultivo para una hectárea. El segundo tratamiento con 450 mg/l de BAP más 450 mg/l de AG₃ y la utilización de protector floral se observó una TMR de 4.84 % con un beneficio neto de Q 95,366.11 en un ciclo de cultivo para una hectárea. En términos económicos con el tratamiento 350 mg/l de BAP más 350 mg/l de AG₃ y la utilización de protector floral permite la devolución de los costos variables adicionales y presenta la mayor rentabilidad.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La comercialización de rosas por calidad es considerada de gran importancia económica a nivel internacional. La producción de flores en Guatemala y las producidas en San Juan Sacatepéquez representa un rubro importante para las comunidades que se dedican a este cultivo. La calidad de las flores se caracteriza por tener diversidad de colores y tamaños, lo cual ha permitido posicionarse en el mercado centroamericano y gradualmente en el mercado internacional, principalmente en Estados Unidos (AGEXPORT, 2017).

Una limitación de los floricultores para producir rosas de corte de calidad, es no tener acceso a nuevas tecnologías para aumentar el tamaño de los botones florales de rosa (*Rosa* sp.), por esta razón no logran competir en nuevos mercados.

La utilización de reguladores de crecimiento como las citoquininas y giberelinas son una alternativa para lograr un mayor tamaño del botón floral en rosa, ya que la mayor parte de productores producen botones pequeños, motivo por el cual se realizó la evaluación de cuatro concentraciones de reguladores del crecimiento para incrementar la calidad del botón floral de rosa. Conjuntamente se utilizó un protector floral cuya función incide en el crecimiento y alargamiento del botón floral. Lo que se busca es reducir los botones de rechazo, de tal manera que el productor optimice los recursos para la producción y perciba mayor ingreso.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Marco Conceptual

3.1.1 Floricultura en Guatemala

La producción de flores en Guatemala y principalmente las cultivadas en el municipio de San Juan Sacatepéquez se destinan al mercado nacional, mercado centroamericano y una pequeña parte al mercado internacional principalmente a los Estados Unidos, en este último mercado solo participan algunas fincas especializadas y bien organizadas que cumplen con las normas del país de destino (Hernández, F. 2000).

Guatemala posee ventajas competitivas para la producción de flores de corte, dentro de estas ventajas se encuentran el capital humano, el clima, ya que existen variados microclimas que permiten el cultivo de especies de flores, las cuales se producen todo el año (Veliz Enríquez, M. 2006).

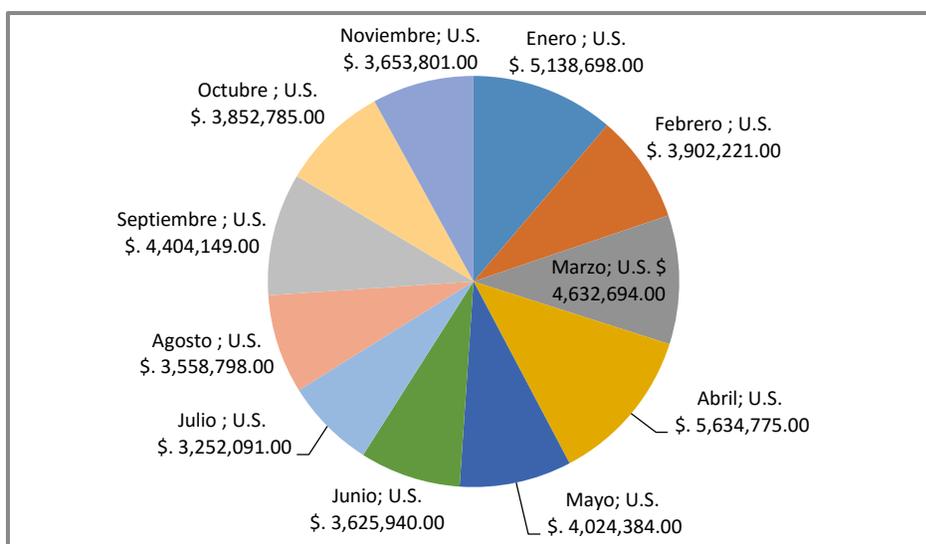
Los agricultores deben mejorar las estructuras de sus explotaciones mediante la incorporación de nuevas tecnologías de la producción (material vegetal, invernaderos avanzados, aireación, sistema de riego, entre otros), la gestión empresarial, técnicas de cultivo respetuosas con el medioambiente. Estas mejoras tecnológicas, podrían reducir los costos de producción, permitirán mejorar la calidad de las flores y diversificar la producción (Arcas Lario., N., & Romero González., M. 2001).

En Guatemala se producen más de 40 variedades de rosas, las cuales son exportadas a Centroamérica, Estados Unidos y Europa. Además se producen y exportan distintas variedades de flores, la mayor parte son rosas, que se cultivan en fincas de diversos departamentos como Guatemala, Chimaltenango y Sacatepéquez. Por su color, aroma, forma y duración en florero, las rosas guatemaltecas tienen demanda en Centro América, Estados Unidos y Europa, aunque deben competir con los países como Colombia, Costa Rica y Ecuador que producen rosas de corte con mayor nivel tecnológico (Díaz, A. 2007).

Pese a su popularidad, las rosas no son la única flor de exportación en Guatemala también se encuentran los crisantemos *Chrysanthemum* sp., que es el segundo cultivo de importancia que se produce en el municipio de San Juan Sacatepéquez. Los claveles son otra especie que se cultiva y se disputa el primer lugar con la rosa, por su calidad y precio. Otro segmento importante de flores ornamentales lo constituyen las orquídeas de diversas especies que también se exportan y que llevan otros procesos distintos de cultivo en comparación con las rosas (Díaz, A. 2007).

Hasta 2016 la Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales tenía registrada 125 empresas dedicadas al cultivo de flores de corte y ornamentales. Sin embargo, la fuerte competencia internacional y los costos de la infraestructura, aplicación de insumos agrícolas y mano de obra, hacen difícil la competencia de las flores producidas en Guatemala (AGEXPORT, 2017).

Los ingresos económicos recibidos por las exportaciones de flores de corte son significativos para el municipio de San Juan Sacatepéquez, de acuerdo con el Censo Agropecuario 2003 la producción de flores y plantas ornamentales constituye la mayor fuente de ingreso para el municipio de San Juan Sacatepéquez representando el 46.3 % de la producción agrícola del municipio (INE, 2003). Datos del Banco de Guatemala reportan que las exportaciones de productos de la industria agropecuaria a nivel nacional en el rubro de flores y follajes, para los meses de enero a noviembre del 2017, fue de U.S. \$. 45,680,336.00 (BANGUAT, 2017). En la figura 1 se muestra el valor monetario de las exportaciones de Guatemala.



Fuente: Elaboración propia, 2017 con base a los datos de Banco de Guatemala.

Figura 1. Valor de las exportaciones de Guatemala de flores y follajes para los meses de enero a noviembre del 2017, cifras mensuales en dólares americanos.

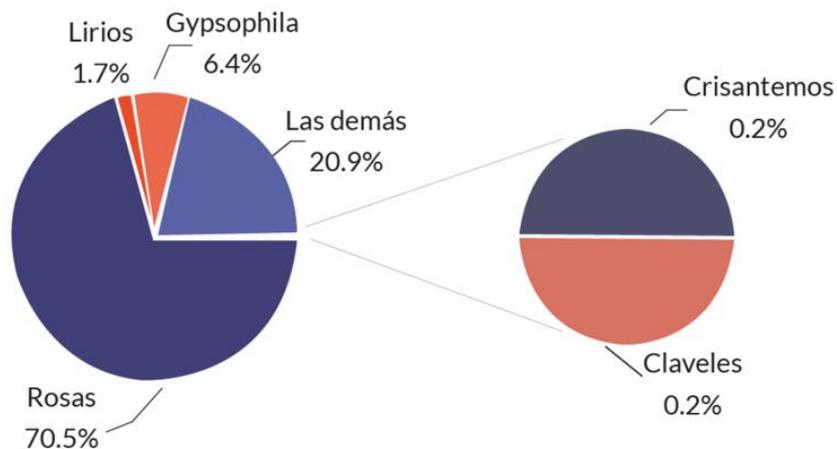
3.1.2 Demanda de flores a nivel mundial

El consumo de flores en el mundo está influido por diversos factores de tipo cultural, cada país tiene su demanda básica de flores relacionada con celebraciones religiosas, matrimonios, funerales, entre otros; fechas como San Valentín (USA) y día de las madres (USA y Europa) son muy especiales para el sector de flores de corte ya que la demanda

aumenta considerablemente, duplicándose el precio y la producción por estas épocas. La actual demanda mundial de flores cortadas se concentra principalmente en tres regiones: Europa Occidental, América del Norte y Japón. (Exportaciones de Ecuador , 2016)

Europa representa el 70 % y Estados Unidos el 21 % de la importación mundial de flores cortadas respectivamente. Le siguen a Estados Unidos, Alemania y Reino Unido, también importan flores de corte Francia, Japón y Holanda, pero este último país importa y realiza re-exportación, principalmente en Europa. Durante los meses de enero a octubre de 2014, Estados Unidos se mantuvo como principal socio comercial para el sector de flores de Guatemala. Los países Guatemala, Kenia y Costa Rica exportaron el 4.8 % de las importaciones de rosas que realizó Estados Unidos en el 2015, por ello existe oportunidad para este sector. (Exportaciones de Ecuador, 2016)

Las exportaciones por tipo de flor, se comercializan en el mercado internacional durante todo el año, muestran que el primer lugar lo ocupan las rosas, seguido por la gypsophila, crisantemos y otros. En la figura 2 se muestra las exportaciones mundiales de flores por especies.



Fuente: Exportaciones de Ecuador, 2016.

Figura 2. Exportaciones mundiales por especie de flor de enero a diciembre 2016.

La producción guatemalteca cubre tan sólo el 0.06 % de la demanda mundial de flores. Aún poco, pero suficiente para dinamizar una producción limitada que en el mercado local obtiene pocas ganancias (AGEXPORT, 2017).

3.2 Generalidades del cultivo de rosas

3.2.1 Cultivo de rosas

Las rosas son plantas perennes que forman tallos florales continuamente, con variaciones en cantidad y calidad, actualmente se utilizan híbridos. Éstos presentan tallos largos y flores atractivas con numerosos pétalos; se presentan en una amplia gama de colores, por lo cual estas características forman la base de la producción y su valor comercial (Hoog, J. 2003).

Para la mayoría de los cultivares de rosa, los requerimientos climáticos a nivel de invernadero son: temperaturas de crecimiento de 17 °C a 25 °C, con una mínima de 15 °C durante la noche y una máxima de 28 °C durante el día. Pueden mantenerse valores ligeramente inferiores o superiores durante periodos relativamente cortos sin que se produzcan serios daños, pero una temperatura nocturna continuamente por debajo de 15 °C retrasa el crecimiento de la planta, produce flores con gran número de pétalos y deformes, en caso de que abran. Temperaturas excesivamente elevadas también dañan la producción, apareciendo flores más pequeñas de lo normal, con escasos pétalos y de color pálido (Hoog, J. 2003).

3.2.2 Taxonomía de la rosa

La taxonomía de la rosa, se basa en las similitudes y diferencia entre los organismos, debido a que la apariencia similar con frecuencia refleja parentesco cercano; la rosa se encuentra en el Reino Plantae; dentro de la división Magnoliophyta, esta división tiene el mayor número de especies que ocupan más tipos de hábitat que cualquier otro grupo, una de las características principales es la diversidad en la estructura de la flor (Jones, S. B. 1987).

La rosa se ubica dentro de la clase *Magnoliopsida* y subclase *Rosidae*; y dentro del orden Rosales y pertenece a la familia *Rosaceae*, es una familia de alrededor de 100 géneros y 3,000 especies con distribución cosmopolita, aunque se encuentran más en zonas templadas a frías, uno de los géneros importantes es el género *Rosa*. Este género se caracteriza por los diferentes colores de flores y números de pétalos, de ahí su importancia ornamental y su valor económico (Jones, S. B. 1987).

3.2.3 Crecimiento y desarrollo de tallo floral

El ciclo de un tallo floral se encuentra entre 9 a 11 semanas dependiendo la altitud en donde se encuentra el cultivo y el manejo agronómico, las primeras seis semanas es de crecimiento vegetativo y las últimas cuatro semanas es de periodo reproductivo. El periodo vegetativo se subdivide en inducción del brote y desarrollo del tallo floral.

El periodo reproductivo se inicia con la inducción del primordio floral, que corresponde con una variación del color del tallo y hojas de rojo a verde, seguido de los estadios fenológicos llamado “arroz” (diámetro de botón < 0.4 cm); “arveja” (diámetro de 0.5 cm - 0.8 cm), que presenta hojas totalmente abiertas y el botón se observa más redondeado; “garbanzo” (diámetro de botón 0.8 cm - 1.2 cm), pierde el color rojizo en los tallos y hojas; “rayar color” (diámetro de botón de 1.5 cm - 2 cm), indica la fase cuando se separan ligeramente los sépalos por efecto del crecimiento del botón dejando ver el color de los pétalos y punto de “corte” (diámetro de botón > 2.0 cm), es el momento en que la flor llega a un punto de apertura comercial. Se corta el tallo y se clasifica según la apertura de los pétalos y longitud del tallo (Cáceres, L.A., Nieto, D.E., Flóres, V.J. y Chaves C, B. 2003).

3.2.4 Estadios de desarrollo del botón floral

A. Estadío uno o punto de arroz

En el estadio uno pedicelo ha crecido, pero aún no se ve. En este caso las hojas terminales aun cubren el pedicelo. Al palpar la parte apical del tallo con la yema de los dedos se detecta el botón floral, del tamaño de un arroz, aproximadamente de 5 mm de tamaño (Cáceres, L.A., Nieto, D.E., Flóres, V.J. y Chaves C, B. 2003).

B. Estadío dos o punto de arveja

En el estadio dos del botón floral el pedicelo se observa y las hojas terminales se alejan del botón, los sépalos cubren totalmente a los pétalos y entrelazados en la parte superior. Botón aproximadamente de 8 mm de diámetro. En la figura 3 se muestra el estadio dos o punto de arveja (Cáceres, L.A., Nieto, D.E., Flóres, V.J. y Chaves C, B. 2003).



Fuente: Jarquín, 2013.

Figura 3. Fotografía del estadio dos del botón floral de rosa, punto de arveja.

C. Estadio tres o punto de garbanzo

En el estadio tres el pedicelo está definido, sépalos unidos en el ápice, botón aproximadamente de 1 cm de diámetro. En la figura 4 se muestra la característica morfológica del estadio punto de garbanzo (Cáceres, L.A., Nieto, D.E., Flóres, V.J. y Chaves C, B. 2003).



Fuente: Jarquín, 2013.

Figura 4. Fotografía del estadio tres del botón floral, punto de garbanzo en *Rosa* sp.

D. Estadio cuatro o sépalos desprendidos

En el estadio cuatro los sépalos se distancian unos a otros, se observan los pétalos (Cáceres, L.A., Nieto, D.E., Flóres, V.J. y Chaves C, B. 2003).

E. Estadío cinco o punto de color

Se ve completamente los pétalos y casi no se ven los sépalos (Cáceres, L.A., Nieto, D.E., Flóres, V.J. y Chaves C, B. 2003).

F. Estadío seis o punto de cosecha

El botón ha llegado a su madurez y los pétalos se desprenden (Cáceres, L.A., Nieto, D.E., Flóres, V.J. y Chaves C, B. 2003).

3.2.5 Efecto de la temperatura en rosas

El tiempo en el que se desarrolla el botón hasta convertirse en una flor completa está influenciada por la temperatura, el promedio de ésta es significativo. La temperatura influye poco sobre la iniciación floral, aunque afecta el número de pétalos y el porcentaje de flores malformadas, así como el tono de su color (Hoog, J. 2003).

La temperatura promedio de producción y la estrategia de manejo de la temperatura influyen sobre el desarrollo de las plantas de rosa, aunque con frecuencia este efecto se combina con aquéllos producidos por otros factores, tales como la luz, la humedad relativa y el CO₂ (Hoog, J. 2003).

La luz influye positivamente sobre el periodo de tiempo que requiere un tallo floral para su desarrollo. En la variedad "sonia" la tasa de brotación de yemas en el estadio de brotes de 0-1 cm de longitud, estuvo en función de la temperatura promedio del invernadero. En los estadios subsiguientes, otros factores fueron relevantes, por ejemplo, la elevada intensidad luminosa afectó de manera positiva el crecimiento y desarrollo de las yemas laterales mejorando la consistencia de los tallos florales (Hoog, J. 2003).

3.2.6 Aspectos generales sobre los reguladores de crecimiento de las plantas

El comité nombrado por la Sociedad Americana de Fisiólogos Vegetales, concluyó que los reguladores vegetales son compuestos orgánicos, distintos a los nutrientes que en pequeñas cantidades estimulan, inhiben o modifican, cualquier proceso fisiológico en la planta, mientras tanto definen a las hormonas como reguladores producidos por las plantas, y que a bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos de las plantas (Devlin, R. 1972).

Los reguladores de crecimiento han sido, empleados en la producción agrícola con varios propósitos. Tienen la particularidad de que en algunas oportunidades el mismo principio activo ofrece distintas respuestas en función al momento de aplicación y a la concentración empleada. El efecto del clima local es muy marcado, como también lo es el cultivar. Esto hace que la mayoría deban ser estudiados en cada región y a lo largo de varias temporadas (Sánchez, E. 2010).

Los reguladores de crecimiento de las plantas se definen como compuestos orgánicos diferentes a los nutrientes que en pequeñas cantidades, fomentan, inhiben o modifican de alguna u otra forma el proceso fisiológico vegetal (Weaver, R. 1976). Se utilizan principalmente para promover el desarrollo, promover o incrementar la floración, promover maduración uniforme y temprana de los frutos, mejorar la calidad y cantidad de flores y frutos, así como el color, mejorar la conservación e incrementar la emisión de ramas laterales (Sánchez, E. 2010).

Las sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas desempeñan un papel muy importante en el crecimiento y desarrollo de los vegetales, aunque las sustancias naturales de crecimiento (endógenas) controlan normalmente el desarrollo de las plantas, puede modificarse el crecimiento mediante la aplicación de sustancias exógenas (Weaver, R. 1976).

A. Giberelinas

El ácido giberélico (AG_3) fue descubierto en Japón en la década de 1930, como derivado del extracto del hongo *Giberella fujikuroi* que producía un incremento inusual de las plantas de arroz, imposibilitando a la planta a mantenerse firme y vertical, derivado de allí su nombre. Su designación es AG, seguido de un número (Weaver, R. 1976).

Luego de su aislamiento a partir del hongo *Gibberella fujikuroi*, el ácido giberélico (AG_3) se convirtió en un tema de investigación, aunque la adición de este compuesto en los medios de cultivo de tejidos ha sido ocasional a pesar de sus efectos fisiológicos tan amplios, pero

su uso en agricultura es amplio. Se conoce que hay varias giberelinas relacionadas con el AG₃, que son productos complejos del metabolismo de hongos o de plantas superiores, y que son capaces de intervenir en el crecimiento de muchas plantas, ocasionando especialmente un alargamiento celular, que de otra forma no ocurriría. (Devlin, R. 1972)

B. Uso de giberelinas en la agricultura

Vega (2014) indica que, en producción de frutos, las principales utilidades de las giberelinas son aumentar el tamaño y la elongación de la inflorescencia de la uva sin semillas, permitiendo a las uvas hacerse más grandes al evitar la compactación. El uso de una mezcla de la benciladenina (una citoquinina) y AG₄ más AG₇ puede producir elongación de la manzana y se utiliza para mejorar la forma de las manzanas de la variedad *Delicious* en ciertas condiciones. En los cítricos, las giberelinas retrasan la senescencia, por lo que pueden permanecer durante más tiempo en el árbol alargando el periodo comercial.

La giberelina promueve el crecimiento del tallo de plantas enanas y plantas en roseta, así como promueve la elongación de los entrenudos en una gran cantidad de especies. Los efectos más visibles se dan en las especies enanas y en roseta, así como en plantas herbáceas. El AG₃ exógeno provoca una elongación significativa del tallo de plantas enanas, junto con una disminución del grosor del tallo, un descenso del tamaño de la hoja y una pérdida de intensidad del color verde (Marroquín Esquite, 1981).

Marroquín Esquite (1981) indica que al aplicar ácido giberélico utilizado a concentración de 40 ppm provocó la elongación de los entrenudos, obteniéndose un incremento en 10.6 cm de alto de la planta en clavel, respecto al testigo. Concluyó que el mayor efecto del ácido giberélico, al aplicarlo en plantas de clavel, es estimular significativamente el incremento en el diámetro de la flor, a partir de una concentración de 20 ppm. Las aspersiones de giberelinas, realizadas durante la tercera semana, después de la iniciación de la inflorescencia, pero antes del desarrollo externo de los folículos en plantas, aplicadas durante cinco días consecutivos en crisantemos a concentraciones de 100 ppm alargaron los botones florales (Weaver, R. 1976).

Al asperjar plantas de lirio con ácido giberélico en concentraciones de 3,500 ppm siete veces desde el momento de la emergencia de la inflorescencia hasta unos días antes de la antesis, la floración en la variedad *Wedgewood* se adelantó diez días y en la variedad *Porfblauw* la floración se produjo 15 días antes en comparación con el testigo (Weaver, R. 1976).

Marroquín Esquite (1981) indica que el ácido giberélico no estimula precocidad en la floración del clavel, pero si uniformiza el tiempo de la floración en toda la plantación.

Weaver (1976) indica que la aplicación del ácido giberélico en varias plantas induce el desarrollo y la diferenciación del xilema; por ejemplo, la aplicación de ácido giberélico en concentraciones de 100 ppm, 250 ppm, 500 ppm, promueve significativamente la diferenciación del xilema en zonas recién desarrolladas de brotes de olivo (Ramírez Acosta, C. E. 1987).

C. Transporte

Los niveles más elevados de giberelinas se encuentran en las semillas inmaduras y en los frutos en desarrollo. Investigaciones en frijol muestran que las enzimas de biosíntesis de la giberelina están localizadas específicamente en las yemas jóvenes que tienen un crecimiento activo, en las hojas jóvenes y en los entrenudos superiores. (Weaver, R. 1996)

Las giberelinas que son sintetizadas en el ápice pueden ser transportadas al resto de la planta a través del floema. Los intermediarios de la biosíntesis de giberelinas también pueden ser transportados por el floema. Las etapas iniciales de la biosíntesis de giberelinas se pueden producir en un tejido y el metabolismo de las giberelinas activas en otro. Las giberelinas también se han identificado en los exudados y extractos de raíz, lo que sugiere que las raíces también pueden sintetizar giberelinas y transportarlas al ápice por medio del xilema (Weaver, R. 1996).

Una de las teorías sostiene que el ácido giberélico tiene relación con la síntesis del ARN mensajero dirigido por ADN en el núcleo. En la actualidad se cree que el ácido giberélico modifica el ARN producido en los núcleos y así puede éste ejercer su control sobre la expansión celular, así como sobre otras actividades de crecimiento y desarrollo vegetal. El ácido giberélico puede provocar la elongación celular, mediante la inducción de enzimas que debilitan las paredes celulares. Con frecuencia el ácido giberélico incrementa el contenido de auxinas, transportándolas a su lugar de acción (CIAT, 1993). El ácido giberélico (AG₃) estimula la germinación en ciertas especies de semillas latentes, aumenta la velocidad de germinación, estimula el crecimiento de las plántulas (Weaver, R. 1976).

D. Efecto de las giberelinas sobre las plantas de rosa

La acción de las giberelinas sobre las plantas de rosa depende de los cultivares, pues existen diferencias en cuanto a respuestas fisiológicas al aplicar diferentes concentraciones de AG_3 en un determinado momento y de acuerdo al propósito del productor. Altas concentraciones de giberelinas en la planta de rosa inducen un nuevo primordio floral, produciendo flores malformadas, pétalos muy sensibles y tallos delgados que pierden su capacidad de succión de agua y reducen su vida útil en florero.

La aplicación de giberelinas en este cultivo no siempre produce los resultados deseados por el productor debido a una alta concentración o baja concentración, así como su preparación y el momento de aplicación. Las giberelinas mejoran el tamaño del botón, incrementan la longitud del pedúnculo, controlan el crecimiento y elongación de tallos, con ello se mejora la floración, se uniformiza y mejora la calidad de las plantas (Fainstein, R. 1994).

E. Citoquininas

Las citoquininas al ser aplicadas de forma exógena a las plantas, estimulan series de procesos fisiológicos, bioquímicos y de desarrollo; una de las principales funciones en las plantas es promover el desarrollo y división celular. Existen dos tipos de citoquininas, las de origen natural que son derivados de las purinas, como kinetina, n-bencil adenina y zeatina, y las de origen sintético que son derivados de la difenilurea (Forclorfenuron). Ambos tipos de citoquininas tienen una actividad biológica similar, cubriendo un extenso rango de tejidos y especies vegetales (Weaver, R. 1976). Contreras (2010) indica que la principal diferencia entre ambos tipos está en la concentración requerida para la división celular, siendo las de origen sintético más efectivas que las de origen natural.

Las citoquininas, derivadas de la adenina, estimulan fundamentalmente la citocinesis (división del citoplasma durante la mitosis o meiosis), previa cariocinesis (fenómeno involucrado en la división del núcleo, en la mitosis), de allí su nombre (Flores Vindas, 1999). Además, actúan de una u otra manera en procesos tales como: dominancia apical, polaridad de crecimiento, fenómenos morfo genéticos (junto a las auxinas) y ruptura de dormancia en ciertos órganos (Tizio, R. 1980).

F. Sitio de síntesis y traslocación de las citoquininas

La síntesis de citoquininas endógenas se lleva a cabo principalmente en las raíces en muchas especies vegetales, y migran hacia los ápices vía xilema, posiblemente en la

forma de nucleósidos y nucleótidos. También pueden sintetizarse en el cambium en actividad y en hojas, semillas, frutos y tubérculos en crecimiento activo (Tizio, R. 1980).

G. Función de las citoquininas

Salisbury y Ross, mencionado por Villatoro (2014) indican que las citoquininas regulan numerosos procesos biológicos y fisiológicos en los vegetales. Así, por ejemplo: controlan la citocinesis, tienen actividad sobre la síntesis de proteína, disminuyen la dominancia apical, permitiendo el crecimiento de ramificaciones laterales e iniciación de yemas.

Las citoquininas, aceleran la germinación e influyen sobre el transporte de nutrientes y metabolitos, inducen la partenocarpia de algunos frutos y retrasan la senescencia de flores, frutos y hojas, poseen actividad de translocación de nutrientes, lo cual se observa cuando se aplica citoquinina en una zona de la hoja y los metabolitos migran hacia aquel lugar desde la misma hoja o de hojas adyacentes e incluso de aquellas más viejas, acumulándose en el punto tratado, logrando aumentar la capacidad de los tejidos jóvenes de actuar como sitios de recepción y acumulación en el transporte a través del floema.

Las citoquininas también son importantes para la movilización de elementos nutritivos de las plantas. Cuando una parte de una hoja se trata con citoquininas, los aminoácidos y otros elementos nutritivos son atraídos hacia la parte tratada (Letham, D. S. 1969).

Weaver (1976), afirma que las citoquininas estimulan la división celular y regulan la diferenciación en los tejidos cortados. También se ha encontrado que existe una interacción con las auxinas en la diferenciación en cultivo de tejidos, regulando las expresiones de crecimiento.

H. Citoquininas sintéticas

Se han estudiado una gran cantidad de citoquininas sintéticas, el BAP que se utiliza como sustancia estimuladora de la división celular actualmente es una de las más utilizadas en comparación con la kinetina o la zeatina. El BAP es un compuesto muy activo y es absorbida por hojas, frutos y raíces y brotes tiernos (Weaver, R. 1976). El uso de las citoquininas para retardar la senescencia foliar tiene uso sustancial para aumentar la productividad de los cultivos, para prolongar el almacenamiento en la postcosecha y aumentar la tolerancia al estrés. La mayor actividad puede deberse a su mayor solubilidad y a su mayor capacidad de ingresar en el tejido de las plantas, así como a su mayor movilidad dentro de la planta (Weaver, R. 1976).

I. Efecto de las citoquininas sobre las plantas de rosas

El principal uso comercial de las citoquininas es en la micropropagación de plantas, en combinación con otras sustancias reguladoras como las auxinas las que promueven el brote de yemas axilares, o su combinación con ácido giberélico para promover la división celular y la elongación celular, esto para incrementar la calidad tanto de flores y frutos.

La utilización de estos reguladores de crecimiento permite regular factores negativos de las flores principalmente el tamaño, el beneficio que representa la modificación del tamaño del botón floral de rosa es mejorar su calidad comercial al ser más atractiva (Contreras, M. 2010).

Los efectos de las citoquininas sobre las plantas de rosa son la estimulación de brotes basales y brotes laterales, promueve la expansión de las hojas, uniformiza e incrementa los botones florales y mejora el color de las flores, esto último en combinación con ácido giberélico (Contreras, M. 2010).

3.2.7 Protector floral para el incremento de longitud del botón de rosa

El protector floral es una estructura de polietileno de baja densidad, de tipo flexible y de larga durabilidad. Es suave, su forma cilíndrica y su flexibilidad permite a la malla tomar la forma del botón, lo que induce su expansión de acuerdo a su crecimiento, hasta llegar a su total desarrollo o dependiendo de los requerimientos de apertura de pétalos que el mercado requiera.

Éste actúa como protector del botón floral durante su periodo de desarrollo y crecimiento, el uso de protector floral protege el botón e incrementa la temperatura lo cual estimula el crecimiento y alargamiento del botón de rosa y facilita la circulación del aire. Se utiliza para dar volumen a las flores y ampliar la vida útil de gerberas, girasoles y crisantemos. También el protector floral protege contra daños que pueden ocasionar insectos (*Trips* sp.), así como evitar daño mecánico durante el corte dentro del invernadero hasta la postcosecha y su transporte.

Los colores tradicionalmente utilizados en la fabricación de protector floral son: transparente, rojo, azul y naranja, el largo del protector se realiza a petición del cliente, normalmente se producen con dimensiones de 10 cm, 11 cm y 12 cm según requerimientos del cultivo.

3.2.7.1 Características de rosas para exportación

La determinación del grado de apertura de la flor al momento de la cosecha debe darse después de tomar algunas consideraciones importantes como son: el comportamiento fisiológico de la variedad después de ser cosechada, a que distancia se encuentra la finca productora del aeropuerto, el lugar donde se encuentra el cliente y sus preferencias, duración del almacenamiento, la fecha de exportación, canales de comercialización utilizados y la época del año (González, G. 2012).

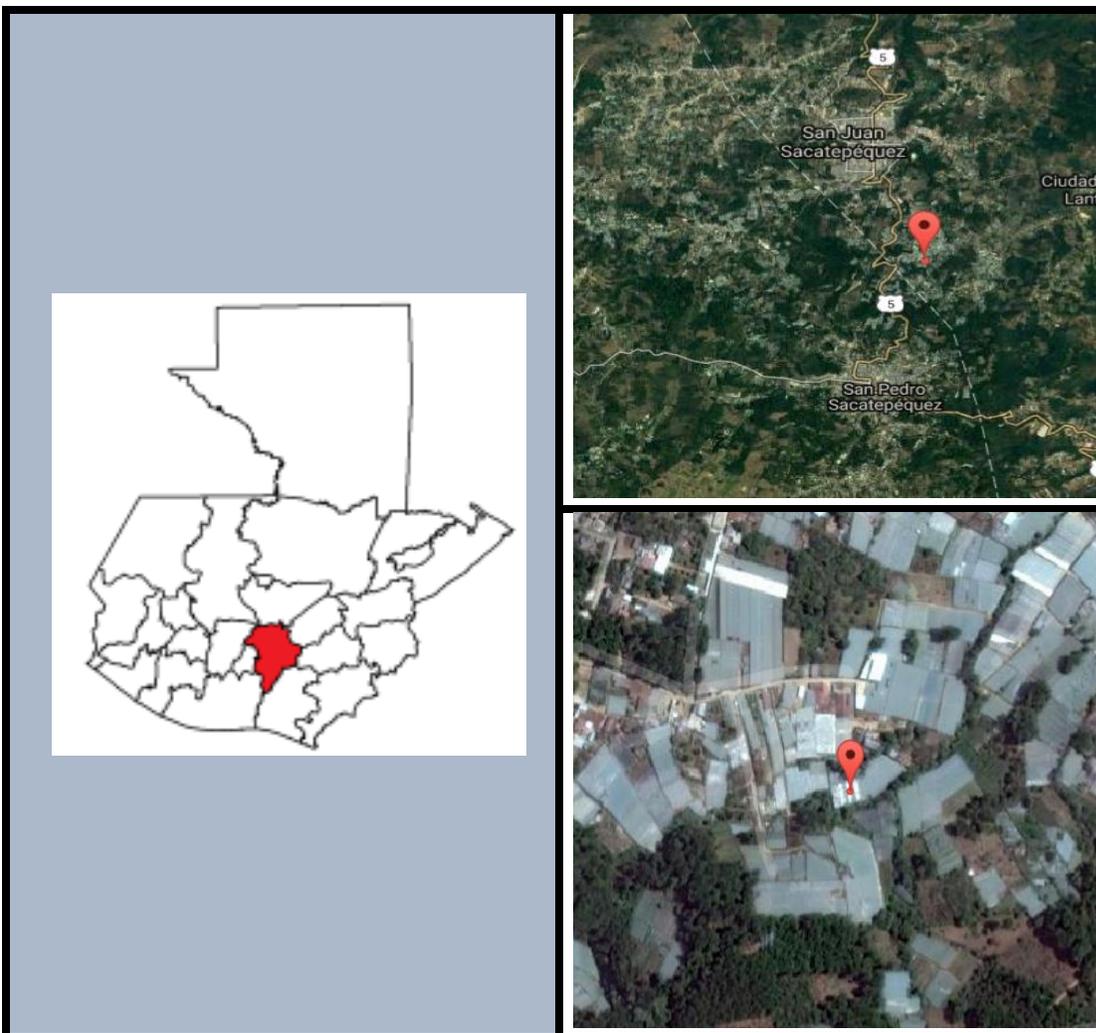
El punto de corte de los tallos de rosas difiere de acuerdo con la variedad, por ejemplo, en algunas variedades deben estar separados todos los sépalos y en otras, además de tener los sépalos separados, debe existir una separación de los pétalos extremos, todas estas características se deben documentar para cada variedad (Gamboa, L. 1989).

Los requisitos mínimos para que las rosas cumplan con los estándares para exportación son: libres de plagas y enfermedades que se puedan introducir al país importador; que la rosa cumpla con los requisitos de calidad, fresca, tanto como longitud de tallo mínimo de 50 cm y tamaño de botón, con una longitud mínima de 6 cm. Si el tallo cumple en longitud con un grado, pero no en tamaño de botón de la flor se rechaza (González, G. 2012).

3.3 Marco Referencial

3.3.1 Ubicación geográfica del área experimental

La investigación se realizó en una plantación de rosa de corte bajo invernadero, ubicada en la aldea Camino a San Pedro, kilómetro 28.5 carretera a San Juan Sacatepéquez, del departamento de Guatemala, se ubica en la latitud 14° 42' 10.9" Norte y longitud 90° 38' 14.5" Oeste. En la figura 5 se muestra la ubicación del lugar en donde se realizó la investigación.



Fuente: elaboración propia con imágenes de Google Maps, 2017.

Figura 5. Mapa de la ubicación geográfica del área experimental: aldea Camino a San Pedro, municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.

3.3.2 Condiciones climáticas

De la Cruz (1982) clasifica la región donde se realizó la investigación como B 2b B_j la cual describe las siguientes características: Clima templado con invierno benigno y con una vegetación natural característica de Bosque Húmedo Montano Bajo (De la Cruz S, 1982).

La zona ecológica del sitio experimental corresponde a la clasificación de bh - MB, Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, cuyas características son: el patrón de lluvias varía entre 1,057 mm y 1,588 mm con un promedio de precipitación anual de 1,344 mm. La temperatura varía entre 15 °C a 23 °C. La evapotranspiración potencial puede estimarse

en promedio de 0.75. La altitud varía de 1,500 m a 2,400 m s.n.m. La altitud del lugar es de 1,845 m s.n.m. (De la Cruz S, 1982).

3.3.3 Características del área experimental

A. suelo

La textura del suelo es franco arcillo-arenoso, con una pendiente del 5 %, con velocidad de infiltración 0.03 cm/hora, con una densidad aparente de 1.25 g/cm³ de reacción ligeramente ácida (pH 6).

B. Invernadero

El invernadero tiene una altura de 3.5 m en la parte más alta y la parte más baja tiene 3 m. Elaborado artesanalmente y su estructura es de madera, cubierta con polietileno calibre 6, con ventilación lateral, con apertura y cierre manual, dentro del invernadero se han establecido 17 camas de 25 m de longitud por 0.75 m de ancho

C. Condiciones dentro del invernadero

Las condiciones dentro del invernadero son: temperatura de 16 a 27°C y humedad relativa entre 65 % a 80 %.

D. Material vegetal

El material de rosa (*Rosa* sp.) utilizado fue la variedad Freedom, sus pétalos son de color rojo, su tamaño de botón es de 5.5 cm a 6.5 cm de longitud, contiene de 30 pétalos a 35 pétalos, produce 1.2 tallos por planta por mes, con una longitud de tallos comercial de 50 cm a 80 cm, con una vida de florero de 14 días a 17 días (Rosen T. 2017).

Las plantas utilizadas para la investigación tenían 6 años de edad, la variedad de rosa Freedom se encuentra injertada sobre el tipo de patrón Natal Brair, se ha establecido en camas de 25 m de longitud con un espaciamiento entre plantas de 0.10 m con un total de 200 plantas por cama. La plantación está ubicada en la comunidad Aldea Camino a San Pedro en San Juan Sacatepéquez. El sistema de producción es continuo y se encuentran plantas en todos los estadios fenológicos.

3.3.4 Antecedentes de investigación en rosa

La asociación de floricultores ASOFLORSA, afirma que en los últimos años se ha incrementado el cultivo de rosas en el municipio de San Juan Sacatepéquez, debido a su demanda por calidad y colores de las rosas, los floricultores buscan alternativas para mejorar el tamaño del botón floral de rosas, acudiendo a productos comerciales a base de reguladores del crecimiento.

Veliz Enríquez (2006) realizó pruebas con concentraciones de 250 ppm, 500 ppm, 750 ppm y 1,000 ppm de ácido giberélico y encontró que a concentración de 750 ppm se obtenía el mejor resultado en cuanto a tamaño de botón floral en la variedad Vendela.

Jarquín Nieto (2013) evaluó el uso de protector floral, dos concentraciones de reguladores de crecimiento y número de aplicaciones, el factor determinante fue la formulación del regulador del crecimiento, la formulación no comercial que utilizó mostró un incremento significativo en el diámetro y longitud del botón floral de rosa de corte variedad Polo. Los botones florales tratados con aplicaciones tópicas de reguladores de crecimiento y uso de protector floral, incrementaron significativamente su calidad comercial respecto al manejo tradicional.

La longitud promedio del botón floral obtenido en el manejo tradicional fue de 48.8 mm, comparado con los tratamientos con reguladores de crecimiento no comercial y protector floral, con una sola aplicación se observaron incrementos en la longitud de 56.6 mm, mientras que para el diámetro del botón floral el incremento fue de 36.5 mm (Jarquín Nieto, 2013).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de citoquininas, giberelinas y protector floral en el tamaño y calidad de botón floral en rosa de corte (*Rosa* sp.) variedad Freedom en condiciones de invernadero.

4.2 Objetivos Específicos

1. Evaluar el efecto de cuatro combinaciones de citoquininas y giberelinas en la longitud, diámetro y tonalidad de color del botón floral de rosa de corte (*Rosa* sp.) Variedad Freedom.
2. Evaluar el efecto del protector floral sobre la longitud, diámetro y tonalidad de color del botón floral de rosa de corte.
3. Determinar cuál de las cuatro concentraciones de reguladores del crecimiento combinadas con protector floral producen mayor longitud, diámetro y calidad de botón floral en rosa.
4. Evaluar el efecto de cuatro concentraciones de citoquininas, giberelinas y protector floral en la vida en florero de tallos florales.
5. Evaluar la relación beneficio/costo de los tratamientos con reguladores del crecimiento y el uso del protector floral en el cultivo de rosa variedad Freedom.

5. HIPÓTESIS

La aplicación de reguladores del crecimiento giberelinas y citoquininas, y el protector floral incrementan significativamente la longitud y diámetro de botón floral así como mejora la tonalidad del botón floral de rosa (*Rosa* sp.) variedad Freedom.

6. METODOLOGÍA

6.1 Metodología experimental

6.1.1 Tratamientos

Los factores evaluados fueron las concentraciones de reguladores del crecimiento y protector floral. Los reactivos utilizados fueron ácido giberélico con el 90 % de AG₃, y 6BAP 99 SP (6 Bencilamino purina) con 98 % de pureza.

Los tratamientos estuvieron constituidos por concentraciones de reguladores del crecimiento y protector floral. Los reguladores del crecimiento utilizados fueron, combinaciones de giberelina (AG₃) y citoquinina (BAP) en las concentraciones siguientes: 200 mg AG₃/l más 200 mg/l de BAP; 250 mg AG₃ más 250 mg/l de BAP; 350 mg/l de AG₃ más 350 mg/l de BAP y 450 mg/l de AG₃ más 450 mg/l de BAP además de un testigo absoluto. Las aplicaciones fueron realizadas de manera tópica sobre el botón floral, con una estructura tipo dedal, se realizó una sola aplicación. En el cuadro 1 se muestran las concentraciones de giberelinas, citoquininas y uso de protector floral que fueron evaluados.

Cuadro 1. Factores y niveles valuados. Efecto de citoquininas, giberelinas y protector floral en el diámetro y longitud de botón floral de rosa (*Rosa* sp.) variedad Freedom cultivada bajo invernadero, en San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.

Factores	Niveles de cada factor
A Concentraciones de reguladores de crecimiento	A ₁ : 200mg/l AG ₃ más 200 mg/l citoquininas A ₂ : 250 mg/l AG ₃ más 250 mg/l citoquininas A ₃ : 350 mg/l AG ₃ más 350 mg/l citoquininas A ₄ : 450 mg/l AG ₃ más 450 mg/l citoquininas A ₀ : 0 mg/l AG ₃ más 0 mg/l citoquininas(testigo)
B Protector floral	B ₁ : Con protector floral B ₂ : Sin protector floral

Fuente: elaboración propia, 2017.

La aplicación de reguladores se realizó cuando el botón tenía un diámetro de 8 mm (estado de arveja), cuando el pedicelo pudo ser observado y las hojas terminales se alejaron del botón, los sépalos cubrían totalmente a los pétalos y se entrelazaban en la parte superior.

El protector se colocó cuando el botón floral tenía 1.5 cm (estadío garbanzo) de diámetro, (figura 4, página 14) cuando los sépalos se separaron y dieron paso al crecimiento de los pétalos, mostrando una pequeña porción del color de los pétalos y con el pedúnculo lo suficientemente rígido para soportar el peso del protector y evitar su deformación. En el cuadro 1 (página. 26) se muestran las concentraciones de giberelinas, citoquininas y uso de protector floral que fueron evaluados.

6.2 Área experimental

El área experimental estuvo constituida por un invernadero de 800 m², elaborado artesanalmente, con estructura de madera, cubierto con polietileno, con ventilación lateral, con apertura y cierre manual. Dentro del invernadero se han construido 18 camas de 25 m de longitud por 0.75 m de ancho (figura 16A). El cultivo de rosas cuando se aplicaron los tratamientos tenía seis años de edad.

6.3 Diseño experimental

El diseño que se utilizó fue un diseño Completamente al Azar, con arreglo combinatorio 4 x 2, con 12 repeticiones por cada tratamiento más un testigo al cual no se le aplicó reguladores del crecimiento ni se le colocó protector floral.

6.3.1 Modelo estadístico

El modelo estadístico-matemático que fue utilizado para realizar el análisis de datos se describe a continuación, corresponde a un experimento bifactorial, en arreglo combinatorio dispuesto en un diseño Completamente al Azar.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_i$$

Dónde:

$$i = 1, 2, \dots, a$$

$$j = 1, 2, \dots, b$$

$$k = 1, 2, \dots, r$$

Y_{ijk}: variable respuesta observado o medida en la Y_{ijk}-ésima unidad experimental.

μ: media general de la variable respuesta.

α_i: efecto del i-ésima concentración de reguladores del crecimiento.

β_j: efecto del j-ésimo protector floral.

$(\alpha\beta)_{ij}$: efecto de la interacción entre el i -ésima concentración de reguladores de crecimiento y el j -ésimo protector floral.

ϵ_{ij} : error experimental asociado a la i -ésima unidad experimental

(Lopez E. 2014).

6.3.2 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida por un botón floral con un diámetro de 8 mm (punto de arveja). En la figura 6 se muestra el estadio, en punto de arveja.



Figura 6. Fotografía del botón floral de rosa variedad Freedom en punto de arveja.

6.3.3 Distribución de las unidades experimentales

Las unidades experimentales fueron distribuidas al azar en el área experimental. Para su distribución se utilizó la función ran\# de una calculadora y se ubicó cada uno de los tratamientos en las unidades experimentales que correspondía. En el cuadro 2 se muestra la distribución de las unidades experimentales con los tratamientos en el área experimental.

Cuadro 2. Distribución al azar de las unidades experimentales con su respectivo tratamiento, en el área experimental, para la evaluación del efecto de los reguladores del crecimiento y protector floral en rosa variedad Freedom San Juan Sacatepéquez, Guatemala 2017.

Tablones	Tratamientos	Repeticiones											
Tablón 13	T5 (A1B1) 200 ppm AG ₃ + 200 ppm BAP más protector floral	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
Tablón 12	T6 (A2B1) 250 ppm AG ₃ + 250 ppm BAP más protector floral	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
Tablón 11	T4 (A4B2) 450 ppm AG ₃ + 450 ppm BAP	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
Tablón 8	T3 (A3B2) 350 ppm AG ₃ + 350 ppm BAP	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
Tablón 7	T7 (A3B1) 350 ppm AG ₃ + 350 ppm BAP más protector floral	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
Tablón 5	T1 (A1B2) 200 ppm AG ₃ + 200 ppm BAP	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
Tablón 3	T2 (A2B2) 250 ppm AG ₃ + 250 ppm BAP	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
Tablón 2	T8 (A4B1) 450 ppm AG ₃ + 450 ppm BAP más protector floral	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12

Fuente: elaboración propia, 2017.

Referencias: T1, T2... T8 (tratamientos), A1, A2... A4 (concentraciones de reguladores de crecimiento), B1 con protector floral, B2 sin protector floral.

6.4 Variables de respuesta

6.4.1 Longitud del botón floral

Para determinar la longitud del botón floral se utilizó un calibrador vernier, modelo ver-6p, con una escala de lectura de 0.1 mm hasta 127 mm; se realizó la medición desde la base del botón hasta el ápice del último pétalo. Los datos que se obtuvieron se registraron en el formato que se muestra en el cuadro 26A.

6.4.2 Diámetro del botón floral

El diámetro del botón floral se midió con un calibrador vernier, para ello se tomó como punto de referencia específico 1 cm sobre la base del botón. Los datos se registraron en el formato que se muestra en el cuadro 26A.

6.4.3 Intensidad de coloración de pétalos

Para determinar la intensidad de coloración del botón floral en cada uno de los tratamientos y el testigo se observó el color del botón floral y el mismo fue comparado con la tabla de colores y la tonalidad deseada por el mercado. La escala de colores utilizada se muestra en la figura 7, la tonalidad requerida en el mercado ésta corresponde a 650 nm rojo óptimo (Quiroz, 2015). Los datos se registraron en el formato que se muestra en el cuadro 27A.

Tonalidad	A 630 nm (Rojo claro)	B 650 nm (Rojo óptimo)	C 680 nm (Rojo obscuro)	D 720 nm (Rojo muy obscuro)
-----------	--------------------------	---------------------------	----------------------------	--------------------------------

Fuente: Quiroz, 2015.

Figura 7. Tonalidad de rojo utilizada para la evaluación del color de los botones florales de rosa de corte *Rosa sp.*, variedad Freedom.

6.4.4 Vida de la rosa en florero después de ser cosechada

La evaluación de la vida en florero se realizó después de haber sido cosechada (figura 19A) y empacadas las rosas. Se determinó mediante la apariencia visual desde el momento de la colocación en florero hasta la eliminación por marchitez. Se asignó un valor numérico a los tallos florales de la siguiente forma: 1) botones florales en buen estado, 2) botones florales con marchitez. Se realizaron observaciones y registraron los datos a los cinco días, ocho días, 12 días y 16 días, dejando las flores en buen estado y eliminando las flores por marchitamiento, se registraron los datos hasta los 16 días. Se utilizó recipientes plásticos de 375 ml como floreros, cada uno constituyó una repetición, se tuvieron tres repeticiones por tratamiento, con cuatro tallos florales. Los datos se registraron en el formato que se muestra en el cuadro 28A.

6.5 Análisis de la información

Análisis estadístico.

Para el análisis de cada una de las variables de respuesta, diámetro de botón floral y longitud de botón floral de rosa, se realizó el Análisis de Varianza (ANDEVA) con un nivel de confianza de 0.95, y para los tratamientos que mostraron diferencia estadísticamente significativa se utilizó la prueba de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$). Para el análisis estadístico se utilizó el programa INFOSAT. Para la variable intensidad de color de los botones florales se describió su variación y para los datos de vida en florero de los tallos florales se realizó la prueba de Kruskal-Wallis ($p = 0.05$).

Análisis económico.

El análisis económico se realizó para los tratamientos con reguladores del crecimiento y protector floral, debido a que éstos presentaron mayor calidad, así también se realizó el análisis económico para el testigo. Los cálculos se hicieron para un ciclo de producción de rosas, el cual es de tres meses, comprende desde la poda hasta la cosecha del botón floral. Se realizó el cálculo de los costos de producción sin considerar la aplicación de reguladores de crecimiento y uso de protector floral, para un área de 800 m², la cual se proyectó a una hectárea. Los costos se agruparon en costos fijos y costos variables, en los primeros se consideró los costos por pago de energía eléctrica, alquiler de terreno, depreciación de invernadero, depreciación de equipos de riego y fumigación. Y los segundos los costos por mano de obra, fertilizantes y agroquímicos.

Posteriormente se calcularon los costos variables debido al uso de reguladores del crecimiento y de protector floral para cada uno de los tratamientos en donde fueron utilizados, así como los jornales que se utilizaron para la aplicación de los reguladores del crecimiento y colocación del protector floral. Posteriormente para calcular los costos con el uso de reguladores del crecimiento y protector floral, según correspondía a los tratamientos, se sumaron estos costos a los costos de producción sin uso de reguladores del crecimiento y protector floral, para un ciclo de producción, los que fueron expresados en costos de producción para un ciclo por hectárea.

Con base en los costos de producción calculados para cada uno de los tratamientos y la producción obtenida se calculó la rentabilidad y la tasa marginal de retorno. Para el cálculo de la producción se consideró el total producido menos el 1.5 % del total, esta reducción de la producción se realizó debido a las pérdidas ocasionadas por el deterioro o presencia de enfermedades en hojas o botones florales.

6.6 Manejo agronómico del cultivo

El manejo del cultivo fue constante, la rosa es una planta que requiere de cuidados para obtener una flor de alta calidad. Las labores culturales y fitosanitarias necesarios para mantener al cultivo, las podas se realizan cada 20 días, esto para eliminar brotes ciegos y brotes delgados, y permitir una buena circulación de aire entre las plantas. Las aplicaciones fitosanitarias se realizaron cada ocho días para la prevención de enfermedades y plagas. A los tallos florales se le quitaron las inflorescencias laterales para que creciera y desarrollara de una manera normal el botón principal.

6.6.1 Fertilización y control de malezas

Se consideró el análisis químico de suelo, la fertilización se realizó de forma manual, se efectuó una aplicación mensual como lo realiza el productor con una dosis de 125 kg/ha/ciclo de N, 20 kg/ha/ciclo de P y 95 kg/ha/ciclo de K, los elementos secundarios fueron aplicados en forma foliar con una frecuencia de 15 días, durante todo el ciclo del cultivo. El control de malezas se realizó cada 15 días.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Longitud del botón floral

7.1.1 Efecto del ácido giberélico y bencilamino purina en la longitud del botón floral de rosa

La mayor longitud del botón floral se observó en el tratamiento de 450 mg/l AG₃ combinado con 450 mg/l de BAP, la cual fue de 5.69 cm. Le siguió en orden descendente el tratamiento de 350 mg/l de AG₃ combinado con 350 mg/l de BAP, en el cual se observó una longitud de botón floral de 5.33 cm, para el tratamiento de 250 mg/l de AG₃ más 250 mg/l de BAP se obtuvo una longitud de botón floral de 5.29 cm. En el tratamiento de 200 mg/l de AG₃ más 200 mg/l de BAP se observó una longitud de botón floral de 5.13 cm. El testigo mostró la menor longitud de botón floral, la cual fue de 4.87 cm. En la figura 8, se muestra la longitud del botón floral en función de los tratamientos

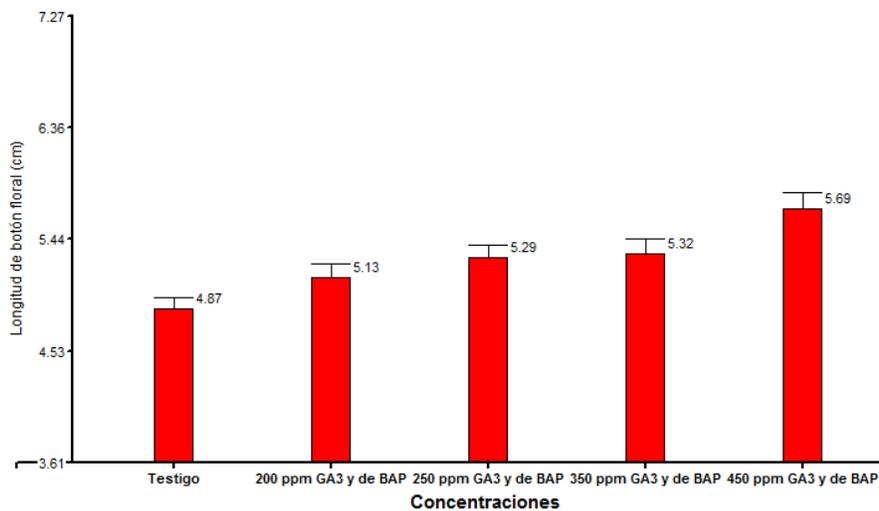


Figura 8. Efecto de los tratamientos de combinaciones de giberelinas y citoquininas en la longitud de botón floral de rosa, variedad Freedom, San Juan Sacatepéquez 2017.

El análisis de ANDEVA mostró diferencia estadística significativa con relación al efecto de los tratamientos con giberelinas y citoquininas en la longitud de botón floral. En el cuadro 3 se muestran los resultados del análisis de varianza. La prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) muestra cuatro grupos; en el primer grupo se ubica el tratamiento de 450 mg/l de AG₃ más 450 mg/l de BAP, el segundo grupo lo conforman los tratamientos de 350 mg/l de AG₃ más 350 mg/l de BAP y 250 mg/l de AG₃ combinado con 250 mg/l de BAP. El tratamiento de 200 mg/l de AG₃ más 200mg/l de BAP constituye el tercer grupo y el testigo constituye el cuarto grupo.

Cuadro 3. Resultados del análisis de varianza para la longitud de botón floral de rosa de corte variedad Freedom.

Fuentes de variación	Suma de cuadrado	Grado de libertad	Cuadrado medio	Valor F	p- valor
Modelo	29.56	9	3.28	21.40	<0.0001
Concentraciones de reguladores	8.56	4	2.14	13.94	<0.0001
Protector floral	19.76	1	19.76	128.75	<0.0001
Concentración x protector floral	1.24	4	0.31	2.02	0.0969
Error	16.89	110	0.15		
Total	46.45	119			
Coeficiente de variación 7.45%					

En el cuadro 4 se muestran los valores de la longitud de botón floral para cada tratamiento y los grupos según la prueba de Tukey.

Cuadro 4. Resultados de la prueba de medias según la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la longitud de botón floral de rosa variedad Freedom San Juan Sacatepéquez, Guatemala 2017.

Código	Tratamiento	Longitud de botón floral (cm)	Grupo según prueba de Tukey		
A4	450 mg/l BAP +450 mg/l AG ₃	5.69	A		
A3	350 mg/l BAP +350 mg/l AG ₃	5.33		B	
A2	250 mg/l BAP +250 mg/l AG ₃	5.29		B	
A1	200 mg/l BAP +200 mg/l AG ₃	5.13		B	C
A0	Sin aplicación	4.87			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

El comportamiento del crecimiento en tamaño de la longitud del botón floral de rosa se incrementó a medida que se incrementaron las concentraciones de giberelinas más citoquininas aplicada de manera exógena, los reguladores promueven la elongación y división celular y por consiguiente un aumento en el tamaño del botón floral, a mayor concentración de reguladores de crecimiento, mayor fue la longitud de botón floral. Veliz Eníquez (2006) indica que al asperjar giberelinas a concentraciones que se encuentran dentro del rango de 250 ppm a 750 ppm se incrementa significativamente la longitud del botón floral de rosa. Fainstein (1994) considera que las concentraciones altas de giberelinas y citoquininas producen malformaciones en los botones florales tales como doblamiento del pedúnculo y rajadura del receptáculo.

En esta investigación se comprobó que aplicaciones a concentraciones de 200 ppm a 450 ppm de ácido giberélico más bencilamino purina en la misma concentración, no producen efectos negativos y que al incrementarse las concentraciones se incrementa la longitud del botón floral en rosa de la variedad Freedom, ésta fue incrementada en 14.41 %, al comparar el tratamiento con el cual se obtuvo la mayor longitud de botón floral comparado con el testigo.

7.1.2 Efecto del protector floral en la longitud de botón de rosa

Cuando se utilizó protector floral se observó una longitud en el botón floral de 5.67 cm, en contraste la longitud del botón floral cuando no se utilizó protector fue de 4.86 cm. Con la utilización de protector floral se incrementó la longitud de botón floral en 14.28 %. En la figura 9 se muestra los valores de la longitud del botón floral con protector y sin protector.

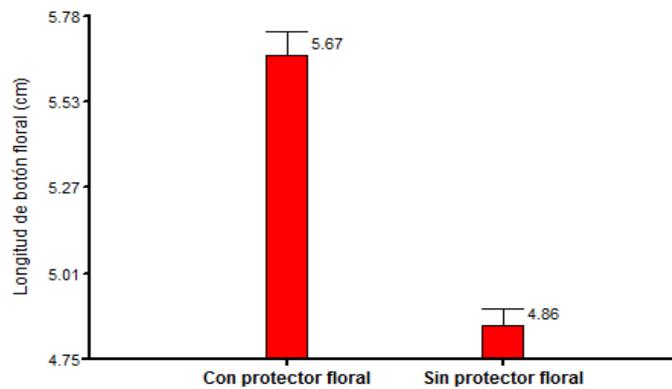


Figura 9. Efecto del protector floral en el incremento de la longitud de botón floral de rosa, variedad Freedom cultivada bajo invernadero, San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.

En el cuadro 3 (página 30) se muestran los resultados del análisis de varianza en donde se puede observar que existe diferencia estadística significativa en el uso de protector floral. Dada esta condición, se aplica la prueba de diferencia de medias de Tukey, cuyos resultados se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Resultados de la prueba de medias según la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) efecto del protector floral sobre la longitud de botón floral de rosa de corte, variedad Freedom, San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.

Código	Tratamiento	Longitud de botón floral (cm)	Grupo según prueba de Tukey	
B1	Con protector	5.67	A	
B2	Sin protector	4.86		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)				

7.1.3 Efecto del protector floral y reguladores de crecimiento en la longitud del botón floral de rosa

Los resultados del análisis de varianza para la variable longitud de botón floral (página 30) en la interacción protector floral por concentración de reguladores de crecimiento no muestran diferencia estadística significativa ($p > 0.05$), sin embargo se muestran los resultados de estas interacciones debido a que las variaciones en las respuestas en la longitud de botón floral son importantes en la comercialización de rosas.

La mayor longitud de botón floral de rosa fue de 6.20 cm, se observó cuando se utilizó protector floral con el tratamiento de 450 mg/l de AG_3 combinado con 450 mg/l de BAP (figura 19A), le siguió, en orden descendente la longitud de botón floral de 5.78 cm, la que se observó cuando se utilizó protector floral con del tratamiento de 350 mg/l de AG_3 más 350 mg/l de BAP. El tercer valor en orden descendente de longitud de botón floral fue de 5.72 cm, se observó cuando se utilizó protector floral con el tratamiento de 250 mg/l de AG_3 más 250 mg/l de BAP.

Cuando se utilizó protector floral con el tratamiento de 200 mg/l de AG_3 combinado con 200 mg/l de BAP se observó en el botón floral una longitud de 5.56 cm. La menor longitud de botón floral se observó en el testigo, ésta fue de 4.88 cm.

En la figura 10 se muestran los efectos de la combinación de giberelinas y citoquininas, y el protector floral en la longitud de botón floral.

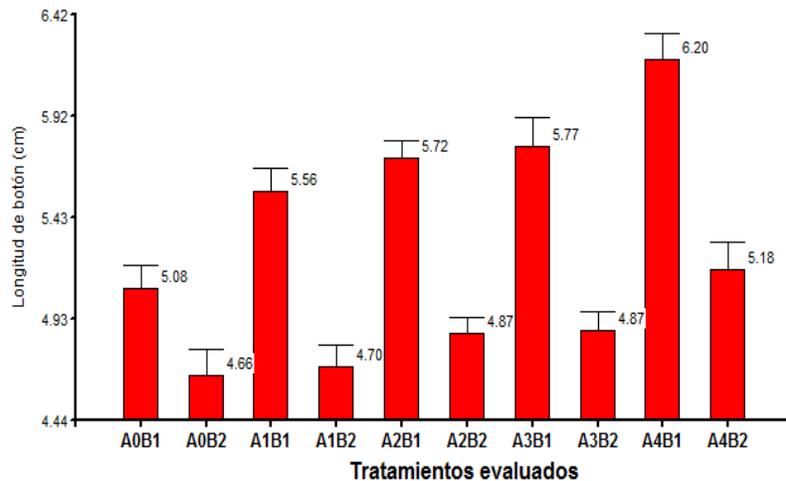


Figura 10. Efecto de las concentraciones de giberelinas y citoquininas, y protector floral en la longitud del botón floral de rosa (*Rosa sp.*) variedad Freedom, San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.

Referencias: **A0B1)** testigo con protector floral; **A0B2)** testigo sin protector floral; **A1B1)** 200 mg/l AG_3 más 200 mg/l BAP con protector floral; **A1B2)** 200 mg/l AG_3 más 200 mg/l BAP sin protector floral; **A2B1)** 250 mg/l AG_3 más 250 mg/l BAP con protector floral; **A2B2)** 250 mg/l AG_3 más 250 mg/l BAP sin protector floral; **A3B1)** 350 mg/l AG_3 más 350 mg/l BAP con protector floral; **A3B2)** 350 mg/l AG_3 más 350 mg/l BAP sin protector floral; **A4)** 450 mg/l AG_3 más 450 mg/l BAP con protector floral; **A4B2)** 450 mg/l AG_3 más 450 mg/l BAP sin protector floral.

El uso de protector floral y de reguladores del crecimiento en el botón floral de rosa produjo un incremento en la longitud de botón floral, habiéndose obtenido una longitud máxima de 6.20 cm al colocar el protector floral en el estadio de garbanzo, el protector floral ejerce una presión sobre el botón floral forzándolo a un mayor alargamiento.

Quiroz Hernández (2015) en experimentos efectuados en rosa variedad Freedom observó que la colocación de protector floral mejora la longitud del botón, obteniendo una longitud de 5.90 cm. Por otra parte Ramírez Torres (2009) indica que, utilizando protector floral y combinaciones de reguladores del crecimiento, reporta haber obtenido botones florales con incremento de 5.1 % frente al tratamiento sin protector floral.

Las variedades de rosa responden de manera diferente a las técnicas utilizadas para el incremento del tamaño del botón floral, otro aspecto importante es que el tamaño de botón tiene relación directa con cada variedad (Gamboa, L. 1989). Ramírez Torres (2009) indica que el incremento de la longitud del botón floral puede atribuirse al uso de protector floral, que tiene un efecto positivo en el tamaño del botón, que además puede ejercer efecto mecánico sobre el botón presionando los sépalos, evitando que estos se desprendan del botón floral, induciendo su estiramiento dentro del protector floral.

En la investigación realizada se comprueba que el uso de AG₃ y BAP con protector floral incrementa la longitud del botón floral.

7.2 Diámetro del botón de rosa

7.2.1 Efecto del ácido giberélico y bencilamino purina en el diámetro de del botón floral de rosa (*Rosa sp.*) variedad Freedom

El mayor diámetro de botón floral se observó con el tratamiento de 450 mg/l de AG₃ más 450 mg/l de BAP el cual fue de 4.50 cm, seguido en orden descendente por el tratamiento de 350 mg/l de AG₃ más 350 mg/l de BAP, el cual mostró un diámetro de botón floral de 4.08 cm.

Para el tratamiento de 250 mg/l de AG₃ en combinación con 250 mg/l de BAP se obtuvo un diámetro de botón floral de 4.01 cm, con el tratamiento de 200 mg/l de AG₃ combinado con 200 mg/l de BAP se observó un diámetro de botón floral de 3.87 cm.

El testigo mostró el menor diámetro de botón floral, el cual fue de 3.71 cm. En la figura 11 se muestra el efecto de la combinación de giberelinas más citoquininas en el diámetro del botón floral.

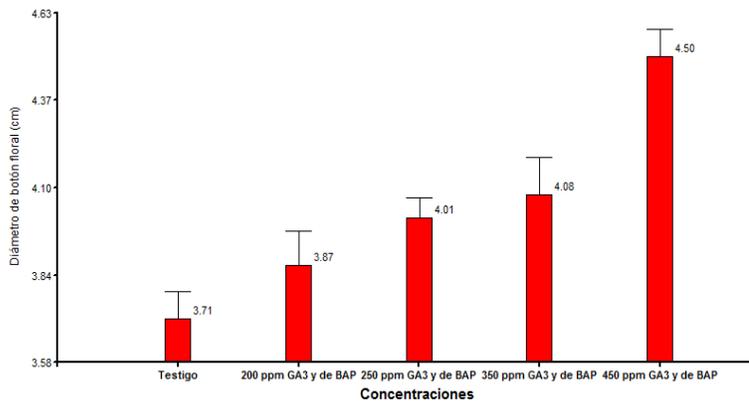


Figura 11. Efecto de combinaciones de giberelinas y citoquininas en el diámetro de botón floral de rosa, variedad Freedom, San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.

El análisis de ANDEVA muestra diferencia estadística significativa en relación al efecto de los tratamientos con ácido giberélico en combinación con bencilamino purina sobre el diámetro del botón floral de rosa.

La prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de significancia muestra cuatro grupos para el diámetro de botón floral. El tratamiento de 450 mg/l de AG₃ más 450 mg/l de BAP constituye un primer grupo, el segundo grupo lo conforma el tratamiento de 350 mg/l de AG₃ en combinación con 350 mg/l de BAP, el tercer grupo lo representa los tratamientos de 250 mg/l de AG₃ más 250 mg/l de BAP y 200 mg/l de AG₃ más 200 mg/l de BAP, entre estos tratamientos no existe diferencia estadística significativa; y el cuarto grupo lo constituye el testigo, el cual muestra el menor valor en el diámetro del botón floral. En el cuadro 6, se muestra el análisis de ANDEVA para el diámetro del botón floral.

Cuadro 6. Resultados de análisis de varianza del efecto de reguladores del crecimiento y protector floral en el diámetro del botón floral de rosa, variedad Freedom cultivada bajo invernadero en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala 2017.

Fuentes de variación	Suma de cuadrado	Grado de libertad	Cuadrado medio	Valor F	p- valor
Modelo	14.31	9	1.59	10.54	<0.0001
Concentraciones de reguladores	8.47	4	2.12	14.02	<0.0001
Protector floral	4.72	1	4.72	31.28	<0.0001
Concentración x protector floral	1.13	4	0.28	1.87	0.1213
Error	16.60	110	0.15		
Total	30.91	119			
Coeficiente de variación 9.63%					

Debido a que existen diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tukey, cuyos resultados se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7. Separación de medias según la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) del efecto de reguladores del crecimiento en el diámetro de botón de rosa variedad Freedom San Juan Sacatepéquez, Guatemala, 2017.

Código	Tratamiento	Diámetro de botón floral (cm)	Grupo según prueba de Tukey		
A4	450 mg/l BAP +450 mg/l AG ₃	4.50	A		
A3	350 mg/l BAP +350 mg/l AG ₃	4.08		B	
A2	250 mg/l BAP +250 mg/l AG ₃	4.01		B	C
A1	200 mg/l BAP +200 mg/l AG ₃	3.87		B	C
A0	Sin aplicación	3.71			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

Las citoquininas al ser aplicadas en forma exógena a las plantas pueden estimular una serie de procesos fisiológicos, la principal respuesta corresponde a la división celular y la elongación celular por parte del uso del ácido giberélico éstos al aplicarlos de manera externa provocan efecto en el crecimiento. Según Weaver (1976), el efecto de asperjar plantas o aplicar en un punto específico de algún órgano vegetal ácido giberélico, estimula

el crecimiento, generalmente se incrementa la longitud de la parte vegetal en donde se realiza la aplicación. Los resultados obtenidos en esta investigación mostraron un efecto directo en el crecimiento del diámetro del botón floral en los diferentes tratamientos. Al incrementar las concentraciones de AG₃ y BAP, en el rango de 200 a 450 mg/l se incrementó el diámetro del botón floral.

Los resultados obtenidos tienen congruencia con los resultados reportados por Veliz Enríquez (2006), quien indica que al aplicar ácido giberélico de manera localizada sobre el botón floral de rosa, en el rango de 250 ppm a 750 ppm se incrementa el diámetro del botón floral de rosa.

Según Fainstein (1994), las concentraciones altas de giberelinas y citoquininas producen malformaciones a los botones florales tales como doblamiento de pedúnculo y rajadura del receptáculo, sin embargo, no se observaron deformaciones en los botones florales tratados con giberelinas y citoquininas en concentraciones de 200 a 450 mg/l.

7.2.2 Efecto del protector floral en el diámetro del botón floral de (*Rosa* sp.) variedad Freedom

El diámetro de botón floral al utilizar protector floral fue de 4.23 cm, cuando no se utilizó protector floral el diámetro del botón floral fue de 3.84 cm. En la figura 12 se muestran los valores del diámetro del botón floral con el uso de protector floral y sin protector floral.

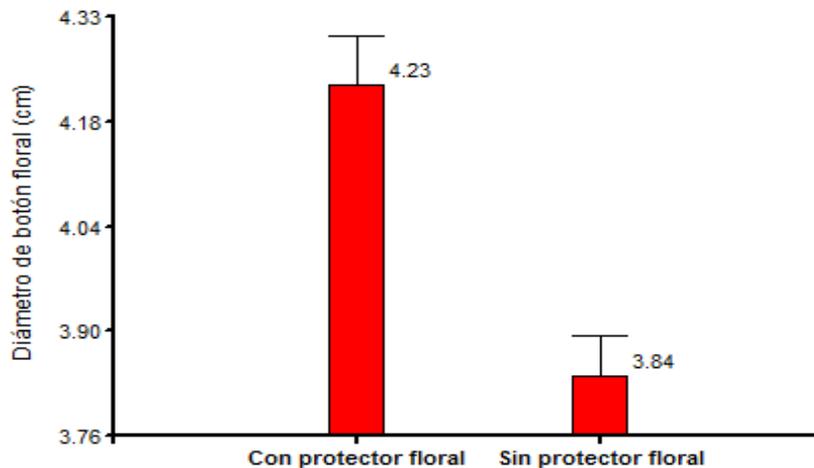


Figura 12. Efecto del protector floral en el diámetro de botón de rosa de corte variedad Freedom, cultivada bajo invernadero, en San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.

Existe diferencia estadística significativa en el uso de protector floral, la misma puede observarse en el cuadro 6 (página 35). La prueba de Tukey muestra diferencia estadística significativa ($\alpha=0.05$) en la comparación de tratamientos con protector floral y sin protector floral, los resultados de esta prueba se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8. Separación de medias según la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$), del efecto del protector floral en el diámetro de botón floral de rosa variedad Freedom cultivada bajo invernadero en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala 2017.

Código	Tratamiento	Diámetro de botón (cm)	Grupo según prueba de Tukey	
B1	Con protector floral	4.23	A	
B2	Sin protector floral	3.84		B
Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0.05$)				

7.2.3 Efecto del protector floral y reguladores de crecimiento en el diámetro del botón floral de rosa

La interacción protector floral y reguladores del crecimiento no muestran diferencia estadística significativa (página 35), sin embargo se describen los resultados de esa interacción debido a que el diámetro de botón de rosa es importante en su comercialización.

El mayor diámetro de botón floral fue de 4.79 cm, se observó cuando se utilizó protector floral con el tratamiento de 450 mg/l de AG₃ más 450 mg/l de BAP, le siguió en orden descendente el diámetro de botón floral de 4.41 cm, el cual se observó cuando se utilizó protector floral con el tratamiento de 350 mg/l de AG₃ combinado con 350 mg/l de BAP.

El menor diámetro de botón floral que se observó fue de 3.63 cm y correspondió al testigo sin protector floral, le siguió en orden ascendente el tratamiento de 200 mg/l de AG₃ más 200 mg/l de BAP sin protector floral con un diámetro de 3.68 cm. Cuando fue utilizado protector floral en combinación con reguladores del crecimiento en las concentraciones evaluadas se observó incremento en el diámetro de botón floral.

En la figura 13, se muestra el efecto de las concentraciones de reguladores del crecimiento y la utilización de protector floral en el diámetro de botón floral.

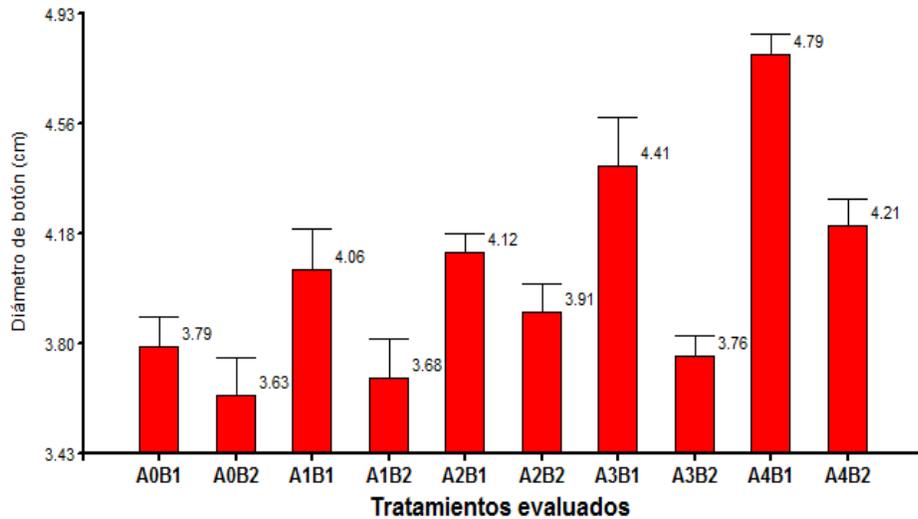


Figura 13. Efecto de diferentes concentraciones de ácido giberélico y bencilamino purina más protector floral en el diámetro de botón floral de rosa, variedad Freedom cultivada bajo invernadero, en San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.

Referencias: **A0B1)** Testigo con protector floral; **A0B2)** testigo sin protector floral; **A1B1)** 200 mg/l AG₃ más 200 mg/l BAP con protector floral; **A1B2)** 200 mg/l AG₃ más 200 mg/l BAP sin protector floral; **A2B1)** 250 mg/l AG₃ más 250 mg/l BAP con protector floral; **A2B2)** 250 mg/l AG₃ más 250 mg/l BAP sin protector floral; **A3B1)** 350 mg/l AG₃ más 350 mg/l BAP con protector floral; **A3B2)** 350 mg/l AG₃ más 350 mg/l BAP sin protector floral; **A4B1)** 450 mg/l AG₃ más 450 mg/l BAP con protector floral; **A4B2)** 450 mg/l AG₃ más 450 mg/l BAP sin protector floral.

El uso de protector floral más 450 mg/l de ácido giberélico y 450 mg/l de bencilamino purina en el estadio de garbanzo incrementó en 24.22 % el diámetro de botón floral comparado con el testigo. Por otra parte, el uso de protector floral más 350 mg/l de ácido giberélico y 350 mg/l de bencilamino purina incrementó en 17.68 % el diámetro de botón floral con respecto al testigo.

Al utilizar ácido giberélico más bencilamino purina y protector floral se observó incremento del diámetro de botón floral en un rango de 4.06 cm a 4.76 cm.

Los reguladores del crecimiento activan el crecimiento de las células y por su parte la malla floral actúa ejerciendo presión sobre el botón floral incrementando su longitud dándole uniformidad a la flor. Ramírez G. (2009) indica que en el incremento del diámetro de botón floral de rosa puede atribuirse al uso de protector floral más reguladores del crecimiento.

Los reguladores del crecimiento actúan en la división y elongación celular, mientras que el protector floral ejerce un efecto mecánico sobre el botón al presionar los sépalos, evitando

que éstos no se separen. Gamboa (1989) indica que las variedades de rosa responden de manera diferente a las técnicas utilizadas para el incremento del tamaño del botón floral con el fin de obtener mayor calidad.

7.3 Color del botón floral de rosa de corte

7.3.1 Efecto del ácido giberélico y bencilamino purina sobre el color del botón de rosa de corte (*Rosa sp.*) variedad Freedom

En el cuadro 9 se muestran las tonalidades de color rojo en botones florales de rosa Variedad Freedom, en respuesta a diferentes concentraciones de giberelinas y citoquininas.

Cuadro 9. Tonalidades de color rojo de los botones florales en respuesta a los distintos tratamientos con reguladores del crecimiento, en rosa (*Rosa sp.*) variedad Freedom cultivada bajo invernadero en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.

Código	Tratamientos	Botones florales que expresan la tonalidad (en porcentaje)			
		A 630 nm (Rojo claro)	B 650 nm (Rojo óptimo)	C 680 nm (Rojo oscuro)	D 720 nm (Rojo muy oscuro)
A1	200 mg/l BAP + 200 mg/l de AG ₃	0 %	0 %	8.33 %	91.66 %
A2	250 mg/l BAP + 250 mg/l de AG ₃	0 %	0 %	0 %	100 %
A3	350 mg/l BAP + 350 mg/l de AG ₃	0 %	0 %	25 %	75 %
A4	450 mg/l BAP + 450 mg/l de AG ₃	0 %	0 %	16.66 %	83.33 %
A0	Testigo	0 %	0 %	0 %	100 %

Cuando se aplicaron 200 mg/l de AG₃ más 200 mg/l de BAP se observó que el 8.33 % de botones florales mostraron la tonalidad rojo oscuro (680 nm), el 91.66 % de botones florales mostraron la tonalidad rojo muy oscuro (720 nm) y no se observaron en los botones florales las tonalidades rojo claro (630 nm) y rojo óptimo (650 nm).

Cuando se aplicaron 250 mg/l de AG₃ más 250 mg/l de BAP se observó que todos los botones florales (100 %) mostraron la tonalidad rojo muy oscuro (720 nm).

Cuando fueron aplicados 350 mg/l de AG₃ combinado con 350 mg/l de BAP se observó que el 25 % de botones florales mostro la tonalidad rojo oscuro (680 nm) y el 75 % la tonalidad de rojo muy oscuro (720 nm).

Cuando se aplicaron 450 mg/l de GA₃ combinado con 450 mg/l de BAP se observó que el 16.66 % de botones florales mostraron la tonalidad rojo oscuro (680 nm) y el 83.33 % de botones florales mostraron la tonalidad rojo muy oscuro (720 nm). El testigo mostró en todo sus botones (100 %) la tonalidad rojo muy oscuro (720 nm).

En el cuadro 10 se muestran en forma general las frecuencias de botones florales que expresan distintas tonalidades de rojo.

Cuadro 10. Frecuencia correspondiente al número de botones florales con distinta tonalidad de color rojo en respuesta al tratamiento con reguladores del crecimiento en rosa de corte variedad Freedom.

Tonalidad de color	Frecuencia	Frecuencia relativa
630 nm rojo claro	0	0
650 nm rojo óptimo	0	0
680 nm rojo oscuro	6	0.1
720 nm rojo muy oscuro	54	0.9

El color que se busca en rosa de la variedad Freedom es de tonalidad rojo óptimo (650 nm), éste no se observó en las diferentes concentraciones de reguladores del crecimiento que fueron evaluadas. La tonalidad que se presentó con mayor frecuencia (74 % de botones florales) fue la tonalidad rojo muy oscuro (720 nm). Esto debido a que los reguladores del crecimiento modifican el crecimiento celular más no modifican la pigmentación del color de los botones florales.

Ramírez G. (2009) evaluó el efecto de reguladores del crecimiento en rosa, sus resultados muestran que en las variedades no se presentaron diferencias en la tonalidad del color de los botones florales.

En esta investigación se observó pétalos con quemaduras en los bordes esto es debido posiblemente a factores ambientales tales como el exceso de radiación solar y que los plásticos que utilizan los agricultores no son fotoselectivos por lo tanto no reducen la entrada de los rayos ultravioleta dentro del invernadero. Velastegui, R.(1990) indica que las quemaduras que se presentan en los bordes de los pétalos son provocadas por rayos ultra violeta, debido a la alta radiación que pasa a través de los plásticos de invernadero, con filtros deteriorados y los cambios climáticos. Las alteraciones que ocurren en la producción de pigmentos, principalmente antocianinas, hacen que los bordes de los pétalos tomen el color negruzco (Velastegui, R.1990)

En esta investigación se observó que las concentraciones de ácido giberélico y bencilamino purina utilizadas tuvieron muy poco efecto sobre la tonalidad del color rojo del

botón floral de rosa (*Rosa sp.*) variedad Freedom, el 90 % de los botones florales mostraron la coloración rojo muy oscuro (720 nm), la cual es la coloración mostrada por el testigo.

7.3.2 Efecto del protector floral y reguladores del crecimiento sobre el color del botón floral de rosa (*Rosa sp.*) Variedad Freedom

En el cuadro 11, se muestra el efecto del protector floral y las combinaciones de reguladores del crecimiento en la tonalidad del color rojo expresado por los botones florales.

Cuadro 11. Efecto del protector floral y reguladores del crecimiento en la tonalidad de los botones florales de rosa variedad Freedom, cultivada bajo invernadero, en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.

Códigos	Tratamientos	% Tonalidad de los diferentes tratamientos			
		A 630 nm (Rojo claro)	B 650 nm (Rojo óptimo)	C 680 nm (Rojo oscuro)	D 720 nm (Rojo muy oscuro)
A1B1	200 mg/l BAP + 200 mg/l de AG ₃ con protector floral	8.33%	75%	17%	0%
A2B1	250 mg/l BAP + 250 mg/l de AG ₃ con protector floral	8.33%	83.33%	8.33%	0%
A3B1	350 mg/l BAP + 350 mg/l de AG ₃ con protector floral	0%	100%	0%	0%
A4B1	450 mg/l BAP + 450 mg/l de AG ₃ con protector floral	0%	100%	0%	0%
A0B1	Testigo con protector floral	33.33%	58.33%	8.33%	0%

Cuando se utilizó protector floral con las concentraciones de 450 mg/l AG₃ más 450 mg/l de BAP, así como las concentraciones de 350 mg/L de AG₃ más 350 mg/L de BAP, todos los botones florales mostraron la tonalidad rojo óptimo (650 nm), la cual es la tonalidad que expresa la calidad del botón floral.

Así también cuando se utilizó protector floral con las concentraciones de 250 mg/l de AG₃ combinado con 250 mg/l de BAP, se observó que el 83.33 % de botones florales mostraron la tonalidad rojo óptimo (650 nm), el 8.33 % de botones florales mostraron la tonalidad rojo claro (630 nm) y el 8.33 % de botones florales mostraron la tonalidad rojo oscuro (680 nm). El tratamiento con protector floral más 200 mg/l de AG₃ y 200 mg/l de BAP mostró un 75 % de botones florales con la tonalidad rojo óptimo (650 nm), un 8 % de botones florales con la tonalidad rojo claro (630 nm) y un 17 % de botones florales con tonalidad rojo oscuro (680 nm).

En la figura 14 se muestran cuatro botones florales con las tonalidades observadas como efecto del uso de protector floral y varias concentraciones de reguladores del crecimiento.



Figura 14. Fotografía de comparación de tonalidades de botón floral de rosa utilizando protector (A, B y C). Sin uso de protector floral (D). En rosa (*Rosa* sp.), variedad Freedom cultivada bajo invernadero, en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A, 2017.

Con la utilización de protector floral más reguladores del crecimiento se obtuvo el 83.33 % de botones florales con la tonalidad rojo óptimo, estas tonalidades la que se busca en los botones florales de rosa variedad Freedom. En esta investigación se pudo observar que el uso de protector floral mejora la calidad de botones florales con respecto a su color.

En el cuadro 12 se muestran en forma general las frecuencias de botones florales que expresan distintas tonalidades de rojo, en respuesta al uso de protector floral y diferentes concentraciones de reguladores del crecimiento.

Cuadro 12. Distribución de frecuencias correspondiente al número de botones florales con distinta tonalidad de color rojo con uso de protector floral.

Categoría	Frecuencia	Frecuencia relativa
630 nm rojo claro	6	0.1
650 nm rojo óptimo	50	0.833
680 nm rojo oscuro	4	0.066
720 nm rojo muy oscuro	0	0

Con la utilización del protector floral las flores mejoraron su característica en cuanto a coloración ya que esta malla actúa como aislante contra los factores ambientales que inducen cambios en la coloración de la flor, creando condición favorable para la pigmentación de la flor.

Velastegui, R. (1990) indica que el protector floral sirve de alguna manera de filtro y evita que los rayos ultra violeta ingresen a alterar los pigmentos de la coloración del botón floral.

Por otra parte Ramírez G. (2009) indica que utilizando protector floral y reguladores del crecimiento se observó una coloración más clara en los botones florales de la variedad Blush, mas no así en la variedad Freedom.

7.4 Vida en florero

7.4.1 Efecto del ácido giberélico y bencilamino purina sobre la vida en florero

En el cuadro 13 se muestra el efecto de la vida en florero de las concentraciones de GA_3 y BAP.

Cuadro 13. Efecto de las concentraciones de AG_3 y BAP en vida en florero de tallos florales de rosa variedad Freedom, cultivada en invernadero en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala C.A. 2017.

Código	Tratamientos	Tallos florales en buen estado para los diferentes tratamientos (en porcentaje)			
		5 días	8 días	12 días	16 días
A1	200 mg/l BAP + 200 mg/l de AG_3	100 %	100 %	75 %	25 %
A2	250 mg/l BAP + 250 mg/l de AG_3	100 %	100 %	75 %	25 %
A3	350 mg/l BAP + 350 mg/l de AG_3	100 %	100 %	75 %	25 %
A4	450 mg/l BAP + 450 mg/l de AG_3	100 %	100 %	83.33 %	25 %
A0	Testigo	100 %	100 %	58.33 %	8.33 %

Para los tratamientos de 200 mg/l de AG_3 más 200 mg/l de BAP y de 250 mg/l de AG_3 combinado con 250 mg/l de BAP, a los 5 y 8 días se observó el 100 % de los tallos florales en buen estado ornamental, a los 12 días se observó el 75 % de los tallos florales en buen estado, a los 16 días el 25 % de los tallos florales siguieron en buen estado.

Para el tratamiento de 350 mg/l de AG_3 más 350 mg/l de BAP, a los 5 y 8 días se observó el 100 % de tallos florales en buen estado, a los 12 días se observó el 75 % de tallos florales en buen estado ornamental, a los 16 días el 16.66 % de tallos florales se observó en buen estado.

Cuando fueron utilizados 450 mg/l de AG_3 más 450 mg/l de BAP, a los 5 y 8 días se observó el 100% de tallos florales en buen estado, a los 12 días se observó que el 83.33 % de tallos florales se mantenían en buen estado, a los 16 días se observó el 25 % de tallos florales con vida.

En el testigo a los 5 y 8 días se observó el 100 % de tallos florales en buen estado, a los 12 días el 58.33 % de tallos florales se encontraban en buen estado y a los 16 días el 8.33 % de tallos florales se mantenían en buen estado ornamental.

Los tratamientos con reguladores del crecimiento solos y con protector floral no muestran diferencia significativa para la variable vida en florero ya que tanto los tratamientos como el testigo tuvieron poca diferencia en cuanto a la duración en florero.

Esto confirma lo indicado por Ramírez, G. (2009) quien manifiesta que los factores que influyen directamente en la vida de los tallos florales en florero, están dados por la buena nutrición, con adecuados niveles de elementos minerales en las plantas, un adecuado proceso de cosecha y postcosecha, así también influye el adecuado transporte de las flores y la calidad de agua de hidratación. Según Gamboa, L. (1989) la vida de los rosales después de cosechados puede tener relación directa con cada variedad. La prueba de Kruskal-Wallis ($p= 0.05$) no muestra diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo en relación a la vida en florero.

7.4.2 Efecto del protector floral sobre la vida en florero

En el cuadro 14 se muestra el efecto de la vida en florero con el uso de protector floral.

Cuadro 14. Vida en florero de tallos florales de rosa variedad Freedom cultivada en invernadero tratados con reguladores del crecimiento y protector floral.

Código	Tratamiento	Tallos florales en buen estado para los diferentes tratamientos con reguladores del crecimiento más protector floral (en porcentaje)			
		5 días	8 días	12 días	16 días
A1B1	200 mg/l BAP + 200 mg/l de AG ₃ con protector floral	100%	100%	83.33%	25%
A2B1	250 mg/l BAP + 250 mg/l de AG ₃ con protector floral	100%	100%	83.33%	25%
A3B1	350 mg/l BAP + 350 mg/l de AG ₃ con protector floral	100%	100%	83.33%	16.66%
A4B1	450 mg/l BAP + 450 mg/l de AG ₃ con protector floral	100%	100%	83.33%	25%
A0B2	Testigo sin protector floral	100%	100%	58.33%	8.33%

Con el uso de protector floral y 200 mg/l de AG₃ más 200 mg/l de BAP, 250 mg/ de AG₃, así como combinado con 250 mg/l de BAP y el uso de protector floral con 450 mg/l de AG₃ combinado con 450 mg/l de BAP, a los cinco y ocho días respectivamente, se observó todos los tallos florales en buen estado ornamental. A los 12 días se observó que el 83.33

% de los tallos florales seguían en buen estado en todos los tratamientos. A los 16 días, en todas las concentraciones de reguladores del crecimiento utilizadas más el protector floral, el 25 % de los tallos florales seguían en buen estado.

Para el tratamiento de 350 mg/l de AG₃ más 350 mg/l de BAP, a los cinco y ocho días se observó el 100 % de tallos florales en buen estado, a los 12 días el 83.33 % de tallos florales seguían en buen estado y a los 16 días el 16.66 % de tallos florales se mantenían en buen estado. En el testigo a los cinco y ocho días mostró el 100% de tallos florales en buen estado, a los 12 días el 58.33 % de tallos florales se encontraban en buen estado, a los 16 días el 8.33 % de tallos florales se mantenían en buen estado ornamental.

Los resultados de los tratamientos con reguladores del crecimiento y protector floral de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis ($p= 0.05$), para la variable vida en florero se consideró hasta los 16 días, no existen diferencias significativas, por lo que se cumple la hipótesis nula (H_0) de la prueba de Kruskal-Wallis donde todos los tratamientos observados tienen medianas iguales. Lo cual indica que tanto el testigo como el uso de reguladores del crecimiento y protector floral tuvieron igual duración de vida en florero. En el cuadro 15 se muestran los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis ($p= 0.05$) vida en florero de los tallos florales.

Cuadro 15. Resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis ($p= 0.05$), vida en florero de los tallos florales de rosa variedad Freedom.

Tratamiento	Variable Vida en florero (16 días)	N	D.E.	Medianas	H	P
200 ppm AG ₃ y de BAP	Vida en florero	12	0.45	2.00	1.05	0.9785
200 ppm AG ₃ y de BAP más protector floral	Vida en florero	12	0.45	2.00		
250 ppm AG ₃ y de BAP	Vida en florero	12	0.45	2.00		
250 ppm AG ₃ y de BAP más protector floral	Vida en florero	12	0.45	2.00		
350 ppm AG ₃ y de BAP	Vida en florero	12	0.39	2.00		
350 ppm AG ₃ y de BAP más protector floral	Vida en florero	12	0.39	2.00		
450 ppm AG ₃ y de BAP	Vida en florero	12	0.45	2.00		
450 ppm AG ₃ y de BAP más protector floral	Vida en florero	12	0.45	2.00		
Testigo	Vida en florero	12	0.29	2.00		

Ramírez Torres, (2009) indica que los factores que influyen directamente en la vida de los tallos florales en florero son la nutrición, el adecuado proceso de cosecha y postcosecha, así también el adecuado transporte de las flores y la calidad de agua de hidratación. Por otra parte Toro, D. (2012) asevera que la vida en florero de las rosas está influenciada directamente por la solución hidratante en las que se sumerja.

7.5 Análisis económico

7.5.1 Costos parciales para la producción de rosas en un ciclo de cultivo sin el uso de reguladores del crecimiento y protector floral

Los costos parciales de producción sin el uso de reguladores de crecimiento y/o protector floral para una hectárea, en un ciclo de cultivo, son de Q. 75,768.63. En los cuadros 16 y 17, se muestran los costos de producción antes referidos.

Cuadro 16. Costos fijos para un ciclo de producción de rosas de corte (para una ha).

Costos fijos			
insumos	Cantidad	Costo/unitario Q	Total Q
Energía eléctrica	3 meses	208.33	625.00
Alquiler de terreno	3 meses	900.00	2,700.00
Energía eléctrica para extracción de agua	3 meses	150.00	900.00
Depreciación de invernadero	3 meses	4,375.75	13,127.25
Depreciación de bomba de agua	3 meses	2,500.00	7,500.00
Depreciación de bomba de aplicación de agroquímicos	3 meses	2,322.13	6,966.38
Depreciación de manguera y cinta de riego	3 meses	150.00	450.00
Totales			32,268.63

Cuadro 17. Costos variables para un ciclo de producción de rosas de corte (para una ha).

COSTOS VARIABLES			
Insumos	cantidad	Costo/unitario Q	Total Q
Fertilizante	12 qq	260.00	3,120.00
Mano de obra	15 jornales	90.16	31,804.00
Rafia	3 rollo	60.00	180.00
Agroquímicos			
Neumectin (acaricida)	1.5 l	1,480.00	2,220.00
Prevalor	2 l	400.00	800.00
Bravo	2 l	148.00	296.00
Regent	1.5 l	1,800.00	2,700.00
Captan	4 kg	60.00	240.00
Exalt	0.8 l	260.00	2,080.00
Byfolan	4 litros	60.00	240.00
Total costo variable			Q 43,500.00
Total de costos			75,768.63

7.5.2 Costos parciales para la producción de rosas en un ciclo de cultivo con el uso de reguladores del crecimiento y/o protector floral

Con el uso de reguladores del crecimiento y protector floral se incrementan los costos variables de acuerdo a la concentración en que se utilizan los reguladores y el costo del protector floral, además se debe considerar los jornales que se utilizan para la aplicación de los reguladores del crecimiento y la colocación del protector floral. En el cuadro 18 se muestran los costos de producción de rosa, para una hectárea en un ciclo de cultivo, para cada una de las concentraciones en que fueron evaluados los reguladores del crecimiento.

Cuadro 18. Costos variables para cada tratamiento evaluado para una hectárea, en un ciclo de producción para el cultivo de rosas (Q/ha).

Tratamiento 2 200 mg/l BAP más 200 mg/l de AG₃	Costo unitario Q	Cantidad	Total cantidad Q	Total costos variables Q
Reguladores				
BAP	950.00/g	0.60 g/ha	570.00	
AG ₃	1,223.40/g	0.66 g/ha	807.45	
Protector floral	0.25	180,000	45,000.00	
Jornal	90.16	26	2,344.16	48,721.60
Tratamiento 3 250 mg/l BAP más 250 mg/l de AG₃				
Reguladores				
BAP	950.00/g	0.78 g/ha	741.00	
AG ₃	1,223.40/g	0.84 g/ha	1,027.66	
Protector floral	0.25	180000	45,000.00	
Jornal	90.16	26	2,344.16	49,112.82
Tratamiento 4 350 mg/l BAP más 350 mg/l de AG₃				
Reguladores				
BAP	950.00/g	1.08 g/ha	1,026.00	
AG ₃	1,223.40/g	1.17 g/ha	1,431.37	
Protector floral	0.25	180,000	45,000.00	
Jornal	90.16	26	2,344.16	49,801.53
Tratamiento 5 450 mg/l BAP más 450 mg/l de AG₃				
Reguladores				
BAP	950.00/g	1.38 g/ha	1,311.00	
AG ₃	1,223.40/g	1.50 g/ha	1,835.10	
Protector floral	0.25	180,000	45,000.00	
Jornal	90.16	26	2,344.16	50,490.26

7.5.2.1 Rentabilidad por hectárea de cultivo de rosas variedad Freedom, con el uso de reguladores del crecimiento y protector floral

Para cada uno de los tratamientos evaluados los costos variables incrementan al incrementar la concentración de reguladores del crecimiento, el costo del protector floral se mantiene constante. En el cultivo de rosas sin el uso de reguladores de crecimiento y sin protector floral se obtuvo una rentabilidad del 56 %. Con el uso de 200 mg/l de BAP y 200 mg/l de AG₃ más protector floral se obtuvo una rentabilidad de 33 %. Con el tratamiento de 250 mg/l de BAP y 250 mg/l de AG₃ más protector floral la rentabilidad obtenida fue de 47 %. Cuando se utilizaron 350 mg/l de BAP, 350 mg/l AG₃ y protector floral, se obtuvo una rentabilidad de 76 %. El tratamiento de 450 mg/l de BAP, 450 mg/l de AG₃ y protector floral mostró una rentabilidad del 75 %.

La mayor rentabilidad se obtuvo con el tratamiento de 350 mg/l de BAP, 350 mg/l de AG₃ y protector floral. Mientras que la menor rentabilidad se obtuvo con el tratamiento de 200 mg/l de BAP, 200 mg/l de AG₃ y protector floral. El testigo mostró mayor rentabilidad que el tratamiento antes mencionado y el tratamiento de 250 mg/l de BAP, 250 mg/l de AG₃ y protector floral. En el cuadro 19 se muestran los costos de producción, ingresos brutos, ingreso neto y rentabilidad para cada uno de los tratamientos antes descritos.

Cuadro 19. Costo de producción, ingreso bruto, ingreso neto y rentabilidad por hectárea de los tratamientos con reguladores del crecimiento y protector floral evaluados y el testigo.

Tratamiento	Cotos de producción (Q.)	Ingreso bruto (Q.)	Beneficio (Q.)	Rentabilidad (%)
Tratamiento 1 Testigo	75,768.63	118,200	42,431.37	56
Tratamiento 2 200 mg/l BAP más 200 mg/l AG ₃	124,490.23	166,218.75	41,728.52	33
Tratamiento 3 250 mg/l BAP más 250 mg/l AG ₃	124,881.44	184,680.11	59,798.67	47
Tratamiento 4 350 mg/l BAP más 350 mg/l AG ₃	125,570.16	221,625.00	96,054.84	76
Tratamiento 5 450 mg/l BAP más 450 mg/l AG ₃	126,258.89	221,625.00	95,366.11	75

A. Tasa marginal de retorno (TRM)

La más alta tasa marginal de retorno observada fue de 7.60 % y se mostró con el tratamiento de 350 mg/l de BAP, 350 mg/l de AG₃ y protector floral. Le siguió en orden descendente el tratamiento de 450 mg/l de BAP, 450 mg/l de AG₃ y protector floral, con el cual se obtuvo una tasa marginal de retorno de 4.84 %. Para los otros tratamientos

evaluados la tasa marginal de retorno es negativa, esto indica que con el uso de reguladores de crecimiento en las concentraciones de 200 mg/l de BAP y AG₃ y 250 mg/l de BAP y AG₃, con protector floral no se recupera la inversión en los reguladores ni en el protector floral. En el cuadro 20 se muestran los ingresos netos con el uso de reguladores del crecimiento y protector floral, ingresos netos sin el uso de reguladores del crecimiento, el costo de los reguladores y el protector floral y la tasa marginal de retorno para los tratamientos evaluados y el testigo.

Cuadro 20. Ingresos netos por hectárea por el uso de reguladores del crecimiento y protector floral y tasa marginal de retorno para los tratamientos evaluados en el cultivo de rosas de corte variedad Freedom.

Tratamiento	Ingreso netos con reguladores de crecimiento (Q.)	Ingreso netos sin reguladores de crecimiento (Q.)	Diferencia de ingresos netos (Q.)	Costo de reguladores del crecimiento y protector floral (Q.)	TMR (%)
Testigo	0.00	42,431.37		0.00	0.00
Tratamiento 2 200 mg/l BAP más 200 mg/l AG ₃	41,728.52	42,431.37	-702.85	48,721.60	-101.40
Tratamiento 3 250 mg/l BAP más 250 mg/l AG ₃	59,798.67	42,431.37	17,367.30	49,112.81	-64.63
Tratamiento 4 350 mg/l BAP más 350 mg/l AG ₃	96,054.84	42,431.37	53,623.47	49,801.53	7.60
Tratamiento 5 450 mg/l BAP más 450 mg/l AG ₃	95,366.11	42,431.37	52,934.74	50,490.26	4.84

8. CONCLUSIONES

1. El uso de giberelinas y citoquininas en concentraciones de 200 mg/l a 450 mg/l, aplicados al botón floral en el estadio de arveja (ocho milímetros de diámetro), incrementa la longitud y diámetro del botón floral en la variedad de rosa Freedom. A mayor concentración de reguladores del crecimiento, mayor incremento de longitud y diámetro del botón floral, en el rango de concentraciones antes referido.
2. El uso de giberelinas y citoquininas en concentraciones de 200 mg/l a 450 mg/l, aplicados al botón floral en el estadio de arveja (ocho milímetros de diámetro), incrementa la tonalidad del botón floral de rojo oscuro (680 nm) a rojo muy oscuro (720 nm), lo que afecta en la calidad del botón floral, debido a que la coloración requerida es rojo óptimo (650 nm).
3. El protector floral, colocado en el estadio de garbanzo (12 mm de diámetro), incrementa el diámetro y longitud del botón floral, así como reduce la tonalidad de rojo muy oscuro (720 nm) a rojo óptimo (650 nm), en rosa de la variedad Freedom.
4. El uso de giberelinas y citoquininas en concentraciones de 200 mg/l a 450 mg/l, aplicados al botón floral en el estadio de arveja (ocho milímetros de diámetro) y el uso de protector floral colocado en el estadio garbanzo (12 mm de diámetro) incrementan la longitud y diámetro del botón floral en la variedad de rosa Freedom, así como inducen la variación de color de rojo muy oscuro (720 nm) a rojo óptimo (620 nm). Con ello se incrementa la calidad del botón floral.
5. Los reguladores del crecimiento, citoquininas y giberelinas, aplicados en concentraciones de 200 a 450 mg/l, al botón floral en estadio arveja (ocho milímetros de diámetro) y el uso de protector floral colocado en el estadio de garbanzo (12 mm de diámetro) no tienen efecto en vida en florero del tallo floral de rosa de la variedad Freedom.
6. La mayor rentabilidad para un ciclo de cultivo de rosa variedad Freedom se obtiene al aplicar al botón floral en el estadio arveja (ocho mm de diámetro) 350 mg/l de BAP y 350 mg/l de GA₃, así como colocar protector floral en el estadio de garbanzo (12 mm de diámetro de botón floral).
7. La más alta tasa marginal de retorno para un ciclo de producción de rosas de la variedad Freedom se obtiene al aplicar al botón floral en el estadio arveja (ocho mm de diámetro) 350 mg/l de BAP y 350 mg/l de AG₃, y colocar protector floral en el estadio de garbanzo (12 mm de diámetro de botón floral).

9. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de giberelinas y citoquininas, en la concentración de 450 mg/l de AG₃ combinado con 450 mg/l de BAP, aplicadas en el estadio de arveja (ocho milímetros de diámetro) más protector floral, colocado en el estadio de garbanzo (12 mm de diámetro) para incrementar la longitud y diámetro del botón floral, así como obtener botones con la tonalidad rojo óptimo (650 nm).
2. Se recomienda realizar investigaciones, para evaluar el efecto en la calidad del botón floral, de AG₃ y BAP en concentraciones mayores de 450 mg/l aplicadas en el estadio de arveja (ocho milímetros de diámetro) y protector floral colocado en el estadio de garbanzo (12 mm de diámetro). Así como también realizar análisis económico de los tratamientos que se evalúen.
3. De acuerdo al análisis económico se recomienda aplicación de reguladores de crecimiento y protector floral debido a que incrementa la rentabilidad y eso mejoraría la economía de los agricultores.

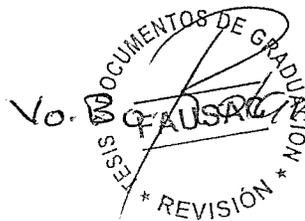
10. BIBLIOGRAFÍA

1. AGEXPORT (Asociación Gremial de Exportadores, Guatemala). (2017). *Plantas ornamentales, follajes y flores de Guatemala* (en línea). Guatemala. Consultado 10 mar. 2017. Disponible en <http://agexporthoy.export.com.gt/sectores-de-exportacion/sector-agricola/flores-guatemaltecas-cautivan-al-mercado-europeo/>
2. Arcas Lario., N., & Romero González., M. (2001). El sistema comercial de flor cortada en España. *Flores*, 15 p. Recuperado de <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/928/scf.pdf?sequence=1>
3. Cáceres, L.A., Nieto, D.E., Flóres, V.J. y Chaves C, B. 2003. *Efecto del ácido giberélico (GA₃) sobre el desarrollo del botón floral en tres variedades de rosa (Rosa sp.)*. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía: Bogotá.
4. Contreras, M. (2010). *Efecto de aplicación de CPU sobre calidad de fruta en arandano alto (Vaccinium corymbosum L.) cultivar Elliott*. (Tesis Ing. Agr.). Universidad de la Frontera, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales: México.
5. De la Cruz S, J. R. (1982). *Clasificaciones de zonas de vida de Guatemala*. Guatemala: Instituto Nacional Forestal.
6. Devlin, R. (1972). *Fisiología vegetal*. Barcelona, España: Omega.
7. Diaz Diaz, A. (2007). *Efecto de estimulantes de brotación en el cultivo del rosal Cv. (Royalty)*. (Tesis Ing. Agr.). Universidad Nacional Autónoma Agraria "Antonio Narro", División de Agronomía: México. Recuperado el 20 de febrero de 2016, de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1398/T16491%20DIAZ%20DIAZ%2c%20ALBERTO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
8. Expoflores. (2015). *Informe anual de exportaciones de flores 2015*. Recuperado el 28 de febrero de 2016, de Expoflores: <https://sway.com/arNI7HuKwaUWESr2>
9. Fainstein, R. (1994). Factores que afectan la calidad de rosas (Rosa sp.); informe técnico. *Revista de la Asociación de Productores y Exportadores de Flores de Ecuador* 4, 17-18.

10. Ferrer, M. F.; Palomo, S. J. (eds). (1986). *La producción de rosas en cultivo protegido*. Sevilla, España: Universal Plantas. 216 p.
11. Flores Vindas, E. M. (1999). *La planta estructura y función*. Cartago, Costa Rica: Universidad Tecnológica de Costa Rica. volumen 1, 419 p.
12. Gamboa, L. (1989). *El cultivo de la rosa*. San José, Costa Rica: Oficina de Publicaciones de la Universidad de Costa Rica. p. 37,39.
13. Gonzáles Arboleda, A. G. (2012). *Determinación de la concentración óptima de ácido giberélico para el crecimiento del botón de tres variedades de rosa (Rosa sp.) en la finca Rose Success Cia. Ltda. Latacunga - Ecuador*. (Tesis Lic. Bioquim.). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Recuperado el 20 de Febrero de 2017, <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3097>
14. Hernández, F. (2000). *Plantas ornamentales de exportación en Guatemala*. (2 ed.) Guatemala: Tipografía Nacional. tomo 1, 728 p.
15. Hoog, J. (2003). *Cultivo moderno de la rosa bajo invernadero*. Bogotá, Colombia: Hortitecnia.
16. Jarquín Nieto, I. A. (2013). *Citocinina y protector para incrementar la calidad de botón floral en rosa de corte (Rosa x hybrida)*. (Tesis PhD.). Recuperado el 25 de febrero de 2016, de Colegio de Postgraduados de México:<http://www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/1971>
17. Jones, S. B. (1987). *Sistematica vegetal*. México: McGraw-Hil.
18. Letham, D. S. (1969). Cytokinins and their relation to other phytohormones. *BioScience*, 19(4), 309-316.
19. López Bautista, E. A. (2014). *Diseño y análisis de experimentos*. Guatemala: Usac, Facultad de Agronomía, Centro de Telemática.
20. Marroquín Esquite, I. (1981). *Efecto del tratamiento del ácido giberélico (GA3) en diferentes épocas y concentraciones a plantas de clavel (Dyantus caryophyllus) en crecimiento bajo invernadero*.(Tesis Ing. Agr.). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala.

29. Tizio, R. (1980). *Reguladores de crecimiento*. In Fisiología vegetal. Buenos Aires, Argentina: Hemisferio Sur.
30. Toro, D. (2012). *Determinación de la influencia de tres tipos de capuchones en la calidad del botón de dos variedades de rosas (Rosa sp.)*. (Tesis Ing. Agropecuario). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales: Ecuador. Recuperado el 13 de marzo de 2018, de www.unam.mx/rchshXIII47.pdf
31. Torres Pardo, J. G. (2006). *Manejo de flor cortada de acuerdo con los parámetros establecidos para satisfacción de los clientes*. Recuperado abril de 2016, de <http://www.sildeshare.net/jogutopar/jogutopar-manejo-de-flor-cortada>
32. Van Der Berg, D. (1987). *El cultivo de rosa y desarrollo de brotes basales, 1987*. Recuperado de http://www.encolombia.com/economia/floriculturandina_rosa2.htm.
33. Vega, M. V. (2014). *Reguladores de crecimiento: prácticas 8, 9 y 10*. Recuperado el 20 de febrero de 2016, de Fisiologiarecursos: <http://fisiologiarecursos74.webnode.es/news/practico-n%C2%BA-6/>
34. Velastegui, R. (1990). *Desordenes fisiológicos en rosas*. Recuperado de <http://www.buscagro.com/www.buscagro.com/biblioteca>
35. Veliz Enríquez, V. M. (2006). *Contribución a la eficiencia en la producción de rosas de corte en la finca Exportadora de Rosas de Corte, S. A.* (Tesis Ing. Agr.). USAC, Facultad de Agronomía: Guatemala. Recuperado el 15 de febrero de 2016, <http://www.biblioteca.usac.edu./tesis/>
36. Villatoro, G. E. (2014). *Efecto de la citoquinina (cppu) sobre el cuaje y rendimiento de mini sandía (Citrullus lannatus, cucurbitaceae); Estanzuela, Zacapa*. (Tesis Ing. Agr.). Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. Recuperado el 22 de abril de 2015, de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/09/Villatoro-Elmer.pdf>
37. Weaver, R. J. (1976). *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. Mexico: CECSA.
38. Weaver, R. J. (1996). *Reguladores de crecimiento en plantas en la agricultura*. México: Trillas.

39. Westwood, M. (1982). *Fruticultura de zonas templadas*. España: Mundi Prensa.
40. Yuri, J. A. (2007). *Crecimiento del manzano vs producción y calidad de la fruta*. (Tesis Lic. Agr.). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias: Chile.
Recuperado el 5 de noviembre de 2017, de
www.pomaceas.otalca.cl/uploads/2016/07/crecimientodelmanzanovsproduccionycalidaddefruto.pdf
41. Zenil Lugo, N., Colinas León, M. T., Bautista Bañuelos, C., Vázquez Rojas, T. R., Lozoya Saldaña, H., & Martínez Damián, M. T. (2014). Fenoles totales y capacidad antioxidante estimada con los ensayos DPPH/ABTS en rosas en soluciones preservantes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(6).
Recuperado de
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000600010

Vo.  *Roberto Bamio*

11. ANEXOS

Anexo 1. Formato para los datos registrados en campo para la variable longitud y diámetro en centímetros, con protector floral y sin protector floral más reguladores del crecimiento.

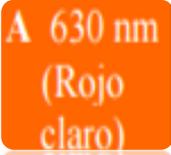
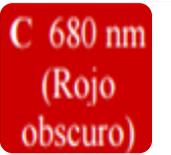
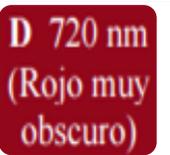
Cuadro 21A. Datos registrados de la variable longitud y diámetro de botón floral.

No.	Tratamientos	Longitud del botón con protector floral (cm)	Diámetro de botón con protector floral (cm)	Longitud de botón sin protector floral (cm)	Diámetro de botón sin protector floral (cm)
	200 mg/l AG₃ + 200 mg/l BAP				
1	A1	5.4	3.8	5.2	3.7
2	A1	5.9	4.3	4.9	4.2
3	A1	5.4	3.7	4.8	3.8
4	A1	5.5	4	4.5	4.1
5	A1	5.3	3.5	5	3.7
6	A1	5.9	4.1	4.8	3.3
7	A1	5.8	4.4	5.2	3.1
8	A1	5.7	4.4	4.3	3.9
9	A1	5.8	5.1	4.8	2.9
10	A1	6.1	4.3	4.5	3.2
11	A1	4.8	3.6	4.1	3.8
12	A1	5.1	3.5	4.3	4.5
	250 mg/l AG₃ + 250 mg/l BAP				
13	A2	5.4	3.8	5.3	4.5
14	A2	5.8	4.1	4.7	3.5
15	A2	5.5	3.9	4.7	3.5
16	A2	5.2	4	5	4.2
17	A2	6.1	4	4.7	3.9
18	A2	5.4	4.5	5	4
19	A2	6.1	4.1	4.8	3.9
20	A2	5.8	4.2	4.6	3.5
21	A2	6	4.5	5.2	4.2
22	A2	5.5	4.5	5.1	4.3
23	A2	5.9	4.2	4.8	3.5
24	A2	5.9	4.2	4.5	3.9
	350 mg/l AG₃ + 350 mg/l BAP				
25	A3	5.1	3.6	5.3	3.9

26	A3	5.6	3.9	4.9	3.7
27	A3	5.7	3.8	4.8	3.7
28	A3	5.2	4	4.9	4.4
29	A3	5.5	4	5.3	3.6
30	A3	5.1	4.4	4.5	3.7
31	A3	5.9	4.7	5.3	3.5
32	A3	6.3	4.2	4.5	3.6
33	A3	6.1	5.4	4.3	3.7
34	A3	6.5	5.1	5.1	3.9
35	A3	6.1	4.8	4.8	3.9
36	A3	6.2	5	4.8	3.5
	450 mg/l AG₃ + 450 mg/l BAP				
37	A4	6.2	4.7	5.4	4.6
38	A4	6.8	4.7	5	3.8
39	A4	5.7	4.5	4.1	3.5
40	A4	5.9	4.7	6.1	4.6
41	A4	5.4	4.6	5.1	4.1
42	A4	5.8	4.4	5	4.4
43	A4	6.2	4.9	5.1	4.2
44	A4	6.7	5	5.2	4.3
45	A4	6.2	4.8	5	4.2
46	A4	6.8	5.3	5.1	4.3
47	A4	6.5	5.1	5.5	4.2
48	A4	6.2	4.8	5.5	4.3
	Testigo				
49	A0	5	4.1	4.5	3.6
50	A0	4.8	3.9	5.3	4.1
51	A0	5.8	4.2	4.9	3.3
52	A0	5.5	4.1	5.3	3.9
53	A0	4.7	3.2	4.8	4.2
54	A0	5	3.5	5.1	4.1
55	A0	5	3.5	4.9	3.6
56	A0	5.1	3.6	4.1	2.7
57	A0	4.6	3.7	4.2	3.2
58	A0	5.7	3.7	4.1	3.2
59	A0	4.9	3.6	4.3	3.8
60	A0	4.9	4.4	4.4	3.8

Anexo 2. Formato para los datos registrados en campo para la variable tonalidad del color del botón floral de rosa

Cuadro 22A. Formato para los datos registrados de la variable intensidad del color del botón floral después de la cosecha, tratado con diferentes concentraciones de reguladores del crecimiento y protector floral.

	Tipo de tonalidad				Total
	A 630 nm (Rojo claro)	B 650 nm (Rojo óptimo)	C 680 nm (Rojo obscuro)	D 720 nm (Rojo muy obscuro)	
Tratamientos					
200mg/l AG ₃ +200 mg/l BAP con protector floral					
Número de botones	1	9	2	0	12
(%) porcentaje de botones	8.33%	75%	17%	0%	
200mg/l AG ₃ + 200 mg/l BAP sin protector floral					
Número de botones	0	0	1	11	12
(%) porcentaje de botones	0%	0%	8.33%	91.66%	100%
250mg/l AG ₃ + 250 mg/l BAP con protector floral					
Número de botones	1	10	1	0	12
(%) porcentaje de botones	8.33%	83.33%	8.33%	0%	12%
250mg/l AG ₃ + 250 mg/l BAP sin protector floral					
Número de botones	0	0	0	12	12
(%) porcentaje de botones	0%	0%	0%	100%	100%
350mg/l AG ₃ + 350 mg/l BAP con protector floral					
Número de botones	0	12	0	0	12
(%) porcentaje de botones	0%	100%	0%	0%	100%
350mg/l AG ₃ + 350 mg/l BAP sin protector floral					
Número de botones	0	0	3	9	12

(%) porcentaje de botones	0%	0%	25%	75%	100%
450mg/l AG ₃ +450 mg/l BAP con protector floral					
Número de botones	0	12	0	0	12
(%) porcentaje de botones	0%	100%	0%	0%	100%
450mg/l AG ₃ + 450 mg/l BAP sin protector floral					
Número de botones	0	0	2	10	12
(%) porcentaje de botones	0%	0%	16.66%	83.33%	100%
Testigo con protector floral					
Número de botones	4	7	1	0	12
(%) porcentaje de botones	33.33%	58.33%	8.33%	0%	100%
Testigo sin protector floral					
Número de botones	0	0	0	12	12
(%) porcentaje de botones	0%	0%	0%	100%	100%

Anexo 3. Formato para los datos registrados en campo para la variable tiempo de vida en florero.

Cuadro 23A. Datos registrados para la variable tiempo de vida en florero en número de días y porcentaje de tallos en buen estado después de haber sido colocados en floreros.

tratamientos	Número días de los tallos florales					
	% de tallos en buen estado					
	5 días	8 días	12 días	16 días	18 días	Total
200mg/l AG₃ + 200 mg/l BAP con protector						
# de tallos florales	12	12	9	3	0	12
% de tallos florales en buen estado	100%	100%	83.33%	25%	0%	100%
200mg/l AG ₃ + 200 mg/l BAP sin protector floral						
# de tallos florales	12	12	9	3	0	
% de tallos en buen estado	100%	100%	75%	8.33%	0%	
250mg/l AG₃ + 250 mg/l BAP con protector floral						
# de tallos florales	12	12	10	3	0	12
% de tallos florales en buen estado	100%	100%	83.33%	25%	0%	100%
250mg/l AG₃ + 250 mg/l BAP sin protector floral						
# de tallos en buen estado	12	12	9	3	0	12
% de tallos desechados	100%	100%	75%	25%	0%	100%
350mg/l AG ₃ + 350 mg/l BAP						

con protector floral						
# de tallos florales	12	12	10	2	0	12
% de tallos en buen estado	100%	100%	83.33%	16.66%	0%	100%
350mg/l AG₃ + 350 mg/l BAP sin protector floral						
# de tallos florales	12	12	9	3		12
% de tallos en buen estado	100%	100%	75%	25%	0%	100%
450mg/l AG₃ + 450 mg/l BAP con protector floral						
# de tallos florales	12	12	10	3	0	12
% de tallos en buen estado	100%	100%	83.33%	25%	0%	100%
450mg/l AG₃ + 450 mg/l BAP sin protector floral						
# de tallos florales	12	12	10	3	0	12
% de tallos en buen estado	100%	100%	83.33%	25%	0%	100%
Testigo con protector floral						
# de tallos florales	12	12	9	3	0	12
% de tallos en buen estado	100%	100%	66.66%	25%	0%	100%
Testigo sin protector floral						
# de tallos desechados	12	12	7	1	0	12
% de tallos en buen estado	100%	100%	58.33%	8.33%	0%	100%

Anexo 4. Fotografías tomadas durante el desarrollo de la investigación



Figura 15A. Fotografías de: A) Distribución de los tratamientos dentro del invernadero, B) Comparación de tratamientos y testigo.



Figura 16A. Fotografía de área experimental y tamaños de tablonces donde se estableció el experimento.



Figura 17A. Fotografías del empackado y corte de las rosas



Figura 18A. Fotografía de la preparación de las hormonas que se utilizaron.



Figura 19A. Fotografías del tratamiento cuatro (450 ppm AG3 + 450 BAP + protector)

Anexo 5. Análisis económico

Cuadro 24A. Costos fijos utilizados para la producción de rosas para un área de 800 m² para un ciclo de producción, en el municipio de San Juan Sacatepéquez.

Costos fijos			
Insumos	Cantidad	Costo/unitario	Total
Energía eléctrica	3 meses	50	150
Alquiler de la parcela	3 meses	100	300
agua	3 meses	33.33	100
Depreciación de invernadero	3 meses	583.33	1,749.99
Depreciación de bomba de agua	3 meses	26.66	79.8
Depreciación de bomba de aplicación de agroquímicos	3 meses	62.5	187.5
Depreciación de manguera de riego	3 meses	5	15
Totales			2,582.29

Cuadro 25A. Costos variables para la producción de rosas para un ciclo en un área de 800 m² en el municipio de San Juan Sacatepéquez.

COSTOS VARIABLES			
Insumos	Cantidad	Costo/unitario (Q.)	Total (Q.)
Fertilizante	1 qq	260	260
Mano de obra	36 jornales	90.16	3,245.76
Rafia	1 rollo	60.00	60.00
Agroquímicos			
Neumectin (acaricida)	200 mL	340.00	340.00
Prevalor	250 mL	300.00	300.00
Bravo	500 mL	80.00	80.00
Captan	1 kg	60.00	60.00
Exalt	200 mL	460.00	460.00
Byfolan	2 L	60.00	120.00
TOTALES			Q 4,925.76

Cuadro 26A. Costos de producción para un área de 800 m² para un ciclo de cultivo de rosas

COSTOS FIJOS					
Insumos	Cantidad		Precio (Q.)		Total (Q.)
Luz	3 meses		50.00		150.00
Terreno	3 meses		300.00		300.00
Agua	3 meses		100.00		100.00
Totales					550.00
COSTOS VARIABLES					
Insumos	cantidad				
Fertilizante	1 qq		260.00		260.00
Mano de obra (2 jornales más por la aplicación de tratamiento)	1 jornal (8 semanas)		300.00		1920.00
Depreciación de invernadero	3 meses		583.33		1,749.99
Depreciación de bomba de agua	3 meses		26.66		79.80
Depreciación de bomba de aplicación de agroquímicos	3 meses		62.50		187.50
Depreciación de manguera de riego	3 meses		5.00		15.00
Rafia	1 rollo		60.00		60.00
Agroquímicos					
Newmectin (acaricida)	200 mL		340.00		340.00
Prevalor	250 mL		300.00		300.00
Bravo	500 mL		80.00		80.00
Captan	1 kg		60.00		60.00
Exalt	200 mL		460.00		460.00
Byfolan	2 litros		60.00		120.00
TOTALES					5,512.29
	Gramos utilizados / 300 mL		Precio 1 gramo de reactivo.		
Reguladores	AG3	BAP	AG3	BAP	
Tratamiento 3	0.66	0.138	Q. 2.50	Q. 22.33	Q. 4.73
Malla	2 millares		Q. 950.00/cada millar		Q 1,900.00
Total, con tratamiento					Q 7967.02



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 06/2018

LA TESIS TITULADA:

"EFECTO DE CITOQUININAS, GIBERELINAS Y PROTECTOR FLORAL EN EL DIÁMETRO Y LONGITUD DE BOTÓN FLORAL DE ROSA, (*Rosa sp.*) CULTIVADO BAJO INVERNADERO, EN SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE:

PEDRO NOLASCO
XIQUÍN EQUITE

CARNE:

200310863

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Dr. Gregorio Amílcar Sánchez
Dr. Luis Montes Osorio

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
A S E S O R

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DIRECTOR DEL IIA

I M P R I M A S E

Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
D E C A N O



WNR/nm
c.c. Archivo