

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



**EVALUACIÓN DE LA FLORACIÓN EN LA ESPECIE CONOCIDA
COMO PENSAMIENTO
(*VIOLA X WITTROCKIANA* GAMS: VIOLACEAE)**

Por:

FERNANDO RAMÍREZ GAYTÁN

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Evaluación de la Floración en la especie conocida como
Pensamiento (*Viola x wittrockiana* Gams: Violaceae)

POR:

FERNANDO RAMÍREZ GAYTÁN

TESIS

Que somete a la consideración del Jurado Examinador como requisito para
obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:

Dr. José Antonio González Fuentes

Director de tesis

Asesor

Dr. Juan Antonio Encina Domínguez

Asesor

Dr. José Antonio Hernández Herrera

Coordinador de la División de Ciencia Animal

M.C. Pedro Carrillo López



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2025

DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir la verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los aspectos siguientes. Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin utilizar comillas; utilizar 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 esto materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

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



Fernando Ramírez Gaytán

AGRADECIMIENTOS

A mis **padres**, por todo su apoyo en todo momento durante mi trayecto en esta experiencia tan completa y enriquecedora de emociones y conocimientos. Por su esfuerzo realizado para brindarme la oportunidad de mi formación. Este logro lo es también de ustedes, la fuerza y dedicación para lograrlo fue su apoyo.

A **Regina Montserrat Iracheta Magallanes**, por ser uno de mis mayores soportes emocionales durante este proceso. Gracias por tu paciencia infinita, por creer en mí, y por estar siempre a mi lado, brindándome tu amor.

A mi Alma Mater la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por acogerme en sus instalaciones y brindarme la oportunidad de vivir una experiencia única y enriquecedora de todos los ámbitos durante la carrera.

A todo el personal académico del departamento de Ciencias Animal, por compartir su conocimiento académico y su sabiduría de la vida. Sin su disposición y confianza, este logro no habría sido posible.

A los docentes que conforman parte del jurado revisor de la presente investigación, especialmente a:

Dr. José Antonio González Fuentes, por su interés y confianza en esta investigación.

Dr. Juan Antonio Encina Domínguez, por su sabiduría, consejos y conocimientos compartidos.

Dr. José Antonio Hernández Herrera, por su paciencia y consejos a lo largo de esta investigación.

A mis mejores amigas, **María Fernanda Pérez Rivera** y **Lucía Rodríguez Olvera**, gracias por ser una fuente inagotable de apoyo, alegría y motivación a lo largo de este camino. Su confianza, consejos sinceros y las risas que compartimos me han ayudado a superar los momentos más difíciles y a disfrutar de cada paso de este proceso. Las valoro inmensamente.

ÍNDICE GENERAL

I.1.	Objetivo general.....	4
I.2.	Objetivos particulares	4
I.3.	Hipótesis	4
II.1.	Cultivo de flores en México	5
II.2.	Flores para consumo humano	5
II.3.	Cultivo de Viola x wittrockiana Gams.....	6
II.4.	Floración	7
II.5.	Bioestimulantes	7
II.5.1.	Nitrógeno (N)	8
II.5.2.	Calcio (Ca).....	8
II.5.3.	Potasio (K).....	8
II.5.4.	Ácido salicílico	9
II.5.5.	Ácido glutámico	9
II.5.6.	Peróxido de hidrógeno.....	10
III.1.	Área de experimentación	12
III.2.	Descripción de tratamientos	14
III.2.1.	Descripción general de las sustancias utilizadas en los tratamientos:..	14
III.2.1.1.	Testigo absoluto (Agua).....	14
III.2.1.2.	Nitrato de calcio.....	14
III.2.1.3.	Nitrato de potasio.	14
III.2.1.4.	Ácido salicílico.	14
III.2.1.5.	Ácido glutámico.	15
III.2.1.6.	Peróxido de hidrógeno 50%.	15
III.3.	Variables	16
III.3.1.	Días para floración.....	16
III.3.2.	Número y diámetro de flores	17
III.3.3.	Altura y diámetro de planta	16

III.3.4.	Peso fresco y seco de flores.....	17
III.3.5.	Peso fresco y seco de planta y volumen de raíz	17
III.4.	Análisis estadístico	17
IV.1.	Altura y diámetro de las plantas.....	18
IV.2.	Días para floración.....	20
IV.3.	Numero de flores	22
IV.4.	Tamaño de flores	24
IV.5.	Peso fresco y peso seco de las flores.....	26
IV.6.	Peso fresco y seco de follaje	28
IV.7.	Peso fresco y seco de raíz.....	29
IV.8.	Volumen de raíz.....	29

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Solución Steiner modificada utilizada para el cultivo Viola x wittrockian Gams establecidas al aire libre.	13
Cuadro 2.	Tratamientos y concentraciones	16
Cuadro 3.	Media y desviación estándar obtenidas del ANOVA para la variable altura de planta. 18	
Cuadro 4.	Media y desviación estándar obtenidas del ANOVA para la variable Diámetro final de las plantas.	19
Cuadro 5.	Media y desviación estándar obtenidas del ANOVA para la variable Días para floración de las plantas.	21
Cuadro 6.	Media y desviación estándar obtenido del ANOVA para la variable número de flores.	23
Cuadro 7.	Medias y desviación estándar obtenidas del ANOVA para la variable tamaño de flor.	25
Cuadro 8.	Medias y desviación estándar obtenidas del ANOVA para la variable peso fresco de flor.....	27
Cuadro 9.	Medias y desviación estándar obtenidas del ANOVA para la variable peso seco de flor. 27	
Cuadro 10.	Media y desviación estándar obtenidas del ANOVA para la variable peso fresco de follaje	45
Cuadro 11.	Media y desviación estándar obtenidas del análisis de diferencia mínima significativa (DMS) para la variable peso seco de follaje.	45
Cuadro 12.	Medias y desviación estándar obtenidas del análisis de diferencia mínima significativa (DMS) para la variable peso fresco de raíz	46
Cuadro 13.	Medias y desviación estándar obtenidas del análisis de diferencia mínima significativa (DMS) para la variable peso seco de raíz.....	46

Cuadro 14. Medias y desviación estándar obtenidas del análisis de diferencia mínima significativa (DMS) para la variable volumen de raíz. 47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Temperaturas promedio mensuales en 2024 en León, Guanajuato, México	13
Figura 2.	Intervalos de la altura alcanzada con un intervalo de confianza del 95%.	20
Figura 3.	Intervalos del diámetro final de las plantas.....	20
Figura 4.	Intervalos de días necesarios para la floración con un intervalo de confianza del 95%.....	22
Figura 5.	Dispersión de número de flores.....	24
Figura 6.	Dispersión entre las variables tamaño de flores y numero de flores.	25
Figura 7.	Comparación entre las medias obtenidas para peso fresco y peso seco.	26
Figura 8.	Comparación entre las medias obtenidas para peso fresco y peso seco de follaje.	28

ÍNDICE DE ANEXO DE ANOVAS Y DMS

Anexo 1.	Media y desviación estándar obtenidas del ANOVA para la variable peso fresco de follaje	45
Anexo 2.	Media y desviación estándar obtenidas del análisis de diferencia mínima significativa (DMS) para la variable peso seco de follaje.	45
Anexo 3.	Medias y desviación estándar obtenidas del análisis de diferencia mínima significativa (DMS) para la variable peso fresco de raíz	46
Anexo 4.	Medias y desviación estándar obtenidas del análisis de diferencia mínima significativa (DMS) para la variable peso seco de raíz.....	46
Anexo 5.	Medias y desviación estándar obtenidas del análisis de diferencia mínima significativa (DMS) para la variable volumen de raíz.	47

RESUMEN

La floración es el proceso fisiológico más importante en las flores ornamentales y de corte, ya que determina su valor comercial. Por ello, sincronizar y controlar este proceso puede mejorar tanto la producción como la comercialización en las flores para consumo humano. Se evaluó el efecto de diferentes tratamientos sobre la floración del Pensamiento *Viola x wittrockiana* Gams. Se utilizó un diseño completamente al azar con seis repeticiones, aplicando un tratamiento por planta (n=16 tratamientos). Los tratamientos fueron por aspersión foliar durante la fase de floración, con ocho aplicaciones semanales. Se emplearon distintas dosis de nitrato de calcio, nitrato de potasio, ácido glutámico, ácido salicílico y peróxido de hidrógeno. Los tratamientos mostraron efectos el crecimiento de las flores. El nitrato de calcio a 15 g/L redujo el diámetro (24.33 ± 3.56 cm) y la altura de la planta (10.48 ± 1.89 cm), así como el tamaño (4.57 ± 1.38 cm) y el peso fresco de la flor (0.48 ± 0.12 g). Sin embargo, incrementó el número de flores (6.37 ± 2.76) y prolongó el periodo de floración (11.33 ± 1.51 días). En contraste, la dosis intermedia de 10 g/L mejoró el peso fresco (90.7 ± 19.21 g) y seco de raíces (22.83 ± 15.84 g), además del volumen radicular (166.7 ± 98.3 cm³), lo que sugiere una respuesta dependiente de la concentración. Por su parte, el ácido glutámico a 500 ppm indujo una floración más temprana (11.00 ± 2.37 días), mientras que el peróxido de hidrógeno la retrasó (15.50 ± 2.81 días). El ácido salicílico incrementó el peso de la flor (0.78 ± 0.14 g), aunque sin diferencias significativas respecto al testigo (0.69 ± 0.20 g). Los resultados nos indican que los tratamientos aplicados ejercieron efectos en diversos aspectos de la floración y el desarrollo vegetativo de las flores de pensamiento.

Palabras clave: Bioestimulantes, floración, flores comestibles

I. INTRODUCCIÓN

En diferentes culturas las flores se han consumido por el ser humano desde la antigüedad, como productos medicinales o funcionales con algunos efectos beneficiosos para la salud. El consumo y la demanda han aumentado, y sus usos han cambiado, ahora se incorporan como ingredientes en preparaciones culinarias en lugar de ser utilizados para la decoración (Lara-Cortés et al., 2013; Mlcek y Rop, 2011; González-Barrio, 2018).

La inducción de la floración en plantas ornamentales permite controlar y sincronizar este proceso fisiológico, optimizando la producción y comercialización. Además, facilita la adaptación de las especies y su floración a las demandas y preferencias del mercado (Azcón-Bieto y Talón, 2008; Loyola y Guzmán, 2009).

La floración es crucial en el desarrollo vegetativo, marcando el inicio de la fase reproductiva. En esta etapa, la planta acumula nutrientes y reservas energéticas para la diferenciación floral. Las plantas han evolucionado para inducir la floración en periodos favorables, respondiendo a estímulos como la vernalización y el fotoperiodo, lo que asegura su reproducción y supervivencia, incluso bajo condiciones de estrés (Azcón-Bieto y Talón, 2008). Desde una perspectiva epigenética, la floración es regulada por estímulos endógenos (hormonales) y exógenos (temperatura). La regulación hormonal, la señalización celular y la homeostasis son clave para este proceso en las plantas (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

La producción de flores de corte deriva de la calidad, la cual está influenciada por factores como forma, color, calidad sanitaria, senescencia de las flores y condiciones abióticas, como variaciones en temperatura e intensidad de luz solar (Loyola y Guzmán, 2009). Estos factores limitan la producción según la demanda del mercado y afectan la calidad, tamaño y cantidad de las flores.

Se han realizado investigaciones del efecto de la temperatura y la luz en el crecimiento vegetativo de *Viola x wittrockiana* cv. Universal Violet en condiciones controladas de invernadero. Se registró el peso seco del brote y el número de hojas, y el modelo desarrollado explicó el 94% de la variabilidad en la tasa de crecimiento (Adams et al., 1997).

Un estudio sobre el efecto del selenio aplicado vía foliar o al suelo en plantas de pensamiento (*Viola x wittrockiana* Gams) bajo estrés por salinidad demostró que la aplicación foliar mejoró significativamente el crecimiento, la salud y la tolerancia al estrés salino. (Javadi et al., 2020). En 2023, se evaluó el efecto del ácido giberélico (GA₃) en el crecimiento, floración y rendimiento de *Viola x wittrockiana* Gams. La aplicación foliar de 300 ppm mostró los mejores resultados, mejorando significativamente la mayoría de los parámetros evaluados (Sharma et al., 2023).

Actualmente, se buscan alternativas para optimizar la producción de flores. Entre ellas, se emplean productos agrícolas que actúan como inductores de floración; sin embargo, muchos de estos son costosos, de difícil acceso y no siempre cumplen su propósito.

Con esta se conocerán los mecanismos fisiológicos y bioquímicos que regulan la floración, así como la interacción de las hormonas con distintos tratamientos aplicados a la planta. Por lo anterior, se Contribuirá a mejorar las técnicas de cultivo y el desarrollo de nuevas estrategias para el mejoramiento de plantas ornamentales. Asimismo, el estudio beneficiará a los productores y a la industria de la floricultura al proporcionar información sobre prácticas agrícolas óptimas y el uso eficiente de los recursos disponibles. Esto facilitaría una producción sostenible y de alta calidad, capaz de satisfacer la demanda del mercado y maximizar los ingresos.

I.1.Objetivo general

Evaluar la floración con técnicas de inducción controlada para adelantar su inicio y reducir el tiempo necesario para que la planta florezca y maximizar los parámetros productivos por planta, como el número de flores, calidad de la flor y duración del ciclo productivo de flores.

I.2.Objetivos particulares

Evaluar la duración de la etapa de floración para obtener un ciclo más productivo y responder a la demanda del mercado mediante técnicas de inducción y manejo agronómico, optimizando el ciclo de desarrollo de la planta.

Extender el periodo reproductivo de la planta a más de 2 meses, asegurando que mantenga una condición saludable y un alto rendimiento durante este tiempo.

Maximizar el tamaño y la cantidad de flores por planta, implementando prácticas de cultivo que favorezcan el desarrollo floral y aumenten la eficiencia productiva.

I.3.Hipótesis

Los tratamientos aplicados tendrán un efecto significativo en la mejora de la floración de la planta de pensamiento (*Viola x wittrockiana* Gams).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

II.1. Cultivo de flores en México

La floricultura es una actividad con gran prospecto de crecimiento en el mundo junto con el desarrollo económico de los países (Laval et al., 2001). Beneficia a los países en desarrollo, los cuales han incrementado su participación en el mercado gracias al bajo costo de mano de obra, tierra y sus condiciones ambientales favorables (Laval et al., 2001). El principal proveedor de flores de corte de Estados Unidos de América (EUA) son Colombia, Ecuador, Costa Rica y México (Laval et al., 2001). El mercado de floricultura en México tiene un gran potencial de crecimiento debido a factores como la abundante mano de obra, la diversidad climática, un amplio mercado interno y la cercanía con Estados Unidos de América, uno de los mayores consumidores a nivel mundial. Aunque el mercado interno es extenso, la baja exigencia de calidad no incentiva a los productores a mejorar sus estándares. Este potencial no ha sido explotado al mismo nivel que en países sudamericanos como Colombia y Ecuador, líderes en exportación de flores (Tejada-Sartorius y Arévalo-Galarza, 2012).

II.2. Flores para consumo humano

Los registros históricos revelan que culturas como la romana, china, del medio oriente e india ya incorporaban flores en su gastronomía. Durante el reinado de la reina Victoria, se utilizaron las flores comestibles, una tendencia que también se extendió por América del Norte y Europa (Newman y O'Connor, 2013). Las flores comestibles han formado parte de la dieta humana en diversas culturas a través de la historia. Su uso en la gastronomía ha aumentado debido a que mejoran la apariencia, el sabor y el valor estético de los platillos. Sin embargo, los consumidores están interesados en el aporte nutricional y los beneficios para la salud de los alimentos. Esto ha impulsado diversos estudios para explorar las contribuciones y beneficios que las flores comestibles pueden ofrecer al bienestar humano (Fernandes *et al.*, 2017).

II.3. Cultivo de *Viola x wittrockiana* Gams

La familia de las Violáceas (Violaceae) comprende una riqueza de especies, que incluye hierbas de tamaño mediano, arbustos, lianas, arbolillos y árboles; abarcando 22 géneros y hasta 930 especies (Feng, 2005). Está distribuida a nivel global, sin embargo, la mayoría de sus géneros son de afinidad tropical y suelen estar restringidos en continentes específicos. No obstante, los tres géneros más amplios, *Viola*, *Rinorea* e *Hybanthus*, son una excepción a esta tendencia (Feng, 2005).

Las plantas denominadas pensamientos presentan una gran diversidad de formas y fueron estudiados desde sus inicios por Wittrock en 1897. Sin embargo, su sistema complejo de razas no perduró mucho tiempo (Elven, 2007). El pensamiento común (*V. tricolor*) es una planta anual, bienal o perenne, con flores de 2-3 cm y tonalidades violetas, amarillentas o parcialmente coloreadas. Esta especie se distribuye por toda Europa, extendiéndose hacia Asia menor y el Himalaya. (Elven, 2007; Jacobs y Moore, 1972). De acuerdo con Wittrock, las especies *Viola tricolor* y *V. lutea*, y en menor medida *V. altaica*, así como posiblemente otras especies de la sección Melanium, contribuyeron a la formación de este grupo híbrido. Wittrock optó por no asignar un nombre binomial específico a este grupo, al cual estudió detalladamente, y en su lugar lo denominó *Violae x hortenses grandiflorae*. Esto se debía a que consideraba que el grupo consistía en un conjunto de formas dispares, lo que impedía un nombramiento binomial. Además, quería enfatizar la participación de varias especies en su formación (Jacobs y Moore, 1972; Nauenburg y Buttler, 2007). Helmut Gams, en su trabajo sobre las Violaceae en el HEGI (1925), introdujo el nombre *V. wittrockiana* en reconocimiento a los méritos de Wittrock. (Nauenburg y Buttler, 2007).

El pensamiento tiene un sabor dulce, con notas herbáceas y un toque perfumado. Sus pétalos son de sabor suave, mientras que la flor completa presenta un sabor similar a la *gaulteria*. Posee propiedades antiinflamatorias y ayuda a tratar dolencias respiratorias. Las flores pueden utilizarse en guarniciones, ensaladas y demás de infusiones. Además, se emplea en fitoterapia y para el tratamiento de enfermedades de la piel (Jauron y Naeve, 2013).

II.4. Floración

La floración marca la transición del desarrollo vegetativo al estado reproductivo de la planta, con el objetivo de generar descendencia que asegure la especie. Para las angiospermas, este cambio representa la fase más crucial de su ciclo de vida, ya que también da inicio a su senescencia y, eventualmente, a su muerte. Este proceso reproductivo se activa cuando los meristemas reciben señales exógenas o endógenas, lo que desencadena la formación de las estructuras reproductivas de la flor: pétalos, sépalos, estambres y pistilos. (Guevara y Jiménez, 2006). La juvenilidad de las plantas es la etapa que controla el momento en su ciclo biológico que cambia su crecimiento vegetativo al reproductivo. En ciertos casos, la planta debe de alcanzar un desarrollo mínimo, conocido como madurez para florecer (Guevara y Jiménez, 2006).

II.5. Bioestimulantes

Los bioestimulantes, ya sean de origen natural o sintético, son elementos que benefician a las plantas al alterar sus procesos vitales y organizativos. Esto tiene como objetivo influir en el desarrollo vegetal mediante la modificación de la tolerancia a las tensiones abióticas, lo cual contribuye a mejorar tanto la calidad como la cantidad de los rendimientos (Kauffman et al., 2007; Ramawat y Bhardwaj, 2022). Reducen la necesidad de fertilizantes y aumentan los parámetros de crecimientos de la planta y la resistencia al estrés abiótico y biótico. Estos no son una fuente de nutrientes directamente, por lo que muchos de ellos no se consideran como fertilizantes (Ramawat y Bhardwaj, 2022). Mantienen las actividades metabólicas, además, pueden acelerar la adquisición de nutrientes (Tavarini et al., 2018). Los bioestimulantes contienen microorganismos e ingredientes orgánicos e inorgánicos. Se clasifican en siete grupos; 1. Ácidos húmicos y fúlvicos, 2. Hidrolizados proteicos y otros compuestos que contienen nitrógeno, 3. Extractos de algas, 4. Quitosan y otros biopolímeros, 5. Compuestos inorgánicos, 6. Hongos benéficos y 7. Bacterias benéficas (Du Jardin, 2015; Ramawat y Bhardwaj, 2022).

II.5.1. Nitrógeno (N)

El nitrógeno (N) es uno de los nutrientes más importantes para el desarrollo de la planta, dada su presencia en las principales biomoléculas de la materia viva, junto con el Potasio (K) y el fósforo (P) son los elementos claves para la nutrición mineral. En la planta, el N se distribuye en tres grupos; donde se encuentra más del 50 % es en compuestos de elevado peso molecular (proteínas, ácidos nucleicos); el resto en forma de N orgánico soluble (aminoácidos, amidas, aminos) y N inorgánico (principalmente iones de nitratos y amonio), siendo estas últimas las formas iónicas preferenciales en las que la planta absorbe el nitrógeno por la raíz (Azcón-Bieto y Talón, 2008). La restricción de nitrógeno puede acelerar el ciclo de vida, promoviendo una floración temprana, por el contrario, altas concentraciones de nitrógeno producen un retraso en la inducción de la floración en comparación con aquellas expuestas a niveles bajos del nutriente (Srikanth y Schmid, 2011).

Efecto del nitrógeno en la floración

II.5.2. Calcio (Ca)

El calcio se absorbe de forma divalente Ca^{2+} , la mayor parte del calcio se localiza por fuera de la pared celular en los pectatos de la lámina media en las membranas. Este elemento es necesario para la integridad y el funcionamiento de las membranas, de igual forma actúa en respuesta a estímulos ambientales y como mensajero químico, participando en la fosforilación de algunas hormonas, por lo que desempeña un papel en la regulación y actividad de ciertas enzimas (Azcón-Bieto y Talón, 2008). Además del mantenimiento de la integridad celular y la modulación en la señalización hormonal el calcio actúa como un segundo mensajero en la vía de señalización del nitrato (Riveras et al., 2015), interfiriendo en el desarrollo de flores en plantas ornamentales.

II.5.3. Potasio (K)

Este elemento se distribuye con suma facilidad de los órganos maduros a los jóvenes, esto es debido a su solubilidad y a su baja afinidad por los ligandos orgánicos, con los que se intercambian fácilmente. Desempeña un papel en la osmorregulación que tiene lugar en los procesos de apertura y cierre estomáticos, así como en las nastias y

tactismos. El K actúa en más de 50 sistemas enzimáticos, de los cuales destacan oxidorreductasas, deshidrogenasas, transferasas, sintetisas y quinasas (Azcón-Bieto y Talón, 2008). En ornamentales como crisantemos las aplicaciones de potasio como K_2O ocasionan reducción en días a floración, el aumento en peso fresco y seco de flores, así como aumento en altura de la planta y número de hojas por planta (Zeb et al., 2015). En otras ornamentales como orquídeas *Phalaenopsis* a medida que aumentan las concentraciones de potasio aumenta el número de flores y diámetro de inflorescencias (Wang, 2007).

II.5.4. Ácido salicílico

El ácido salicílico es una fitohormona presente en todos los tejidos vegetales. Se sintetiza a partir de su precursor biosintético, el aminoácido fenilalanina, el cual se produce en los cloroplastos a través de la ruta del prefenato (Alcantara-Cortes et al., 2019). Se ha demostrado que el ácido salicílico tiene la capacidad de potencializar el crecimiento de la floración e incrementar la longevidad floral y actuando en la inhibición de la biosíntesis del etileno. De misma manera, tiene funciones para controlar los niveles de estrés (Alcantara-Cortes et al., 2019). Su síntesis está asociada con respuestas hipersensibles locales y la inducción de resistencia sistémica a la propagación de algunas enfermedades fúngicas, bacterianas, virales e incluso ante situaciones de estrés ocasionadas por sequía, alta salinidad o deficiencia de nutrientes; como en el caso de potasio (K), donde la deficiencia de éste activa respuestas similares como a las de sequías, heridas y estrés abiótico en donde se involucra al ácido jasmónico y al salicílico (Regel et al., 2022).

Cleland y Tanaka (1979) postulan que la incorporación de ácido salicílico en plantas de día largo *Lemna gibba* resultó en un incremento en el porcentaje de plantas que fueron inducidas a florecer. Por lo tanto, el ácido salicílico fomenta la inducción de flores.

II.5.5. Ácido glutámico

También conocido por su forma libre L-glutamato (GLU), es uno de los aminoácidos con mayor presencia en la naturaleza, siendo parte de las proteínas vegetales y animales (Albarracín et al., 2016). Es el primer aminoácido sintetizado tras haber

entrado el nitrógeno a la planta. Este aminoácido tiene una mayor multifuncionalidad, ya que a partir de él se pueden formar otros aminoácidos mediante transaminación como arginina, prolina, ornitina o hidroxiprolina; aunque también pueden formarse otros compuestos funcionales para el metabolismo (INTAGRI, 2018). Mejora la absorción y asimilación de nutrientes, especialmente el nitrógeno, actuando como reserva natural y facilitando la síntesis de otros aminoácidos. Incrementa la actividad de la enzima glutamina sintetasa, optimizando el metabolismo del nitrógeno amoniacal (NH_4^+). Junto con fitohormonas como glicina, arginina y alanina, participa en la formación de tejido vegetal y clorofila, aumentando su concentración y, en consecuencia, elevando la tasa fotosintética (INTAGRI, 2018).

También actúa como agente osmótico en el citoplasma, protegiendo la integridad celular y reduciendo su permeabilidad, lo que favorece la apertura estomática. Además, es precursor de la prolina, un aminoácido que fortalece las defensas de la planta y le ayuda a superar condiciones extremas de temperatura. Este aminoácido desempeña múltiples funciones en la homeostasis celular bajo estrés, actuando como desintoxicante celular que ayudan a eliminar metales pesados y herbicidas del sistema de la planta (INTAGRI, 2018).; de igual forma se ha demostrado que interviene en la inducción de floración, fructificación y mejoramiento de su calidad en lima mexicana (Flores et al., 2015).

El ácido glutámico ha demostrado capacidad para modular procesos fisiológicos clave en cultivos perennes. Ariza-Flores et al. (2015), en estudios con *Citrus aurantifolia*, reportaron que su aplicación foliar (0.45 kg ha^{-1}) generó una respuesta significativa con un promedio de 24.83 flores por unidad experimental.

II.5.6. Peróxido de hidrógeno

El peróxido de hidrógeno es una especie reactiva del oxígeno (ROS). Ha sido reconocida durante mucho tiempo como una molécula transdutora de señales en la activación de respuestas de defensa en las plantas (Floyer y Noctor., 2005). Se ha utilizado peróxido de hidrógeno (H_2O_2) para aumentar la resistencia de las plantas ante diversos tipos de estrés ambiental (Jira-anunkul y Pattanagul, 2021). Se ha propuesto

como una herramienta contra el estrés abiótico, al peróxido de hidrógeno (H_2O_2) haciendo énfasis en su efectividad, simplicidad y bajo costo en situaciones contra la sequía en cultivos en etapa vegetativa tales como el arroz y trigo. (Jira-anunkul y Pattanagul, 2021).

Las fitohormonas clave que orquestan las respuestas de las plantas al estrés son el ácido abscísico, el ácido salicílico, los jasmonatos y el etileno, y todas estas fitohormonas emplean H_2O_2 en sus cascadas de señalización de manera ascendente o descendente. La acumulación de H_2O_2 puede afectar al tiempo de floración modulando la expresión de genes implicados en la floración. Por ejemplo, el H_2O_2 puede influir en la expresión de genes relacionados con la floración, lo que puede conducir a una floración más temprana o retrasada dependiendo de la concentración y el momento de la producción de H_2O_2 (Černý et al., 2018).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

III.1. Área de experimentación

El experimento se realizó en el vivero de la empresa Hidrolechugas León, ubicado en la calle Níquel de San José 208, Colonia San José del Consuelo, en el municipio de León de los Aldama, Guanajuato (21°09'35"N y 101°39'35"W). El estudio comprendió de agosto a diciembre de 2024, iniciando con el establecimiento de las plantas y concluyendo con la aplicación del último tratamiento. Se utilizaron plantas de pensamiento (*Viola x wittrockiana*), establecidas en macetas de 2.4 litros de capacidad. Como sustrato, se empleó una mezcla en proporción 1:1:1 de tierra de hoja, tierra lama y fibra de coco.

La densidad de plantación fue de 4 plantas por metro lineal. Se utilizó una solución nutritiva Steiner modificada con una conductividad eléctrica de 1.5 dS m⁻¹, aplicando el riego con regadera de forma manual. La frecuencia de riego fue de cada tercer día, alternando con la aplicación de microorganismos benéficos (BACEO) y ajustándose según las condiciones de temperatura predominantes, durante los meses del estudio, la temperatura máxima varía ligeramente, pero se mantiene en un rango cálido entre 23°C y 26°C. En contraste, la temperatura mínima muestra un descenso constante, lo que indica noches cada vez más frías a medida que se acerca el invierno como se observa en la (Figura 1).

Cuadro 1. Solución Steiner modificada utilizada para el cultivo *Viola x wittrockiana* Gams establecidas al aire libre.

Nutriente	Concentración	
Nitrógeno	9	$\frac{Meq}{L}$
Azufre	5.25	
Fósforo	1	
Potasio	5.25	
Calcio	6.75	
Magnesio	3	
Hierro	1.33	ppm
Manganeso	0.62	
Zinc	0.11	
Boro	0.39	
Cobre	0.02	
Molibdeno	0.048	
pH	6.0	
Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹)	≈1.5	

Nota. La concentración de macroelementos esta reportada en miliequivalentes por litro (Meq/l) y micronutrientes en partes por millón (ppm). CE utilizada a 1.5 (dS m⁻¹).

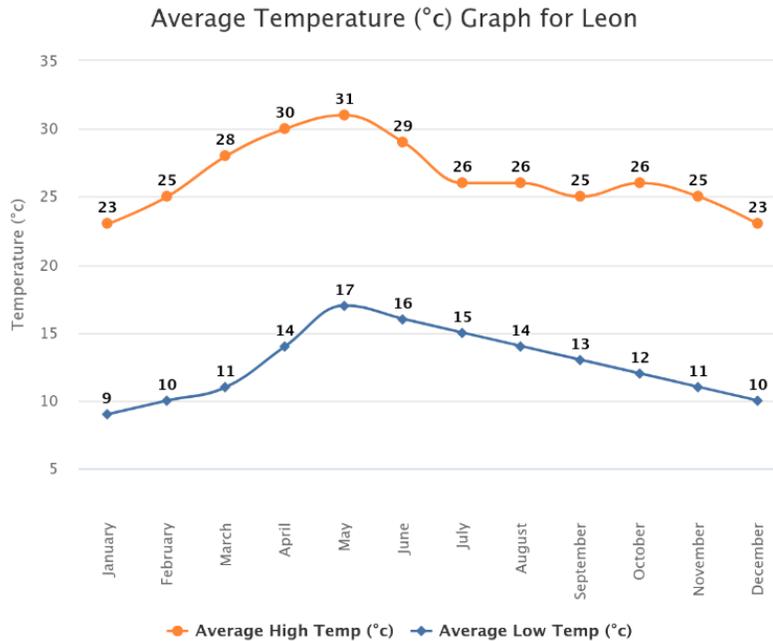


Figura 1. Temperaturas promedio mensuales en 2024 en León, Guanajuato, México

Fuente: World Weather Online (2025).

III.2. Descripción de tratamientos

Se utilizó un diseño completamente al azar con 6 repeticiones, cada repetición con 1 planta, resultando 6 plantas por tratamiento y 96 plantas en total. Se realizaron 16 tratamientos con diferentes concentraciones de sustancias que aportan nutrientes esenciales (nitrato de calcio y nitrato de potasio), reguladores del crecimiento (ácido salicílico), aminoácidos (ácido glutámico) y un agente oxidante (peróxido de hidrógeno), cada uno evaluado en diferentes concentraciones para determinar su impacto en el crecimiento y desarrollo de las plantas que fueron aplicados de manera foliar.

III.2.1. Descripción general de las sustancias utilizadas en los tratamientos:

III.2.1.1. Testigo absoluto (Agua).

Es el control del experimento, donde no se aplica ninguna sustancia adicional, solo agua. Sirve como referencia para comparar los efectos de los demás tratamientos.

III.2.1.2. Nitrato de calcio.

(P.M. 164.088) - T₂, T₃, T₄: Es una fuente de calcio y nitrógeno, nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Se utiliza en tres concentraciones (5 g/l, 10 g/l y 15 g/l) para evaluar su efecto en el desarrollo vegetal.

III.2.1.3. Nitrato de potasio.

(P.M. 101.1032) - T₅, T₆, T₇: Proporciona potasio y nitrógeno, elementos clave para la fotosíntesis y la resistencia al estrés en las plantas. Se prueba en tres concentraciones (5 g/l, 10 g/l y 15 g/l).

III.2.1.4. Ácido salicílico.

(P.M. 138.122) - T₈, T₉, T₁₀: Es una hormona vegetal que actúa como regulador del crecimiento y mejora la resistencia al estrés biótico y abiótico. Se aplica en tres concentraciones (0.1 mM, 0.2 mM y 0.4 mM).

III.2.1.5. Ácido glutámico.

(P.M. 147.13) - T₁₁, T₁₂, T₁₃: Es un aminoácido que participa en la síntesis de proteínas y puede mejorar la absorción de nutrientes. Se evalúa en tres concentraciones (250 ppm, 500 ppm y 1000 ppm).

III.2.1.6. Peróxido de hidrógeno 50%.

(P.M. 34.0147) - T₁₄, T₁₅, T₁₆: Es un agente oxidante que puede actuar como estimulante del crecimiento y mejorar la resistencia de las plantas al estrés. Se prueba en tres concentraciones (10^{-2} M, 10^{-3} M y 10^{-4} M).

Los tratamientos se aplicaron semanalmente, completando un total de 8 aplicaciones. Estas aplicaciones comenzaron cuando las plantas presentaban una rizosfera bien desarrollada, un área foliar adecuada y se encontraban en la etapa de formación de inflorescencias (etapa de floración).

Cuadro 2. Tratamientos y concentraciones.

Tratamiento	Descripción	Concentración
T ₁	Testigo absoluto (Agua)	
T ₂	Nitrato de calcio (P.M. 164.088)	5 g/l
T ₃	Nitrato de calcio (P.M. 164.088)	10 g/l
T ₄	Nitrato de calcio (P.M. 164.088)	15 g/l
T ₅	Nitrato de potasio (P.M. 101.1032)	5 g/l
T ₆	Nitrato de potasio (P.M. 101.1032)	10 g/l
T ₇	Nitrato de potasio (P.M. 101.1032)	15 g/l
T ₈	Ácido salicílico (P.M. 138.122)	0.1 mM
T ₉	Ácido salicílico (P.M. 138.122)	0.2 mM
T ₁₀	Ácido salicílico (P.M. 138.122)	0.4 mM
T ₁₁	Ácido glutámico (P.M. 147.13)	250 ppm
T ₁₂	Ácido glutámico (P.M. 147.13)	500 ppm
T ₁₃	Ácido glutámico (P.M. 147.13)	1000 ppm
T ₁₄	Peróxido de hidrógeno 50% (P.M. 34.0147)	10 ⁻² M
T ₁₅	Peróxido de hidrógeno 50% (P.M. 34.0147)	10 ⁻³ M
T ₁₆	Peróxido de hidrógeno 50% (P.M. 34.0147)	10 ⁻⁴ M

III.3. Variables

Para el experimento, se consideraron las siguientes variables a analizar: altura de la planta, diámetro de la planta, diámetro de la flor, número de flores, días hasta la floración, peso fresco y peso seco de la planta, flor y raíz, y volumen de la raíz.

III.3.1. Altura y diámetro de planta

Semanalmente, un día antes de cada aplicación de tratamiento se tomaban la altura de la planta utilizando un metro, este se posicionaba en la parte basal del tallo apoyado sobre el sustrato y se tomaba la medida de la parte aérea más alta. El diámetro se tomó en la última semana de las aplicaciones de misma manera utilizando un metro y registrando la parte con mayor distancia lateralmente.

III.3.1. Días para floración

Al iniciar, durante la primera aplicación se registró la fecha de inicio de la aplicación y se registró el número de días que transcurrieron para obtener la primera flor para cada repetición.

III.3.2. Número y tamaño de flores

Se realizaron 8 cosechas cada semana, 1 día antes de cada aplicación semanal de los tratamientos, durante estas cosechas se contabilizaba el número de flores recolectadas por repetición y con ayuda de un vernier la medición del diámetro de las flores.

III.3.3. Peso fresco y seco de flores

Durante la semana 8, en la última semana y su respectiva cosecha de flores, éstas fueron pesadas en una báscula gramera para obtener el peso fresco, posteriormente se colocaron en recipientes para posteriormente ser colocadas en un deshidratador solar y poder obtener el peso seco.

III.3.4. Peso fresco y seco de planta y volumen de raíz

Después de completadas las 8 aplicaciones de los tratamientos, se dio una semana de reposo a las plantas, para posteriormente obtener el peso fresco y seco. Las muestras fueron colocadas en bolsas de papel y almacenadas en cajas de rejillas para ser colocadas en el deshidratador solar. Las raíces fueron extraídas con cuidado, con el fin de obtener la mayor cantidad de éstas sin ser maltratadas; para su limpieza y para quitar la mayor cantidad de sustrato fueron sacudidas y enjuagadas en agua, posteriormente en un recipiente graduado fueron sumergidas para conocer su volumen, seguido de esto, fueron secadas para extraer el exceso de agua y así obtener el peso fresco, por último, éstas fueron almacenadas de misma manera que las muestras anteriores para obtener el peso seco.

III.4. Análisis estadístico

El análisis de varianza (ANOVA) se realizó utilizando el programa Minitab. Para identificar diferencias significativas entre los tratamientos, se aplicó la prueba post hoc Tukey, con un nivel de significancia del 5% ($P \leq 0.05$). Estas pruebas permitieron comparar las medias de los grupos y determinar cuáles tratamientos presentaban diferencias estadísticamente relevantes, asegurando una interpretación precisa y confiable de los resultados obtenidos.

IV. RESULTADOS

IV.1. Altura y diámetro de las plantas

Existen diferencias significativas entre los tratamientos, destacando T7 (15 g/L de nitrato de potasio) como el más efectivo para promover altura de las plantas la cual fue influenciada por los diferentes tratamientos aplicados durante el experimento, las plantas tratadas con el T7 alcanzaron la mayor altura con una media de 12.872 (Cuadro 3) siendo 31.7% mas altas al compararse con las plantas testigo (T1), las cuales presentaron la menor altura de plantas, con un promedio de 9.771 ± 1.341 cm. Resultados similares se registraron con la aplicación de ácido glutámico a 1000 y 250 ppm T13 y T11 respectivamente y peróxido de hidrógeno a 10^{-3} M (T15) (Cuadro 3). De igual manera, el ácido glutámico (T13) y peróxido de hidrogeno (T14) fueron los tratamientos que propiciaron un mayor diámetro, aunque estos fueron estadísticamente iguales entre sí, solo hay diferencia numérica (6.8 cm y 1 cm) en cuanto al grupo control. Por otra parte, estos dos tratamientos registraron diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos 4 y 16.

Cuadro 3. Media y desviación estándar para la variable altura de planta.

Tratamiento	Altura (cm)	Agrupación
7	12.872 \pm 2.201	a
13	12.563 \pm 2.697	a b
11	12.250 \pm 2.099	a b
15	12.167 \pm 1.730	a b c
10	11.840 \pm 2.782	a b c d
12	11.750 \pm 1.564	a b c d
14	11.696 \pm 1.884	a b c d
9	11.660 \pm 1.937	a b c d
3	11.604 \pm 2.533	a b c d
6	11.438 \pm 2.720	a b c d
8	11.271 \pm 2.029	c d
5	10.740 \pm 2.361	c d e
2	10.667 \pm 1.705	d e
16	10.646 \pm 1.707	d e
4	10.479 \pm 1.891	d e
1	9.771 \pm 1.341	e

Media \pm desviación estándar

Nota. Valores con la misma letra dentro del factor en cada columna (a, b, c) son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

En cuanto al incremento del diámetro de las plantas, los tratamientos no mostraron una diferencia significativa estadísticamente, a excepción del T4 siendo el de menor diámetro (24.33 ± 3.56), sin embargo, numéricamente se observa diferencia entre los tratamientos, donde los tratamientos T14 (34.17 ± 4.49 cm) y T13 (33.83 ± 3.54 cm) registraron los mayores diámetros (Cuadro 4), en este caso, todos los tratamientos mostraron un grosor de tallo similar al testigo, con excepción del tratamiento T4, que presentó un tallo visiblemente más delgado. Cabe destacar que, aunque las plantas más altas (mencionadas anteriormente) también presentaron tallos ligeramente más gruesos, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas en comparación con el testigo.

Comparando con la variable altura se demuestra que los tratamientos T7, T13, T11 y T15 comparten registro en obtener mayor altura y mayor diámetro, a pesar de esto, los tratamientos mencionados no registraron una diferencia ante el grupo control (T1).

Cuadro 4. Media y desviación estándar para la variable Diámetro final de las plantas.

Tratamiento	Diámetro final (cm)	Agrupación
14	34.17 ± 4.49	a
13	33.83 ± 3.54	a
3	31.83 ± 3.76	a b
15	31.67 ± 6.50	a b
2	31.67 ± 3.93	a b
7	31.60 ± 2.97	a b
11	29.833 ± 1.941	a b
10	29.67 ± 4.63	a b
9	29.17 ± 3.25	a b
8	29.17 ± 4.17	a b
12	28.83 ± 3.92	a b
5	27.667 ± 1.862	a b
6	27.33 ± 3.67	a b
1	27.17 ± 4.62	a b
16	27.00 ± 2.61	a b
4	24.33 ± 3.56	b

Media \pm desviación estándar

Nota. Valores con la misma letra dentro del factor en cada columna (a, b, c) son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

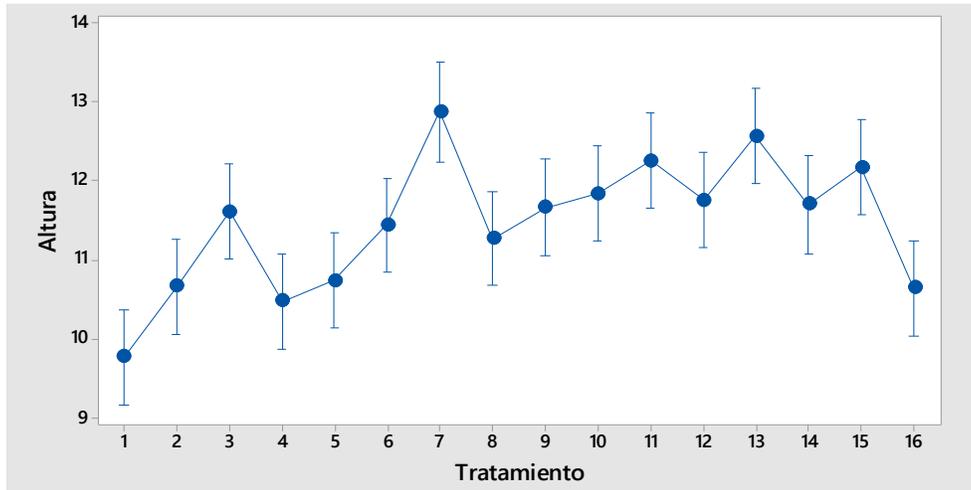


Figura 2. Intervalos de la altura alcanzada con un intervalo de confianza del 95%.

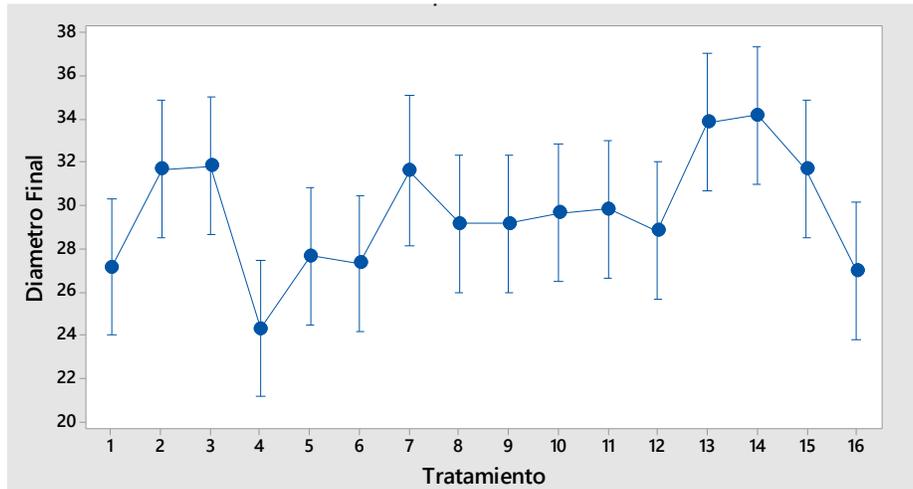


Figura 3. Intervalos del diámetro final de las plantas

IV.2. Días para floración

Para esta variable, se registró que los tratamientos 14 y 15 demoraron más días en florecer en comparación al grupo control (T1). Sin embargo, numéricamente se registró diferencia con el T12 (ácido glutámico a 500 ppm), el cual promueve una floración temprana por diferencia favorable de 1.5, es decir día y medio en comparación con el grupo control. Los tratamientos T14 y T15 se diferenciaron del testigo y del resto de los tratamientos, ya que presentaron un retraso en el inicio de

la floración. Aunque este efecto no era el objetivo principal del estudio, es relevante señalar que, en lugar de inducir una floración temprana, estos tratamientos la postergaron, lo cual puede ser importante dependiendo del propósito productivo o comercial. Por otro lado, si bien no se observaron diferencias estadísticamente significativas, el tratamiento T12 mostró una floración anticipada de aproximadamente un día y medio respecto al testigo, lo cual podría ser considerado como una tendencia favorable que merece explorarse en estudios posteriores (Cuadro 5).

Cuadro 5. Media y desviación estándar para la variable días para floración de las plantas.

Tratamiento	Días para floración	Agrupación
12	11.0000 ± 2.366	a
4	11.3333 ± 1.506	a b
10	12.5000 ± 2.345	a b c
1	12.5000 ± 3.08	a b c
16	12.6667 ± 2.88	a b c
6	12.6667 ± 2.50	a b c d
8	13.0000 ± 2.76	a b c d e
9	13.5000 ± 1.517	a b c d e
13	13.6000 ± 3.05	a b c d e
11	13.6667 ± 3.01	a b c d e
2	13.8333 ± 1.472	b c d e
5	14.1667 ± 1.472	b c d e
7	14.5000 ± 2.168	c d e
3	14.5000 ± 2.74	c d e
15	15.3333 ± 1.211	d e
14	15.5000 ± 2.81	e

Media ± desviación estándar

Nota. Valores con la misma letra dentro del factor en cada columna (a, b, c) son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

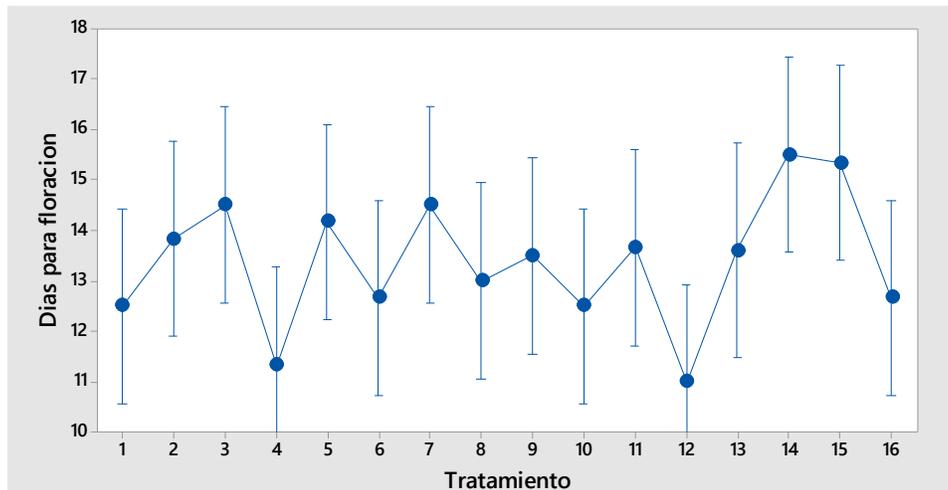


Figura 4. Intervalos de días necesarios para la floración con un intervalo de confianza del 95%.

IV.3. Numero de flores

En la producción de flores, sobresale T6 (6.975 ± 3.779), el cual registró una diferencia estadística favorable respecto a los tratamientos 9 (4.725 ± 2.287) y 16 (4.610 ± 2.673), siendo superior a estos. Numéricamente, T6 registró mayor número de flores, no obstante, estadísticamente no se registra una diferencia con el grupo control (T1) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Media y desviación estándar para la variable número de flores.

Tratamiento	Numero de flores	Agrupación
6	6.975 ± 3.779	a
5	6.795 ± 3.139	a b
4	6.366 ± 2.764	a b
2	6.125 ± 3.398	a b
12	6.103 ± 3.493	a b
7	6.000 ± 3.321	a b
1	5.900 ± 2.734	a b
13	5.895 ± 2.807	a b
15	5.595 ± 2.910	a b
10	5.463 ± 2.192	a b
3	5.436 ± 2.789	a b
8	5.300 ± 2.534	a b
14	5.282 ± 2.025	a b
11	4.897 ± 2.245	a b
9	4.725 ± 2.287	b
16	4.610 ± 2.673	b
Media ± desviación estándar		

De forma general los tratamientos con nitrato de potasio (T5, T6, T7) y nitrato de calcio (T2, T3, T4) mostraron tendencias positivas en la floración, aunque con variaciones en su efectividad y finalmente los tratamientos T9 y T16 fueron los menos efectivos, lo que sugiere que la aplicación de sustancias adicionales tiene un impacto positivo en la floración.

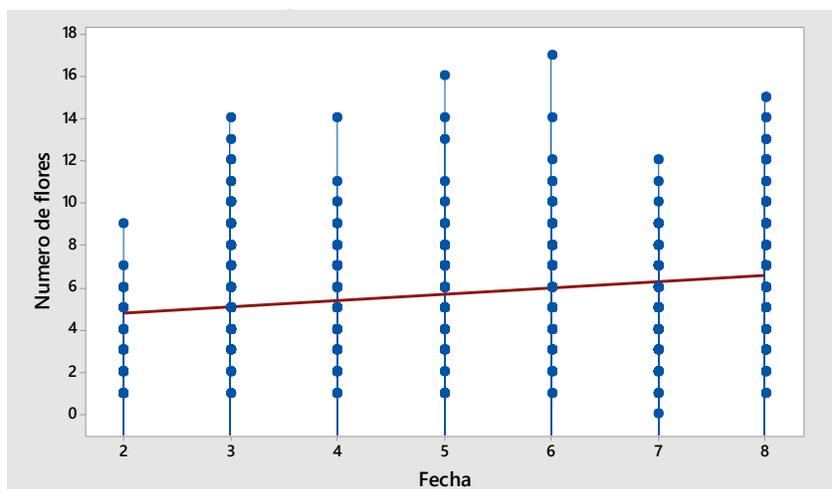


Figura 5. Dispersión de número de flores.

IV.4. Tamaño de flores

En cuanto a los tratamientos con mayor tamaño de flores no se registró una diferencia estadística positiva en cuanto al grupo control (T1), no obstante, se destaca que el T4 es estadísticamente diferente al grupo control, registrando un menor tamaño en flores. Por otra parte, se reportó que el peróxido de hidrogeno 10^{-3} M (T15) (5.3592 ± 0.9938) obtiene una diferencia estadística y numéricamente (0.78 cm) sobre el Nitrato de calcio 15 g/l (T4) (4.570 ± 1.383) (Cuadro 7).

Los tratamientos con peróxido de hidrógeno (T15, T14) y ácido glutámico (T11, T12) mostraron tendencias positivas en el tamaño de las flores, aunque con variaciones en su efectividad. Se puede encontrar una relación positiva, entre las variables número de y tamaño de flor, esto quiere decir que a media que aumenta el número de flores el tamaño de estas incrementa, sin embargo, esta relación es débil, lo cual propone que existen otros factores que intervienen en el tamaño de flor (Figura 6).

Cuadro 7. Medias y desviación estándar para la variable tamaño de flor.

Tratamiento	Tamaño de flore (cm)s	Agrupación
15	5.3592 ± 0.9938	a
9	5.350 ± 1.138	a
3	5.306 ± 1.171	a
11	5.279 ± 1.073	a
10	5.195 ± 1.352	a
8	5.192 ± 1.448	a
2	5.177 ± 1.237	a
7	5.133 ± 1.252	a b
1	5.124 ± 1.285	a
13	5.117 ± 1.142	a b
6	5.054 ± 1.114	a b
5	5.026 ± 1.114	a b
14	5.002 ± 1.139	a b
12	4.986 ± 1.321	a b
16	4.886 ± 1.269	a b
4	4.570 ± 1.383	b

Media ± desviación estándar

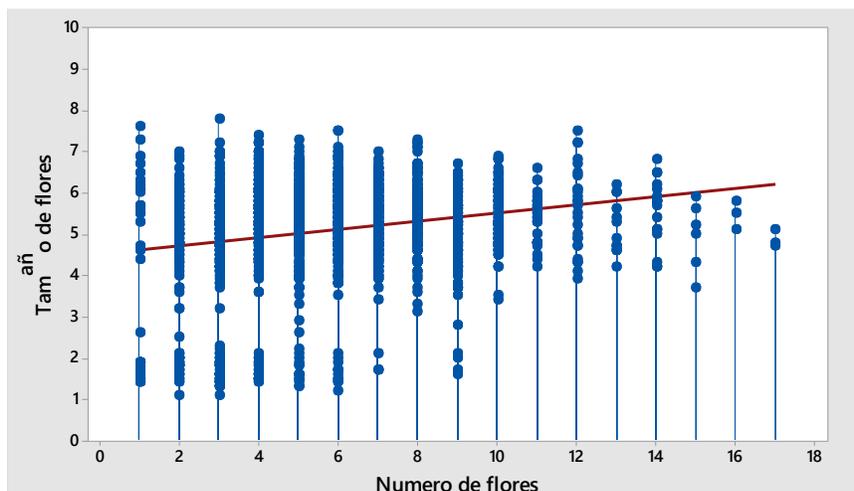


Figura 6. Dispersión entre las variables tamaño de flores y numero de flores.

IV.5. Peso fresco y peso seco de las flores

Los tratamientos T8 (0.7794 ± 0.1434) y T9 (0.7756 ± 0.1393) registraron los mayores pesos frescos y secos, siendo estadísticamente iguales entre sí y con el grupo control (T1). Estos tratamientos mostraron un mejor desempeño en términos de peso fresco y seco. Además, los tratamientos con ácido salicílico (T8, T9) y ácido glutámico (T11) demostraron tendencias positivas en el peso fresco, aunque con variaciones en su efectividad. No obstante, se denota una relación entre la variable peso fresco y tamaño de flor para T4, registrando diferencia estadística entre el grupo control, obteniendo el menor peso fresco (0.4794 ± 0.1228) y tamaño (4.570 ± 1.383) para T4 en ambas variables.

De forma manera visual se empleó una comparación entre las medias con una gráfica de barras (Figura 7), en donde se puede visualizar en ambos casos que T8 y T9 obtienen la mayor cantidad, mientras que T4 es la menor media registrada.

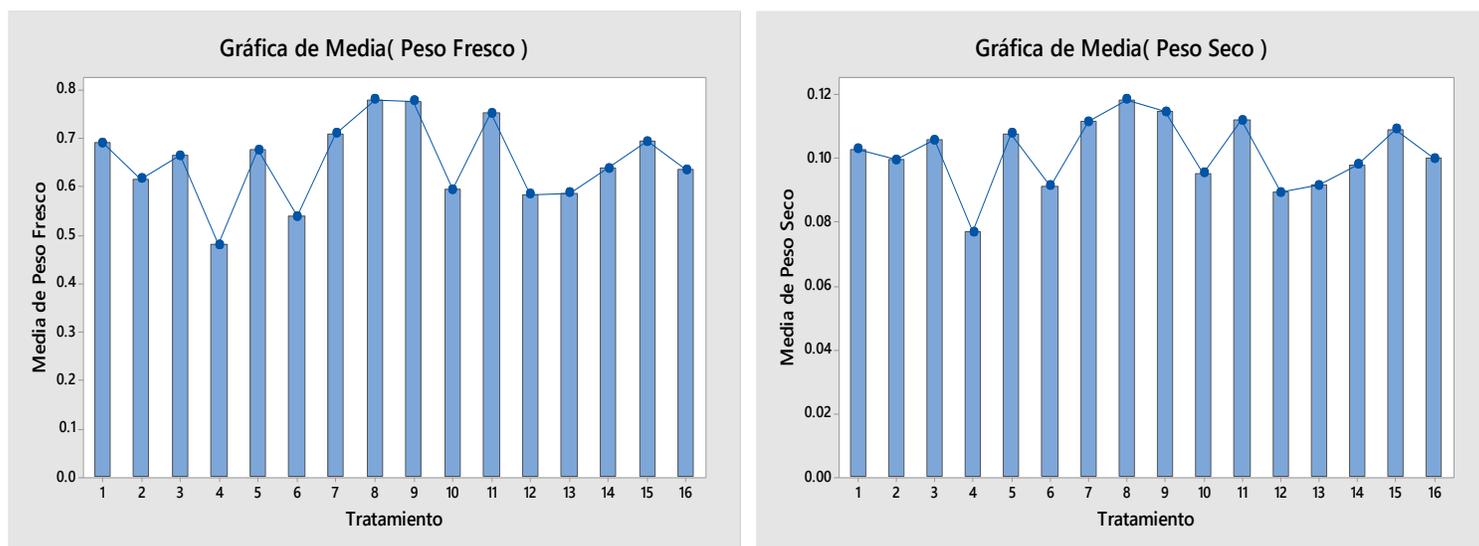


Figura 7. Comparación entre las medias obtenidas para peso fresco y peso seco.

Nota. Del lado izquierdo, se muestra la media entre los tratamientos empleados para el peso fresco y del lado derecho la media para peso seco de las flores cosechadas.

Cuadro 8. Medias y desviación estándar para la variable peso fresco de flor.

Tratamiento	Peso fresco Flor (g)	Agrupación
8	0.7794 ± 0.1434	a
9	0.7756 ± 0.1393	a
11	0.7506 ± 0.1906	a b
7	0.7087 ± 0.1431	a b c
15	0.6922 ± 0.1569	a b c
1	0.6900 ± 0.1957	a b c
5	0.6750 ± 0.1733	a b c
3	0.6628 ± 0.1650	a b c
14	0.6372 ± 0.1806	a b c d
16	0.6339 ± 0.1262	a b c d
2	0.6156 ± 0.1463	a b c d
10	0.5933 ± 0.1856	b c d
13	0.5861 ± 0.1139	b c d
12	0.5839 ± 0.1203	b c d
6	0.5378 ± 0.1878	c d
4	0.4794 ± 0.1228	d
Media ± desviación estándar		

Cuadro 9. Medias y desviación estándar para la variable peso seco de flor.

Tratamiento	Peso seco Flor (g)	Agrupación
8	0.11839 ± 0.01783	a
9	0.11461 ± 0.02431	a b
11	0.11183 ± 0.02610	a b
7	0.11133 ± 0.01895	a b
15	0.10900 ± 0.02541	a b
5	0.10767 ± 0.02552	a b
3	0.10567 ± 0.02437	a b
1	0.10272 ± 0.02266	a b c
16	0.09978 ± 0.02105	a b c
2	0.09933 ± 0.02238	a b c
14	0.09778 ± 0.02617	a b c
10	0.09528 ± 0.02941	a b c
13	0.09150 ± 0.01840	a b c
6	0.09117 ± 0.03455	a b c
12	0.08922 ± 0.017810	b c
4	0.07683 ± 0.02319	c
Media ± desviación estándar		

IV.6. Peso fresco y seco de follaje

El análisis mostró diferencia significativa $P = 0.045$ para peso fresco. Se puede observar que el T2 obtuvo la mayor media de peso (90.83), por otra parte, T4 fue la menor media obtenida (54.67) (Cuadro 10). El resto de tratamiento mostraron una diferencia estadística entre ellos. Estos resultados indican la utilización de Nitrato de calcio 5 g/l para obtener mayores pesos frescos.

Sin embargo, los resultados obtenidos en el ANOVA para la variable peso seco no mostraron diferencia significativa, con un valor de $P = 0.274$ (Cuadro 11). No obstante, se observa una diferencia numérica, la cual con ayuda del análisis de diferencia mínima significativa agrupada por Fisher muestra los resultados de la tabla 13, donde se observan similitudes, destacando a T2 como la media más alta y T4 como la más baja.

Al comparar ambos análisis, se puede observar cómo hay una respuesta similar entre las medias obtenidas, las ligeras variaciones obtenidas se le atribuyen diversos factores como el método de secado (Figura 8).

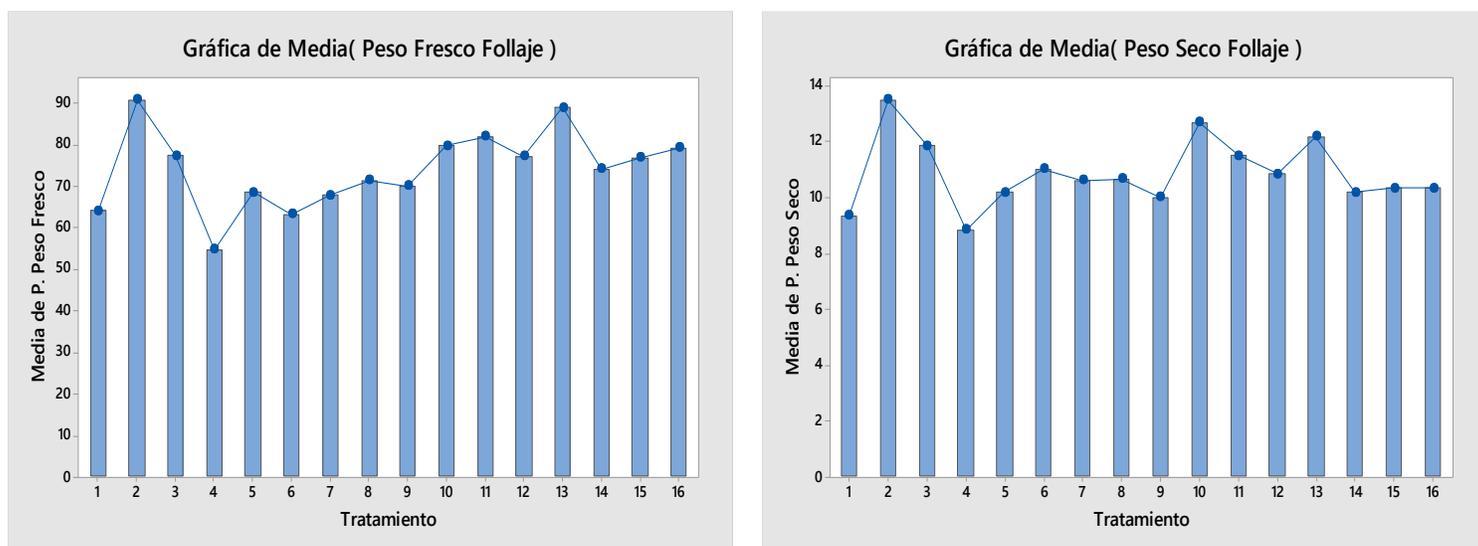


Figura 8. Comparación entre las medias obtenidas para peso fresco y peso seco de follaje.

Nota. Del lado izquierdo, se muestra la media entre los tratamientos empleados para el peso fresco y del lado derecho la media para peso seco del follaje.

IV.7. Peso fresco y seco de raíz

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para conocer la respuesta las variables peso fresco y seco sobre la rizosfera, para ambos resultados se encontraron valores P ligeramente mayores a 0.05 ($P = 0.059$), lo que indica que no existe diferencia significativa, sin embargo, se observó diferencia numérica entre las medias obtenidas, para esto, se recurrió a un análisis de diferencia mínima significativa utilizando el método LSD de Fisher.

Los resultados muestran que el T3 (nitrato de calcio 10 g/l) mostró una diferencia significativa sobre el grupo control, así mismo, registró diferencias significativas sobre diversos tratamientos como T5, T6, T7, T9, T10, T12, T16; Sobre todo a destaca el mismo tratamiento a diferente concentración, es decir, T4 (Nitrato de calcio 15 g/l).

Para el volumen de raíz, los valores reportados indican que, una vez más, T3 (nitrato de calcio 10 g/l) presentó diferencias significativas en comparación con todos los tratamientos y el grupo control, excepto en el caso de T8 (ácido salicílico 0.1 mM). En los datos recopilados, se observa que T6 (nitrato de potasio 10 g/l) fue el tratamiento que generó el menor volumen radicular.

IV.8. Volumen de raíz

Los resultados no mostraron una diferencia significativa ($P = 0.170$). sin embargo, existe una pequeña diferencia numérica entre sus medias, por lo que se realizó un análisis de diferencia mínima significativa utilizando el método de LSD de Fisher (Tabla 16). Los resultados del DMS muestran como T3 y seguido T8 fueron los que mayor volumen obtuvieron, aunque sugieren que no hay diferencia entre ambos tratamientos, por otra parte, el resto de los tratamientos no muestran una diferencia entre ellos, no obstante, se observa que el tratamiento que registró menor media en el volumen fue T6 (58.33) (Tabla 16).

V. DISCUSIÓN

Los resultados registraron que los tratamientos aplicados mostraron diferencia numérica y en ocasiones significativa entre ellos y el grupo control, aunque estas diferencias no siempre fueron favorables para los objetivos planteados de esta investigación.

V.1. Altura de plantas

Los resultados confirman que los datos para la altura de la planta son consistentes a los reportados por Zeb *et al.*, 2015, quienes reportaron el aumento en altura de la planta de crisantemo por efecto de aplicación de mayores dosis de potasio, siendo similar a nuestro estudio donde aplicamos dosis de potasio en incrementos y reportamos una mayor altura con la dosis más alta aplicada de nitrato de potasio. Asimismo, con el ácido glutámico que registró un aumento en la altura, confirmando con los resultados reportados por Wahba *et al.*, 2015, quienes reportaron incrementó significativamente la altura de las plantas, con el mejor resultado observado a 150 ppm.

De manera general, estos resultados resaltan la importancia del nitrato de potasio en dosis altas para estimular el crecimiento vegetal.

V.2. Diámetro de plantas

Al comparar nuestros resultados con los reportados por Youssef (2014) en *Echinacea purpurea*, se constata que, al igual que en su estudio, el tratamiento con 200 ppm de ácido glutámico, especialmente en combinación con micronutrientes (como Fe o Zn), favoreció un aumento significativo en el número de ramas. Los resultados registrados muestran, el efecto positivo del ácido glutámico en concentraciones de 250 a 1000 ppm.

V.3. Días de floración

En base a las respuestas reportadas por Ariza-Flores *et al.*, (2015), quienes reportaron que el ácido glutámico demostró ser efectivo para inducir floración en

temporada invernal y mejorar la calidad de los frutos, se puede confirmar sobre la respuesta que se obtuvo en esta investigación, donde la utilización del ácido glutámico 500ppm (T12) destacó con diferencia significativamente sobre los tratamientos de nitrato de calcio (T3), nitrato de potasio (T5 y T7) y peróxido de hidrógeno (T14 y T15). Sin embargo, T12 no registró una diferencia significativa sobre el grupo control, solamente una diferencia numérica de 1.5 días. Por otro lado, se resalta que T14 fue el tratamiento que tardó en florecer, esto sugiere que puede ser utilizado para retrasar la floración en comparación con el tratamiento 12, el cual registró una floración temprana.

V.4. Numero de flores

Wang (2007) reporta que el número de flores aumentó progresivamente con la concentración de K, alcanzando su máximo rendimiento con 300 ppm de K. Estos resultados son similares a la respuesta positiva que se registró en esta investigación con la utilización de nitrato de potasio 10 g/l (T6), el cual demostró una diferencia significativa sobre T9 y T16, sin embargo, no se registró una diferencia estadísticamente significativa sobre el grupo control, no obstante se registra una diferencia numérica entre T6 y el grupo control, con una diferencia de 1 flor.

V.5. Peso fresco y seco de flores

De acuerdo con los resultados obtenidos por Pacheco et al., (2013), donde se analizó la aplicación exógena de ácido salicílico en *Calendula officinalis* L. El ácido salicílico no influyó en el peso fresco y seco de las inflorescencias tratadas en comparación con el control. Podemos observar una tendencia similar a los resultados obtenidos en esta investigación, donde no hubo una respuesta significativa en comparación con el grupo control, no obstante, los tratamientos de ácido salicílico (T8 y T9) registraron mayor peso fresco y estadísticamente significativos sobre T4, T6, T10, T12 y T13. Se recomienda explorar alternativas para estos parámetros productivos, ya que diferentes estudios han registrado que el ácido salicílico ha sido empleado mayormente para mejorar la respuesta al estrés salino, mejorando el crecimiento de la planta, caracterización química y floración (El-Kinany, 2020).

V.6. Peso fresco y seco de follaje

Los resultados obtenidos indican que el tratamiento T4, (nitrato de calcio 5 g/L) no presentó diferencias significativas en comparación con el grupo control, no obstante, se muestra una diferencia numérica. Aunado, al evaluar una concentración superior (15 g/L), se observó una diferencia estadísticamente significativa. Esto sugiere que el efecto del nitrato de calcio sobre la variable analizada depende en gran medida de la concentración utilizada, lo que podría estar relacionado con procesos fisiológicos específicos de la planta en respuesta a distintos niveles del nutriente. Estos resultados confirman las investigaciones reportadas por Loneragan & Snowball, (1968) y Loneragan et al., (1967), quienes reportaron que las concentraciones bajas de calcio pueden provocar síntomas de deficiencia, niveles excesivamente altos pueden inhibir el crecimiento de las plantas. De acuerdo a los resultados obtenidos y los de investigaciones previas, se puede deducir que existe un rango óptimo estrecho de concentración de calcio, el cual es esencial para maximizar la salud y la biomasa vegetal.

V.7. Peso fresco, seco y volumen de raíz

Lo cual confirma nuevamente los resultados reportados por Loneragan & Snowball, (1968) y Loneragan et al., (1967). De igual manera, Hepler (2005), reportó que la presencia adecuada de Ca^{2+} optimiza la estabilidad de la pared celular y la regulación de la permeabilidad de las membranas, lo que favorece la absorción de agua y nutrientes y, por ende, el incremento del peso fresco y seco de las raíces. No obstante, el mismo estudio indica que deficiencias de Ca^{2+} pueden reducir significativamente la biomasa radicular, mientras que concentraciones excesivas pueden limitar la elongación celular, afectando negativamente el crecimiento de las raíces.

Estos hallazgos subrayan la importancia de ajustar las concentraciones de los insumos empleados, dado que incluso variaciones mínimas pueden influir en la productividad y en el desarrollo en la planta de pensamiento *Viola x wittrockiana* Gams.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados indican que ciertos tratamientos podrían tener efectos adversos sobre la floración y los objetivos planteados en esta investigación en la especie *Viola x wittrockiana* Gams. Por ejemplo, el Nitrato de calcio 15 g/l (T4), registró una disminución en el diámetro de planta, altura de planta, tamaño de flor y peso fresco de la flor, no obstante, fue uno de los tratamientos con diferencia numérica favorable sobre el grupo control para las variables número de flores y días de floración. Asimismo, el efecto del nitrato de calcio resultó ser dependiente de la concentración aplicada, ya que la dosis intermedia (10 g/L) mostró mejoras significativas en el peso (fresco y seco) y en el volumen del sistema radicular, en concordancia con investigaciones que resaltan la importancia de mantener un rango óptimo de nutrientes para maximizar la salud y la biomasa vegetal. En el caso de la floración, el tratamiento con ácido glutámico a 500 ppm indujo una floración temprana, mientras que el peróxido de hidrógeno se asoció a un retraso en este proceso, lo que podría ser relevante para fines específicos de manejo de cultivos. Por otro lado, los tratamientos con ácido salicílico presentaron una tendencia a aumentar el peso de las flores, si bien no alcanzaron diferencias significativas en comparación con el control, lo que sugiere la necesidad de explorar ajustes en su dosificación para optimizar dicho parámetro.

Los resultados obtenidos respaldan la hipótesis planteada, ya que los tratamientos aplicados ejercieron efectos significativos en diversos aspectos de la floración y el desarrollo vegetativo de *Viola x wittrockiana* Gams. Hay diferenciadas según el tipo y la concentración del bioestimulante utilizado, destacando el nitrato de calcio a 10 g/L por mejorar las variables asociadas al sistema radicular, y el ácido glutámico a 500 ppm por inducir una floración más temprana. Asimismo, algunos tratamientos favorecieron el número de flores y la duración del periodo de floración, lo que demuestra el potencial de estos insumos para optimizar la calidad ornamental y la eficiencia productiva de esta especie. Estos hallazgos permiten concluir que el uso estratégico de bioestimulantes puede ser una herramienta eficaz para mejorar la floración en plantas ornamentales, particularmente en *Viola x wittrockiana*.

VII. RECOMENDACIONES

Es necesario realizar estudios adicionales para determinar con mayor precisión los rangos óptimos de concentración de cada tratamiento, en particular para el nitrato de calcio y el ácido salicílico, con el objetivo de maximizar la productividad y el desarrollo morfológico de la planta.

La profundización en el análisis de las interacciones entre los diferentes tratamientos permitiría determinar si sus efectos son sinérgicos o antagonistas en parámetros clave como la biomasa radicular, la floración y la producción de flores. Dado que algunos tratamientos favorecieron el adelanto o retraso en la floración, se recomienda ajustar las dosis de estos insumos de acuerdo con los objetivos productivos y de manejo, permitiendo una mayor flexibilidad y eficacia en el control del ciclo de crecimiento

Es prioritario investigar el uso de fitohormonas, bioestimulantes y prácticas agronómicas adicionales para mejorar la floración de la planta de pensamiento (*Viola x wittrockiana Gams*). Es esencial evaluar y ajustar las condiciones ambientales, como la temperatura, la luz, el riego y el sustrato, para optimizar los resultados obtenidos. De igual manera, la colaboración con expertos en fisiología vegetal, genética y microbiología abriría oportunidades para enfoques innovadores en el cultivo de plantas ornamentales. Esto contribuiría a optimizar la floración y fortalecer el conocimiento en el cultivo de pensamiento y otras especies ornamentales.

VIII. LITERATURA CITADA

- Adams, S. R., Pearson, S., & Hadley, P. (1997). An Analysis of the Effects of Temperature and Light Integral on the Vegetative Growth of Pansy cv. Universal Violet (*Viola Wittrockiana* Gams.). *Annals of Botany*, 79(3), 219-225. An Analysis of the Effects of Temperature and Light Integral on the Vegetative Growth of Pansy cv. Universal Violet (*Viola Wittrockiana* Gams.) - ScienceDirect
- Albarracín, S. L., Baldeón, M. E., Sangronis, E., Cucufate Petruschina, A., & Reyes, F. G. (2016). L-Glutamato: un aminoácido clave para las funciones sensoriales y metabólicas. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 66(2), 101-112. L-Glutamato: un aminoácido clave para las funciones sensoriales y metabólicas
- Alcantara-Cortes, J. S., Acero-Godoy, J., Alcántara-Cortés, J. D., & Sánchez-Mora, R. M. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32), 109-129. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal
- Arévalo-Galarza, M. L. (2012). La Floricultura, una opción económica rentable para el minifundio mexicano. *Agro Productividad*, 5(3). La Floricultura, Una Opción Económica Rentable Para El Minifundio Mexicano | Agro Productividad

- Ariza Flores, R., Barrios Ayala, A., Herrera García, M., Barbosa Moreno, F., Michel Aceves, A., Otero Sánchez, M. A., & Alia Tejacal, I. (2015). Fitohormonas y bioestimulantes para la floración, producción y calidad de lima mexicana de invierno. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(7), 1653-1666. scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342015000700018&script=sci_abstract&tlng=pt
- Ariza Flores, R., Barrios Ayala, A., Herrera García, M., Barbosa Moreno, F., Michel Aceves, A., Otero Sánchez, M. A., & Alia Tejacal, I. (2015). Fitohormonas y bioestimulantes para la floración, producción y calidad de lima mexicana de invierno. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(7), 1653-1666. [Sin título-1](#)
- Azcón, J., & Talón, M. (2013). Fundamentos de fisiología vegetal. 2 a Edición. *Editorial Ediciones de la UB, Barcelona, España, 707*. [Fundamentos de Fisiologia Vegetal](#)
- Cleland, C. F., & Tanaka, O. (1979). Effect of daylength on the ability of salicylic acid to induce flowering in the long-day plant *Lemna gibba* G3 and the short-day plant *Lemna paucicostata* 6746. *Plant physiology*, 64(3), 421-424. [plphys v64 3 421.pdf](#)
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia horticulturae*, 196, 3-14. [Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation - ScienceDirect](#)
- El Ácido Glutámico en la Bioestimulación de los Cultivos. Serie Nutrición Vegetal. Núm. 108. Artículos Técnicos de INTAGRI.
- El-Kinany, R. G. (2020). The beneficial role of salicylic acid, triacontanol and δ -aminolevulinic acid on the growth, flowering and chemical composition of pansy (*Viola wittrockiana* gams) under salt stress conditions. *Hortscience Journal of Suez Canal University*, 9(1), 13-30
- Elven, R. (2007). Bakgrunn for endringer i Lids flora 2005. 2. Rosefamilien til skjermplantfamilien. *Blyttia*, 65(2), 106. [Blyttia200702_20070619.indd](#)

- Feng, M. (2005). *Floral morphogenesis and molecular systematics of the family Violaceae*. Ohio University. [Floral morphogenesis and molecular systematics of the family Violaceae - ProQuest](#)
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Saraiva, J. A., & Ramalhosa, E. (2017). Edible flowers: A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health. *Journal of Food Composition and Analysis*, 60, 38-50. [Edible flowers: A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health - ScienceDirect](#)
- González-Barrio, R., Periago, M. J., Luna-Recio, C., Garcia-Alonso, F. J., & Navarro-González, I. (2018). Chemical composition of the edible flowers, pansy (*Viola wittrockiana*) and snapdragon (*Antirrhinum majus*) as new sources of bioactive compounds. *Food Chemistry*, 252, 373-380. [Chemical composition of the edible flowers, pansy \(Viola wittrockiana\) and snapdragon \(Antirrhinum majus\) as new sources of bioactive compounds - ScienceDirect](#)
- GORA, M. K. (2021). *Response of salicylic acid and triacontanol on growth, yield and quality of ber (Ziziphus mauritiana Lamk.) cv. Gola* (Doctoral dissertation, College of Agriculture, Ummedganj, Kota). [response of salicylic acid and triacontanol on growth, yield and quality of ber \(ziziphus mauritiana lamk.\) cv. gola](#)
- Guevara, E., & Jiménez, V. (2006). La reproducción de las plantas. *Editorial Universidad de Costa Rica*, 47-48. [La Reproducción de Las Plantas - Google Books](#)
- Gupta, Y. C., Sharma, P., Sharma, G., & Agnihotri, R. (2018, February). Edible flowers. In *Proceedings of the National Conference on Floriculture for Rural and Urban Prosperity in the Scenario of Climate Change, Pakyong, India* (pp. 16-18). [Edible-Flowers.pdf](#)
- Hepler, P. K. (2005). Calcium: a central regulator of plant growth and development. *The Plant Cell*, 17(8), 2142-2155. [Calcium: A Central Regulator of Plant Growth and Development](#)
- Jacobs, M., & Moore, D. M. (1972). Violaceae. *Flora Malesiana-Series 1, Spermatophyta*, 7(1), 179-212. [FM1S1972007001010.pdf](#)

- Jira-Anunkul, W., & Pattanagul, W. (2021). Effects of hydrogen peroxide application on agronomic traits of rice (*Oryza sativa* L.) under drought stress. *Plant, Soil & Environment*, 67(4). Effects of hydrogen peroxide application on agronomic traits of rice (*Oryza sativa* L.) under drought stress
- Kauffman, G. L., Kneivel, D. P., & Watschke, T. L. (2007). Effects of a biostimulant on the heat tolerance associated with photosynthetic capacity, membrane thermostability, and polyphenol production of perennial ryegrass. *Crop science*, 47(1), 261-267. Effects of a Biostimulant on the Heat Tolerance Associated with Photosynthetic Capacity, Membrane Thermostability, and Polyphenol Production of Perennial Ryegrass - Kauffman - 2007 - Crop Science - Wiley Online Library
- Laval, M., de Estudios, O., & Agrarias, P. (2004). Flores de corte. Descripción: Flores de corte.
- Loneragan, J. F., & Snowball, K. (1969). Calcium requirements of plants. *Australian Journal of Agricultural Research*, 20(3), 465-478. CSIRO PUBLISHING | Crop and Pasture Science
- Loneragan, J. F., Snowball, K., & Simmons, W. J. (1968). Response of plants to calcium concentration in solution culture. *Australian Journal of Agricultural Research*, 19(6), 845-857. CSIRO PUBLISHING | Crop and Pasture Science
- Loyola López, N., & Guzmán Cornejo, S. (2009). Evaluación en postcosecha de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cv Heidi, destinado como flor de corte al mercado local. *Idesia (Arica)*, 27(2), 61-70. EVALUACIÓN EN POSTCOSECHA DE LISIANTHUS (EUSTOMA GRANDIFLORUM) C.V. HEIDI, DESTINADO COMO FLOR DE CORTE AL MERCADO LOCAL
- Morales-Pérez, E., Morales-Rosales, E. J., Franco-Mora, O., de Jesús Pérez-López, D., González-Huerta, A., & Urbina Sánchez, E. (2014). Producción de flores de Gerbera jamesonii cv. 'Dream' en función de los ácidos giberélico y salicílico. *Phyton (Buenos Aires)*, 83(2), 333-340. Producción de flores de Gerbera jamesonii cv. 'Dream' en función de los ácidos giberélico y salicílico

- Nauenburg, J. D., & Buttler, K. P. (2007). Validierung des Namens *Viola wittrockiana*. *Kochia*, 2, 37-41. [Anzeige von Validierung des Namens *Viola wittrockiana*](#)
- Pacheco, A. C., Cabral, C. S., Fermino, E. S., & Aleman, C. C. (2013). Salicylic acid-induced changes to growth, flowering and flavonoids production in marigold plants. *J. med. Plants res*, 7(42), 3158-3163. [document](#)
- Ramawat, N., & Bhardwaj, V. (Eds.). (2022). *Biostimulants: Exploring Sources and Applications*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer. [Biostimulants: Exploring Sources and Applications | SpringerLink](#)
- Rengel, Z., Cakmak, I., & White, P. J. (Eds.). (2022). *Marschner's mineral nutrition of plants*. Academic Press. [Marschner's Mineral Nutrition of Plants - Google Libros](#)
- Riveras, E., Alvarez, J. M., Vidal, E. A., Oses, C., Vega, A., and Gutiérrez, R. A. (2015) The calcium ion is a second Messenger in the nitrate signaling pathway of Arabidopsis. *Plant Physiology* 169(2), 1937-1404. <https://doi.org/10.1104/pp.15.00961>
- Sharma, A., Dilt, B. S., Sharma, C. L., Kumar, M., Koundal, A., & Sharma, S. (2023). Effect of Foliar Application of Gibberellic Acid on Plant Growth, Flowering and Yield Attributes in Pansy (*Viola wittrockiana* Gams.). *Int. J. Plant Soil Sci*, 35(17), 403-410. [6425-libre.pdf](#)
- Sigala Aguilar, N. A., & González Fuentes, J. A. (2020). Efecto de estimulantes sobre el contenido de omega-3 en frutos de frambuesa (*rubus idaeus* L.). [Efecto de estimulantes sobre el contenido de omega-3 en frutos de frambuesa \(rubus idaeus L.\)](#)
- Srikanth, A., & Schmid, M. (2011). Regulation of flowering time: all roads lead to Rome. *Cellular and molecular life sciences*, 68, 2013-2037. <https://doi.org/10.1007/s00018-011-0673-y>
- Tavarini, S., Passera, B., Martini, A., Avio, L., Sbrana, C., Giovannetti, M., & Angelini, L. G. (2018). Plant growth, steviol glycosides and nutrient uptake as affected by arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorous fertilization in *Stevia rebaudiana* Bert. *Industrial Crops and Products*, 111, 899-907. [Plant growth,](#)

- steviol glycosides and nutrient uptake as affected by arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorous fertilization in Stevia rebaudiana Bert - ScienceDirect
- Tejeda-Sartorius, O., Ríos-Barreto, Y., Trejo-Téllez, L. I., & Vaquera-Huerta, H. (2015). Caracterización de la producción y comercialización de flor de corte en Texcoco, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(5), 1105-1118. Caracterización de la producción y comercialización de flor de corte en Texcoco, México
- Wahba, H. E., Motawe, H. M., & Ibrahim, A. Y. (2015). Growth and chemical composition of *Urtica pilulifera* L. plant as influenced by foliar application of some amino acids. *J. Mater. Environ. Sci*, 6(2), 499-506. Growth and Chemical Composition of *Urtica pilulifera* L. plant as Influenced by Foliar Application of Some Amino Acids
- Wang, Y. T. (2007). Potassium nutrition affects *Phalaenopsis* growth and flowering. *HortScience*, 42(7) 1563-1567. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.7.1563>
- World Weather Online (2025). Promedios climaticos *León, Mexico weather averages*. <https://www.worldweatheronline.com/leon-weather-averages/guanajuato/mx.aspx>
- Youssef, A. S. M. (2014). Influence of some amino acids and micro-nutrients treatments on growth and chemical constituents of *Echinacea purpurea* plant. *Journal of Plant Production*, 5(4), 527-543. influence of some amino acids and micro-nutrients treatments on growth and chemical constituents of echinacea purpurea plant
- Zeb, N., Sajid, M. Khattak A. M., and Hussain, I. (2015) Effect of potassium and maleic hydrazide on growth and flower quality of chrysanthemum. *Sarhad Journal fo agriculture* 31(4), 199-239. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.sja/2015/31.4.210.216>

IX. ANEXO FOTOGRAFICO



Fotografía 1. Desarrollo y mejora de raíz en plántula de pensamiento con la utilización de microorganismos beneficios (BACEO) y solución nutritiva Steiner.



Fotografía 2. Primer trasplante realizado en maceta.



Fotografía 3. Condición de la raíz al finalizar el primer trasplante.



Fotografía 4. Condición de la planta ya establecida.



Fotografía 5. Cosecha de flores.



Fotografía 6. Pesaje y deshidratación de flores.



Fotografía 7. Medición de diámetro, altura de planta y diámetro de flor.



Fotografía 8. Variación de tamaños en flores.



Fotografía 9. Condición de raíz al término del experimento.



Fotografía 10. Peso fresco de raíz y peso seco de follaje.

X. ANEXO DE ANOVAS Y DMS

Anexo 1. Media y desviación estándar obtenidas para la variable peso fresco de follaje

Tratamiento	Peso Fresco Follaje (g)	Agrupación
2	90.83 ± 20.34	a
13	88.8 ± 25.6	a b
11	81.83 ± 11.57	a b
10	79.67 ± 22.09	a b
16	79.2 ± 26.2	a b
3	77.33 ± 11.15	a b
12	77.17 ± 6.97	a b
15	76.8 ± 24.8	a b
14	74.17 ± 13.14	a b
8	71.33 ± 9.44	a b
9	70.00 ± 12.98	a b
5	68.50 ± 10.25	a b
7	67.80 ± 9.31	a b
1	64.00 ± 14.10	a b
6	63.17 ± 20.15	a b
4	54.67 ± 14.87	b
Media ± desviación estándar		

Anexo 2. Media y desviación estándar obtenidas del análisis de diferencia mínima significativa (DMS) para la variable peso seco de follaje.

Tratamiento	Peso seco Follaje (g)	Agrupación
2	13.50 ± 2.88	a
10	12.67 ± 4.93	a b
13	12.17 ± 2.99	a b c
3	11.833 ± 1.941	a b c d
11	11.500 ± 2.074	a b c d
6	11.00 ± 3.52	a b c d
12	10.833 ± 1.169	a b c d
8	10.667 ± 1.862	a b c d
7	10.600 ± 1.342	a b c d
16	10.33 ± 3.08	b c d
15	10.33 ± 3.72	b c d
14	10.167 ± 2.229	b c d
5	10.167 ± 2.229	b c d
9	10.000 ± 2.098	b c d
1	9.333 ± 1.506	c d
4	8.83 ± 2.48	d
Media ± desviación estándar		

Nota. Se utilizó el método LSD de Fisher y un intervalo de confianza de 95%.

Anexo 3. Medias y desviación estándar obtenidas del análisis de diferencia mínima significativa (DMS) para la variable peso fresco de raíz

Tratamiento	Peso fresco de raíz (g)	Agrupación
3	90.7 ± 19.21	a
13	75.7 ± 40.3	a b
14	72.7 ± 35.9	a b c
11	63.7 ± 28.5	a b c d
8	60.83 ± 12.45	a b c d
15	60.33 ± 19.86	a b c d
2	57.83 ± 19.21	a b c d
16	55.7 ± 41.2	b c d
7	53.2 ± 23.5	b c d
1	49.50 ± 21.84	b c d
5	46.3 ± 31.2	b c d
12	43.83 ± 12.83	b c d
10	40.7 ± 27.5	c d
9	37.83 ± 17.67	d
6	36.67 ± 16.37	d
4	36.00 ± 16.52	d
Media ± desviación estándar		

Nota. Se utilizó el método LSD de Fisher y un intervalo de confianza de 95%.

Anexo 4. Medias y desviación estándar obtenidas del análisis de diferencia mínima significativa (DMS) para la variable peso seco de raíz.

Tratamiento	Peso seco	Agrupación
3	22.83 ± 15.84	a
13	22.67 ± 12.56	a
14	19.83 ± 10.53	a b
8	16.00 ± 4.00	a b c
16	15.67 ± 13.26	a b c
11	15.67 ± 7.03	a b c
15	15.50 ± 7.89	a b c
2	14.33 ± 5.68	a b c
7	13.80 ± 7.43	a b c
12	12.67 ± 5.39	b c
10	12.50 ± 6.60	b c
1	12.00 ± 5.83	b c
5	11.00 ± 8.92	b c
9	9.83 ± 5.23	c
6	8.33 ± 3.39	c
4	6.83 ± 3.13	c
Media ± desviación estándar		

Nota. Se utilizó el método LSD de Fisher y un intervalo de confianza de 95%.

Anexo 5. Medias y desviación estándar obtenidas del análisis de diferencia mínima significativa (DMS) para la variable volumen de raíz.

Tratamiento	Volumen	Agrupación	
3	166.7 ± 98.3	a	
8	120.8 ± 33.2	a	b
16	99.2 ± 67.1		b
10	95.0 ± 46.9		b
15	92.5 ± 25.6		b
2	89.17 ± 22.45		b
4	83.3 ± 98.3		b
14	82.8 ± 67.5		b
13	79.2 ± 48.5		b
11	75.0 ± 44.7		b
1	71.7 ± 48.6		b
7	70.0 ± 32.6		b
12	68.3 ± 28.6		b
9	66.7 ± 37.6		b
5	64.2 ± 68.2		b
6	58.33 ± 20.66		b

Media ± desviación estándar

Nota. Se utilizó el método LSD de Fisher y un intervalo de confianza de 95%.