

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
PROGRAMA DOCENTE DE LA CARRERA DE
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA



Evaluación de Fitorreguladores de Crecimiento a Base de AG3 Aplicados en Gladiola
(*Gladiolus* spp.) Variedad Roja Borrega, Bajo Condiciones de Campo Abierto

Por:

YAZMIN GARCIA MEJIA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México
Marzo 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
PROGRAMA DOCENTE DE LA CARRERA DE
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Evaluación de Fitorreguladores de Crecimiento a Base de AG3 Aplicados en
Gladiola (Gladiolus spp.) Variedad Roja Borrega, Bajo Condiciones de Campo
Abierto

Por:

YAZMIN GARCIA MEJIA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité Asesor:


DRA LAURA RAQUEL LUNA GARCIA
Asesor Principal


MC MARTÍN ALEJANDRO TUCUCH PEREZ
Asesor Principal Externo


DR JOSE ANTONIO GONZALEZ FUENTES
Coasesor


DR. VÍCTOR MANUEL REYES SALAS
Coasesor


DR ALBERTO SANDOVAL RANGEL
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México
Marzo 2026

DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor de los Estados Unidos Mexicanos, y pertenece al autor principal quien es el responsable directo y jura bajo protesta de decir la verdad que no incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos: Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (cortar y pegar); robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar las ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos ilustraciones, gráficas, mapas, o datos sin citar al autor original y/o fuente. Así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo no ha sido previamente presentado en ninguna otra institución educativa, organización, medio público o privado.



YAZMIN GARCIA MEJIA
PASANTE

AGRADECIMIENTOS

Al Tío José Antonio Narro Rodríguez y a su hermana Trinidad Narro Rodríguez, por haber donado todos sus bienes para la existencia actual de mi Alma Mater, la gloriosa Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Agradezco profundamente la oportunidad de formar parte de este legado, por albergarme en una de sus residencias femeniles, por brindarme la oportunidad de vivir experiencias únicas y memorables, y por otorgarme todo lo necesario durante mi estancia universitaria.

A mis hermanos, en especial a mi hermano Galdino, aprecio cada una de tus palabras, valoro tu confianza, gracias por darme alas y encaminar mi vuelo. A mi hermana Aidé, gracias por ser mi segunda madre, por ser mi confidente, por tu disponibilidad, a ambos agradezco ser los principales cómplices de esta aventura, gracias infinitas por todo lo que me han brindado, lo material, las charlas de autorreflexión, su amor incondicional, su acompañamiento, gracias por existir.

A mi preciosa madre, Toñita, te amo, agradezco cada una de tus palabras, gracias por esperarme siempre en casa, por soportar cada una de mis rebeldías, gracias por amarme.

A mi querido viejo, Atilano, papá te adoro, gracias por tu amor incondicional y por alentarme a mantener firmeza para cumplir mis sueños.

A mi tío Benji, gracias por ser de las primeras personas en preocuparse por mi futuro y creer en mí, agradezco de todo corazón tu apoyo moral y material, agradezco tu cariño.

A la Ing. Georgina, la primera hermana buitre en extenderme la mano, gracias por tu cariño, por las risas compartidas, gracias por tu apoyo incondicional, pero sobre todo gracias por darme una genuina amistad.

A mi familia en general, aprecio y valoro sus llamadas, sus mensajes, su gesto amortigua el dolor de la distancia, gracias por acordarse de mí y tomarse el tiempo de hacérmelo saber.

A mis amigos cactus, que, a pesar de la distancia, siempre que volvemos a reencontrarnos, su cariño sigue siendo genuino. Janneth, Efraín, Norma, Esthela y Jesús Adrián, gracias por preocuparse y estar al pendiente de mí, gracias por su cariño, por

regalarme su sonrisa, por su apoyo incondicional, gracias por ser parte de mi vida y por dejarme ser parte de la suya, los quiero.

A mis amigos y compañeros de carrera, en especial a Diana, Alejandro, Lizbeth, Citlalli, Gerardo, Armando, Ponciano, Noel, Yamilet, Monserrat, Ana de Jesús, Ismael, Adrián y Gerardo Olguín. Gracias infinitas por su cariño, por su consejo, por los momentos memorables que compartimos, por su tiempo, por su disponibilidad, por su apoyo incondicional, gracias a cada uno por dejarme conocer su esencia y encontrar en ustedes un sentimiento de hermandad.

A la Dra. Laura Raquel Luna García por permitirme el grato honor de trabajar con ella el proyecto más importante para poder culminar mi carrera, gracias infinitas por la disponibilidad, el asesoramiento, el tiempo invertido, por las charlas constructivas, pero sobre todo gracias por confiar en mí, en mi trabajo y por hacerme ver mi potencial.

Al M.C. Martín Alejandro Tucuch Pérez y a la empresa Stoller® por concedernos la confianza colaborando en conjunto con la universidad en el proceso para concluir nuestra formación profesional, facilitándonos el material necesario para realizar el experimento y por la disponibilidad para darle seguimiento al trabajo.

Al Dr. José Antonio González Fuentes por brindarme las bases previas para iniciar el experimento, agradezco infinitamente su disponibilidad y orientación durante el desarrollo del proyecto, por facilitarme parte del material necesario y por estar al pendiente de la trascendencia de mi trabajo.

A los catedráticos que me impartieron algún curso en este trayecto, gracias por su trabajo, por compartir su experiencia y sus conocimientos, gracias por contribuir en mi formación académica y personal.

A todas esas personas locales que con su cariño hicieron que Saltillo se convirtiera en mi segundo hogar, en especial a Don Martin, Doña Cris, Don Jaime y Doña Juanita, gracias por recibirme con tanta calidez en sus hogares, gracias por brindarme una segunda familia.

Gracias a cada uno por hacer de este sueño, un sueño compartido, ¡lo logramos!

DEDICATORIAS

Con amor infinito a los partícipes en este trayecto:

Para Caramelo

Mi niña interior llena de sueños e ilusiones, que, sin importar las adversidades, mantuvimos la cordura, conservamos el optimismo, plantamos los pies sobre la tierra y nos casamos con la idea de no rendirse hasta hacernos dignas de nuestros anhelos y cumplir nuestras metas.

Para mis hermanos

Galdino, Aidé, Aarón, Yarán y Marilupe; son el obsequio más grato que la vida me ha dado, y el motivo de querer ser mejor persona todos los días.

Para mis padres

María Antonia y Atilano; que la vida sea bondadosa y permita que sigan siendo partícipes de mis logros.

Para mis amigos

Janneth, Efraín, Norma, Esthela, Jesús Adrián, los llevo siempre conmigo no muy cerca, pero sí dentro de mi corazón: a todos aquellos con los que compartí este camino; Diana, Alejandro, Lizbeth, Citlalli, Gerardo, Armando, Ponciano, Noel, Yamilet, Monserrat, Ana de Jesús, Ismael, Adrián y Gerardo Olguín, no sabemos qué deparé el futuro, pero fue bastante grato coincidir con cada uno de ustedes.

Especial dedicatoria a seres queridos que partieron del mundo terrenal sabiendo que lograría mi propósito, conservo su recuerdo con mucho cariño, con infinito amor hasta el cielo para mi tía Marisol, para Doña Cris, para mi querido General; mi abuelo Juan, para mi abue Lina y para Doña Juanita. Finalmente, pero sin restar importancia:

Para mi Alma Mater

Aunque en ocasiones el libertinaje pareciera denotar que no haríamos nada de provecho, conservaré la promesa de poner en alto el nombre de mi querida y añorada casa de estudios, y por supuesto el nombre del principal precursor de este legado, Don Antonio Narro.

Índice General

AGRADECIMIENTOS.....	II
DEDICATORIAS.....	VI
RESUMEN.....	XIV
1. Introducción.....	1
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos	2
Hipótesis	2
Revisión De Literatura.....	3
2.1 Origen e Historia	3
2.2 Importancia del Cultivo	3
2.2.1 Producción Nacional.....	3
2.2.2 Producción Mundial	4
2.3 Descripción Morfológica.....	5
2.3.1 Raíz.....	5
2.3.2 Tallo.....	5
2.3.3 Hoja	6
2.3.4 Escapo floral	6
2.3.5 Flor	6
2.3.6 Cormo	6
2.4 Etapas Fenológicas	7
2.5 Clasificación Taxonómica del Cultivo	8
2.6 Variedades	8
2.7 Requerimientos Edafoclimáticos.....	9
2.7.1 Suelo	9
2.7.2 Clima y Temperatura.....	9

2.7.3 Humedad Relativa y Riego.....	9
2.7.4 Necesidades Nutricionales y Fertilización	10
2.8 Establecimiento del Cultivo.....	10
2.8.1 Preparación del Suelo	10
2.8.2 Selección y Tratamiento del Material Vegetal	11
2.8.3 Época y Densidad de Siembra.....	11
2.8.4 Riego.....	11
2.8.5 Control de Malezas.....	11
2.8.6 Plagas y Enfermedades	12
2.8.7 Principales Plagas	12
2.8.8 Principales Enfermedades.....	13
2.8.9 Cosecha.....	14
2.8.10 Manejo Postcosecha.	14
2.9 Fitorreguladores de Crecimiento.	15
2.9.1 Auxinas.....	15
2.9.2 Giberelinas.....	15
2.9.3 Citoquininas.....	16
2.9.4 Etileno.....	16
2.9.5 Ácido Abscísico.....	16
2.10 Ácido Giberélico (AG ₃).....	16
2.10.1 Síntesis del AG ₃	17
2.10.2 Modo de Acción	17
2.11 Productos Comerciales	17
2.11.1 N-Large® (REGISTRO COFEPRIS: RSCO-213-XII-09).....	18
2.11.2 Stimulate® (REGISTRO COFEPRIS RSCO 024/IX/09)	19

2.11.3 Biozyme TF® (REGISTRO COFEPRIS RSCO-0037/11/95)	20
3. Materiales y Métodos	22
3.1 Ubicación del Experimento	22
3.2 Material Vegetal	22
3.3 Establecimiento y Manejo del Cultivo.	23
3.3.1 Control Fitosanitario.....	24
3.3.2 Monitoreo de Desarrollo del Cormo Nuevo	25
3.3.3 Cosecha.....	26
3.4 Tratamientos a Evaluar	26
3.5 Diseño Experimental	27
3.6 Variables Agronómicas Evaluadas	27
3.6.1 Altura de planta (ADP).....	27
3.6.2 Diámetro de Tallo (DDT).....	27
3.6.3 Numero de Hojas (NDH).....	27
3.6.4 Contenido de Clorofila (SPAD)	27
3.6.5 Numero de Botones Florales por Espiga (NDBFx E)	28
3.6.6 Porcentaje de Floración de la Espiga Floral (PFEF)	28
3.6.7 Porcentaje de Apertura Floral (PAF).....	28
3.6.8 Largo de la Flor (LDF)	28
3.6.9 Peso Fresco de Flor (PFF)	28
3.6.10 Peso Seco de Flor (PSF)	28
3.6.11 Vida de Anaquel/Vida de Florero (VDA)	28
4. Resultados y Discusión.....	29
4.1 Variables de crecimiento vegetativo.....	29
4.2 Variables de desarrollo floral	34

4.3 Longevidad de poscosecha.	43
CORRELACIONES	46
5. Conclusiones.....	48
6. Literatura citada.....	49
ANEXOS.....	56

Índice de Tablas

Tabla 1. Principales estados de la república mexicana dedicados al cultivo de gladiola.	4
Tabla 2. Producción mundial del cultivo de gladiola (<i>Gladiolus</i> spp.)	4
Tabla 3. Desarrollo radicular de la gladiola en base a su fase fenológica.	5
Tabla 4. Clasificación taxonómica de la gladiola (<i>Gladiolus</i> spp.).....	8
Tabla 5. Recomendación nutricional por hectárea (Ha), para el cultivo de gladiola.....	10
Tabla 6. Dosis y momentos de aplicación de fertilización en el ciclo productivo de Gladiola Var. Roja Borrega.....	24
Tabla 7. Seguimiento del desarrollo del cormo durante el ciclo productivo de <i>Gladiolus</i> spp.	25
Tabla 8. Descripción de los tratamientos evaluados.....	26
Tabla 9. Calendario de aplicación de los tratamientos	26
Tabla 10. Diseño de acomodo de los tratamientos durante la fase experimental	27
Tabla 11. Síntesis del análisis de varianza estadística (datos obtenidos a través del software estadístico InfoStat, comparando las medias mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).	46

Índice de figuras

Figura 1. Ficha técnica N-Large®. Fuente: Stoller® México.	19
Figura 2. Ficha técnica Stimulate®. Fuente: Stoller® México.	20
Figura 3. Ficha técnica Biozyme TF®. Fuente: Arysta LifeScience®.	21
Figura 5. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L ⁻¹) sobre la altura de la planta de gladiola (<i>Gladiolus</i> spp.) variedad Roja Borrega..	29
Figura 6. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L ⁻¹) sobre el diámetro de tallo de la planta de gladiola (<i>Gladiolus</i> spp.) variedad Roja Borrega.....	31
Figura 7. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L ⁻¹) sobre el número de hojas de la planta de gladiola (<i>Gladiolus</i> spp.) variedad Roja Borrega.....	32
Figura 8. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L ⁻¹) sobre la clorofila de la planta de gladiola (<i>Gladiolus</i> spp.) variedad Roja Borrega..	33
Figura 9. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L ⁻¹) sobre los botones florales por espiga de la planta de gladiola (<i>Gladiolus</i> spp.) variedad Roja Borrega.	35
Figura 10. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L ⁻¹) sobre el porcentaje de apertura floral de la planta de gladiola (<i>Gladiolus</i> spp.) variedad Roja Borrega.	36
Figura 11. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L ⁻¹) sobre el largo de flor de la planta de gladiola (<i>Gladiolus</i> spp.) variedad Roja Borrega..	38
Figura 12. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L ⁻¹) sobre el peso fresco de flor de la planta de gladiola (<i>Gladiolus</i> spp.) variedad Roja Borrega.....	39
Figura 13. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L ⁻¹) sobre el peso seco de flor de la planta de gladiola (<i>Gladiolus</i> spp.) variedad Roja Borrega.....	41

Figura 14. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L^{-1}) sobre el porcentaje de apertura de la espiga floral de la planta de gladiola (<i>Gladiolus</i> spp.) variedad Roja Borrega.	42
Figura 15. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L^{-1}) sobre la vida de anaquel de la planta de gladiola (<i>Gladiolus</i> spp.) variedad Roja Borrega.	44

RESUMEN

La producción de gladiola constituye una de las actividades ornamentales de mayor relevancia a nivel nacional, al ubicarse como la tercera flor de corte más cultivada, después de la Rosa y el Crisantemo. Este cultivo tiene impacto económico y cultural significativo, particularmente en los estados de Puebla, Estado de México, Morelos y Michoacán, que concentran los mayores volúmenes de producción. Ante las exigencias del mercado en términos de calidad, resulta necesario evaluar alternativas que contribuyan a optimizar el desarrollo y los atributos comerciales del cultivo. En este contexto, los fitorreguladores se consideran una herramienta potencial para modular los procesos morfológicos y fisiológicos de la gladiola. El estudio evaluó la respuesta del cultivo a tres fitorreguladores comerciales: N-Large®, Stimulate® y Biozyme®, en comparación con un testigo absoluto. Se aplicaron concentraciones de 250 y 500 ppm para N-Large®, y de 500 ppm para Stimulate® y Biozyme®. Si bien no se cuestionó la funcionalidad de los ingredientes activos, las concentraciones evaluadas no generaron diferencias estadísticas significativas respecto al testigo. En particular, la aplicación de ácido giberélico (AG₃) en dosis de 250 y 500 ppm no produjo efectos estadísticamente significativos en la mayoría de las variables analizadas, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Estos resultados indicaron que, bajo las condiciones experimentales establecidas, el cultivo no presentó una respuesta agronómica consistente al regulador de crecimiento. Dicho comportamiento coincidió con reportes previos que señalaron que la respuesta a giberelinas estuvo condicionada por factores como la dosis, el estado fenológico, el genotipo y las condiciones ambientales. Aunque se observaron tendencias biológicas leves en algunas variables, estas no permitieron establecer un efecto positivo concluyente del AG₃. En consecuencia, se evidenció la necesidad de evaluar rangos de dosis más amplios, distintos momentos de aplicación, variabilidad genética y posibles interacciones con otros factores agronómicos, con el fin de precisar la respuesta de la gladiola al uso de este regulador de crecimiento.

Palabras clave: gladiola, fitorreguladores de crecimiento, AG₃, ornamentales, giberelinas.

1. Introducción

La gladiola (*Gladiolus* spp.) constituye uno de los cultivos más relevantes dentro de la floricultura nacional, tanto por su valor ornamental como por su impacto económico y social. En México, estados como Puebla, Estado de México, Morelos y Michoacán concentran más del 70 % de la producción, y se estima que más de 15,000 familias dependen directa o indirectamente de esta actividad como principal fuente de ingresos (Zapata y López, 2023). Aunque la mayor parte de la producción se destina al mercado interno, también existen exportaciones hacia Estados Unidos y Centroamérica. Además de su importancia económica, la gladiola posee un fuerte arraigo cultural en celebraciones y tradiciones nacionales, lo que la posiciona como un cultivo estratégico en el sector ornamental, sin embargo, su crecimiento se ve limitado por deficiencias en infraestructura postcosecha y certificaciones fitosanitarias (Flores-Nava *et al.*, 2021). No obstante, la obtención de flores con estándares de calidad comercial como adecuada longitud y firmeza del tallo, tamaño, uniformidad de espiga, sincronización de floración y prolongada vida de anaquel depende en gran medida del manejo fisiológico del cultivo. En condiciones de campo abierto, factores ambientales y de manejo pueden afectar el crecimiento, la calidad floral y la duración postcosecha, generando variabilidad en la producción y limitando la competitividad en mercados exigentes.

En este contexto, el uso de fitorreguladores de crecimiento representa una alternativa agronómica viable para optimizar el desarrollo y la calidad de las flores. Estos compuestos orgánicos, aplicados en bajas concentraciones, modulan procesos fisiológicos como la división y elongación celular, la diferenciación de tejidos, la floración, la senescencia y la abscisión (Arteaga *et al.*, 2020). En ornamentales, su aplicación se orienta a mejorar atributos de interés comercial, incluyendo altura del tallo, uniformidad de floración, intensidad de color y resistencia al transporte (Zapata y López, 2023).

Entre los principales grupos destacan las auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno e inhibidores de crecimiento. Las giberelinas, particularmente el ácido giberélico (AG₃), promueven la elongación del tallo y el desarrollo floral, características fundamentales en especies destinadas a flor de corte como *Gladiolus* spp. (González *et al.*, 2019). Las citoquininas contribuyen a retrasar la senescencia y estimular el desarrollo de brotes, mientras que las auxinas favorecen el enraizamiento y establecimiento del cultivo. Si bien el etileno

participa en la apertura floral, su exceso puede inducir abscisión y reducir la vida postcosecha (Suárez *et al.*, 2021). Por lo tanto, la aplicación estratégica de fitorreguladores no solo responde a criterios estéticos y comerciales, sino también a la necesidad de mejorar la eficiencia productiva y la competitividad del sector florícola. En este sentido, su uso se proyecta como una herramienta clave para elevar la calidad floral y prolongar la vida de anaquel de la gladiola, contribuyendo a la sostenibilidad e innovación tecnológica del sistema productivo. Es por ello que en el presente trabajo se establecieron los siguientes objetivos:

Objetivo General

Determinar el efecto de tres diferentes fitorreguladores a base de AG₃ en la producción de gladiolas a campo abierto.

Objetivos Específicos

Evaluar el comportamiento agronómico de la planta con la aplicación de los diferentes productos hormonales.

Evaluar la calidad y vida de anaquel de la gladiola frente a las diferentes dosis y fuentes de AG₃.

Analizar la respuesta de la planta de gladiolas en función a la aplicación de fitorreguladores de crecimiento.

Hipótesis

La aplicación de fitorreguladores tendrá un efecto positivo sobre los estándares de calidad del tallo de gladiola.

Revisión De Literatura

2.1 Origen e Historia

El género *Gladiolus* spp., conocido comúnmente como gladiolas, pertenece a la familia *Iridaceae* y es originario principalmente de regiones de África, particularmente del sur del continente, aunque algunas especies también son nativas del área mediterránea y del Medio Oriente. Este género agrupa más de 250 especies, siendo la mayoría endémicas de Sudáfrica, específicamente de la región del Cabo, lo que lo convierte en un elemento destacado de la flora de este país (Goldblatt y Manning, 2018).

El nombre *Gladiolus* proviene del latín "gladius", que significa espada, en referencia a la forma alargada y puntiaguda de sus hojas. Estas plantas se han cultivado durante siglos por su valor ornamental y su uso en arreglos florales debido a la belleza y diversidad de colores y formas de sus flores (Obermeyer y Dyer, 2020).

En cuanto a su dispersión, las gladiolas han sido introducidos y cultivados ampliamente en distintas partes del mundo debido a su alta adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas. No obstante, en su estado silvestre, muchas especies se encuentran restringidas a hábitats específicos como praderas, colinas y regiones montañosas de África, donde crecen en suelos bien drenados y condiciones de sol pleno (WCSP, 2024).

2.2 Importancia del Cultivo

2.2.1 Producción Nacional

De acuerdo con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2023), la producción anual de gladiola en México supera las 500 hectáreas sembradas (Tabla 1), con un rendimiento promedio de 250,000 a 300,000 varas florales por hectárea, el cultivo se realiza principalmente en campo abierto, aunque algunos productores han comenzado a implementar tecnologías de invernadero para mejorar la calidad y prolongar la temporada de cosecha.

Según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2023), los principales estados productores de gladiola en México son:

- **Puebla:** Principal estado productor, con un alto volumen de siembra en municipios como Atlixco y Huaquechula.

- **Estado de México:** Destaca en la región de Tenancingo, donde la floricultura es una actividad económica clave.
- **Michoacán:** Se cultiva principalmente en el municipio de Zitácuaro.
- **Morelos y Guerrero:** También participan en la producción, aunque en menor escala.

El 90% de la producción se destina al consumo interno, con un pequeño porcentaje orientado a la exportación hacia Estados Unidos (SAGARPA, 2021).

Tabla 1. Principales estados de la república mexicana dedicados al cultivo de gladiola.

Estado	Superficie sembrada (ha)	Participación nacional (%)
Puebla	250 ha	50%
Estado de México	120 ha	24%
Michoacán	80 ha	16%
Morelos	30 ha	6%
Guerrero	20 ha	4%
Otros estados	10 ha	2%
Total	500 ha	100%

Tabla 1: SIAP, 2023.

2.2.2 Producción Mundial

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023) y reportes nacionales de producción, los principales países productores se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Producción mundial del cultivo de gladiola (*Gladiolus* spp.)

País	Superficie sembrada aproximada (ha)	Mercados principales
Países bajos	3,500 ha	Exportación global (Europa, EE.UU.)
India	2,500 ha	Mercado interno y exportaciones a Asia
China	2,000 ha	Consumo interno y exportación regional
Colombia	1,200 ha	Exportación a EE.UU. y Europa

México	500 ha	Consumo interno y exportación limitada
Estados unidos	450 ha	Producción para consumo local
Ecuador	300 ha	Exportación, principalmente a EE.UU.

Tabla 2: FAO, 2023.

2.3 Descripción Morfológica

2.3.1 Raíz

Según González (2023), podemos distinguir dos tipos de raíz: fibrosa/filiforme; aquella que emerge primero teniendo su origen en la base del cormo madre (es transitoria), su función es de ancla inicial. Raíz contráctil (secundaria): emerge sustituyendo la raíz anterior, originándose en la base del tallo donde se genera el cormo nuevo, tiene como función proveer agua y nutriente, producir cormillos y anclar a la planta.

Las raíces funcionales cumplen su papel durante un solo ciclo de cultivo y mueren tras la floración, momento en el cual se forma un nuevo cormo que almacenará reservas para el siguiente ciclo (SIAP, 2023). El sistema radical de la gladiola tiene un crecimiento dinámico, con variaciones en su actividad a lo largo del ciclo del cultivo. Según estudios del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, 2022), las raíces presentan el siguiente desarrollo en cada etapa (Tabla 3):

Tabla 3. Desarrollo radicular de la gladiola en base a su fase fenológica.

Fase	Desarrollo radicular
Germinación (0-15 días)	Emergencia de raíces adventicias del cormo.
Crecimiento vegetativo (15-60 días)	Máxima actividad radicular, absorción intensiva de nutrientes.
Floración (60-90 días)	Se mantiene la absorción, pero inicia la senescencia de algunas raíces.
Postcosecha (90-120 días)	Raíces se deterioran y mueren; el cormo nuevo acumula reservas.

Tabla 3: INIFAP, 2022.

2.3.2 Tallo

Caracterizado por ser un tallo herbáceo, erecto y no ramificado, su altura varía de los 50 cm hasta 1.5 m, lo distingue un color verde claro a verde oscuro, su estructura es única

dentro de la familia *Iridaceae*, la estructura interna está conformada por una capa externa mejor conocida como Epidermis, el Parénquima; tejido encargado del almacenamiento del agua y nutrientes y los vasos vasculares (xilema y floema) (FAO, 2023).

2.3.3 Hoja

Se muestran lanceoladas, sésiles, paralelinervias y alargadas, recubiertas de una cutícula cerosa, las hojas superiores se muestran dísticas mientras que las inferiores se reducen a vainas, todas las hojas se originan en la base y varían de 1 a 12 hojas por planta (García, 2015).

Además, la morfología foliar de la gladiola está adaptada para resistir condiciones de sequía moderada, gracias a la presencia de células bulliformes que facilitan el enrollamiento de la hoja en situaciones de estrés hídrico (Taiz y Zeiger, 2010).

2.3.4 Escapo floral

El escapo de la gladiola (*Gladiolus* spp.) es un tallo floral erecto, carnoso y sin ramificaciones, surge directamente del cormo. Su función principal es sostener la inflorescencia en espiga unilateral, donde las flores se disponen alternadamente y abren de forma acropétala, es decir, de la base al ápice (Martínez-Gómez *et al.*, 2018).

Mide aproximadamente de 60 cm a 150 cm de altura, dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo. Está recubierto por vainas foliares protectoras y presenta una estructura vascular eficiente que facilita el transporte de agua y nutrientes hacia las flores (García y Pérez, 2021).

2.3.5 Flor

Según González (2023), las flores son hermafroditas sésiles y en forma de embudo. El androceo y gineceo son visibles, son de ovario ínfero. Cada flósculo está encerrado entre dos brácteas, la flor contiene 6 pétalos, 3 internos y 3 externos (sepaloides), tiene un diámetro aproximado de 5 cm hasta 15 cm.

2.3.6 Cormo

En términos botánicos, un cormo es la base hinchada de la planta, es un tejido de reserva formado por células de parénquima, también se puede ver como un tallo engrosado subterráneo o como la estructura sólida compuesta de varios nudos y entrenudos

perfectamente definidos; se encuentra cubierto por hojas secas de aspecto escamoso, conocidas como túnicas, mismas que lo protegen contra daños y contra la pérdida de agua (González, 2023).

2.4 Etapas Fenológicas

Reposo del cormo: previo a la siembra, el cormo de gladiola se encuentra en una fase de latencia, donde el metabolismo es reducido y no se presenta actividad visible de crecimiento, la ruptura del reposo se logra mediante la inducción a condiciones ambientales optimas (Kumar *et al.*, 2019)

Germinación y brotación: da inicio tras la siembra del cormo en condiciones edafoclimáticas favorables, se caracteriza por la activación metabólica, el desarrollo de raíces adventicias y la emergencia del brote principal, la duración de esta fase varía entre 10 y 20 días, dependiendo de la variedad y las condiciones ambientales (Singh *et al.*, 2020).

Crecimiento vegetativo: se desarrolla el tallo y el sistema foliar, indispensable para llevar a cabo la fotosíntesis y aportar los asimilados necesarios para el desarrollo floral y la formación de un nuevo cormo (Rani y Singh, 2018).

Inducción y diferenciación floral: ocurre la transición del meristemo vegetativo a reproductivo, internamente se forman los primordios florales que dan origen a la espiga, esta fase determina el número de las flores por espiga y la calidad final de la inflorescencia (Ahmad *et al.*, 2021).

Emergencia de la espiga floral: se comienza a observar la espiga floral desde el centro de las hojas, en esta fase la elongación del tallo es rápida es un momento crítico para el manejo hídrico y la prevención de acame, ya que el tallo es susceptible a daños mecánicos (Ahmad *et al.*, 2021).

Floración: inicia con la apertura de las primeras flores basales de la espiga progresando hacia la parte superior, la uniformidad, tamaño y coloración de las flores depende del manejo en las etapas previas (Kumar *et al.*, 2019).

Senescencia y posfloración: tras la floración y el corte de las espigas, la planta continua su actividad fisiológica, las hojas permanecen verdes y funcionales, permitiendo la acumulación de reservas en el nuevo cormo (Singh *et al.*, 2020).

Maduración del cormo y secado: finalmente, las hojas se tornan amarillentas y secan de forma progresiva, indicando la maduración completa del cormo nuevo indicando que es momento para realizar la cosecha del material vegetativo, que posteriormente entra nuevamente en periodo de reposo (Singh *et al.*, 2020).

2.5 Clasificación Taxonómica del Cultivo

Tabla 4. Clasificación taxonómica de la gladiola (*Gladiolus* spp.).

Reino	Plantae
Subreino	Traqueobionta
Supervisión	Spermatophyta
Visión	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Liliidae
Orden	Liliales

Tabla 4: Vibrans, 2009.

2.6 Variedades

Existen más de 200 variedades de gladiola, no obstante, las más rentables dentro del ámbito comercial, se describen a continuación:

- Variedad (Var.) Roja borrega: caracterizada por sus flores rojas, una espiga de color verde oscuro, robusta y hojas erectas.
- Var. Priscila: sus pétalos se caracterizan por tener una pronunciada ondulación en los bordes, al mismo tiempo que la superficie más cercana a ella forma un degradado, tiene una textura aterciopelada, pétalos exuberantes y la distingue un color blanco rosado.
- Var. Purple flora: un color purpura intenso la distingue, sus hojas presentan un color verde oscuro.
- Var. Jester: presenta pétalos corrugados con bordes más oscuros y lo caracteriza un color amarillo.
- Var. Peacock: se distingue por tener pétalos de un tono amarillento verdoso, volviéndose de un tono rojizo en sus bordes.

- Var. Malica: se caracteriza por un color rosa intenso y manchas rojas aterciopeladas en los últimos pétalos, puede desarrollar 20 botones florales por espiga y abrir de forma simultánea hasta 9 inflorescencias.
- Var. Passos: presenta flores grandes y lo caracteriza un color purpura lavanda, los bordes de sus pétalos se vuelven casi blancos.
- Var. Shokoladnitsa: un tono marrón, con el interior de la inflorescencia rosada y su resistencia a diversas enfermedades son características que distinguen a dicha variedad.
- Var. Adrenaline: presenta flores grandes de un tono rosado-carmesí, un tallo muy largo, por lo que requiere de un soporte durante su desarrollo.
- Var. Velvet: se caracteriza por tener un tono morado, la textura de sus pétalos es aterciopelada, sus flores son grandes y presenta una altura de más de 1.5 m.
- Otras variedades comunes de encontrar en los mercados son: Dynamite, Oscar, Blanco prosperidad, Vid, Final fantasy, Terciopelo negro, Nanus, Cobra, Fortarosa, Black prince, Varis, Lace bow, Milka, Russian beauty, entre otras.

2.7 Requerimientos Edafoclimáticos

2.7.1 Suelo

Este tipo de cultivo prefiere suelos francos o francos-arenosos, con un buen drenaje y alta fertilidad, que tenga preferentemente un pH de 6.0 a 7.0, suelos demasiado ácidos o alcalinos perjudican a la planta dificultando la absorción de nutrientes como en el fosforo (P) y el potasio (K) (Martínez y Ramírez, 2018).

2.7.2 Clima y Temperatura

El desarrollo del cultivo de gladiola se favorece en climas templados a cálidos, con temperaturas (T°) óptimas que oscilen entre los 15 °C y 25°C, en su defecto, temperaturas por debajo de los 10°C pueden afectar el crecimiento de la planta, mientras que temperaturas superiores a los 30°C pueden reducir la calidad de la floración (García y López, 2020).

2.7.3 Humedad Relativa y Riego

Requiere de una humedad relativa (HR) moderada, entre 60% a 80%, evitando sequía, exceso de humedad y encharcamientos prolongados lo que puede ocasionar enfermedades fúngicas en el cormo (Pérez *et al.*, 2019).

2.7.4 Necesidades Nutricionales y Fertilización

Pueden considerarse dos formas para la aplicación de los nutrientes, recalando que el requerimiento de fósforo (P) se aplica en su totalidad en la aplicación presiembra, que es la primera para ambas opciones. Según González (2023) la 1ra Forma es 3 aplicaciones de 33.33% con respecto al requerimiento total de macros y micros, con excepción del P, el cual su requerimiento total se agrega en la primera aplicación. Primera aplicación: Presiembra; se aplica antes de colocar los cormos en el suelo (el requerimiento total de P es aplicado). Segunda aplicación: 1ra de auxilio; cuando la planta tiene de 2 a 3 hojas (ya no se aplica P). Tercera aplicación: 2da de auxilio; cuando la inflorescencia emerge (ya no se aplica P). Mientras que la segunda forma es 4 aplicaciones de 25% con respecto al requerimiento total de macros y micros. Primera aplicación: Presiembra; se aplica antes de colocar los cormos al suelo (se aplica el requerimiento total de P). Segunda aplicación: 1ra de auxilio; cuando la planta ha desarrollado 2 a 3 hojas verdaderas (ya no se aplica P). Tercera aplicación: 2da de auxilio; cuando la inflorescencia emerge (ya no se aplica P). Cuarta aplicación: 3ra de auxilio; se aplica 1 o 2 semanas después de la floración, el P ya no se incluye en la aplicación (González, 2023).

Tabla 5. Recomendación nutricional por hectárea (Ha), para el cultivo de gladiola.

Macros/Micros	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	B	Cu	Zn	Mn	Mo
Kg/Ha	168	56	120	20	30	12	20	5	3	8	7	0.5

Tabla 5: González, 2023.

Por otro lado, una fertilización rica en fosforo favorece el desarrollo del sistema radicular, complementada con nitrógeno y potasio durante el crecimiento y la floración. Según García y Paredes (2018), el uso de abonos orgánicos es un complemento que contribuye a mejorar la estructura del suelo y aumentar la disponibilidad de nutrientes, favoreciendo la calidad de la flor.

2.8 Establecimiento del Cultivo

2.8.1 Preparación del Suelo

De acuerdo a Córdova *et al.*, (2020), el uso de camas altas mejora el drenaje y reduce el riesgo de enfermedades fungosas en el suelo; como primer paso, antes de establecer el cultivo se recomienda labrar el suelo a una profundidad aproximada de 20 cm a 30 cm,

profundidad que se considera necesaria para un desarrollo óptimo del sistema radicular de la planta y el desarrollo del cormo nuevo, en conjunto con los cormillos, así como también, promover un buen drenaje y buena oxigenación.

2.8.2 Selección y Tratamiento del Material Vegetal

Previo a la siembra, es recomendable realizar una desinfección preventiva al material vegetal en cuestión. Estudios como los de Martínez *et al.*, (2021) mencionan que el tratamiento previo con fungicidas aumenta la tasa de emergencia y reduce la mortalidad de plantas jóvenes, es importante seleccionar cormos de calidad para tener obtener flores de calidad, un tamaño de cormo de por lo menos 3 cm de diámetro, que no se encuentre con signos de alguna enfermedad fungosa, en su defecto, con indicios de senescencia, si el cormo se obtiene a través de un proveedor, cerciorarse de que sus productos cuenten con algún tipo de certificación.

2.8.3 Época y Densidad de Siembra

Las gladiolas se adaptan a climas templados, con temperaturas moderadas de aproximadamente 20°C a 25°C, la siembra debe realizarse durante la primavera o el otoño, dependiendo de la región. La densidad óptima varía entre 20 a 25 cormos por metro cuadrado (m²), con una distancia de 20 cm a 30 cm entre líneas y 10 cm a 15 cm entre plantas (Gómez y Salinas, 2019). Una correcta distribución de densidad contribuye a un buen desarrollo foliar y floral, evitando competencia por luz y nutrientes.

2.8.4 Riego

Los riegos se deben hacer con moderación, considerando siempre la etapa fenológica de la planta, procurando no saturar el suelo, de lo contrario, puede aumentar la probabilidad de presentarse alguna enfermedad fúngica (Córdoba *et al.*, 2020). En la etapa del enraizamiento y desarrollo vegetativo, es en donde el cultivo más demanda agua. Los riegos deben ser regulares y prolongados, asegurando un drenaje eficiente en el suelo.

2.8.5 Control de Malezas.

La presencia de maleza en el cultivo, no solo repercute en la competencia por agua, luz y nutrientes, también pueden ser el alojamiento de ciertas plagas que pueden causar daño a la planta, por lo tanto, deben de ser eliminadas del área de cultivo (Gómez y Salinas, 2019)

2.8.6 Plagas y Enfermedades

Entre las plagas más comunes se encuentran los trips (*Frankliniella occidentalis*) y los pulgones (*Aphis* spp.), ambas especies causan daños considerables a la planta, repercutiendo directamente en la calidad del follaje como de la flor (Gómez y Salinas, 2019).

2.8.7 Principales Plagas

***Frankliniella occidentalis* (Trips):** esta plaga impacta de forma negativa en el cultivo de gladiola, ya que se alimenta del contenido celular de hojas y flores, generando manchas plateadas, deformaciones en los brotes y obviamente pérdida del valor comercial del tallo comercial (Sánchez y Castañeda, 2020). Los climas cálidos y secos, benefician su presencia.

***Phyllophaga* spp (Gallina ciega):** las larvas atacan principalmente el sistema radicular, limitando su nutrición, provocando que la planta se torne de color amarillo y culmine marchitándose por completo. El principal factor que beneficia la presencia de esta plaga es la abundancia de materia orgánica en el suelo. (Reyes, 2018).

***Aphis gossypii*, *Myzus persicae* (Áfidos o pulgones):** los áfidos son insectos chupadores que afectan los tejidos vegetales al succionar la savia, provocando enrollamiento de hojas, clorosis y emisión de melaza, la cual, favorece el desarrollo de hongos como la fumagina, dicha plaga también es vector de virus como el Virus del Mosaico de la Gladiola (Gonzales y López, 2019).

***Formicidae* (Hormigas):** especies de los géneros *Atta* o *Acromyrmex* causan daños en la etapa de desarrollo vegetativo. Trozan por completo las primeras hojas verdaderas de la gladiola o pequeñas partes de ellas, y por consecuencia, provocan que la planta detenga su crecimiento o tenga un desarrollo menor (Reyes, 2018).

***Euxoa* spp. y *agrotis* spp. (Gusano del cormo):** las larvas de estos lepidópteros se alimentan de los cormos y raíces, produciendo galerías internas que ocasionan pudriciones y pérdida del sistema radicular, concluyendo en el marchitamiento de la planta y la reducción de la producción floral (FAO, 2018).

***Liriomyza* spp. (Minadores de hojas):** estos dípteros perforan las hojas para depositar sus huevos, las larvas al emerger, generan galerías que interfieren con el proceso de fotosíntesis, provocando debilitamiento en la planta (Sánchez y Castañeda, 2020).

Roedores: *Geomys bursarius* (tuzas), *Rattus* (ratas) y *Sciurus vulgaris* (ardillas), son algunos roedores con los que incidir tanto en almacén como en campo, ya que estos animales suelen alimentarse del centro de los cormos (Reyes, 2018).

2.8.8 Principales Enfermedades

Fusarium oxysporum f. sp. Gladioli: los ambientes cálidos y secos benefician su propagación. Los síntomas se pueden apreciar en todos los órganos de la planta, las hojas se tornan de color amarillo, el número de flores se reduce, en los cormos se presenta una podredumbre seca en la base, que incluso, puede terminar en la momificación total del mismo. Las plantas afectadas pierden su vigor, su etapa de floración se retrasa, sus tallos suelen ser de color verde oscuro, las flores son de un tamaño más pequeño en comparación al tamaño promedio y suelen desarrollarse de un solo lado de la espiga, el crecimiento vegetativo se ve afectado y las hojas lucen angostas, amarillas y curvadas (Sánchez, 2006).

Botrytis gladiolorum: esta enfermedad fungosa ataca principalmente al cormo, hojas y flores, provocando daño tanto en campo como en almacén. Los signos que se pueden apreciar en las plantas enfermas son manchas en las hojas, posteriormente vienen un amarillamiento, seguido de la muerte del mismo órgano; en los cormos se presentan manchas acuosas de color café, estas manchas pueden extenderse hasta el tallo y llegar hasta la base de la espiga floral (Reyes, 2018).

Rhizoctonia solani: se puede identificar por las manchas acuosas que aparecen en las hojas, tornándose de color café y concluyendo en la muerte de las mismas, los cormos se cubren con micelio (Reyes, 2018).

Stromatinia gladioli: también conocida como la pudrición del cormo, provoca el amarillamiento del cormo, decaimiento de la hojas y pudrición de cuello del cormo, puede presentarse en cualquier etapa fenológica del cultivo, las plantas son más susceptibles al estar en un suelo frío y húmedo (Reyes, 2018).

Curvularia trifolii Boedijn spp. Gladioli: la roya de la curvularia se beneficia con temperaturas altas y humedad, su presencia se distingue principalmente en cormo causando necrosis y Damping off (Reyes, 2018).

***Penicillium gladioli*:** generalmente el daño se ve reflejado en la base del cormo, pudiéndose extender hasta la parte central, hasta provocar la destrucción meristemo apical, los signos que caracterizan dicha enfermedad son puntos blandos de color rojizo, en ocasiones con textura áspera, a bajas temperaturas, sobre las lesiones puede desarrollarse una especie de moho azul verdoso. Las condiciones aptas para esta enfermedad son humedad relativa superior a 80% y temperaturas superiores a 24%. Su desarrollo está asociado principalmente a un mal manejo del cormo en la cosecha (Reyes, 2018).

2.8.9 Cosecha

La recolección de las espigas florales debe realizarse cuando el primer botón floral basal comienza a mostrar sus primeros pétalos, es importante que se recolecten antes de su apertura total. La cosecha en esta etapa fenológica garantiza que la flor complete su apertura en condiciones de almacenamiento o durante su comercialización (Gómez y Salinas, 2019). Generalmente en plantas no tratadas con giberelinas, si la cosecha se retrasa las plantas están propensas a la reducción de vida en florero, al mismo tiempo que aumenta el riesgo de daños mecánicos durante la manipulación, caso contrario, al ser tratadas con AG₃, ya que el porcentaje de vida de anaquel aumenta en conjunto con la calidad de la flor. La cosecha debe de realizarse, preferiblemente, en horas frescas del día, bien, ya sea por la mañana o al atardecer, para reducir la perdida de humedad por transpiración (Martínez *et al.*, 2021). El corte se realiza de forma diagonal a un ángulo aproximado de 45°, dejando como reserva para el cormo cuatro hojas, se debe emplear herramienta limpia y afilada, evitando el arranque o daño del cormo. La longitud del tallo cosechado debe permitir su manejo y empaque sin comprometer la estética de la espiga (Córdova *et al.*, 2020).

2.8.10 Manejo Postcosecha.

De forma inmediata, después del corte, los tallos deben de colocarse en recipientes con agua limpia y fresca, preferiblemente tratada con conservadores florales para evitar la obstrucción vascular y prolongar la turgencia de los tejidos (García y Paredes, 2018). Posteriormente, las flores deben de ser clasificadas en base criterios como; longitud de tallo, numero de botones florales, rectitud del tallo y ausencia de daños o plagas. La clasificación permite una presentación uniforme y facilita su comercialización en los mercados (Gómez y Salinas, 2019).

Es recomendable empacar los tallos en cajas de cartón ventilas, cuidando el acomodo para evitar quiebre o deformaciones, como extra, se podrían agregar fundas plásticas individuales para proteger las espigas de la deshidratación y del roce mecánico, durante el transporte, es sumamente importante, mantener la cadena de frío a temperaturas de entre 4°C y 8°C, evitando cambios bruscos de temperatura que afecten la longevidad de la flor (Martínez *et al.*, 2021). La ventilación también es crucial para evitar la acumulación de etileno, el cual es el responsable de acelerar la senescencia floral. En condiciones de almacenamiento optimas, los tallos pueden conservar su calidad en un rango de 7 a 10 días. El uso de soluciones conservantes con azúcares y bactericidas es recomendable para prolongar la vida en florero. Además, se debe evitar la exposición directa a la luz solar y a corrientes de aire caliente durante la exhibición (Córdova *et al.*, 2020).

2.9 Fitorreguladores de Crecimiento.

Fitorreguladores de crecimiento, también conocidos como reguladores del crecimiento vegetal o fitohormonas, son compuestos químicos que, en pequeñas concentraciones, regulan diversos procesos fisiológicos de las plantas, compuestos, que bien, pueden ser de origen natural, es decir, son producidos por la misma planta, o sintéticos, actúan como señales químicas que controlan el crecimiento, desarrollo, floración, fructificación, senescencia y respuestas a estímulos ambientales (Taiz *et al.*, 2017). Los principales fitorreguladores reconocidos por la fisiología vegetal moderna son:

2.9.1 Auxinas

Son las primeras fitohormonas descubiertas, están involucradas principalmente en el alargamiento celular, dominancia apical, formación de raíces adventicias y respuesta fototrópica. La auxina natural más común es el ácido indolacético (AIA). Actúan promoviendo el crecimiento diferencial de las células en respuesta a la luz o la gravedad, además, son útiles para inducir el enraizamiento de esquejes y prevenir la caída prematura de frutos (Salisbury y Ross, 2018).

2.9.2 Giberelinas

Las giberelinas (GA) son precursoras en la estimulación del crecimiento del tallo, la germinación de semillas, la floración en ciertas especies y el desarrollo del fruto. Su

aplicación puede romper la dormancia de semillas y yemas, además de aumentar el tamaño de frutos sin necesidad de polinización (Zambrano y Herrera, 2020).

2.9.3 Citoquininas

Se encargan de promover la división celular (citocinesis) y retrasan la senescencia de hojas, también actúan en conjunto con las auxinas para regular organogénesis en tejidos vegetales cultivados in vitro. Son útiles para mejorar el rendimiento foliar y prolongar la vida útil de productos hortícolas (Gonzales y Parra, 2019).

2.9.4 Etileno

Es la hormona encargada de regular la maduración de los frutos, la abscisión de hojas y flores, y la respuesta al estrés mecánico o hídrico. A pesar de su efecto inhibitorio del crecimiento en la mayoría de los casos, el etileno es esencial en la sincronización de la maduración de frutos (Taiz *et al.*, 2017).

2.9.5 Ácido Abscísico

El ácido abscísico (ABA) está relacionado con procesos de resistencia al estrés, como la tolerancia a la sequía y a la inducción a la dormancia en semillas y yemas. Actúa cerrando los estomas durante condiciones de déficit hídrico, minimizando la pérdida de agua por transpiración (Zambrano y Herrera, 2020).

Los fitorreguladores actúan como moléculas señalizadores, sintetizándose en un órgano y transportándose a otro, donde desencadenan una respuesta fisiológica específica. Su efecto depende de diversos factores; la concentración, la etapa fenológica de la planta, la interacción con otras fitohormonas (sinergia o antagonismo), ejemplo; en bajas concentraciones, una auxina estimula el crecimiento, por el contrario, en dosis elevadas inhibe, y por supuesto, las condiciones ambientales (luz, temperatura, disponibilidad hídrica). Según Salisbury y Ross (2018), la interacción entre auxinas y citoquininas puede determinar si un tejido desarrolla raíces o brotes.

2.10 Ácido Giberélico (AG₃)

El AG₃ (ácido giberélico) es una hormona vegetal de origen natural, aunque también se produce de forma sintética para uso agrícola. Fue aislado por vez primera a partir del hongo *Gibberella fujikuroi*, responsables de la “enfermedad del crecimiento excesivo” en

arroz, fenómeno que llevo al descubrimiento de las giberelinas como reguladores de crecimiento (Taiz *et al.*, 2017).

2.10.1 Síntesis del AG₃

En la planta la síntesis está regulada por factores ambientales como la luz, temperatura y disponibilidad hídrica, se sintetiza a partir del ácido mevalónico, a través de la vía de los terpenoides, y su producción ocurre principalmente en semillas de germinación, yemas en desarrollo, hojas jóvenes, raíces activas y frutos en formación, la síntesis de giberelinas, incluyendo el AG₃, ocurre en tejidos meristemáticos y se transporta a otras partes de la planta para estimular procesos como la elongación celular, la germinación o la floración. El sitio exacto puede variar según la especie y la etapa de desarrollo (Taiz *et al.*, 2017).

2.10.2 Modo de Acción

El AG₃ actúa estimulando la elongación celular y del tallo, la germinación de semillas; especialmente aquellas con dormancia fisiológica, la floración precoz en algunas especies, el desarrollo del fruto y la ruptura de la dormancia en yemas de especies caducifolias o bulbosas. Este efecto se produce porque el AG₃ promueve la síntesis de enzimas como las amilasas, que degradan el almidón en azúcares simples para alimentar el crecimiento celular, particularmente durante la germinación (Salisbury y Ross, 2018).

En el caso del cultivo de gladiola, el AG₃ es utilizado para estimular la emergencia y el alargamiento del tallo floral, así como para acelerar el desarrollo vegetativo si los cormos presentan dormancia prolongada (González y Parra, 2019). Aunque el uso de AG₃ es eficaz, debe aplicarse con precaución, ya que un uso sin moderación puede provocar crecimiento desmesurado, debilitamiento de tejidos, desbalance hormonal; afectando la floración o maduración y reducción en la calidad de frutos o flores, su aplicación debe basarse en ensayos previos y dosis recomendadas por el fabricante, ajustadas a la especie, etapa fenológica y condiciones climáticas.

2.11 Productos Comerciales

Stoller® México, una empresa de origen estadounidense fundada en 1970 por Jerry Stoller, especializada en el desarrollo de soluciones de nutrición vegetal y manejo fisiológico de cultivos, consolidándose como referente internacional en el enfoque de la fisiología vegetal aplicada a la agricultura, con presencia en más de sesenta países (Stoller® Group,

2021). En México, Stoller® inició operaciones a finales de la década de 1990, estableciendo una técnica comercial orientada a atender los principales sistemas productivos del país como cereales, hortalizas, frutales y cultivos industriales. Dentro de su portafolio comercial, Stoller México distribuye productos ampliamente utilizados en la agricultura nacional como N-Large®, Stimulate®, Master®, Bio-Forge® y X-Cyte®, productos que están orientados a mejorar el rendimiento, la calidad y la tolerancia al estrés de los cultivos, especialmente bajo condiciones limitantes de agua, temperatura o disponibilidad nutrimental (Stoller® México, 2022).

Por otro lado, Arysta LifeScience® México es una empresa de origen japonés-estadounidense especializada en la protección de cultivos, nutrición vegetal y soluciones biológicas para la agricultura (Arysta LifeScience®, 2017). Arysta LifeScience® inicia operaciones en México con el fin de atender cultivos estratégicos como cereales, hortalizas, frutales y cultivos industriales, ofreciendo un portafolio que integraba fungicidas, insecticidas, herbicidas, bioestimulantes (entre ellos Biozyme TF®) y fertilizantes especiales, su estrategia comercial se basó en la predicción de soluciones adaptadas a las condiciones agroclimáticas locales y las necesidades específicas de los productores mexicanos (Arysta LifeScience®, 2018)

2.11.1 N-Large® (REGISTRO COFEPRIS: RSCO-213-XII-09)

Es una solución líquida de Ácido Giberélico (AG₃) que contiene 4.0% (equivalente a 33.82g de AG₃) de giberelinas naturales. Por su formulación no requiere de preparaciones adicionales, además cuenta con Certificado de Uso para Producción Orgánica – Registro OMRI sei-0351. N-Large es un bioestimulante vegetal no sintético, diseñado para promover elongamiento de tallos en flores de corte y un mejor desarrollo de cultivos de hoja y plantas ornamentales. Ayuda a controlar la floración y cuajado de frutos, mejora el calibre, la calidad, el llenado, reduce el margen de desórdenes fisiológicos, mejora considerablemente la vida de anaquel y postcosecha del mismo (Stoller® México, 2022).

Ingrediente	Porcentaje
1. Nitrógeno	10.00%
2. Fósforo	5.00%
3. Potasio	5.00%
4. Hierro	0.10%
5. Zinc	0.10%
6. Cobre	0.05%
7. Manganeso	0.05%
8. Boro	0.05%
9. Molibdeno	0.02%
10. Vitamina B1	0.01%
11. Vitamina B2	0.01%
12. Vitamina B3	0.01%
13. Vitamina B6	0.01%
14. Vitamina B12	0.01%

Figura 1. Ficha técnica N-Large®. Fuente: Stoller® México.

Dicho producto ha sido empleado en el cultivo de diferentes cereales y hortalizas, tal es el caso de la aplicación de N-Large® en maíz (*Zea mays L.*) buscando un mejor rendimiento y eficiencia de nitrógeno, en este contexto García-López *et al.*, (2019) reportaron que la aplicación foliar de N-Large® como complemento de la fertilización tradicional generó incrementos significativos en el rendimiento de grano, que oscila entre 8 y 15%, en comparación con el tratamiento testigo. Asimismo, los autores evidenciaron una mayor eficiencia en el uso de nitrógeno, reflejado en un incremento del contenido de clorofila y una prolongación del periodo de actividad fotosintética, lo cual se asoció con una mejor asimilación del nutriente durante etapas críticas del cultivo (García-López *et al.*, 2019), siendo un ejemplo de alguno de los trabajos que mostraron resultados positivos y orillaron a probar el producto en el cultivo de gladiola.

2.11.2 Stimulate® (REGISTRO COFEPRIS RSCO 024/IX/09)

Es un bioestimulante vegetal regulador de crecimiento, formado por citoquininas, giberelinas y auxinas, la combinación trihormonal contribuye al crecimiento y desarrollo de la planta, promoviendo la formación eficiente del mismo, generando una mayor división, diferenciación y crecimiento celular, el producto resulta un efectivo promotor de la floración, ayuda a homogenizar calibres y asegura la máxima expresión del potencial genético de la planta, contribuyendo a la obtención de altos rendimientos en los cultivos. Su composición

consta de 0.009% p/p de citoquininas (como quinetina), 0.005% p/p de ácido giberélico (AG₃) y 0.005% p/p de ácido 3-indol butírico (Stoller® México, 2022).



Figura 2. Ficha técnica Stimulate®. Fuente: Stoller® México.

Dicho producto ha sido aplicado en cereales, leguminosas y hortalizas, tal es el caso de la aplicación de Stimulate® en tomate (*Solanum lycopersicum*) y pimiento (*Capsicum annuum*), en este ámbito Rodríguez *et al.*, (2021) evaluaron el efecto generado bajo condiciones de invernadero, reportando mejoras significativas en el cuajado de frutos, peso promedio y uniformidad en la cosecha, la investigación con concluyó en que el tratamiento favoreció el balance hormonal durante la floración y fructificación, lo que permitió reducir la caída floral y mejorar la calidad comercial de los frutos. Este es uno de los trabajos con resultados positivos que orillo a evaluar el producto en el cultivo de gladiola.

2.11.3 Biozyme TF® (REGISTRO COFEPRIS RSCO-0037/11/95)

Es un regulador de crecimiento vegetal, formulado a base de extractos de plantas con actividad hormonal más micronutrientes, confiere propiedades únicas y novedosas que a nivel metabólico desencadenan reacciones que promueven la división celular en meristemos, así como la elongación celular y el crecimiento de área foliar, también actúa como promotor de la diferenciación celular aumentando el número de botones florales, mejorando el amarre de flores y con ello mayor número de frutos. Su composición consta de un 78.87% de extractos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activas (32.2 ppm de giberelinas,

FICHA TÉCNICA		1 de 1	
 Biozyme[®]™			
BIOZYM [®] TÉCNICO			
ESPECIFICACIONES DE AEROSOLIZANTES			
TPO DE AEROSOLIZANTE: Propulsor del Cerozónato no inflamable FORMULA COMPLETA: Biozyme [®] ™			
FORMULACION: Líquido COMPOSICIÓN PRINCIPAL: Ingrédients activos: Extracto de algas marinas y Extracto de algas marinas activas Gliserolatos 50 g por litro Agua ionizada 50 g por litro Reactivos 50 g por litro Macromoléculas 1.00 Magnesio (Mg) 0.1%, Azufre (S) 0.4%, Selenio (Se) 0.2%, Hierro (Fe) 0.4%, Manganeso (Mn) 0.12%, Zinc (Zn) 0.25% Ingrédients inertes: Agua 100 g por litro Cerozónato 100 g por litro	pH DE LA FORMULACION: a 25 °C (77°F) 5.5 (EN PESO)	COLOR: Claro PAQUETES COMERCIALES DE LA FORMULACION: Botella embotellada en botellas opacas, Botella de 946 ml, Botella de 1.89 L, Botella de 3.78 L, Botella de 7.57 L, Botella de 15.14 L, Botella de 30.28 L, Botella de 60.56 L, Botella de 121.11 L, Botella de 242.22 L, Botella de 484.44 L, Botella de 968.88 L, Botella de 1937.76 L, Botella de 3875.52 L, Botella de 7751.04 L, Botella de 15502.08 L, Botella de 31004.16 L, Botella de 62008.32 L, Botella de 124016.64 L, Botella de 248033.28 L, Botella de 496066.56 L, Botella de 992133.12 L, Botella de 1984266.24 L, Botella de 3968532.48 L, Botella de 7937064.96 L, Botella de 15874129.92 L, Botella de 31748259.84 L, Botella de 63496519.68 L, Botella de 126993039.36 L, Botella de 253986078.72 L, Botella de 507972157.44 L, Botella de 1015944314.88 L, Botella de 2031888629.76 L, Botella de 4063777259.52 L, Botella de 8127554519.04 L, Botella de 16255109038.08 L, Botella de 32510218076.16 L, Botella de 65020436152.32 L, Botella de 130040872304.64 L, Botella de 260081744609.28 L, Botella de 520163489218.56 L, Botella de 1040326978377.12 L, Botella de 2080653956754.24 L, Botella de 4161307913508.48 L, Botella de 8322615827016.96 L, Botella de 16645231654033.92 L, Botella de 33290463308067.84 L, Botella de 66580926616135.68 L, Botella de 133161853232271.36 L, Botella de 266323706464542.72 L, Botella de 532647412929085.44 L, Botella de 1065294825858170.88 L, Botella de 2130589651716341.76 L, Botella de 4261179303432683.52 L, Botella de 8522358606865367.04 L, Botella de 17044717213730734.08 L, Botella de 34089434427461468.16 L, Botella de 68178868854922936.32 L, Botella de 136357737709845872.64 L, Botella de 272715475419691745.28 L, Botella de 545430950839383490.56 L, Botella de 1090861901678766981.12 L, Botella de 2181723803357533962.24 L, Botella de 4363447606715067924.48 L, Botella de 8726895213430135848.96 L, Botella de 17453790426860271697.92 L, Botella de 34907580853720543395.84 L, Botella de 69815161707441086791.68 L, Botella de 139630323414882173583.36 L, Botella de 279260646829764347166.72 L, Botella de 558521293659528694333.44 L, Botella de 1117042587319057388666.88 L, Botella de 2234085174638114777333.76 L, Botella de 4468170349276229554667.52 L, Botella de 8936340698552459109335.04 L, Botella de 17872681397104918218669.08 L, Botella de 35745362794209836437338.16 L, Botella de 71490725588419672874676.32 L, Botella de 142981451176839345749352.64 L, Botella de 285962902353678691498705.28 L, Botella de 571925804707357382997410.56 L, Botella de 1143851609414714765994821.12 L, Botella de 2287703218829429531989642.24 L, Botella de 4575406437658859063979284.48 L, Botella de 9150812875317718127958568.96 L, Botella de 18301625750635436255917137.92 L, Botella de 36603251501270872511834275.84 L, Botella de 73206503002541745023668551.68 L, Botella de 146413006005083490073337103.36 L, Botella de 292826012010166980146674206.72 L, Botella de 585652024020333960293348413.44 L, Botella de 1171304048040667920586696826.88 L, Botella de 2342608096081335841173393653.76 L, Botella de 4685216192162671682346787307.52 L, Botella de 9370432384325343364693574615.04 L, Botella de 18740864768650686729387149230.08 L, Botella de 37481729537301373458774298460.16 L, Botella de 74963459074602746917548596920.32 L, Botella de 149926918149205493835097173840.64 L, Botella de 29985383629841098767019434768.12 L, Botella de 59970767259682197534038869536.24 L, Botella de 119941534519364395068077739072.48 L, Botella de 239883069038728790136155478144.96 L, Botella de 479766138077457580272310956289.92 L, Botella de 959532276154915160544621912579.84 L, Botella de 1919064552309830321089243825159.68 L, Botella de 3838129104619660642178487650319.36 L, Botella de 7676258209239321284356975300638.72 L, Botella de 15352516418478642568713950601277.44 L, Botella de 30705032836957285137427901202554.88 L, Botella de 61410065673914570274855802405109.76 L, Botella de 122820131347829140549711604810219.52 L, Botella de 24564026269565828109942320962043.04 L, Botella de 49128052539131656219884641924086.08 L, Botella de 98256105078263312439769283848172.16 L, Botella de 19651221015652662487953856769634.32 L, Botella de 39302442031305324975907713539268.64 L, Botella de 78604884062610649951815427078537.28 L, Botella de 157209768125221299903630854157074.56 L, Botella de 314419536250442599807261708314149.12 L, Botella de 628839072500885199614523416628298.24 L, Botella de 1257678145001770399229046833256596.48 L, Botella de 2515356290003540798458093666513192.96 L, Botella de 5030712580007081596916187333026385.92 L, Botella de 10061425160014163193832374666052771.84 L, Botella de 20122850320028326387664749332105543.68 L, Botella de 402457006	

Dicho producto ha sido aplicado en semillas, leguminosas y hortalizas, tal es el caso del trabajo de Ramírez-García *et al.*, (2020) donde evaluaron la aplicación de bioestimulantes comerciales, entre ellos, la aplicación de Biozyme TF® en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), los resultados mostraron incrementos significativos en el número de flores, vainas por planta y peso de grano, en comparación con el manejo convencional, el estudio concluyo que el tratamiento mejoro el equilibrio hormonal durante la floración y el llenado de grano, traduciéndose en una mayor eficiencia productiva del cultivo. Dicho trabajo, es uno de varios que presento resultados positivos, razón por la cual se quiso probar el producto en el cultivo de gladiola.

3. Materiales y Métodos

3.1 Ubicación del Experimento

El estudio experimental se realizó en el periodo agosto de 2023 a enero de 2024 en Buenavista, Saltillo, Coahuila, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en el área experimental de ornamentales de corte del Departamento de Horticultura, bajo las siguientes coordenadas: 25°21'23.55" latitud N, 101°25'16" longitud O y 1763 msnm (SMN, 2024).

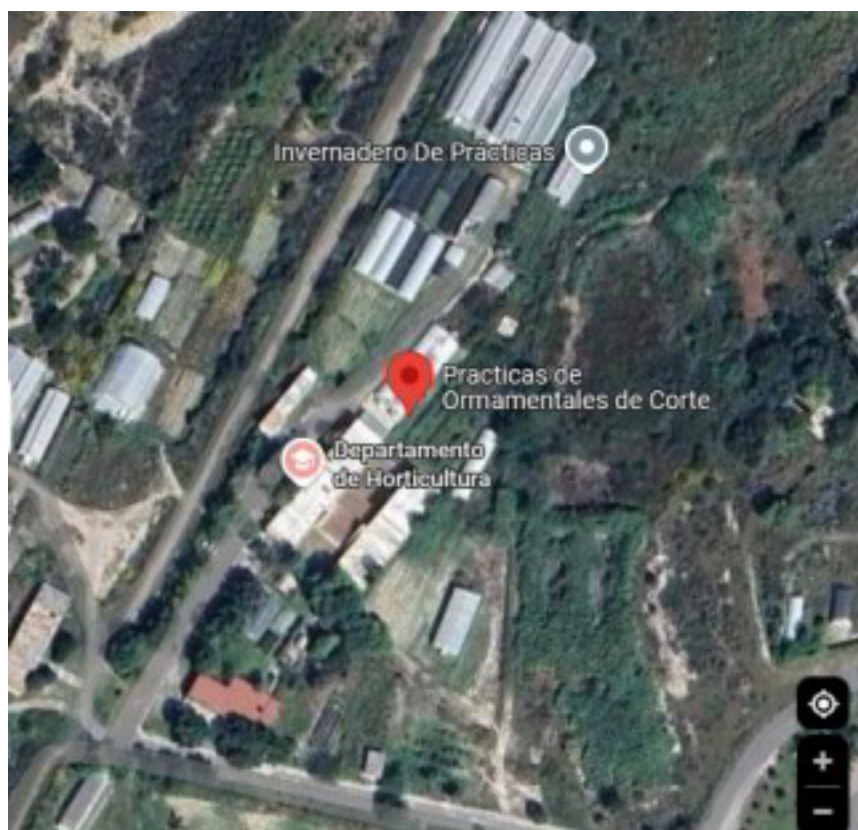


Figura 4. Localización del área experimental en la UAAAN. Fuente: Google Maps

3.2 Material Vegetal

Viveros La Finca, ubicada en Villa Guerrero, Estado de México fue el proveedor de los cormos de gladiola de la variedad Roja Borrega con segunda generación de raíces adventicias, de tamaño aproximado de 3.5 centímetros (cm) ecuatorial y 2.0 cm polar; las plantas de esta variedad se caracterizan por sus flores de color rojo intenso, mismas que pueden alcanzar una longitud de 10 a 12 cm, el tallo puede crecer de 1 metro (m) a 1.5 m de altura, sus hojas son largas y estrechas de color verde oscuro y se desarrollan desde la base del tallo.

3.3 Establecimiento y Manejo del Cultivo.

Se empleó una superficie de 36 metros lineales, en la cual se realizó limpieza, eliminando toda la maleza y piedras que cubrían el terreno, así mismo, se removió manualmente la tierra a una profundidad de 30 cm, posteriormente, se realizaron los surcos de plantación, con una anchura de 25 cm y largo de 36 m, se colocaron barrotes de madera en cada extremo y se tendieron dos líneas paralelas de hilo omega como tutoreo y punto guía de siembra, guardando una distancia de 20 cm entre líneas. Posteriormente se incorporó al suelo de manera homogénea una fertilización pre-siembra (Tabla 6). Se sembraron 204 cormos a una profundidad de 8 cm aproximadamente, dejando un espaciado de 17 cm entre cada uno de ellos, cuidando que la yema apical se dirigiera hacia arriba y las raíces adventicias hacia abajo, finalmente se formó un bordo perimetral para la retención de agua y se aplicó un riego pesado, dicha labor se realizó el día 31 de agosto de 2023. Para tener la certeza exacta de cuándo el cultivo requería de riego se instaló un tensiómetro agrícola de la marca IRROMETER®, cuando el instrumento registraba los 30 centibares (cb), se aplicaba riego, el cual se realizaba por gravedad, de forma manual. A partir de la tercera semana después de la siembra, se comenzó a regar con agua acidificada a partir de una solución madre, la cual consistía en la dilución de 1L de Ácido Nítrico en 20L^{-1} de agua y de dicha solución se tomaban 100ml y se aplicaban a 20L de agua para obtener un pH de 6. No se aplicó Ácido Fosfórico ni Sulfúrico porque el suelo tiene alta concentración de bicarbonatos y pudo haber ocasionado enyesamiento en la raíz. En cuanto a la fertilización se realizó dividiéndola en 4 aplicaciones conforme avanzaba el ciclo productivo, cada una constaba del 25% del total de la fertilización, a excepción del Fosforo (P), el cual se aplicó todo en la fertilización pre-siembra (Tabla 6). En cada aplicación, primero se pesaban los fertilizantes, posteriormente se mezclaban los granulados de forma homogénea, se incorporaban al suelo y finalmente se hacía una escarda y se aplicaba riego, con la finalidad de que los fertilizantes se volatizaran lo menos posible y la planta pudiera aprovechar los nutrientes en mayor medida. Dos semanas después de la siembra se comenzaron a aplicar junto al riego, Ácidos Húmicos y Mejorador de Suelo Desalinizador en una dosis de 0.2 ml L^{-1} de cada producto, los cuales fueron aplicados una vez por semana hasta culminar el ciclo de producción. Durante el proceso de producción se realizaron un total de seis escardas, el indicio para que

estas se llevarán a cabo, se encontraba en el número de hojas desarrolladas de la planta, por cada 2 a 3 hojas nuevas se realizaba una escarda con la finalidad de dar soporte a la planta.

Tabla 6. Dosis y momentos de aplicación de fertilización en el ciclo productivo de Gladiola Var. Roja Borrega

	Fertilización base	Gramos utilizados
Aplicación Presiembra (31/08/2023)	11-52-00 (DAP)	276 g/36 m
	Sulfato de Amonio	402 g/36 m
	Sulfato de Fe	306 g/36 m
	Sulfato de Mn	48 g/36 m
	Sulfato de Cu	12 g/36 m
2° Aplicación de auxilio (06/10/2023)	Sulfato de Amonio	402 g/36 m
	Sulfato de Fe	306 g/36 m
	Sulfato de Mn	48 g/36 m
	Sulfato de Cu	12 g/36 m
3° Aplicación de auxilio (04/12/2023)	Sulfato de Amonio	402 g/36 m
	Sulfato de Fe	306 g/36 m
	Sulfato de Mn	48 g/36 m
	Sulfato de Cu	12 g/36 m
4° Aplicación de auxilio (15/01/2024)	Sulfato de Amonio	402 g/36 m
	Sulfato de Fe	306 g/36 m
	Sulfato de Mn	48 g/36 m
	Sulfato de Cu	12 g/36 m

Elaboración propia

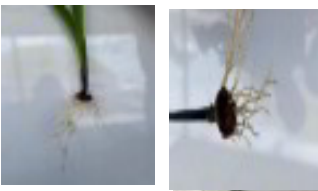
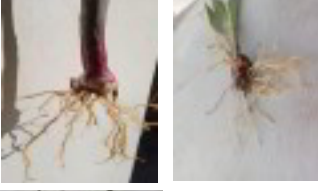
3.3.1 Control Fitosanitario

Ocho semanas después de establecer el cultivo se aplicó conjuntamente con el riego un producto fungicida Vs-Mic Metalaxil® en una dosis de 10 ml 20 L⁻¹. Incidencias graves con respecto a plagas no se tuvo durante el proceso productivo, no obstante, 12 semanas después de establecer el cultivo, se notó la presencia de Polilla de la col (*Plutella xylostella*) y se procedió de forma inmediata con la aplicación del insecticida Tracer Edge a una concentración de 1 ml L⁻¹ en modo de aspersión.

3.3.2 Monitoreo de Desarrollo del Cormo Nuevo

Se realizaron 5 extracciones de planta al azar en diferentes etapas fenológicas del cultivo (Tabla 7) con la finalidad de observar el desarrollo del cormo nuevo, se tomaba evidencia fotográfica del material vegetal y nuevamente se incorporaba al suelo.

Tabla 7. Seguimiento del desarrollo del cormo durante el ciclo productivo de *Gladiolus* spp.

Fecha de extracción de la muestra	Evidencia
15 de septiembre de 2023 (2 semanas después de la siembra)	
30 de septiembre de 2023 (4 semanas después de la siembra)	
15 de octubre de 2023 (6 semanas después de la siembra)	
30 de octubre de 2023 (8 semanas después de la siembra)	
04 de diciembre de 2023 (13 semanas después de la siembra)	
08 de enero de 2024 (18 semanas después de la siembra)	

Elaboración propia

3.3.3 Cosecha

Se realizaron tres cortes de forma manual, el primer corte el día 17 de diciembre de 2023, el segundo el 22 de diciembre de 2023 y el ultimo el 27 de diciembre de 2023. Para determinar la madurez fisiológica se consideró principalmente la apertura floral en un porcentaje menor al 50%, característica identificada a través de la observación, se cortaba el tallo, dejando como reserva 4 a 5 hojas. Las flores que no fueron sometidas a destrucción, se colocaron en floreros con agua, el cual se cambiaba dos veces a la semana hasta que la última flor de la espiga floral muriera.

3.4 Tratamientos a Evaluar

Los tratamientos fueron aplicados una vez por semana en cinco ocasiones (Tabla 9), tomando como referencia en la primera aplicación la etapa de desarrollo de tallo. Los productos utilizados son del grupo Stoller® (N-Large® y Stimulate®) y Arysta Lifescience® (Biozyme TF®) la descripción (Tabla 8) de los mismos se detalla a continuación.

Tabla 8. Descripción de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Descripción
1	250 ppm de N-Large® correspondientes a 0.5 ml L ⁻¹
2	500 ppm N-Large® correspondientes a 1 ml L ⁻¹
3	500 ppm de Stimulate® correspondientes a 1 ml L ⁻¹
4	500 ppm de Biozyme TF® correspondientes a 1 ml L ⁻¹
5	Testigo absoluto

Elaboración propia

Tabla 9. Calendario de aplicación de los tratamientos

Aplicación	Fecha de aplicación
Primera	17/11/2023
Segunda	24/11/2023
Tercera	01/12/2023
Cuarta	08/12/2023
Quinta	15/12/2023

Elaboración propia

3.5 Diseño Experimental

Se empleó un diseño experimental bloques completos al azar, conformado por cuatro tratamientos y un testigo absoluto. Cada tratamiento contó con 11 repeticiones, consistentes a una planta individual, distribuidas a lo largo de 36 metros lineales. El experimento se organizó en tres bloques, los cuales se dividieron en cinco fracciones, de manera que cada fracción correspondió a uno de los tratamientos evaluados. Los datos obtenidos para cada variable, se analizaron mediante el software estadístico InfoStat., además se realizó una prueba de comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Tabla 10. Diseño de acomodo de los tratamientos durante la fase experimental

Bloque 2					Bloque 1					Bloque 3				
T4	T3	Testigo	T2	T1	Testigo	T3	T2	T1	T4	T1	T2	T4	T3	Testigo

Elaboración propia

3.6 Variables Agronómicas Evaluadas

3.6.1 Altura de planta (ADP)

La altura de la planta se midió utilizando una cinta métrica ULINE®, registrando la distancia desde la base a ras de suelo hasta el ápice de la espiga floral. Los valores obtenidos se expresaron en centímetros (cm).

3.6.2 Diámetro de Tallo (DDT)

La medición se realizó con un vernier digital marca Steren®, colocando el instrumento en el punto medio entre la espiga floral y la última hoja, aproximadamente a 50cm de la base a ras del suelo. Los valores obtenidos se registraron en milímetros (mm).

3.6.3 Numero de Hojas (NDH)

El número de hojas desarrolladas por planta se obtuvo mediante conteo manual directo de cada una de ellas.

3.6.4 Contenido de Clorofila (SPAD)

Para este compuesto, se tomaron muestras en tres posiciones de la planta: hojas adultas (basales), hojas de posición media y hojas jóvenes (apicales). La medición se efectuó con un clorofilómetro digital marca atLEAF®, registrando los valores en unidades SPAD.

3.6.5 Numero de Botones Florales por Espiga (NDBFx_E)

El número de botones florales por espiga se determinó mediante conteo directo, registrando el total observado en cada espiga floral.

3.6.6 Porcentaje de Floración de la Espiga Floral (PFEF)

El número total de botones florales por espiga se determinó mediante conteo directo. A partir de este valor, se calculó la proporción de botones que alcanzaron la apertura floral, expresando el resultado como porcentaje de floración de la espiga.

3.6.7 Porcentaje de Apertura Floral (PAF)

La medición se realizó con un vernier digital marca Steren®, colocándolo en el punto de apertura máxima de la flor. El valor obtenido se registró en milímetros (mm).

3.6.8 Largo de la Flor (LDF)

Con el apoyo de un vernier digital marca Steren®, se determinó dicho dato, colocando el instrumento en la flor de forma vertical y posteriormente se registró el dato en mm.

3.6.9 Peso Fresco de Flor (PFF)

Se separó la flor de la espiga floral y con el apoyo de una báscula gramera marca Rhino®, se pesó la flor y posteriormente se registró el dato en gramos (g).

3.6.10 Peso Seco de Flor (PSF)

Una vez que las flores fueron pesadas en fresco se colocaron en bolsas de papel estraza, se dejaron reposar por un par de días en un lugar fresco y seco para quitar el máximo posible de humedad, y posteriormente se colocaron por 24 horas en una estufa de secado marca Yamato®, finalmente se volvieron a pesar y se registraron los datos en g.

3.6.11 Vida de Anaquel/Vida de Florero (VDA)

La variable se determinó mediante observación directa, registrando el número de días transcurridos desde la cosecha hasta tres momentos específicos del proceso de senescencia floral: (1) la marchitez de la primera flor, (2) la marchitez del 50% de la espiga floral y (3) la marchitez total de la espiga floral. Para el análisis se consideró esta última etapa como la fecha final de registro. Las evaluaciones se realizaron bajo las condiciones de temperatura ambiente prevalecientes durante el ensayo, colocando las espigas en floreros de vidrio con agua corriente de la llave como solución de base.

4. Resultados y Discusión

4.1 Variables de crecimiento vegetativo

El análisis de varianza (ANOVA) para las variables agronómicas (anexos) altura de planta (ADP), diámetro de tallo (DDT), número de hojas (NDH) y contenido de clorofila (SPAD) indicó que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$) como efecto de la aplicación de los fitorreguladores evaluados en comparación con el testigo.

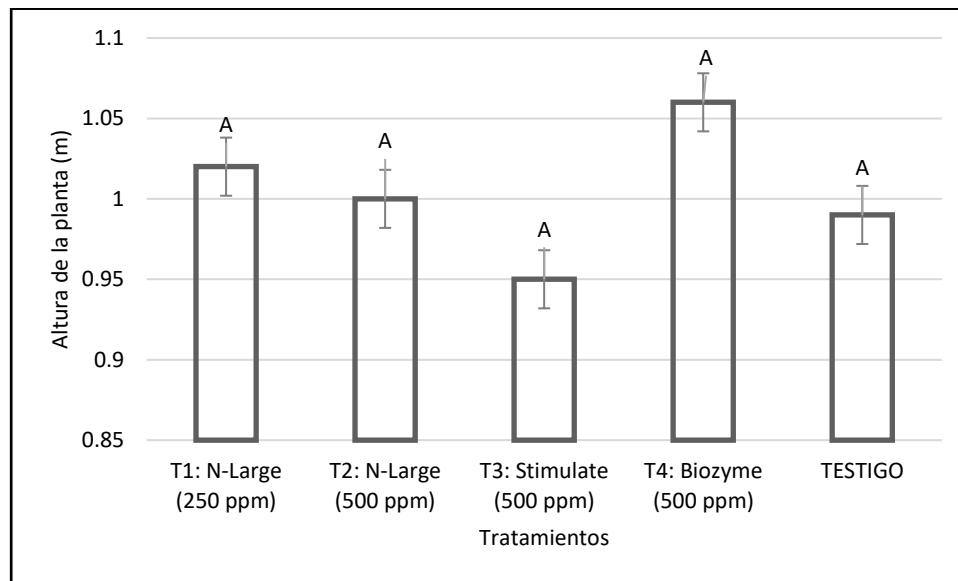


Figura 4. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L^{-1}) sobre la altura de la planta de gladiola (*Gladiolus* spp.) variedad Roja Borrega. Los tratamientos fueron: (T1= 0.5 ml L^{-1} N-Large, T2= 1 ml L^{-1} N-Large, T3= 1 ml L^{-1} Stimulate, T4= 1 ml L^{-1} Biozyme, Testigo= sin aplicación). Los valores representan la media y el error estándar. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Para la variable ADP (Figura 5), resultados similares fueron reportados por Human (2023) quien evaluó dos aplicaciones de bioestimulantes, Pix (cloruro mepiquat) y Citogib (citocininas + giberelinas) en 3 variedades de gladiola; White Friendship (blanco), Fairy Tale Pink (rosado) y Nova Lux (amarillo). En su estudio, el autor observó que las respuestas fisiológicas a los bioestimulantes variaron principalmente en función de la variedad, más que del producto aplicado. Lo anterior coincide con los resultados obtenidos en el presente

trabajo, donde la falta de variabilidad significativa sugiere que la respuesta a los tratamientos pudo estar influenciada por características genéticas propias del material vegetal evaluado.

Sin embargo, Calfumán (2012) realizó aplicaciones de GIBERPLUS (ácido giberelico sintético) en *Lilium* Híbrido LA en invernadero, a concentraciones de 25 ppm, 50 ppm y 100 ppm, observando que en las semanas 6, 10, 13, 15, 17 y 21 no hubo diferencias significativas en la longitud de vara floral, coincidiendo con los resultados obtenidos en la presente investigación. Dichos resultados pueden deberse a lo que mencionan Taiz, *et al.*, (2022), quienes indican que el exceso a AG₃ puede inferir con otras hormonas vegetales como el ácido abscísico, las auxinas y las citocininas, causando un desequilibrio fisiológico que afecta en la morfología y la maduración del cultivo. Singh *et al.*, (2018) menciona que las altas concentraciones de AG₃ puede inhibir la floración en especies fotoperiódicas, debido a que retrasan la transición del estado vegetativo al reproductivo. En un estudio similar Reyes (2020) realizó aplicaciones foliares AG₃ y 6-BAP (bencilaminopurina) durante el crecimiento y vida postcosecha de *lisianthus* (*Eustoma grandiflorum*) para flor de corte, observando que la aplicación foliar de AG₃ en una concentración de 100 mg L⁻¹, sin adicionar 6-BAP promovió la altura de la planta con una diferencia de por lo menos 15 cm en comparación con el testigo, estos resultados difieren de los resultados obtenidos en el presente trabajo debido a que las dosis aplicadas de AG₃ son inferiores en comparación a las que se manejaron en los tratamientos del presente experimento. Por otro lado, Galarza (2024), realizó aplicaciones de 47.5 ppm de AG₃ en col ornamental (*Brassica oleracea*) a los 50 días después del trasplante, observando diferencia significativa en los tratamientos, estos datos difieren de los resultados obtenidos en nuestra investigación debido a que las aplicaciones de AG₃ se realizaron 92 días después de la siembra.

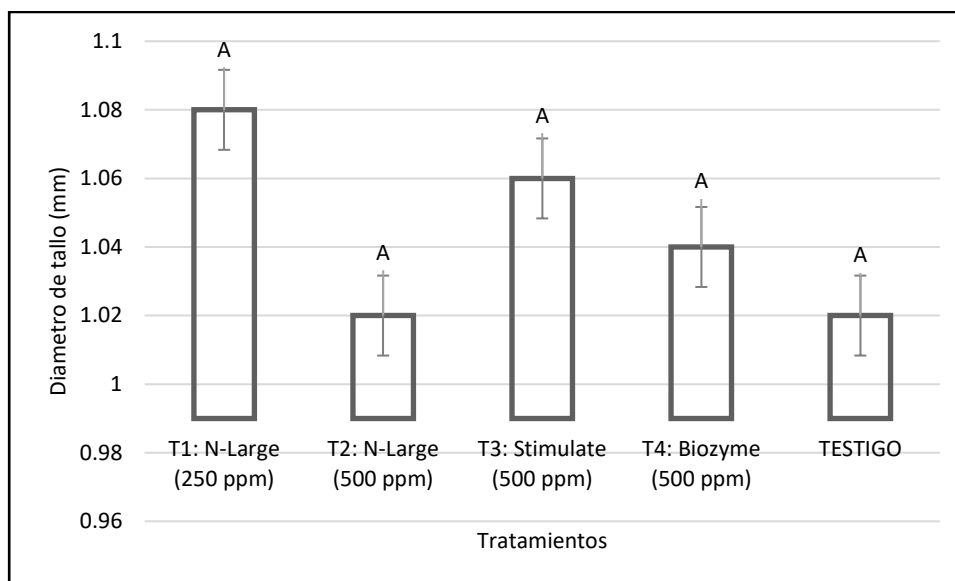


Figura 5. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L^{-1}) sobre el diámetro de tallo de la planta de gladiola (*Gladiolus* spp.) variedad Roja Borrega. Los tratamientos fueron: (T1= 0.5 ml L^{-1} N-Large, T2= 1 ml L^{-1} N-Large, T3= 1 ml L^{-1} Stimulate, T4= 1 ml L^{-1} Biozyme, Testigo= sin aplicación). Los valores representan la media y el error estándar. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

En un estudio similar Calfumán (2012) consideró en su trabajo de investigación acerca de los efectos de aplicación de AG_{4+7} en *Lilium Híbrido LA*, siete fechas específicas de medición y en ninguna encontró diferencias significativas con respecto a los datos de diámetro de tallo, de manera que los datos obtenidos en la presente investigación (Figura 6) concuerdan con dicho experimento, considerando que el manejo correcto del ciclo completo de la planta dio dicha respuesta a esta variable. Por otro lado, Bahamonde (2006) expresó que el diámetro basal promedio de los brotes de calas de colores (*Zantedeschia* spp), tampoco se ve influenciado por la aplicación de Promalina (GA_{4+7} más Benciladenina).

Caso contrario presentado en el estudio de Reyes (2020), donde observó que las aplicaciones de AG_3 a en concentraciones de 25 ppm, 50 ppm y 100 ppm en *Lisianthus* CV. Mariachi Blue, aumentaron el diámetro de tallo en un 17% aproximadamente, resultados que difieren de los nuestros debido a que las dosis manejadas en el presente experimento son superiores. Galarza (2024) realizó aplicaciones de AG_3 a 47.5 ppm y 27.5 ppm en *Col* ornamental, observando diferencia significativa entre tratamientos, resultados que difieren

de los resultados obtenidos en el presente experimento por dos motivos. Las concentraciones manejadas en el experimento son superiores y los días en que se empezó a aplicar los tratamientos difieren por mucho (20 DDT vs 92 DDS).

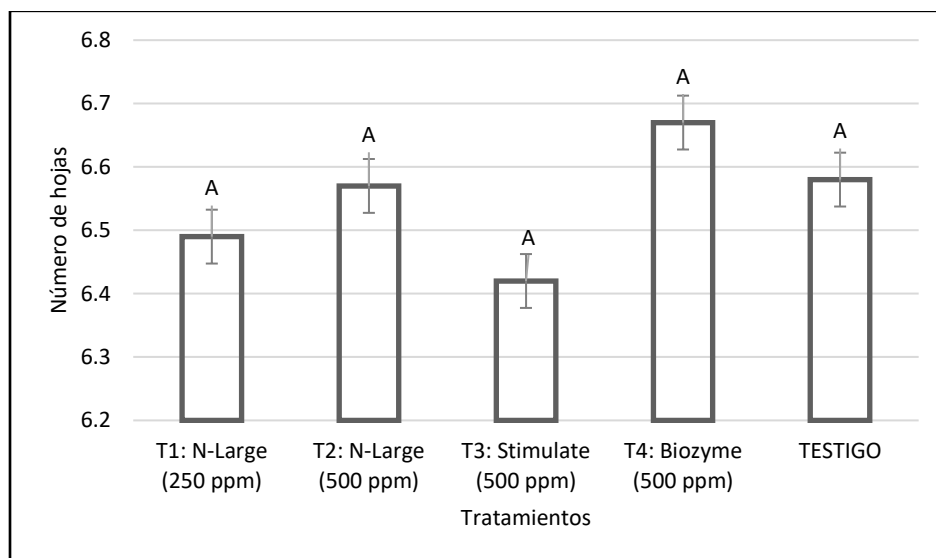


Figura 6. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L^{-1}) sobre el número de hojas de la planta de gladiola (*Gladiolus* spp.) variedad Roja Borrega. Los tratamientos fueron: (T1= 0.5 ml L^{-1} N-Large, T2= 1 ml L^{-1} N-Large, T3= 1 ml L^{-1} Stimulate, T4= 1 ml L^{-1} Biozyme, Testigo= sin aplicación). Los valores representan la media y el error estándar. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Según Viasus Quintero *et al.*, (2013) no existe una evidencia concluyente de que la aplicación de giberelinas afecte directamente en el número de hojas de una planta, dato que también coincide con el trabajo de Reyes (2020) quien aplicó AG_3 + 6-BAP a diferentes concentraciones en *Lisianthus* CV. Mariachi Blue, sin observar diferencias estadísticas significativas entre tratamientos con respecto al número de hojas, resultados que coinciden con los del presente trabajo concluyendo que tanto en gladiolas como en *lisianthus* las aplicaciones de AG_3 no impactan directamente en el número de hojas (Figura 7).

Por otro lado, en un experimento similar realizado por Galarza (2024) en col ornamental, los resultados obtenidos difieren totalmente de los resultados obtenidos en la presente investigación, concluyendo que las aplicaciones de AG_3 en otras especies ornamentales si genera respuesta en el número de hojas.

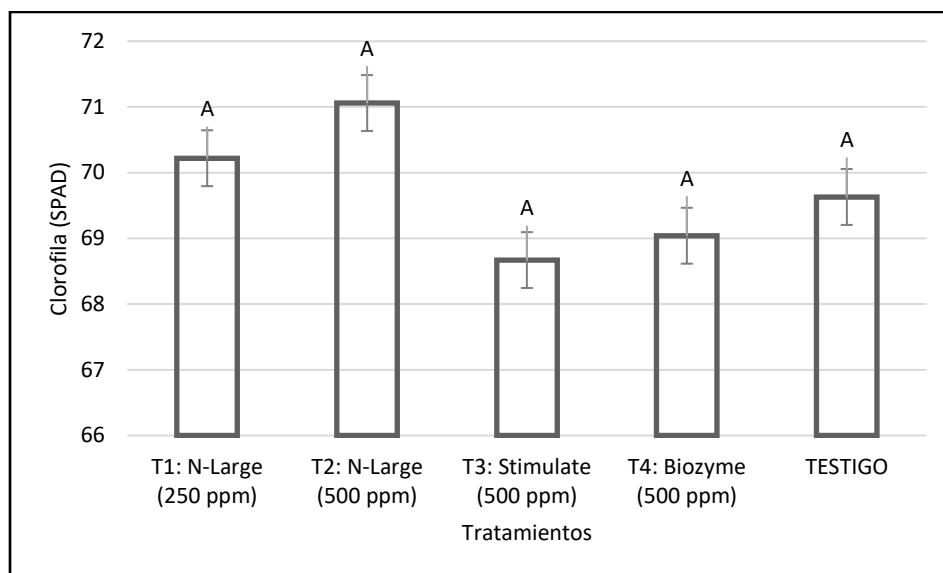


Figura 7. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L^{-1}) sobre la clorofila de la planta de gladiola (*Gladiolus* spp.) variedad Roja Borrega. Los tratamientos fueron: (T1= 0.5 ml L^{-1} N-Large, T2= 1 ml L^{-1} N-Large, T3= 1 ml L^{-1} Stimulate, T4= 1 ml L^{-1} Biozyme, Testigo= sin aplicación). Los valores representan la media y el error estándar. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Kumar *et al.*, (2019) analizaron los efectos de GA_3 en concentraciones de 100 ppm y 150 ppm sobre parámetros de crecimiento y pigmentación en crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*), en sus resultados registraron un aumento en el contenido de clorofila con las aplicaciones de 100 ppm, mientras que en concentraciones mayores no presentaron beneficios adicionales, resultados que coinciden con los del presente trabajo (Figura 8), en donde las concentraciones aplicadas fueron superiores y tampoco se observó una diferencia significativa en comparación al testigo. Ryu *et al.*, (2019) nos comparte que la aplicación excesiva de AG_3 puede repercutir en la síntesis de clorofila y afectar la fotosíntesis, especialmente bajo condiciones de estrés abiótico. El AG_3 es una fitohormona que estimula principalmente la elongación celular, la expansión de tejidos y el crecimiento vegetativo acelerado, sin embargo, cuando se aplica en altas concentraciones, puede generar un desequilibrio fisiológico, especialmente en el metabolismo de los pigmentos fotosintéticos (Taiz *et al.*, 2017). En ornamentales, Kumar *et al.*, (2019) evaluaron el efecto de diferentes concentraciones de AG_3 en *Petunia hybrida* y *Tagetes erecta*, observando que dosis altas de

AG₃ (≥ 100 mg L⁻¹) redujeron significativamente el contenido de clorofila total, en comparación con tratamientos de baja concentración y el testigo.

Por otro lado, Ramírez *et al.*, (2021) comparten en su trabajo de investigación acerca de los efectos del ácido giberelico en el contenido de clorofila en *Dianthus caryophyllus* (clavel), en donde realizaron aplicaciones a concentraciones de 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm y 200 ppm de GA₃ en claveles cultivados en invernadero, donde observaron un incremento significativo de clorofila en las planta tratadas con 50 ppm y 100 ppm, mejorando no solo el color de las hojas, sino también su capacidad fotosintética, mencionando también que dosis más altas provocaron una reducción en el contenido de la misma variable debido a estrés oxidativo, datos que difieren en su totalidad de los resultados obtenidos en la presente investigación debido a que las dosis aplicadas en el experimento son superiores, sin embargo, no observamos algún signo de oxidación foliar en nuestras plantas, concluyendo en que las aplicaciones de AG₃ probablemente no repercuta en el número de hojas en todas las especies ornamentales, pero en concentraciones superiores, por lo menos en el caso de la gladiola, tampoco causa un daño por oxidación. En un trabajo similar González *et al.*, (2020) evaluaron el efecto de una dosis de GA₃ de 75 ppm en *Petunia Hybrida*, como resultado obtuvieron una mayor acumulación de clorofila en comparación a su testigo, lo que se tradujo en hojas de un color más intenso y mayor eficiencia fotosintética, resultados que difieren de los resultados obtenidos en el presente trabajo debido a que las concentraciones manejadas fueron superiores. En el caso de Moreno *et al.*, (2022) estudiaron la aplicación de AG₃ en concentraciones de 25 ppm y 100 ppm en caléndula ornamental (*Calendula officinalis*) mostrando en sus resultados un incremento de un 18% en el contenido de clorofila, acompañado de un mayor crecimiento foliar y retraso en la senescencia, resultados que difieren de los resultados obtenidos en el presente trabajo debido a que las dosis manejadas fueron superiores.

4.2 Variables de desarrollo floral

Los resultados para las variables número de botones por espiga (NDBxE), porcentaje de floración (PDF), porcentaje de apertura floral (PAF), largo de flor (LDF), peso fresco de la flor (PFF) y peso seco de la flor (PSF) de acuerdo con el análisis de varianza (ANVA)

realizado, muestran que no hay diferencias significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$), como efecto de la aplicación de los diferentes bioestimulantes aplicados al cultivo.

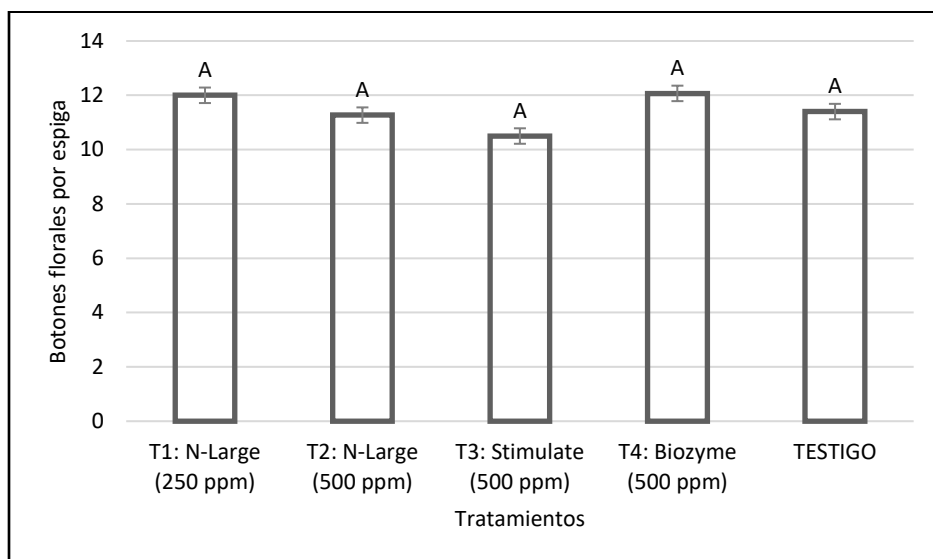


Figura 8. Efecto de diferentes fitoreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L^{-1}) sobre los botones florales por espiga de la planta de gladiola (*Gladiolus* spp.) variedad Roja Borrega. Los tratamientos fueron: (T1= 0.5 ml L^{-1} N-Large, T2= 1 ml L^{-1} N-Large, T3= 1 ml L^{-1} Stimulate, T4= 1 ml L^{-1} Biozyme, Testigo= sin aplicación). Los valores representan la media y el error estándar. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

En un estudio similar, Kumar *et al.*, (2019) evaluaron el efecto de GA_3 en concentraciones de 50 ppm, 100 ppm y 150 ppm en crisantemo, observando que la dosis de 100 ppm promovió un aumento del 25% en el número de botones florales por planta, además de un adelanto de floración, mientras que los otros tratamientos no generaron respuesta diferente al testigo, resultados que coinciden con los resultados obtenidos en el presente trabajo (Figura 9), debido a las altas concentraciones aplicadas. Asimismo, Ramírez *et al.*, (2021) evaluaron aplicaciones de AG_3 en concentraciones de 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm y 200 ppm en Clavel (*Dianthus caryophyllus*), reportando que las aplicaciones de AG_3 no siempre incrementan el número de botones florales en clavel, resultados que coinciden con los que se obtuvieron en la presente investigación, considerando que aunque las dosis manejadas sean diferentes, tanto en clavel como en gladiola, las aplicaciones de AG_3 no tienen impacto con respecto al número de botones florales, debido a las especies en sí.

Caso contrario en el estudio de González *et al.*, (2020) donde realizaron aplicaciones de AG₃ en concentraciones de 50 ppm y 100 ppm en *Petunia Hybrida*, observando un aumento del 30% en el número promedio de botones florales por planta con respecto a su testigo, resultados que difieren de los resultados obtenidos en el presente trabajo, lo cual, puede atribuirse a que la gladiola no tolera concentraciones tan elevadas de AG₃ como las que se estuvieron aplicando. Caso similar en la investigación de Martínez *et al.*, (2021) donde evaluaron aplicaciones de AG₃ en concentraciones de 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm y 150 ppm en *Gerbera jamesonii*, en sus resultados observaron que las dosis bajas, en específico, la concentración de 50 ppm, promovieron mayor número de botones florales, mientras que dosis superiores redujeron la cantidad de botones, comparando dicho dato con los resultados de los resultados obtenidos en el presente trabajo, los botones florales por espiga no se redujeron con la aplicación de altas concentraciones de AG₃ pero tampoco se reflejó una varianza significativa entre tratamientos.

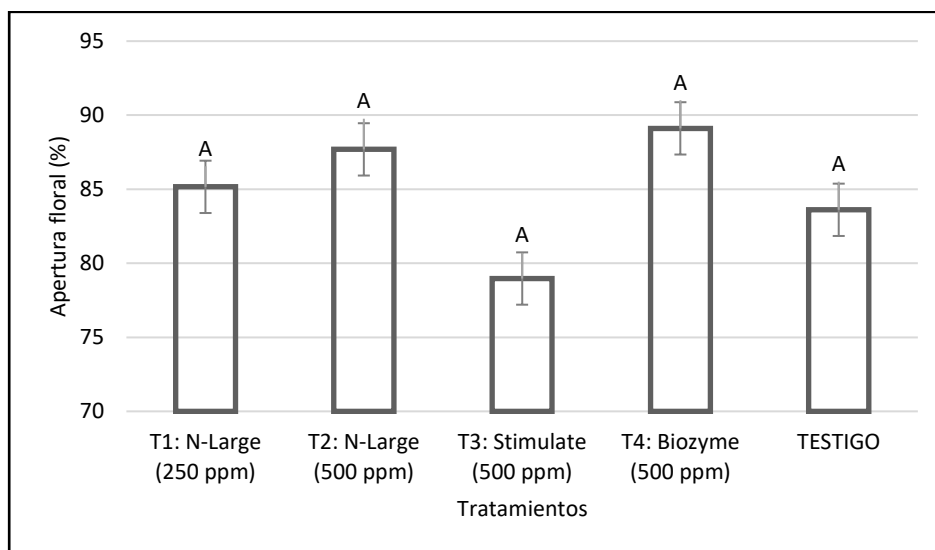


Figura 9. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L^{-1}) sobre el porcentaje de apertura floral de la planta de gladiola (*Gladiolus* spp.) variedad Roja Borrega. Los tratamientos fueron: (T1= 0.5 ml L^{-1} N-Large, T2= 1 ml L^{-1} N-Large, T3= 1 ml L^{-1} Stimulate, T4= 1 ml L^{-1} Biozyme, Testigo= sin aplicación). Los valores representan la media y el error estándar. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Martínez *et al.*, (2020) evaluaron aplicaciones de AG₃ a concentraciones de 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm y 150 ppm en *Gerbera jamesonii*, dando como resultado un aumento del 88% de apertura floral con la aplicación de 50 ppm, en comparación al testigo, concentraciones superiores no produjeron mejoras adicionales, datos que coinciden con los resultados obtenidos en el presente trabajo, ya que aplicando dosis altas no se obtuvieron respuestas diferentes en comparación al testigo (Figura 10).

Caso contrario en el trabajo de Ramírez *et al.*, (2021) donde evaluaron los efectos de AG₃ en concentraciones de 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm y 200 ppm en claveles cultivados en invernadero, en sus resultados se percataron de que las dosis de 50 ppm y 100 ppm aumentaron el porcentaje de apertura floral hasta un 90% en comparación a su testigo, además de que observaron también, una apertura más rápida y uniforme. Resultados que difieren en su totalidad de los resultados obtenidos en la presente investigación, debido a que las concentraciones manejadas fueron superiores y muy probablemente al sistema de producción, en este caso fue a campo abierto, donde los factores externos pudieron haber influido en la respuesta del cultivo. González *et al.*, (2020) estudiaron el efecto de GA₃ en concentraciones de 25 ppm, 50 ppm y 100 ppm sobre la floración de *Petunia hybrida*. Los resultados indicaron que las plantas tratadas con 50 ppm mostraron un incremento de 28% en el porcentaje de apertura floral en comparación a su testigo, datos que difieren de los resultados obtenidos en el presente trabajo, debido a que las dosis manejadas en el experimento fueron superiores. En el caso de Moreno *et al.*, (2022) realizaron aplicaciones en diferentes concentraciones (25 ppm, 50 ppm y 75 ppm) de AG₃ en *Calendula officinalis*, como resultado observaron que el tratamiento a concentración de 50 ppm incremento un 92% el porcentaje de apertura floral, con respecto al testigo, datos que difieren de los resultados obtenidos en el presente trabajo debido a que las dosis manejadas fueron superiores.

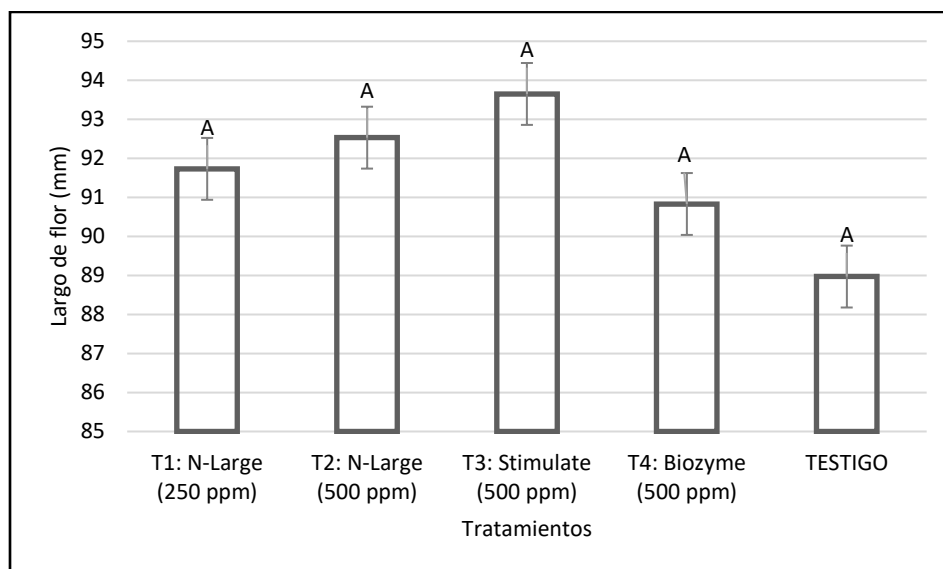


Figura 10. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L^{-1}) sobre el largo de flor de la planta de gladiola (*Gladiolus* spp.) variedad Roja Borrega. Los tratamientos fueron: (T1= 0.5 ml L^{-1} N-Large, T2= 1 ml L^{-1} N-Large, T3= 1 ml L^{-1} Stimulate, T4= 1 ml L^{-1} Biozyme, Testigo= sin aplicación). Los valores representan la media y el error estándar. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Kumar *et al.*, (2019) estudiaron el efecto de GA_3 sobre *Chrysanthemum morifolium*, aplicando dosis de 50 ppm, 100 ppm y 150 ppm. Los resultados indicaron que la dosis de 100 ppm incremento significativamente la longitud del pedúnculo floral, hasta un 35% en comparación al testigo, y consigo mayor diámetro de la flor. Dichos resultados difieren de los resultados obtenidos en la presente investigación (Figura 11), posiblemente a la alta dosificación aplicada. Por otro lado, Ramírez *et al.*, (2021) evaluaron aplicaciones de GA_3 en claveles en distintas concentraciones (0 ppm, 50 ppm, 100 ppm y 200 ppm), con una concentración de 100 ppm, obtuvieron un incremento del 22% en la longitud de la flor en comparación al testigo. Del mismo modo Martínez *et al.*, (2021) evaluaron el uso de AG_3 en *Gerbera jamesonii*, bajo tres diferentes concentraciones 50 ppm, 100 ppm y 150 ppm, siendo la dosis de 100 ppm la que dio mejor resultado aumentando la elongación del pedúnculo floral de 32 cm a 41 cm, datos que difieren con los resultados obtenidos en el presente experimento. Taiz *et al.*, (2018) mencionan que las giberelinas promueven las síntesis de expansinas y la expansión de hidrolasas de pared celular, lo que, en concentraciones

adecuadas, permite una mayor expansión y elongación en los tejidos florales, además de regular la expresión de genes involucrados en la formación de células de pétalos y pedúnculos

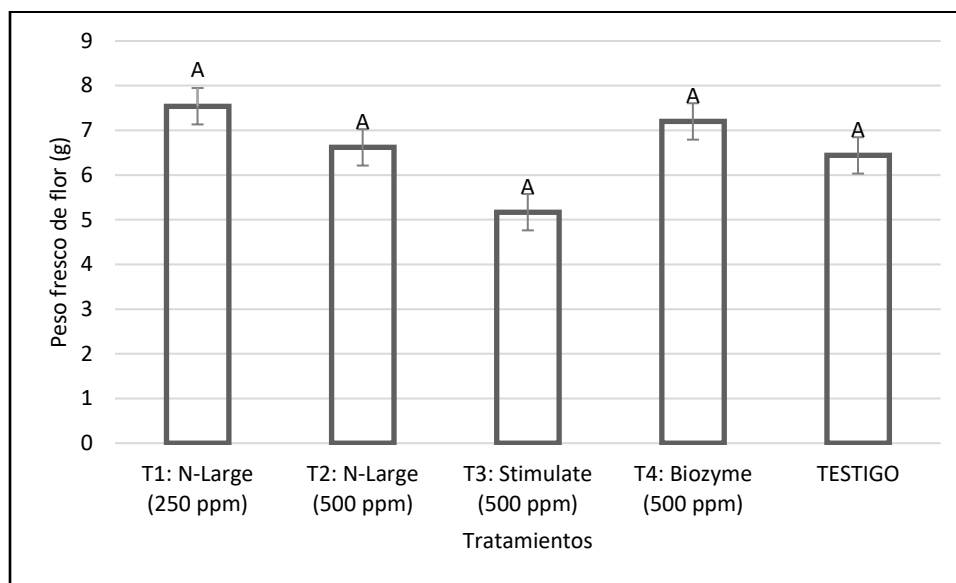


Figura 11. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L^{-1}) sobre el peso fresco de flor de la planta de gladiola (*Gladiolus* spp.) variedad Roja Borrega. Los tratamientos fueron: (T1= 0.5 ml L^{-1} N-Large, T2= 1 ml L^{-1} N-Large, T3= 1 ml L^{-1} Stimulate, T4= 1 ml L^{-1} Biozyme, Testigo= sin aplicación). Los valores representan la media y el error estándar. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

El peso fresco de la flor constituye un indicador determinante de su calidad y valor comercial, al reflejar el contenido hídrico y el grado de turgencia, atributos esenciales para la apariencia y la vida postcosecha. Asimismo, representa una medida directa del estado de hidratación y nutrición del tejido vegetal, sin embargo, en la presente investigación no se encontraron diferencias entre los tratamientos aplicados (Figura 12), resultados que coinciden con López *et al.*, (2020) quienes evaluaron la aplicación foliar de GA_3 en concentraciones de 50 ppm, 100 ppm y 150 ppm en el cultivo de Gladiola (*Gladiolus* spp) cultivadas en invernadero, sus resultados indicaron que la dosis de 150 ppm no mejoró el peso de las espigas florales, incluso redujeron ligeramente el diámetro floral, mientras que en la concentración de 100 ppm el peso de las espigas florales aumento 22% en comparación al testigo. En un trabajo similar, Pandey *et al.*, (2019) realizaron un ensayo aplicando dosis de AG_3 en concentraciones de 50 ppm, 100 ppm y 150 ppm en *Gladiolus grandiflorus* cv.

White Prosperity, en sus resultados se percataron de que la dosis a concentración de 100 ppm produjo un aumento del 25% en el peso de la flor en comparación al testigo, aumentando consigo el número de las flores por espiga, así la longitud de los tallos, mientras que la dosis superior no generó mejoras adicionales. El-Khayat *et al.*, (2018) evaluaron el efecto de AG₃ en concentraciones de 50 ppm, 100 ppm y 200 ppm sobre los parámetros fisiológicos del cultivo de Gladiola, en sus resultados observaron que el peso de la flor aumentó de forma significativa con la dosis de 100 ppm, específicamente en un 28% en comparación al testigo, además de que los niveles de clorofila y la tasa fotosintética también aumentaron. Ramírez *et al.*, (2021) comparten la evaluación de aplicaciones de AG₃ en *Dianthus caryophyllus* (clavel), manejando concentraciones de 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm y 200 ppm. En sus resultados se percataron que las dosis de 50 ppm y 100 ppm incrementaron el peso promedio del peso fresco de la flor en un 18% y 25% respectivamente, con respecto al testigo, En el caso de Martínez *et al.*, (2021) realizaron aplicaciones de AG₃ en *Gerbera jamesonii*, en concentraciones de 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm y 150 ppm, sus resultados reflejaron que la dosis de 100 ppm aumento en un 20% el peso fresco de las flores en comparación con el testigo, además, se observó mayor diámetro y un periodo de vida de anaquel más largo. Estos datos difieren de los resultados obtenidos en el presente trabajo, debido a las altas concentraciones aplicadas en el cultivo. Todos estos resultados reafirman que la dosis aplicada en el presente trabajo no es la adecuada para el cultivo en cuestión.

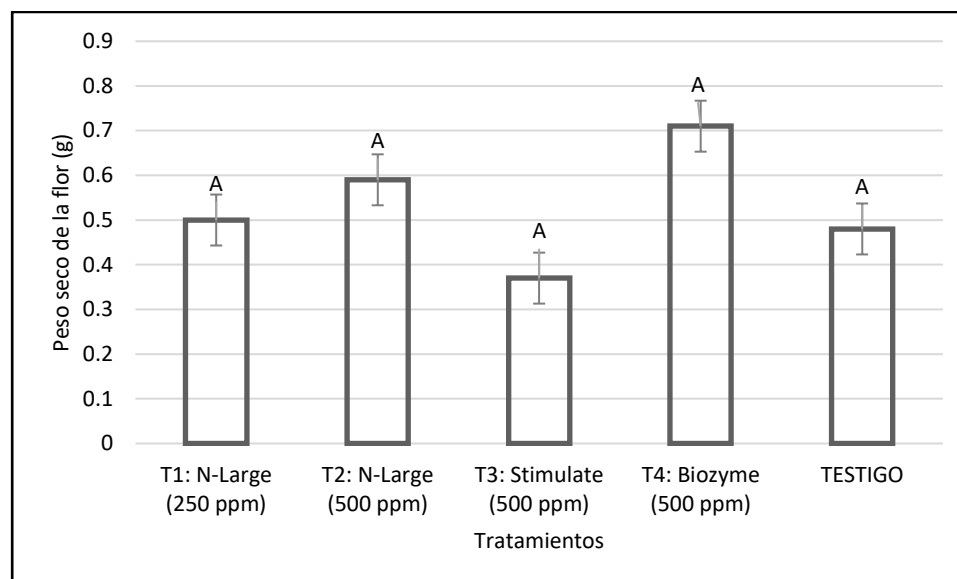


Figura 12. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L^{-1}) sobre el peso seco de flor de la planta de gladiola (*Gladiolus* spp.) variedad Roja Borrega. Los tratamientos fueron: (T1= 0.5 ml L^{-1} N-Large, T2= 1 ml L^{-1} N-Large, T3= 1 ml L^{-1} Stimulate, T4= 1 ml L^{-1} Biozyme, Testigo= sin aplicación). Los valores representan la media y el error estándar. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Martínez *et al.*, (2021) evaluaron el efecto de AG_3 a concentraciones de 0 ppm, 50 ppm, 10 ppm y 150 ppm en *Gerbera jamesonii*, en condiciones de invernadero, reflejando en sus resultados que las plantas tratadas con la dosis de 100 ppm, incrementaron el peso seco floral en un 21% con respecto al testigo, mientras que concentraciones superiores no generaron beneficios adicionales, dicho dato, coincide con los resultados reflejados en el presente trabajo, ya que al manejar concentraciones superiores (250 ppm y 500 ppm) no se mostraron resultados diferentes en comparación con las plantas testigo (Figura 13). López *et al.*, (2020) estudiaron el efecto de las aplicaciones de AG_3 a concentraciones de 50 ppm, 100 ppm y 150 ppm en *Gladiolus grandiflorus*, en los resultados se vio reflejado que el tratamiento en concentración de 100 ppm incremento el peso seco floral en un 23% con respecto al testigo del cultivo, además del peso fresco y el número de flores abiertas, González *et al.*, (2020) comparten la evaluación de aplicaciones de AG_3 en concentraciones de 25 ppm, 75 ppm y 100 ppm en *Petunia hybrida*, en respuesta, las flores tratadas con 75 ppm de AG_3 presentaron un aumento del 19% en el peso seco de las flores con respecto al

testigo, además un mayor diámetro floral y mayor pigmentación. En el caso de Ramírez *et al.*, (2021) analizaron la respuesta de clavel a diferentes concentraciones de AG₃ (0 ppm, 50 ppm, 100 ppm y 200 ppm), los resultados reflejaron que el tratamiento de 100 ppm incrementó un 17% el peso seco de las flores con respecto a su testigo, aumentando consigo el diámetro floral y contenido de clorofila. Taiz *et al.*, (2018) explican que las giberelinas incrementan la síntesis de enzimas relacionadas con el crecimiento, como las expansinas y celulasas, estimulan la traslocación de azúcares y nitrógeno hacia los órganos de crecimiento, lo que se traduce en aumento de peso seco, sin embargo, el AG₃ en exceso transforma sus beneficios en efectos negativos, provocando flores deformes, estrechas, pequeñas o cloróticas.

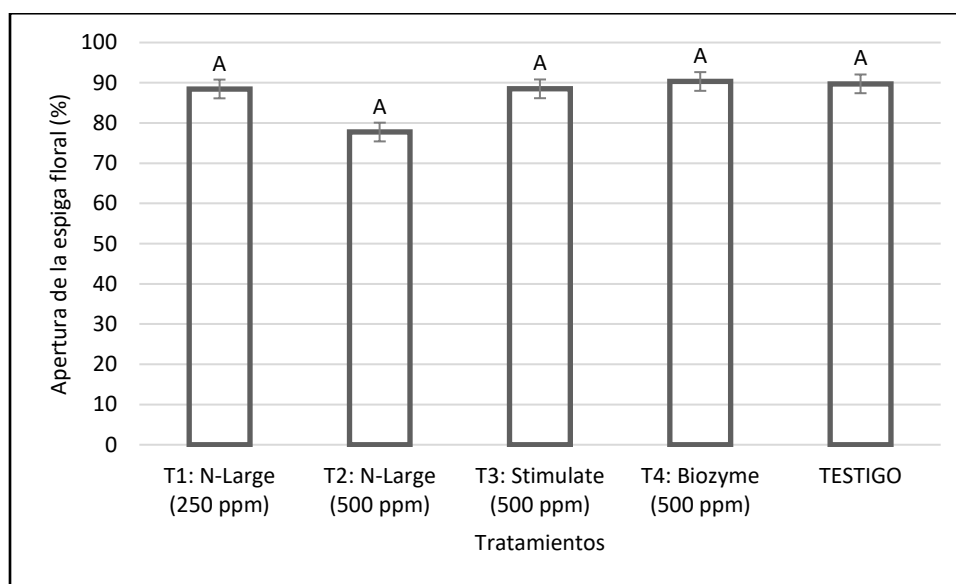


Figura 13. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L^{-1}) sobre el porcentaje de apertura de la espiga floral de la planta de gladiola (*Gladiolus* spp.) variedad Roja Borrega. Los tratamientos fueron: (T1= 0.5 ml L^{-1} N-Large, T2= 1 ml L^{-1} N-Large, T3= 1 ml L^{-1} Stimulate, T4= 1 ml L^{-1} Biozyme, Testigo= sin aplicación). Los valores representan la media y el error estándar. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

La apertura de la flor, no es solo un proceso estético, sino la señal de madurez fisiológica que permite a la flor exhibir su color, forma y fragancia, además de asegurar que la flor "abra" correctamente en el florero después del transporte. López *et al.*, (2020)

evaluaron diferentes concentraciones de AG₃ (0ppm, 50 ppm, 100 ppm y 150 ppm) en *Gladiolus grandiflorus* cultivada en invernadero, los resultados mostraron que la dosis de 100 ppm aumento el porcentaje de apertura de la espiga floral de 68% al 89%, además de que presento una floración más uniforme y un mayor tamaño y vida de anaquel. Pandey *et al.*, (2020) comparten la evaluación de aplicaciones de AG₃ en concentraciones de 50 ppm, 100 ppm y 150 ppm, en *Gladiolus grandiflorus* cv. *White Prosperity*. Como resultado observaron que las plantas tratadas con la dosis de 100 ppm aumentaron el porcentaje de apertura de la espiga floral en un 26% con respecto al testigo, así como también notaron una floración precoz. El-Khatay *et al.*, (2018) comparten la evaluación de aplicaciones de AG₃ en concentraciones de 50 ppm, 100 ppm y 200 ppm en gladiolas, en sus resultados observaron que el tratamiento a 100 ppm incremento el porcentaje de apertura de floretes en un 21% con respecto al testigo, además de prolongar la vida de anaquel. Estos resultados difieren de los resultados obtenidos en el presente trabajo, lo cual puede atribuirse a las altas concentraciones aplicadas en el experimento. Taiz *et al.*, (2018) explican que las giberelinas activan genes asociados con la expansión celular y la hidrólisis de la pared celular, procesos necesarios para que los pétalos se expandan y los botones florales se abran completamente, además de que regulan la síntesis de enzimas hidrolíticas y expansinas, fundamentales para la apertura floral, sin embargo, es imprescindible que la dosis sea la adecuada para cada especie, para que dichos beneficios sean notados.

4.3 Longevidad de poscosecha.

Con respecto al análisis de varianza realizado, se observa que no existe varianza estadística significativa entre los tratamientos con respecto al periodo de vida de anaquel de las varas de gladiola (Figura 15).

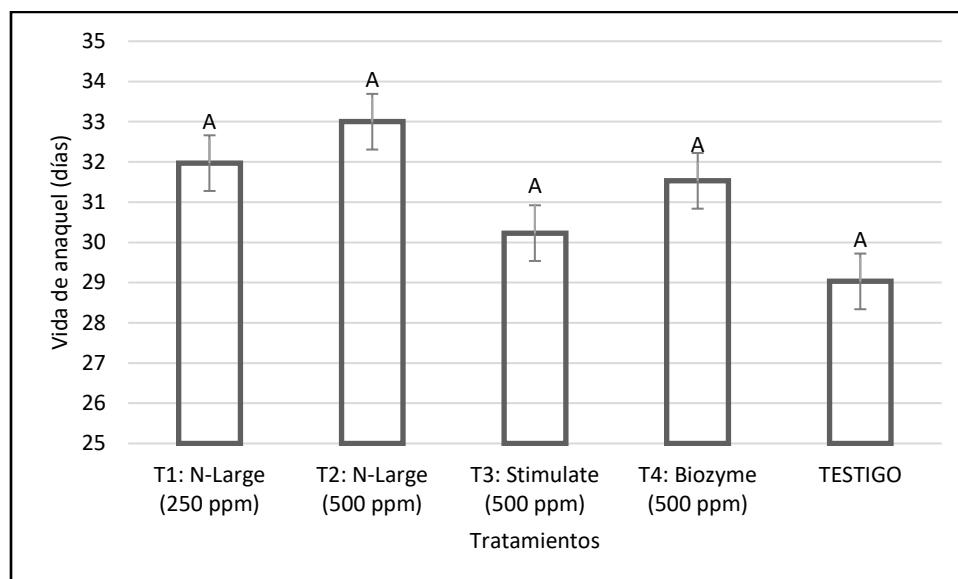


Figura 14. Efecto de diferentes fitorreguladores aplicados semanalmente mediante aspersión foliar (ml L^{-1}) sobre la vida de anaquel de la planta de gladiola (*Gladiolus* spp.) variedad Roja Borrega. Los tratamientos fueron: (T1= 0.5 ml L^{-1} N-Large, T2= 1 ml L^{-1} N-Large, T3= 1 ml L^{-1} Stimulate, T4= 1 ml L^{-1} Biozyme, Testigo= sin aplicación). Los valores representan la media y el error estándar. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Según González y Parra (2019) la vida de anaquel de una flor de corte representa un indicador clave de calidad y competitividad comercial, al determinar el tiempo durante el cual conserva sus atributos estéticos y frescura desde la cosecha hasta el consumidor final, por su parte, el AG₃ actúa generalmente como un antagonista o retardante de los efectos del etileno (asociado especialmente en procesos de maduración y senescencia floral), reduciendo la producción del mismo.

De acuerdo a la Figura 15, podemos observar que, aunque no hay diferencias estadísticas, se logran apreciar diferencias numéricas entre tratamientos, logrando aumentar 4 días de vida de florero de la gladiola con la aplicación de N-Large a 500ppm respecto al testigo. Anjali Chandel *et al.*, (2023), reportaron que las aplicaciones de AG₃ mejoraron la longevidad de flores de cala, coincidiendo con los resultados en la diferencia de número de días mostrados en el presente trabajo, asumiendo que la aplicación de giberelinas en gladiola reduce el pico de producción de etileno, beneficiando el periodo de vida de florero.

Khokar *et al.*, (2017) comparten en su trabajo de investigación, la evaluación de aplicaciones de AG₃ en concentraciones de 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm y 150 ppm en *Rosa hybrida*, mostrando en sus resultados un aumento de la vida de florero de 2 a 3 días, de las plantas tratadas con la dosis de 100 ppm de AG₃. El-Khayat *et al.*, (2018) comparten la evaluación de aplicaciones de AG₃ en concentraciones de 50 ppm, 100 ppm y 200 ppm en gladiola, en sus resultados observaron que el tratamiento a 100 ppm aumento de 6 a 9 días la vida en florero, mejorando consigo la apertura de floretes, permitiendo tener a disponibilidad una espiga comercial por más tiempo. Banerjee *et al.*, (2018) evaluaron aplicaciones de AG₃ en concentraciones de 25 ppm, 50 ppm y 75 ppm en *Gerbera jamesonii*, observando en sus resultados un aumento en el periodo de vida de florero de 2 a 4 días con respecto al testigo. Lima *et al.*, (2020) evaluaron la aplicación de AG₃ en concentraciones de 0 ppm, 50 ppm y 100 ppm en *Alstroemeria hybrida*, los resultados mostraron un aumento de 3 a 4 días en la vida de florero con el tratamiento de 100 ppm, concluyendo en que el tratamiento con AG₃ mejora los procesos fisiológicos que impactan en la etapa de postcosecha.

CORRELACIONES

La matriz de correlación de Pearson permitió identificar el grado de asociación lineal entre las variables morfológicas, fisiológicas y de poscosecha evaluadas en las plantas de *Gladiolus spp.* En general, las correlaciones significativas evidencian relaciones funcionales entre el crecimiento vegetativo, el desarrollo floral y la longevidad poscosecha.

Tabla 11. Síntesis del análisis de varianza estadística (datos obtenidos a través del software estadístico InfoStat, comparando las medias mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Variables	Altura de la planta (m)	Diámetro de tallo (mm)	Hojas (#)	Clorofila (SPAD)	Botones florales por espiga (#)	Apertura floral (%)	Largo de flor (mm)	Peso fresco de flor (g)	Peso seco de flor (g)	Apertura de la espiga floral (%)	Vida de anaquel (días)
Altura de la planta (m)	1.00	0.07	0.70	0.12	0.00	0.13	0.05	0.01	0.04	0.69	0.02
Diámetro de tallo (mm)	0.48	1.00	0.83	0.30	0.00	0.89	0.39	0.25	0.60	0.87	0.36
Hojas (#)	0.11	-0.06	1.00	0.86	0.47	0.73	0.87	0.23	0.24	0.67	0.37
Clorofila (SPAD)	0.42	0.28	-0.05	1.00	0.10	0.50	0.96	0.99	0.48	0.26	0.32
Botones florales por espiga (#)	0.75**	.73**	0.20	0.44	1.00	0.11	0.74	0.03	0.18	0.81	0.04
Apertura floral (%)	0.40	0.04	0.10	0.19	0.43	1.00	0.64	0.12	0.07	0.96	0.10
Largo de flor (mm)	-0.51*	0.24	0.05	0.01	-0.09	-0.13	1.00	0.03	0.07	0.42	0.79
Peso fresco de flor (g)	0.64**	0.31	0.33	0.00	0.55*	0.42	-0.55*	1.00	0.00	0.66	0.28
Peso seco de flor (g)	0.55*	0.15	0.32	-0.20	0.37	0.48	-0.48	0.81**	1.00	0.65	0.27
Apertura de la espiga floral (%)	0.11	0.04	0.12	-0.31	-0.07	-0.02	-0.22	0.12	0.13	1.00	0.41
Vida de anaquel (días)	0.57*	0.26	0.25	0.28	0.53*	0.44	-0.08	0.30	0.31	-0.23	1.00

Elaboración propia

La altura de la planta presentó una correlación positiva significativa con el número de botones florales por espiga ($r = 0.75^{**}$), lo que indica que un mayor crecimiento vegetativo estuvo asociado a un incremento en la capacidad reproductiva. Este comportamiento ha sido descrito en cultivos de flores de corte donde plantas más vigorosas tienden a desarrollar estructuras florales más numerosas y de mayor calidad. La ausencia de correlaciones negativas relevantes sugiere que la altura no afectó negativamente otras variables agronómicas, sino que se relacionó predominantemente con indicadores de rendimiento floral. El diámetro del tallo mostró una correlación positiva y significativa con el número de botones florales por espiga ($r = 0.73^{**}$). Esto indica un posible mecanismo compensatorio en la asignación de recursos: las espigas que desarrollaron mayor número de botones presentaron tallos más gruesos, un comportamiento común en especies ornamentales donde

la planta prioriza el desarrollo floral. El número de hojas no mostró correlaciones significativas con las variables evaluadas, lo cual sugiere que, bajo las condiciones del presente estudio, este parámetro no estuvo directamente relacionado con la morfología floral o la calidad poscosecha. La estabilidad de esta variable podría deberse a que el número de hojas es un carácter más dependiente de factores genéticos que del manejo agronómico o de los tratamientos aplicados. Ambas variables presentaron una alta correlación positiva entre sí ($r = 0.81^{**}$), lo cual confirma la coherencia biométrica del desarrollo floral: flores con mayor peso fresco tendieron a presentar mayor peso seco. Esta consistencia indica que el contenido de agua y el crecimiento estructural aumentaron de forma paralela. Además, estas variables se relacionaron significativamente con otras variables de importancia productiva, como la vida de anaquel.

5. Conclusiones

La aplicación de ácido giberélico (AG_3) a concentraciones de 250 ppm y 500 ppm no generó diferencias estadísticamente significativas (Tukey, $P \leq 0.05$) en las variables agronómicas evaluadas en gladiola, bajo las condiciones del presente estudio. Esto indica que las dosis y momento de aplicación utilizados no provocaron una respuesta fisiológica evidente en el cultivo.

La ausencia de efecto significativo podría atribuirse al estado fenológico al momento de la aplicación, a la variabilidad genética del material vegetal o a las condiciones ambientales presentes durante el experimento. Así mismo, es posible que la planta haya presentado niveles endógenos suficientes de giberelinas, lo que habría limitado la respuesta al regulador aplicado.

En consecuencia, se concluye que, en las condiciones evaluadas, la aplicación AG_3 no mejora de manera significativa las características agronómicas ni la calidad comercial de la gladiola. Se recomienda evaluar diferentes dosis, momentos de aplicación e interacción con otros factores de manejo con el fin de terminar con mayor precisión la respuesta del cultivo a las giberelinas.

6. Literatura citada

- ❖ Ahmad, I., Dole, J. M., & Carlson, A. S. (2021). Plant growth regulators in floriculture: physiological and commercial perspectives. *Horticulturae*, 7(9), 1–15. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/horticulturae7090298>
- ❖ Arteaga, R., Colinas, M. T., y Valdez, R. (2020). Reguladores de crecimiento vegetal y su aplicación en la producción ornamental. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(6), 1271-1284. Disponible en: <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2495>
- ❖ Arysta LifeScience México. (2018). Soluciones para la agricultura en México. Documento institucional.
- ❖ Arysta LifeScience. (2017). About Arysta LifeScience. Disponible en: <https://www.arystalifescience.com>
- ❖ Bahamonde, P. (2006). Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre híbridos de cala (*Zantedeschia spp*). Tesis de licenciatura en Agronomía. *Universidad Austral De Chile*, Facultad de Ciencias Agrarias. 60p.
- ❖ Banerjee, A., Datta, S. K., y Mandal, T. (2018). Influence of gibberellic acid on postharvest longevity of *Gerbera jamesonii*. *Journal of Applied and Natural Science*, 10(2), 628–633. Disponible en: <https://journals.ansfoundation.org/index.php/jans/article/view/1780>
- ❖ Calfuman, F. (2012). Efecto de la aplicación de AG4+7 (ácido giberélico) en una variedad de *Lilium* Híbrido LA, establecido bajo condiciones de invernadero en la región de la araucanía. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. *Universidad de la frontera*. 62-68p. Disponible en: <https://bibliotecadigital.ufro.cl/v2/files/original/4918c8f53255c82294f9ef254ad00c75e13a26f7.pdf>
- ❖ Chandel, A., Thakur, M., Rakwal, A., Chauhan, S., & Bhargava, B. (2023). Exogenous applications of gibberellic acid modulate the growth, flowering and longevity of calla lily (*Zantedeschia aethiopica*). *Heliyon*, 9(5), e16319. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16319>

- ❖ Córdova, M., Chávez, L., y Fernández, R. (2020). Manejo agroecológico del cultivo de gladiolo en climas templados. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 14(2), 115–123. Disponible en: <https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i2.11243>
- ❖ El-Khayat, A., y Shalaby, M. (2018). Response of *Gladiolus grandiflorus* to gibberellic acid and zinc foliar spray. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 10(1), 1–9. Disponible en: [https://idosi.org/jhsop/10\(1\)18/1.pdf](https://idosi.org/jhsop/10(1)18/1.pdf)
- ❖ FAO. (2018). Guía técnica para el manejo de plagas en cultivos ornamentales. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Disponible en: <https://www.fao.org/>
- ❖ FAO. (2023). Producción sostenible de flores de corte: guía técnica. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Disponible en: <http://www.fao.org>
- ❖ Flores-Nava, A., Hernández, L., y Ruiz, M. (2021). Panorama de la floricultura en México: desafíos y oportunidades. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 15(2), 335-347. Disponible en: <https://doi.org/10.17584/rcch.2021v15i2.12541>
- ❖ Galarza, M. (2024). Evaluación de Giberelinas para la elongación de tallo en Col Ornamental (*Brassica oleracea*). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Agropecuarias. *Universidad Técnica de Ambato*. 30-33p. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/520a16e2-b04c-48ed-886b-2a21eb89b652/content>
- ❖ García, L., y López, M. (2020). Manejo agronómico de flores ornamentales: el caso de la gladiola. *Editorial Agrovisión*.
- ❖ García, L., y Paredes, A. (2018). Efecto del compost en el crecimiento de gladiolo (*Gladiolus spp.*) en suelos volcánicos de Ecuador. *Revista Agropecuaria del Ecuador*, 9(1), 45–52.
- ❖ García, M. y Pérez, L. (2021). Morfología y fisiología floral en especies ornamentales del género *Gladiolus*. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 15(2), 55–67. Disponible en: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/cien_hort
- ❖ García-López, J., Hernández, M., & Pérez, A. (2019). Eficiencia del nitrógeno foliar en maíz mediante fertilizantes líquidos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(6), 1345–1356. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx>

- ❖ Goldblatt, P., y Manning, J. C. (2018). The Iris Family: Natural History & Classification. *Timber Press*.
- ❖ Gómez, M., y Salinas, J. (2019). Prácticas culturales para la producción de flores de corte: Gladiolo como caso de estudio. *Revista Mexicana de Floricultura*, 7(3), 211–219.
- ❖ González, H., y López, A. (2019). Plagas y enfermedades en cultivos ornamentales: Diagnóstico y control. *Universidad Nacional Autónoma de México*. Disponible en: <https://repositorio.unam.mx/>
- ❖ González, M., y Parra, J. (2019). Uso de reguladores de crecimiento vegetal en cultivos agrícolas: una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 13(1), 87–95. Disponible en: <https://doi.org/10.17584/rcch.2019v13i1.11255>
- ❖ González-Hernández, M., Torres-López, M., y Pérez-Mendoza, J. (2020). Efecto del ácido giberélico sobre el contenido de clorofila y crecimiento en *Petunia hybrida*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(4), 857–868. Disponible en: <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/2383>
- ❖ González-Rodríguez, A., y Castro, R. (2019). Uso de inhibidores de crecimiento en plantas ornamentales: avances y perspectivas. *Agrociencia*, 53(4), 569-582. Disponible en: <https://www.agrociencia-colpos.mx>
- ❖ INIFAP. (2022). Diagnóstico y manejo de enfermedades en cultivos florícolas. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias*.
- ❖ Kumar, R., Singh, A., y Mehta, P. (2019). Effect of gibberellic acid on growth, flowering and chlorophyll content in *Chrysanthemum morifolium*. *International Journal of Chemical Studies*, 7(3), 2335–2339. Disponible en: <https://www.chemijournal.com/archives/2019/vol7issue3/PartZ/7-3-417-497.pdf>
- ❖ Kumar, R., Singh, P., & Choudhary, M. (2019). Effect of plant growth regulators on growth and flowering of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.). *International Journal of Chemical Studies*, 7(3), 2451–2455.
- ❖ Kumar, R., Singh, R., & Yadav, A. (2019). Effect of plant growth regulators on chlorophyll content and growth of ornamental plants. *International Journal of Chemical Studies*, 7(3), 1021–1026.

- ❖ Lima, J. D., Silva, J. M., y Tavares, A. (2020). Gibberellic acid delays senescence and improves vase life of *Alstroemeria* cut flowers. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 42, e42456. Disponible en: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/42456>
- ❖ López-Castañeda, J., Martínez-Ramos, M., y Díaz-Rivera, C. (2020). Efecto del ácido giberélico en el crecimiento y calidad de flor de *Gladiolus grandiflorus* L. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(5), 1061–1072. Disponible en: <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/2451>
- ❖ Martínez, P., y Ramírez, J. (2018). Fisiología y requerimientos de cultivos florales en América Latina. *Universidad Nacional de Colombia*.
- ❖ Martínez, R., López, H., y Rivera, M. (2021). Sanidad vegetal en la producción de gladiolo: estrategias para el manejo integrado. *Agronomía Tropical*, 71(4), 377–386. Disponible en: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18367.18087>
- ❖ Martínez-Cruz, D., y Herrera-Cortés, J. (2021). Respuesta fisiológica de *Gerbera jamesonii* a la aplicación de ácido giberélico en condiciones de invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 27(3), 189–199. Disponible en: <https://chapingo.mx/revistas/horticultura/>
- ❖ Martínez-Gómez, A., Sánchez, P., y Torres, C. (2018). Desarrollo y calidad del escape floral de *Gladiolus* spp. bajo diferentes condiciones de cultivo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(3), 543–554. Disponible en: <https://revistas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas>
- ❖ Moreno-García, D., y Ruiz-Torres, C. (2022). Efectos del ácido giberélico sobre la fisiología foliar y pigmentos fotosintéticos en *Calendula officinalis*. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 16(2), 112–123. Disponible en: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/14293
- ❖ Obermeyer, A. A., y Dyer, R. A. (2020). "Taxonomic studies in the genus *Gladiolus*." *South African Journal of Botany*, 136, 12-25.
- ❖ Pandey, R., y Singh, V. (2019). Effect of gibberellic acid on growth and flowering attributes of *Gladiolus grandiflorus* L. *Journal of Pharmacognosy and*

- Phytochemistry*, 8(3), 2891–2895. Disponible en: <https://www.phytojournal.com/archives/2019/vol8issue3/PartAP/8-3-543-593.pdf>
- ❖ Pérez, R., Torres, F., y Gómez, A. (2019). "Influencia de la humedad en la producción de gladiolas en invernadero". *Revista de Horticultura y Floricultura*, 25(3), 45-60.
 - ❖ Ramírez-García, R., Flores-Magdaleno, H., & Sánchez-Cohen, I. (2020). Uso de bioestimulantes en el cultivo de frijol común. *Acta Agronómica*, 69(2), 156–164. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.com>
 - ❖ Ramírez-Pérez, C., Aguilar-Rodríguez, S., y López-Morales, J. (2021). Respuestas fisiológicas del clavel (*Dianthus caryophyllus*) a la aplicación de ácido giberélico. *Agrociencia*, 55(2), 223–235. Disponible en: <https://agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/2554>
 - ❖ Rani, P., & Singh, K. (2018). Role of plant growth regulators in ornamental crops: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), 1912–1916.
 - ❖ Reyes, E. (2020). Aplicación foliar de Ácido Giberélico (AG₃) y Bencilaminopurina (-BAP) en el crecimiento y vida postcosecha de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (RAF.) sin.) CV. Mariachi Blue para flor de corte. Tesis de maestría. *Universidad Autónoma Chapingo*. 38-60p. Disponible en: <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/c0cc9cbd-193a-4eee-8d6f-5baa1b7c69d7/content>
 - ❖ Reyes, M., (2018). Fitosanidad del Cultivo de Gladiolo (*Gladiolus* Spp) en el Estado de México. *Tesis de postgrado de Universidad Autónoma Del Estado De México*, 13-26.
 - ❖ Rodríguez, J., Morales, E., & Pacheco, I. (2021). Uso de bioestimulantes hormonales en hortalizas bajo invernadero. *Agronomía Colombiana*, 39(2), 214–222.
 - ❖ Ryu, H., Cho, H., y Kim, J. (2019). Physiological responses of plants to excessive gibberellin treatments under abiotic stress conditions. *Plant Physiology Reports*, 24(4), 512–523. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.594612>
 - ❖ SAGARPA. (2021). Guía técnica para el cultivo de gladiola en México. *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural*.
 - ❖ Salisbury, F. B., y Ross, C. W. (2018). Fisiología vegetal (5.^a ed.). México: *Cengage Learning*.

- ❖ Sánchez, R., y Castañeda, M. (2020). Manejo integrado de plagas en flores ornamentales. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 14(2), 215–230. Disponible en: <https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i2.11520>
- ❖ Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2022). Producción anual de gladiola en México. *Gobierno de México*. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap>
- ❖ SIAP. (2023). Estadísticas de producción agrícola en México. *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*.
- ❖ SIAP. (2023). Producción agrícola por cultivo en México. *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*.
- ❖ SIAP. (2023). Producción agrícola por cultivo. *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*.
- ❖ Singh, A., Kumar, J., & Pal, K. (2020). Influence of growth regulators on flowering and yield of gladiolus. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(4), 2380–2386. Disponible en: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.904.285>
- ❖ Singh, D., Sharma, S., y Kumar, R. (2018). Influence of gibberellic acid on flowering and fruit set in horticultural crops: A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(5), 2310–2320. Disponible en: <https://doi.org/10.5039/agraria.v16i3a9501>
- ❖ Stoller Group. (2021). Plant physiology and crop management. Documento corporativo institucional. Disponible en: <https://www.stollerusa.com>
- ❖ Stoller México. (2022). Quiénes somos y soluciones para la agricultura mexicana. Disponible en: <https://www.stollermexico.com>
- ❖ Suárez, M., Hernández, L., y Rodríguez, J. (2021). Efectos del etileno y sus inhibidores en la poscosecha de flores de corte. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 15(2), 312-325. Disponible en: <https://doi.org/10.17584/rcch.2021v15i2.12542>
- ❖ Taiz, L. y Zeiger, E. (2010). Fisiología vegetal. *Asociados Sinauer*.
- ❖ Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., y Murphy, A. (2017). Fisiología y desarrollo vegetal (6.ª ed.). *Sunderland, MA: Sinauer Associates*.

- ❖ Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., y Murphy, A. (2018). Fisiología vegetal (6.^a ed.). *Barcelona: Elsevier*. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=Q6xDDwAAQBAJ>
- ❖ Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., y Murphy, A. (2022). Fisiología y desarrollo vegetal (7.^a ed.). *Madrid: Ed. Reverté*. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40502-019-00470-z>
- ❖ Viasus-Quintero, G., Álvarez-Herrera, J., y Alvarado-Sanabrio, O. (2013). Efecto de la aplicación de giberelinas y 6-Bencilaminopurina en la producción y calidad de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*). *En Bioagro* (volumen 25, numero 3).
- ❖ Vibrans (2009). Gladiolus x hortalanus. Malezas de México. *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)*. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/iridaceae/gladiolus-x-hortulanus/fichas/ficha.htm#9.%20Referencias>
- ❖ WCSP (World Checklist of Selected Plant Families). (2024). Gladiolus spp. *Royal Botanic Gardens, Kew*.
- ❖ Zambrano, J., y Herrera, D. (2020). Fitohormonas y su aplicación agrícola en ambientes tropicales. *Revista Agropecuaria Científica en la Amazonía*, 4(2), 33–41. Disponible en: <https://doi.org/10.32719/26312662.2020.4.2.5>
- ❖ Zapata, M., y López, C. (2023). Reguladores de crecimiento: herramientas para la sostenibilidad en floricultura. *Agronomía Colombiana*, 41(1), 55-66. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v41n1.103245>

ANEXOS

Nueva tabla : 26/09/2025 - 04:45:41 a.m. - [Versión : 17/11/2016]

Análisis de la varianza

Altura (m)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura (m)	15	0.40	0.00	7.73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.03	6	0.01	0.91	0.5342
Bloque	0.01	2	0.01	1.18	0.3546
Tratamiento	0.02	4	4.6E-03	0.77	0.5745
Error	0.05	8	0.01		
Total	0.08	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.21910

Error: 0.0060 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
4.00	1.06	3	0.04 A
1.00	1.02	3	0.04 A
2.00	1.00	3	0.04 A
5.00	0.99	3	0.04 A
3.00	0.95	3	0.04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Diametro de tallo (mm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diametro de tallo (mm)	15	0.24	0.00	6.34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.01	6	1.9E-03	0.43	0.8434
Bloque	4.7E-03	2	2.4E-03	0.54	0.6027
Tratamiento	0.01	4	1.6E-03	0.37	0.8253
Error	0.03	8	4.4E-03		
Total	0.05	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18644

Error: 0.0044 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1.00	1.08	3	0.04 A
3.00	1.06	3	0.04 A
4.00	1.04	3	0.04 A
5.00	1.02	3	0.04 A
2.00	1.02	3	0.04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Hojas (#)

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Hojas (#)	15	0.36	0.00	3.86	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.28	6	0.05	0.74	0.6362
Bloque	0.14	2	0.07	1.11	0.3761
Tratamiento	0.14	4	0.04	0.55	0.7057
Error	0.51	8	0.06		
Total	0.80	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.71405

Error: 0.0641 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
4.00	6.67	3	0.15 A
2.00	6.67	3	0.15 A
5.00	6.58	3	0.15 A
1.00	6.49	3	0.15 A
3.00	6.42	3	0.15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Clorofila (SPAD)

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Clorofila (SPAD)	15	0.65	0.39	2.61	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	49.86	6	8.31	2.51	0.1143
Bloque	38.97	2	19.49	5.88	0.0269
Tratamiento	10.89	4	2.72	0.82	0.5465
Error	26.51	8	3.31		
Total	76.37	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.13496

Error: 3.3138 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2.00	71.06	3	1.05 A
1.00	70.22	3	1.05 A
5.00	69.63	3	1.05 A
4.00	69.04	3	1.05 A
3.00	68.67	3	1.05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Botones por espiga

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Botones por espiga	15	0.48	0.09	12.59	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15.47	6	2.58	1.24	0.3778
Bloque	10.60	2	5.30	2.55	0.1389
Tratamiento	4.86	4	1.22	0.59	0.6823
Error	16.61	8	2.08		
Total	32.08	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.06478

Error: 2.0765 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
4.00	12.07	3	0.83 A
1.00	12.00	3	0.83 A
5.00	11.40	3	0.83 A
2.00	11.27	3	0.83 A
3.00	10.50	3	0.83 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Apertura de flor (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Apertura de flor (%)	15	0.74	0.54	4.91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	386.83	6	64.47	3.71	0.0457
Bloque	199.39	2	99.69	5.74	0.0285
Tratamiento	187.45	4	46.86	2.70	0.1084
Error	139.05	8	17.38		
Total	525.88	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=11.76009

Error: 17.3812 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
4.00	89.11	3	2.41 A
2.00	87.69	3	2.41 A
1.00	85.16	3	2.41 A
5.00	83.61	3	2.41 A
3.00	78.97	3	2.41 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Largo de flor (mm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Largo de flor (mm)	15	0.21	0.00	6.60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	78.98	6	13.16	0.36	0.8845
Bloque	41.19	2	20.59	0.56	0.5897
Tratamiento	37.80	4	9.45	0.26	0.8962
Error	291.85	8	36.48		
Total	370.84	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=17.03762

Error: 36.4818 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
3.00	93.65	3	3.49 A
2.00	92.53	3	3.49 A
1.00	91.73	3	3.49 A
4.00	90.83	3	3.49 A
5.00	88.97	3	3.49 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Peso fresco de flor (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso fresco de flor (g)	15	0.69	0.46	16.78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	21.69	6	3.61	2.95	0.0797
Bloque	11.74	2	5.87	4.80	0.0428
Tratamiento	9.94	4	2.49	2.03	0.1828
Error	9.80	8	1.22		
Total	31.48	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.12125

Error: 1.2244 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1.00	7.54	3	0.64 A
4.00	7.20	3	0.64 A
2.00	6.62	3	0.64 A
5.00	6.44	3	0.64 A
3.00	5.17	3	0.64 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Peso seco de flor (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso seco de flor (g)	15	0.76	0.57	23.46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.38	6	0.06	4.12	0.0348
Bloque	0.19	2	0.10	6.23	0.0234
Tratamiento	0.19	4	0.05	3.06	0.0832
Error	0.12	8	0.02		
Total	0.50	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.35024

Error: 0.0154 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
4.00	0.71	3	0.07 A
2.00	0.59	3	0.07 A
1.00	0.50	3	0.07 A
5.00	0.48	3	0.07 A

3.00 0.37 3 0.07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Apertura de espiga (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Apertura de espiga (%)	15	0.60	0.30	6.30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	356.12	6	59.35	1.98	0.1830
Bloque	30.90	2	15.45	0.51	0.6162
Tratamiento	325.23	4	81.31	2.71	0.1074
Error	240.10	8	30.01		
Total	596.22	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=15.45327

Error: 30.0123 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
4.00	90.32	3	3.16 A
5.00	89.73	3	3.16 A
3.00	88.49	3	3.16 A
1.00	88.46	3	3.16 A
2.00	77.75	3	3.16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Vida de anaquel (días)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vida de anaquel (días)	15	0.69	0.46	5.15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	46.54	6	7.76	3.01	0.0759
Bloque	17.87	2	8.93	3.47	0.0821
Tratamiento	28.67	4	7.17	2.79	0.1015
Error	20.58	8	2.57		
Total	67.12	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.52442

Error: 2.5727 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2.00	33.00	3	0.93 A
1.00	31.97	3	0.93 A
4.00	31.53	3	0.93 A
3.00	30.23	3	0.93 A
5.00	29.03	3	0.93 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)