



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTILÁN**

**Efecto del despunte en la formación de tallos
laterales para aumentar la calidad comercial en
plantas de marigold (*Tagetes erecta* L.)**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÍCOLA

**PRESENTA:
GIBRAN OSWALDO MARTÍNEZ RUBIO**

**ASESOR:
M.C. JUAN ROBERTO GUERRERO AGAMA**

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme brindado la oportunidad de una vida académica sin igual, llena de conocimientos, experiencias y momentos que sin duda el día de hoy me forjan como una persona profesional reflejando mi desarrollo personal.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, y a la Carrera de Ingeniería Agrícola, por darme las herramientas y conocimientos necesarios para abrir el camino a desarrollarme como un gran profesionalista.

Con enorme gratitud a mis padres, María Eugenia Del Carmen Rubio Güereña, y Raymundo Martínez Galván, porque hasta el día de hoy me han abrazado con todo su amor y cariño, siendo los pilares más importantes de mi vida y ni se diga de mi etapa estudiantil. Les estaré eternamente agradecido por todo su esfuerzo para que esto que en algún momento fue un sueño, hoy se haga realidad.

A mi familia, por apoyarme y siempre creer en mi sobre todo en cada decisión que tomo. A mi Tía Claudia, por cuidarme y procurarme todo el tiempo, a mi hermana Ani, por motivarme y brindarme confianza para siempre salir adelante, a mi cuñado Héctor, por sus consejos que me han ayudado a tomar buenas decisiones, a Gaby, que me ha dado su amistad y me ha compartido muchos conocimientos, a mi hermana Miros, por ser mi amiga y confidente de toda la vida. Como agradecimiento especial a mi sobrino Emilio, que con su alegría me motiva a ser la mejor versión de mi cada día para ser un gran ejemplo para él.

A todos aquellos que conforman mi familia y que han aportado cosas positivas en cada etapa de mi crecimiento. También aquellos que hoy día no están presentes pero que sin duda fueron integrantes valiosos que yo he querido y que me apoyaron hasta el final. No menos importante, mis mascotas que me han acompañado a lo largo de los años y forman parte de mi familia.

Quiero agradecer a mi asesor de Tesis, el M. en C. Juan Roberto Guerrero Agama, que, con sus conocimientos y motivación, logró guiarme a través de las distintas etapas para la culminación de este proyecto. Además, como un gesto de gran cariño agradezco su amistad, atención y sus consejos dentro y fuera del aula que han marcado en mi vida para seguir adelante, esforzándome día con día a ser la mejor versión de mí. Muchas gracias “Profe-Apá Agama”.

A mis amigos por coincidir en esta vida y compartir un pedacito de ella, atravesando momentos con muchas emociones a lo largo de distintas etapas. A mi gran amiga de años Lizette por ser mi confidente, a mi gran amigo Fernando Mejía porque sin ti esta etapa universitaria no hubiera sido lo mismo sin ti. A mis grandes amigos: Cristian, Verito, Bombón (Ivon), Rosa, Pedro, Andrés, Jonathan, Jorge Alejandro y Dami (Daniel), que han sumado cosas positivas en mi proyecto de vida y me han extendido su amistad.

Por último, pero no menos importante a mis sinodales, por sus consejos y comentarios para materializar mi proyecto de tesis. Especialmente al Ing. Fernando Ortiz, y al Ing. Jonathan Fernández, por su apoyo brindado para la realización de la parte experimental.

CONTENIDO

	Pág.
Índice de Tablas y Figuras	iii
Resumen	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	3
1.2. Hipótesis	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Generalidades de la flor de cempoalxochitl (<i>Tagetes erecta</i> L.)	5
2.1.1. Importancia económica de <i>Tagetes erecta</i> L.	6
2.1.2. Germoplasma del género <i>Tagetes</i>	8
2.1.3. Plantas en maceta	9
2.2. Métodos para mejorar la arquitectura de las plantas	11
2.2.1. Fertilización	13
2.2.2. Aplicación de reguladores de crecimiento	15
2.2.3. Despunte	18
2.3. Importancia de las hormonas en el crecimiento de las plantas	20
2.3.1. Dominancia apical	24
III. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. Ubicación del experimento	26
3.2. Material vegetativo	26
3.3. Diseño experimental	28
3.3.1. Variables para evaluar	30
3.4. Acondicionamiento de materiales y área experimental	32
3.5. Manejo agronómico	33
IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS	35
4.1. Altura de planta	35
4.2. Número de flores	37
4.3. Diámetro de corola	40

4.4. Correlación entre variables	42
V. CONCLUSIONES	46
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
ANEXO	60

Índice de Tablas y Figuras

	Pág.
Tabla 1. Superficie sembrada (ha) de <i>Tagetes erecta</i> L. en maceta con datos de SIAP (2021)	10
Tabla 2. Tratamientos para determinar el efecto del despunte en plantas en maceta de marigold (<i>Tagetes erecta</i> L.)	30
Tabla 3. Comparación de medias de las variables altura de planta, número de tallos florales y diámetro de corola, de plantas de <i>Tagetes erecta</i> L., sometidas a diferentes niveles de despunte.	35
Fig. 1. Gráfico del comportamiento en la superficie y valor de la producción de <i>Tagetes erecta</i> L. en México.	7
Fig. 2. Siembra de semillas de <i>Tagetes erecta</i> L. var marigold.	27
Fig. 3. Trasplante (a) y acomodo (b) de macetas de plántulas de <i>Tagetes erecta</i> L. a 25 dds.	28
Fig. 4. Disposición de las unidades experimentales de acuerdo con el diseño experimental.	29
Fig. 5. Toma de variables morfométricas de <i>Tagetes erecta</i> L., sometidas a diferente intensidad de despunte. a) altura de planta; b) diámetro de corola.	31
Fig. 6. Diferencias de altura promedio de plantas de <i>Tagetes erecta</i> , sometidas a diferentes niveles de despunte.	36
*Fig. 7. Diferencias de número promedio de flores de plantas de <i>Tagetes erecta</i> , sometidas a diferentes niveles de despunte.	38
Fig. 8. Diferencias de diámetro promedio de corola en cm de plantas de <i>Tagetes erecta</i> , sometidas a diferentes niveles de despunte.	41
Fig. 9. Correlación entre altura de planta vs. número de flores.	43
Fig. 10. Correlación entre variables evaluadas; a) altura/diámetro de corola; b) número de flores/diámetro de corola.	45

RESUMEN

Se evaluó el efecto de aplicar hasta un tercer despunte en plantas de marigold (*Tagetes erecta* L.) para incrementar el número de tallos laterales y con ello aumentar su calidad comercial; aplicando un diseño experimental en bloques completos al azar donde con cuatro tratamientos: Testigo sin despunte (T1), un solo despunte (T2), doble despunte (T3) y triple despunte (T4). Las variables de evaluación fueron la altura de planta, el número de tallos laterales con flores y el diámetro promedio de corola. Los resultados obtenidos mostraron que estadísticamente no hubo diferencia significativa en la altura de las plantas, aunque se tuvo una diferencia de 14% entre las que tuvieron menor altura (T4) con las de generaron tallos más largos (T1). Respecto al diámetro de corola no se tuvo diferencia estadística entre los tratamientos, pero se observó una tendencia a disminuir el tamaño conforme se tuvieron un mayor número de tallos laterales. En cuanto la variable número de tallos se encontró diferencia estadística significativa, entre las plantas que se les aplicó un segundo y tercer despunte (T3 y T4) y aquellas que no fueron despuntadas, presentando alrededor de un 50% más tallos florales que las plantas de los tratamientos donde no se llevó a cabo la eliminación de la parte apical y de aquellos donde únicamente se aplicó un despunte.

I. INTRODUCCIÓN

La floricultura es una rama de la horticultura cuyo propósito es la explotación comercial de la producción y cultivo de flores, siendo un sector que representa una oportunidad para los productores agrícolas en el país, pero la falta de promoción de la explotación florícola y el nivel de inversión inicial que representa estos cultivos, hacen que éste se perfile como una actividad económica con potencial económico a nivel nacional (Morales, 2011). En general, las plantas ornamentales tienen importancia económica a nivel mundial, por lo que los productores y consumidores continúan buscando variedades nuevas y mejoradas; sin embargo, aunque existen muchas especies ornamentales, la investigación sobre fitomejoramiento y técnicas para mejorar la calidad de las plantas se limita principalmente a las especies de mayor demanda (Huylbroek, 2018).

México ocupa el tercer lugar a escala mundial en superficie destinada al cultivo de plantas ornamentales, contando con una superficie sembrada de alrededor de 22,700 hectáreas, pero únicamente exporta el 10 por ciento de la producción, siendo el estado de México quien ocupa el primer lugar en producción de flor y follaje de corte, con casi 80 por ciento de la producción nacional de flores de corte con una producción anual de 5 millones de tallos (Gómez, 2018).

En México, una de las plantas ornamentales que tienen particular interés es el cempasúchil o cempoalxochitl (*Tagetes erecta* L.) que ha sido utilizada en celebraciones religiosas desde la época prehispánica (Serrato, 2014). En nuestro país, principalmente la flor se utiliza para la celebración denominada Día de Muertos, que se lleva a cabo en el mes de noviembre en gran parte del país. La mayor producción de esta especie ornamental es como flor de corte, sin embargo, actualmente ha tenido gran demanda como planta en maceta, incrementando su producción que fue reportada desde el año 2001 por 10,000 plantas, hasta 5

millones para 2013 (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, 2017).

En algunos lugares, a la planta de cempasúchil para maceta se le denomina marigold africana, pero es la misma especie que las plantas para corte *Tagetes erecta* L., cuyo origen se encuentra en nuestro país (Wadgave, 2016). Esta planta es relativamente fácil de cultivar y tiene una amplia adaptabilidad a diferentes condiciones de suelo y agroclimáticas, pero su calidad depende del número de flores que presente cada maceta. Por ello, la producción en vivero necesita obtener plantas con tamaños, formas y fechas de floración más adecuadas, para lograr una mejor aceptación en el mercado (Ballester, 2005).

Con base en lo mencionado por González (2006), uno de los problemas existentes en México para comercializar las flores ornamentales es la calidad de la flor, la cual se determina por el tamaño del tallo, la forma, color, número de hojas y la presencia de la flor, así como la forma y apertura de sus pétalos. La calidad es importante como parte los procesos de comercialización, donde la competitividad se sustenta no sólo en la intensificación del proceso de trabajo a través de la tecnología, sino de un proceso de mayor envergadura definido a partir de la sistematización de la oferta, el aprovechamiento de los recursos básicos, la incorporación de tecnología, así como la promoción del producto y los canales de comercialización para insertarse en los mercados (Orozco, 2007).

Papone y Fatta (2013) mencionaron que es posible aumentar el valor económico de las plantas ornamentales mejorando su arquitectura y con ello su calidad comercial, señalan que una buena arquitectura se da cuando se tiene una armoniosa relación entre altura y diámetro de la planta, dado este último por la existencia de brotación axilar.

De acuerdo con el manual de OIRSA (2005), terminada la etapa vegetativa, las plantas en maceta se encuentran bien formadas y con las reservas alimenticias

necesarias para entrar a su fase reproductiva, es aquí donde se presenta la floración, la cual puede durar desde una semana hasta un par de meses. El mayor cambio se da a nivel de los meristemos de crecimiento apical, los cuales se transforman de yemas vegetativas a yemas florales. Dichos cambios dependen de la regulación hormonal que son determinantes para la formación de las yemas florales. Por ello, en muchas especies el corte de los ápices o despunte favorece la arquitectura al provocar remoción de la dominancia apical, provocando una concentración hormonal en los tallos laterales, generando la brotación de yemas axilares y basales, así como aumentando la brillantez verde del follaje (Papone y Fatta, 2013).

Considerando el efecto del despunte en las plantas ornamentales, es posible aumentar el valor comercial de una especie ornamental como el cempasúchil de macetas (marigold), llevando a cabo esta acción durante la etapa vegetativa, que permita aumentar el número de flores en la fase reproductiva, a través de un mayor número de tallos laterales.

1.1. Objetivos

Objetivo general

- Evaluar el efecto de aplicar hasta un tercer despunte en plantas de marigold (*Tagetes erecta* L.) para incrementar el número de tallos laterales y con ello aumentar su calidad comercial.

Objetivos particulares

- Evaluar el comportamiento en el crecimiento de tallos laterales en plantas de marigold (*Tagetes erecta* L.) realizando uno, dos y tres despuntes.

- Analizar el efecto del tercer despunte en el número y calidad de botones florales.
- Determinar el mejor manejo de despunte en plantas de marigold (*Tagetes erecta* L.) con base en la arquitectura que presente las plantas por efecto del despunte y que permita aumentar su valor comercial.

1.2. Hipótesis

El despunte en una planta elimina la dominancia apical y promueve el crecimiento lateral, por tanto, al realizar un tercer despunte en plantas de marigold se tendrá un mayor número de tallos laterales y con ello mayor número de flores, incrementando su valor comercial.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de la flor de cempoalxochitl (*Tagetes erecta* L.)

El cempoalxóchitl también conocida como cempasúchil, es una flor que es reconocida como uno símbolo de identidad nacional y se considera que fue domesticada en Mesoamérica desde hace 3000 años, razón por la cual se considera que es endémica del continente americano, particularmente de nuestro país. Las especies del género *Tagetes* son plantas herbáceas que pertenecen a la familia *Asteraceae*, siendo México centro de diversidad al reconocerse 24 especies nativas, entre ellas las plantas de cempoalxóchitl, (*Tagetes erecta* L.) que han sido utilizada desde la época prehispánica, principalmente con un uso ceremonial religioso (Serrato *et al.*, 2006; Zamarrón, 2021).

También su uso ha sido referenciado en México como cultivo ornamental con fines estéticos y es usada desde la práctica antigua con mucha importancia cultural, ya que es una tradición adornar los lugares de culto religioso, festivo y doméstico. Los antepasados han tenido interés por los valores estéticos que presentan las flores siendo grandes y vistosos colores que presenta, siendo una gama de amarillo a naranja y perfumes muy característicos. Como planta ornamental son muy comunes en jardines y patios de las casas, adornando en las muy conocidas ceremonias de día de muertos (Tlahuextl *et al.*, 2005; Barrera *et al.*, 2009).

Entre otros usos potencialmente importantes de *Tagetes erecta* L., se reporta su aplicación medicinal desde antiguas épocas, utilizando todas las estructuras que constituye la planta incluyendo la flor. Las hojas son utilizadas como un agente antiséptico, para problemas renales y musculares; mientras que las flores usan para tratar la fiebre, ataques de epilepsia, problemas estomacales y enfermedades relacionadas con los ojos. Por estas características que presenta la planta, ha sido catalogada como un remedio etnobotánico y se ha seguido estudiando para

determinar los diversos métodos en la medicina natural (Shetty *et al.*, 2015; Camacho *et al.*, 2019).

Desde hace algunos años, *Tagetes erecta* L. es considerada una planta de importancia económica a nivel mundial, esto es debido a la extracción de pigmento natural que se extrae de la flor, que es utilizado en la industria avícola, farmacéutica y de cosméticos, principalmente la fabricación de alimentos balanceados para aves, por su alto contenido de carotenoides totales, en su mayoría luteína y zeaxantina, con el objetivo de intensificar el color de su piel o pigmentar la yema de los huevos (Barrera *et al.*, 2009; Kumar *et al.*, 2015; Grashorn, 2016).

Además, en México se reporta su aplicación en agricultura sostenible, por tener acción como nematocida, fungicida y bactericida; así como en el control de insectos, aplicando extractos de aceite esencial y acuosos (hidrolatos) obtenidos de la destilación de tejido fresco de cempoaxóchitl, del cual se elabora un bioplaguicida. Asimismo, se reporta que puede ser aplicado como de abono orgánico para la tierra de cultivo y como mejorador del suelo (Rincón *et al.*, 2012; Serrato, 2014).

2.1.1. Importancia económica de *Tagetes erecta* L.

Conforme a lo señalado por la Ornamental Plants & Flowers (OPF), México se ha posicionado como el tercer productor mundial de plantas ornamentales en el mundo, entre las cuales se encuentran las utilizadas durante las celebraciones de día de muerto como cempasúchil, terciopelo, crisantemo y nube (Guerrero, 2021).

A nivel mundial, la producción de flores de cempasúchil está acotada a la obtención de carotenoides, de los cuales, conforme a lo señalado por la consultora BBC Research, en 2017 el mercado mundial de estos pigmentos alcanzó un valor de 1.5 mil millones de dólares y se espera que para 2022 incremente a los 2 mil millones

de dólares. Sin embargo, en nuestro país sólo se produce esta planta para la celebración del día de muertos, lo cual representa una derrama económica importante directa e indirectamente, en un breve tiempo.

Con base en la información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) a nivel nacional la producción de planta de cempasúchil ha presentado un incremento considerable de la superficie cultivada, pues en los últimos diez años, se reporta el doble de superficie entre los años 2011 a 2020; asimismo, el valor de la producción ha sido aumentado alrededor de 243% en el mismo periodo (Fig. 1). Esto indica la importancia económica del cultivo que tuvo un valor total nacional para 2020 de 630,933,192.47 miles de pesos, siendo los estados con superficie sembrada mayor a un millón de hectáreas: Veracruz, Chiapas, Jalisco, Tamaulipas, Zacatecas, Sinaloa y Chihuahua (SIAP, 2021).

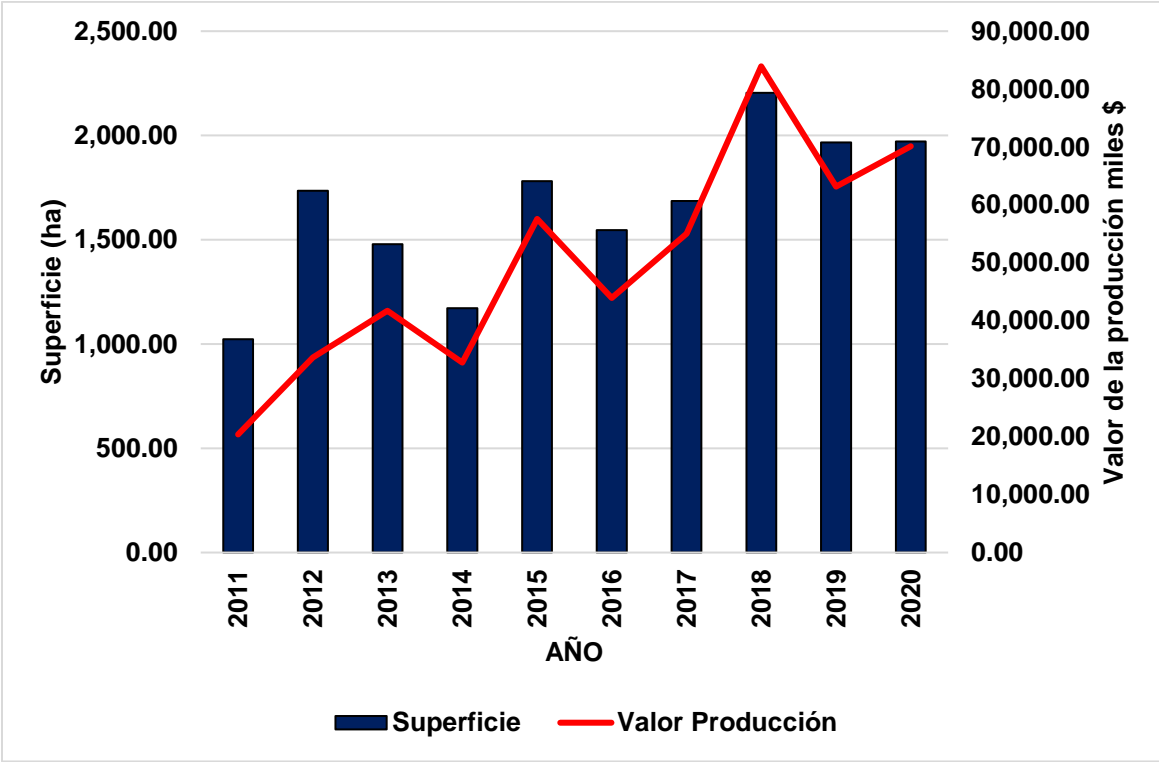


Fig. 1. Gráfico del comportamiento en la superficie y valor de la producción de *Tagetes erecta* L. en México.

2.1.2. Germoplasma del género *Tagetes*

Durante muchos años, la producción de cempasúchil en nuestro país se llevó al cabo en pequeñas superficies y en huertos familiares, pero a partir del incremento de la demanda, se requirió aumentar la superficie y por tanto la demanda de semilla ha sido mayor, siendo hoy en día la utilización de semilla mejorada la que predomina, pero la generación y producción se lleva a cabo principalmente en China e India, siendo la más conocida la llamada marigold, la cual está desplazando a las variedades nativas, principalmente en la producción de plantas en macetas, que son más demandadas para las ofrendas de oficinas, comercios y en algunas casas, durante la celebración de Día de Muertos (Zamarrón, 2021).

Tagetes erecta L. es reconocida por la Unión Internacional para la Protección de Variedades (UPOV) como plantas ornamentales y su uso puede ser para la producción en macetas, bancales en jardinería, flor de corte, así como para la industria. El valor del cempasúchil como especie ornamental, está influenciado por sus tamaños, color de sus inflorescencias y por su utilización desde épocas prehispánicas para ofrendas y/o rituales de grupos indígenas (Serrato, 2006; Sánchez, 2008).

Por acuerdo publicado el 16 de julio de 2020 en el Diario Oficial de la Federación, se creó el Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura, en el cual se ubica el Subcomité de Recursos Genéticos Agrícolas, que integra diversas Redes o Grupos de Trabajo, en las cuales se encuentra una particular de cempoalxochilt, que tiene como finalidad la colecta, conservación y aprovechamiento sustentable de esta planta, contando con la existencia de un banco de germoplasma de 2,000 muestras de semilla colectadas en la mayor parte de los estados del país donde crecen en forma ruderal, diversas especies del género *Tagetes*. Sin embargo, los productores de Tláhuac y Xochimilco han optado por la utilización de semilla importada, no sólo por la creciente demanda de plantas en maceta, sino para acceder a programas gubernamentales de apoyo, que exigen la

presentación de facturas, que es más fácil de obtener por las empresas que las comercializan (Hernández, 2021; Zamarrón, 2021).

2.1.3. Plantas en maceta

A diferencia de la flor de corte, la planta de cempasúchil cultivada en maceta crece y se desarrolla dentro de un contenedor, generando un mayor valor, siendo importante la estructura que se forme a partir de su crecimiento y el momento de la floración, para asegurar la estética al momento de la venta. Las plantas en macetas se utilizan para decorar ambientes interiores, barandas de ventanas, accesos a las viviendas, entre otros lugares donde se busca que impacten a la vista, con un efecto visual estético y emocional, permitiendo una relación directa con la vida diaria del ser humano (Morisigue *et al.*, 2012).

Los cultivos en macetas tienen en común producir plantas ornamentales en un volumen limitado muy vistosas y atractivas generando un valor estético en el entorno donde se disponga, de tal forma, la elección del tamaño y la forma del contenedor no sólo limitará al crecimiento y arquitectura de la raíz, también puede modificar el contenido hídrico y, a su vez, la disponibilidad de nutrientes y el espacio aéreo. Por tanto, mayor volumen de los contenedores promueve la arquitectura del sistema radical, aumenta el drenaje y la aireación, generando con ello un óptimo crecimiento de del dosel vegetal. (Minuto *et al.*, 2008; García, 2019).

La producción de plantas ornamentales, particularmente *Tagetes erecta* L., contrariamente a las producciones agrícolas de plantas comestibles, no se limita solamente a la obtención de biomasa en cantidad, sino también a la calidad estética de ésta. Su calidad se aprecia de diferentes maneras según la finalidad de la producción, siendo importante su forma y distribución de la biomasa en el volumen aéreo, la conformación de sus brotes laterales, la formación de flores, la altura de la

planta, el vigor, el diámetro de los tallos e indirectamente la resistencia a las plagas y a fenómenos climáticos (Lemaire *et al.*, 2005; García *et al.*, 2012).

De acuerdo con el SIAP (2021), en los últimos 10 años, la superficie destinada para la producción de plantas en maceta se centra principalmente en la Ciudad de México, en menor medida en el estado de México y sólo se mencionan cuatro años el Estado de Tlaxcala (Tabla 1). Los datos presentados por el SIAP, corresponden a unidades de producción es en mayor parte bajo condiciones de agricultura protegida, que puede ser invernadero, cubierta plástica o malla sombra, la cual abarca para el año 2020, únicamente 13.4 ha, pero esto representa casi un 90% de aumento de la superficie en producción de Cempasúchil en maceta, que de igual forma de los sistemas para flor de corte, han aumentado su demanda, representando un valor de la producción total para el año 2019 de \$ 18,535.11 miles de pesos, dato que representa un valor por hectárea de \$ 1398.88 miles de pesos, siendo alrededor de 43 veces superior a lo reportado en plantas de corte que reporta un valor de 32.13 miles de pesos por hectárea.

Tabla. 1 Superficie sembrada (ha) de *Tagetes erecta* L. en maceta con datos de SIAP (2021)

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Cd. Mex.	5	n/d*	7.5	8	9	8.3	9.3	10.1	10.4
Edo. Mex.	2	2	2.5	2.6	2.8	2.7	2.9	2.65	2.85
Tlaxcala	n/d	n/d	4	4	5	n/d	7	n/d	n/d
Total Nal.	7	2	14	14.6	16.8	11	19.2	12.75	13.25

*Nota: n/d No determinado

Para aumentar la rentabilidad de la producción de *Tagetes erecta* L. bajo sistema en maceta, se debe seguir trabajando a través del Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura, en la búsqueda de germoplasma endémico, así como en la generación de variedades mejoradas mexicanas, que tengan un comportamiento similar a las plantas que provienen de semillas mejoradas del extranjero y poder tener un mayor uso no sólo ornamental, sino en otros campos como la medicina tradicional y la generación de saborizantes, aromatizantes y elaboración de plaguicidas orgánicos (SNICS, 2017).

2.2. Métodos para mejorar la arquitectura de las plantas

La producción de plantas ornamentales, contrariamente a las producciones agrícolas de plantas comestibles, no se limita solamente a la obtención de biomasa en cantidad, sino en la calidad estética de éstas, la cual se aprecia de diferentes maneras según la finalidad de la producción: forma y distribución de la biomasa en el volumen aéreo, arquitectura, floración, fructificación, altura de la planta o vigor, diámetro de los tallos y resistencia a los parásitos y a los accidentes climáticos (Lemaire *et al.*, 2005).

A diferencia de la flor de corte, la planta cultivada en maceta crece y se desarrolla dentro de un contenedor generando además del valor ornamental en sí, una apreciación de la brotación, el crecimiento y la floración. Las plantas en macetas se utilizan para decorar ambientes interiores, barandas de ventanas, accesos a las viviendas, entre otros usos. Se colocan en lugares donde impactan a la vista, con un efecto visual estético y emocional permitiendo una relación directa con la vida diaria del ser humano. En cierta forma es como continuar el cultivo y apreciar su valor ornamental (Morisigue *et al.*, 2012).

La elección del tamaño y la forma de la maceta no sólo limita al crecimiento y arquitectura de la raíz, también puede modificar el contenido hídrico y a su vez la disponibilidad de nutrientes y el espacio aéreo; de tal forma, a mayor volumen de los contenedores se promueve una mejora en el crecimiento del sistema radical, pues se presenta mayor drenaje y aireación que un envase de menor tamaño, generando con ello una buena arquitectura aérea del dosel vegetal (García, 2019).

Los cultivos ornamentales en macetas tienen en común producir plantas en un volumen limitado pero que permita aumentar la belleza de cada especie, haciéndolas muy vistosas y atractivas, generando un valor estético en el entorno donde se disponga. Sin embargo, la producción implica la aplicación de una alta tecnología de cultivo, así como la regulación de sus ciclos productivos o mejorar los procesos en la formación del dosel vegetal y, en su caso, la inducción de las flores, permitiendo la obtención de productos de excelente calidad en los momentos que son requeridos por el mercado (Lemaire *et al.*, 2005; OIRSA, 2005; Minuto *et al.*, 2008).

Un concepto clave en la producción comercial de flores es la adopción de técnicas basadas en la fisiología vegetal pudiendo ser económicamente viable, por ejemplo, reducir el tiempo para la iniciación floral o alcanzar la madurez de la planta, mejorando con ello su presentación comercial (Miller, 2017). Por lo mismo que el mercado de flores está creciendo y se ha elevado su consumo durante los últimos años, ha sido oportuno aumentar la calidad de estos productos modificando la formación de las plantas y el manejo de su arquitectura, influyendo notablemente sobre el tamaño, peso y número de flores, así como en la longitud y el diámetro de los tallos (Yong, 2004).

En las plantas ornamentales se busca mantener una arquitectura armoniosa, es decir, conservar una buena relación entre la altura y el diámetro de la planta, asimismo, en su caso, se aumenta el número de flores, siendo este un parámetro de calidad para un gran número de especies, con lo cual se ha demostrado que

mejorando esta condición es posible incrementar el valor económico de las plantas en maceta (Papone y Fatta, 2013; Botto y Mata, 2014).

2.2.1. Fertilización

La calidad en las plantas ornamentales de maceta no puede definirse y medirse tan fácilmente como el rendimiento, pues sus estándares dependen en gran medida del propósito que define el uso de la planta. En general, una especie ornamental, que es producida en maceta, requiere de tener un mayor número de tallos florales, por tanto es necesario incrementar la formación y crecimiento de nuevas hojas, tallos y raíces; para ello, durante el estado vegetativo es necesario contar con un efectivo suministro de nutrientes, los cuales son rápidamente asimilados, más cuando se aplican con fuentes nutrimentales de rápida absorción, pues son requeridos en grandes cantidades por los cultivos, controlando en gran medida la tasa de crecimiento de las plantas (Mengel y Kirkby, 2000).

La concentración de nutrientes varía no sólo entre diferentes especies, sino también, en los distintos órganos de una misma planta. Esta diferenciación está afectada por la especie, la edad fisiológica del tejido, la posición del tejido en la planta, la disponibilidad y concentración de minerales en el sustrato, los factores climáticos y las condiciones del suelo (Medina *et al.*, 1999).

Entre los diecisiete elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de los vegetales, el nitrógeno (N), además de encontrarse en mayor proporción, es el nutriente que presenta un mayor efecto en la formación de las plantas de maceta y puede provocar diferencias en la calidad de las mismas, como lo demuestra el trabajo realizado por Flores *et al.* (2018), quienes evaluaron el efecto de la aplicación de nitrógeno a 3, 6, 9, 12, 15 y 18 mEq L⁻¹, en plantas de *Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn CV. ABC2 Lavander, encontrando que aumentar la

concentración de nitrógeno hasta 6 mEq, se forma mayor número de hojas y flores, además de mayor diámetro de tallos y altura de la planta; pero en concentraciones elevadas por arriba de 15 mEq L⁻¹ y menores de 6 mEq L⁻¹ se tuvo un efecto negativo reduciendo la actuación del nitrógeno en estas mismas variables. Con base en estas respuestas, se puede establecer que, si bien un suministro de nitrógeno es importante en la formación de la parte aérea de las plantas en maceta y con ello mejorar su calidad estética, no se debe exceder pues genera toxicidad, alterando la morfología de la planta y por tanto las características en la arquitectura esperada.

Por su parte, Ocampo *et al.* (2012) realizaron una investigación sobre el efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de N-P-K, sobre la producción del gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) para obtener una mejor calidad de flor, aplicando un diseño factorial, al combinar dosis de 0, 80, 160 y 240 de Kg ha⁻¹, de nitrógeno y de fósforo, así como concentraciones de 0, 40, 80 y 120 Kg ha⁻¹ de potasio. Encontraron que la dosis de fertilización de 80 Kg ha⁻¹ de cada uno de los elementos nutrientes (N-P-K) presentó el mejor resultado en número y tamaño de flores. Además, en los tratamientos donde no se aplicó nitrógeno, tuvieron los valores más bajos en todas las variables, estableciendo la importancia de este nutrimento en las características morfológicas de las plantas en maceta, que están directamente relacionadas con la calidad que exigen los mercados. Asimismo, señalan que es importante el aporte de fósforo y potasio, pues en forma sinérgica con el nitrógeno, intervienen en los distintos procesos fisiológicos y morfológicos de las plantas, generando la formación óptima de estructuras que le ayudan a tener una mejor presentación comercial.

La absorción y distribución de nitrógeno en la planta provoca un impacto en el crecimiento de los cultivos a través del área foliar, aumentando su dosel y la fotosíntesis de las hojas, el suministro de nitrógeno tiene un efecto sistemático en el crecimiento de las hojas. Se ha demostrado en varios casos que suministrar este elemento aumenta el área foliar de las plantas. Por lo tanto, el marcado efecto del suministro de N sobre la expansión de las hojas y la ramificación parece ser una

respuesta general, mientras que el efecto sobre la apariencia de las hojas y la duración de la expansión de las hojas es más específico de la especie. (Gastal y Lemaire 2002; Cárdenas *et al.*, 2004).

La posibilidad de venta de una planta en contenedor se halla influida por la calidad obtenida; por tanto, un deficiente programa de fertilización puede reducir apreciablemente la calidad de las plantas ornamentales y agronómicamente, se reconoce que la nutrición foliar puede complementar a la aplicación de fertilizantes a suelo. Este método de fertilización provee una utilización más rápida de los nutrientes y permite la corrección de deficiencias de nutrientes, además, es importante para suplir nutrientes en los momentos de mayor requerimiento, cumpliendo un papel muy especial para obtener mayor productividad y mejorar la calidad de las plantas ornamentales (Di Benedetto *et al.*, 2001; Salas, 2002).

2.2.2. Aplicación de reguladores de crecimiento

Los reguladores de crecimiento vegetal son compuestos sintetizados químicamente u obtenidos de otros organismos que suplen o aumentan la actividad de las hormonas, en la regulación de diferentes procesos bioquímicos a nivel celular en los organismos vegetales, en forma mucho más potentes que los análogos naturales (Alcántara *et al.*, 2019).

Los reguladores del crecimiento están divididos según su acción bioquímica en grupos de compuestos relacionados con auxinas, giberelinas e inhibidores de la biosíntesis de giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, compuestos que afectan el estado del etileno, compuestos relacionados con el ácido jasmónico y reguladores fitotóxicos atípicos (Głąb *et al.*, 2020).

Carvalho *et al.* (2008) mencionan que los reguladores del crecimiento pueden ser aplicados agronómicamente para mejorar la calidad de las plantas de ornato; sin embargo, consideran que se debe tener cuidado para determinar su eficiencia o bien si presentan algún efecto tóxico. Señalan que la aplicación de giberelinas se utiliza con la finalidad de alargar los entrenudos y con ello aumentar el tamaño de los tallos florales, pero no se encuentra alguna aplicación en plantas de maceta donde se busca hacerlas compactas. En cuanto a Auxinas, mencionan que se tiene bien ubicado su actuación en el fenómeno de dominancia apical, pero no han encontrado respuesta en la compactación de plantas en maceta, caso diferente al referirse en las citoquininas, las cuales inhiben las auxinas y al aplicarlas en forma exógena, se ha encontrado un crecimiento de los tallos laterales, logrando con ello plantas más compactas, cómo las demanda el mercado.

La aplicación de reguladores del crecimiento ha ganado una amplia aceptación para optimizar el rendimiento de las plantas debido a sus efectos cualitativos en distintos cultivos, modificando el crecimiento, el desarrollo y el comportamiento al estrés, por ello su uso se ha vuelto una práctica común para modificar los procesos de desarrollo de flores en plantas ornamentales (George *et al.*, 2008; Sathappan, 2018).

Existen diversas investigaciones que establecen el efecto de la adición de reguladores de crecimiento en forma exógena como lo reportado por Ashwini *et al.* (2019), quienes encontraron que la aplicación de ácido giberélico (GA_3) en plantas de gladiolo (*Gladiolus hybridus* L.), aumentó la altura de la planta y el tamaño de la flor debido al efecto de alargamiento celular y dando como resultado flores de mayor calidad y con mejores atributos, pero esto para variedades de corte, pues las giberelinas pueden ocasionar que se tengan tallos largos, que no son deseables en ornamentales de maceta, donde se busca una arquitectura aérea más compacta.

De los reguladores que permite la formación de tallos laterales y compactación de plantas ornamentales en maceta, se encuentran los del grupo de las citoquininas,

como lo reporta Rounkova (1985) quien llevó a cabo una investigación que permitiera determinar el efecto de las citoquininas al ser aplicadas de forma exógena en plantas de *Helenium sp.*, *Phloxes spp.*, *Dahlia* y *marigold* en maceta. Sus resultados arrojan que existió un efecto positivo en el incremento de tallos laterales modificando con ello la arquitectura original de las plantas en estudio. Además, encontró que se incrementó considerablemente el peso de las plantas y esto es debido a la superficie foliar que de igual manera aumentó cuando se incrementó el tamaño de las hojas y el número de raíces; aunque en plantas de *Helenium sp.* se observó retraso en la floración, lo cual no sucedió en las demás plantas, señalando que el efecto del fitorregulador está en la naturaleza de cada especie. Considerando estos comportamientos, se puede establecer que las citocininas pueden funcionar como promotor del crecimiento de tallos laterales en distintas plantas ornamentales y con ello reducir el efecto de la dominancia apical.

Por su parte, Mandal *et al.* (2019) reportaron que, la aplicación de citoquininas en su forma sintética de Bencilaminopurina (BA) en plantas de *Tagetes erecta* L., aumentó el número de tallos laterales y se incrementó la altura de la planta, además de un aumento en el número de hojas y el tamaño de las mismas, aunque su aplicación provocó el retardo a días a floración. Considerando estos efectos, se puede establecer que existe un efecto positivo en la aplicación exógena de citoquininas en el desarrollo de tallos laterales.

Entre las investigaciones que se han llevado a cabo con la aplicación de más de un regulador del crecimiento se encuentra la de Rastogui *et al.* (2013) al llevar a cabo un estudio sobre el efecto de la aplicación de auxinas y giberelinas en forma conjunta y particular, en plantas de *Linum usitatissimum* L., encontraron que se mejoró considerablemente la formación vegetativa de las plantas, cuando se aplicó en forma única auxinas, pero no encontraron diferencias en este aspecto con la aplicación conjunta con giberelinas. Con base en esta investigación se refuerza la importancia de las relaciones hormonales y como la concentración de cada una,

puede facilitar o inhibir un proceso fisiológico, aun cuando se colocan en forma exógena.

2.2.3. Despunte

La regulación de cultivos y el forzamiento de flores son técnicas importantes para incrementar el valor estético en la producción de plantas de ornato en maceta. La regulación del crecimiento se puede hacer adoptando la técnica de *pinch*. En plantas ornamentales, la inhibición del desarrollo de las yemas laterales, por efecto de la dominancia apical, se presenta como un problema grave para la producción de cultivos comerciales, razón por la cual se han generado técnicas que permiten terminar o romper con este fenómeno, generando así una mejor presentación en plantas de interés comercial. Entre las acciones agronómicas que se llevan a cabo, se encuentra el despunte de los tallos principales, donde se elimina el tejido apical de las plantas, fomentando un crecimiento lateral de la planta que permite generar un follaje denso y compacto, pues se favorece la brotación de las yemas laterales por debajo del ápice del brote en crecimiento, mejorando la arquitectura de las plantas (Ona *et al.*, 2015; Li *et al.*, 2018; Hajihashemi, 2021).

La aplicación del despunte para maximizar la producción de flores en plantas comercialmente importantes es una práctica común en diversas especies ornamentales; provocando diversos efectos como la reducción de la altura de la planta derivada de la eliminación de la dominancia apical y la desviación de metabolitos de la planta que promueven el crecimiento vertical y se dirigen para llevar a cabo un crecimiento horizontal, provocando que la planta se ajuste por sí misma para estimular el crecimiento de yemas axilares (Jamal *et al.*, 2015; Sathappan, 2018).

El despunte es una práctica que técnicamente también se le conoce como *Pinzado*, *Pinch* o *Pinching*, la cual consiste en cortar la yema terminal y con ello eliminar el efecto de la dominancia apical, favoreciendo el desarrollo de tallos laterales, para aumentar la producción de tallos que posteriormente generarán la formación de flores (Yong, 2004). En específico para *Tagetes erecta* L., se menciona que la yema del tallo principal se debe arrancar entre los 30 a 45 días después de la siembra (despuntar) para que surja el crecimiento de ramas laterales con yemas / flores por debajo del ápice (Sathappan, 2018; Roy, 2019).

Existen diversos estudios que establecen la aplicación del despunte para aumentar los brotes axilares en plantas ornamentales, como el realizado por Ehsanullah *et al.* (2021), quienes encontraron, entre otros aspectos, que en plantas de crisantemo (*Chrysanthemum indicum* L.) se aumentó el número de tallos florales (12) y la altura de planta (45 cm) al realizar tres despuntes a diferencia de aquellas que no fueron pinchadas que alcanzaron una altura superior a 60 cm pero con un menor número de tallos (5); concluyendo que la práctica de despunte es adecuada para el crecimiento y producción de flores de calidad, en el cultivo de crisantemo.

De igual forma Baskaran y Abirami (2017), encontraron que plantas de marigold africana (*Tagetes erecta* L.), presentaron mayor altura (75.49 cm) en comparación con aquellas donde se llevó a cabo un doble despunte (40.03), pero el número de ramas y de flores fue mayor cuando se realizó el pinchado dos veces, siguiendo las plantas donde se aplicó un solo despunte y las que menor número presentaron fue donde no se efectuó la eliminación del ápice; recomendando la práctica para aumentar la calidad de las plantas.

Fisiológicamente la yema terminal de la planta posee una hormona reguladora del crecimiento llamada auxina la cual inhibe el crecimiento de las yemas laterales. La eliminación de la yema terminal en conjunto con esta hormona a través de despuntes permite que las yemas laterales se desarrollen y crezcan promoviendo plantas más compactas con un mayor rendimiento de flores. Por lo tanto, la

eliminación de la dominancia apical favorece el crecimiento de los tallos laterales, incrementando el rendimiento en número de flores (Rathore *et al.*, 2018).

El rendimiento de las flores de plantas de flores de ornato en maceta depende principalmente del número de tallos florales que pueden manipularse deteniendo el crecimiento vertical de las plantas y estimulando los brotes laterales mediante el despunte apical en su etapa vegetativa. Dichos brotes laterales proporcionarán más posibilidades de producir flores y, a su vez, contribuirían a un mayor rendimiento de las plantas ornamentales (Baskaran y Abirami, 2017).

2.3. Importancia de las hormonas en el crecimiento de las plantas

Las plantas viven en ubicaciones fijas y sobreviven a la adversidad integrando respuestas a diversas señales ambientales regulando su crecimiento y se ha reconocido que estas interacciones entre las partes de la planta pueden estar mediadas por sustancias químicas, conocidas como hormonas, que actúan como mensajeros (Leopold y Noodén, 1984; Achard, 2006).

Una característica bastante frecuente de la percepción de señales del ambiente por parte de las plantas es que las respuestas pueden ser inductivas, las cuales se producen aun cuando el estímulo-señal haya desaparecido y/o tiene carácter sistémico; esto conlleva la sugerencia que la respuesta está mediatizada por algunas sustancias sintetizadas en pequeña cantidad por el metabolismo secundario de algunas células/tejidos que pueden actuar en otras partes de la planta y se les da el nombre de fitohormonas (Bottini, 2017).

Las hormonas son sustancias que se producen en alguna parte de la planta, para posteriormente transferirse a otra parte, donde generan un proceso fisiológico específico. Estas sustancias orgánicas están vinculadas con todas las respuestas

morfogénicas durante la ontogenia de las plantas, y son relativamente escasas en número (Leopold y Noodén, 1984; Jordán y Casaretto, 2006). Estas sustancias son moléculas pequeñas y simples de diversa composición química y de acuerdo con su estructura y función fisiológica, han sido clasificadas en varios grupos:

- Auxinas
- Citoquininas (Cit)
- Ácido abscísico (ABA)
- Giberelinas (GA₃)
- Etileno.

Todas las hormonas vegetales tienen múltiples funciones en el crecimiento o la defensa de las plantas, es decir, sus efectos son diversos; sin embargo, los efectos de una hormona pueden depender de otras hormonas, las cuales llegan a desencadenar cambios en los niveles de concentración de aquella que actúa en forma específica (Evans, 1984; Srivastava, 2002). Durante el crecimiento vegetativo de las plantas, así como de los procesos de floración y fructificación, las hormonas que tienen una actuación preponderante, en forma particular o en conjunto, son las giberelinas, las citoquininas y las auxinas.

Las giberelinas (GA₃) poseen actividad biológica actuando como reguladores endógenos del crecimiento de distintos órganos a través de la estimulación del alargamiento y/o división celular, promoviendo la activación de interruptores en el desarrollo de las plantas superiores mediante señales ambientales y de desarrollo reproductivo; esta fitohormona afecta la transición de la etapa juvenil a la adulta, de igual forma promueve la iniciación floral, además de involucrarse en la determinación del sexo y el cuajado de frutos (Taíz y Zeiger, 2010; Hedden, 2017).

Las giberelinas están involucradas a nivel vegetal en el desarrollo de tejidos cuyo crecimiento es constante, como lo pueden ser el alargamiento de raíces, desarrollo de hojas jóvenes, alargamiento del tallo, entre otros procesos vegetales de

desarrollo. Además, las giberelinas controlan varios aspectos de la germinación de semillas, incluyendo la pérdida de latencia y la movilización de reservas del endospermo, jugando un rol importante en el alargamiento de los segmentos nodales ya que permite estimular la distensión celular en respuesta a las condiciones de luz y oscuridad. Adicionalmente, tiene un papel relevante en los procesos de iniciación de la floración, por lo cual es sumamente vital para la fertilidad de las plantas (Alcántara *et al.*, 2019).

En cuanto las citoquininas, también llamadas *Citocininas*, desempeñan un papel central en la regulación del ciclo celular de las plantas y en numerosos procesos de desarrollo como factores que promueven la división celular (citocinesis), estando presentes en todos los tejidos vegetales y siendo abundantes en la punta de las raíz, el ápice de los brotes y las semillas inmaduras; pero el sitio más importante de biosíntesis de citoquininas en plantas superiores es especialmente en la punta de la raíces mitóticamente activas, siendo las raíces la fuente principal de citoquininas en la mayoría de las plantas y se transportan a la parte aérea a través del xilema (Sakakibara, 2006, Hopkins y Hüner, 2009; Schmölling, 2013).

Las citoquininas son una de las principales hormonas vegetales que cumplen diversas funciones importantes en el desarrollo y la morfogénesis de las plantas, entre los cuales tienen la capacidad de activar la senescencia de las hojas, permitiendo estimular el desarrollo fotomorfogénico vegetal y jugar un rol importante en el aumento y generación de la producción de brotes vegetativos. Asimismo, están involucradas en la regulación de la división celular e interactúan con auxinas en el control de la dominancia apical, así como en la ramificación lateral (Srivastava, 2002; Alcántara *et al.*, 2019; Bhattacharya, 2019).

Taiz y Zeiger (2010) mencionan que las plantas muestran distintas características que apuntan a los roles desempeñados por las citoquininas en la fisiología y desarrollo vegetal, tales como:

- Los meristemos apicales del brote de la sobreproducción de citoquininas en las plantas producen más hojas.
- Las hojas tienen niveles más altos de clorofila y son mucho más verdes.
- Pueden formarse brotes adventicios a partir de las venas y pecíolos de las hojas no heridas.
- Puede retrasar la senescencia de las hojas.
- La dominancia apical se reduce considerablemente.
- Las plantas con sobreproducción de citoquininas están atrofiadas, con entrenudos muy acortados.
- Se reduce el enraizamiento de los esquejes del tallo, al igual que la tasa de crecimiento de las raíces.

Por otra parte, y con una relación muy estrecha con las citoquininas, están las auxinas que son un grupo de hormonas que se encuentran muy activas durante el crecimiento de las plantas, estimulando el alargamiento celular, aunque también puede provocar la inhibición del crecimiento de yemas axilares; por estas razones, la auxina es considerada para algunos autores como la principal hormona del crecimiento (Bögre *et al.*, 2013; Le Bris, 2003; Costa y Van de Pol, 2003). Las auxinas se sintetizan en regiones meristemáticas y otros órganos en crecimiento activo como el coleóptilo, los ápices, las puntas de las raíces, las semillas en germinación y las yemas apicales de tallos en crecimiento, siendo transportada en forma basipétala a los tejidos donde lleva a cabo su función (Hopkins y Hüner, 2009).

Aunque originalmente se descubrió en relación con el crecimiento, la auxina influye en casi todas las etapas del ciclo de vida de una planta desde la germinación hasta la senescencia. Entre los efectos en el crecimiento y desarrollo de las plantas causados por las auxinas se encuentran la dominancia apical, la abscisión foliar, la formación de raíces laterales, la diferenciación vascular, la formación de brotes florales y la formación de frutos; además de estar presente en los fenómenos conocidos como tropismos (Taíz y Zeiger, 2010).

Entre los procesos que están relacionados con las auxinas, se encuentra la dominancia apical la cual, en conjunto con la concentración de citoquininas, pueden afectar el desarrollo de tallos laterales, siendo de importancia en plantas que deben tener un mayor desarrollo de la parte aérea como las plantas ornamentales de maceta.

2.3.1. Dominancia apical

La dominancia apical es un fenómeno en las plantas donde el brote principal domina e inhibe el crecimiento de otros brotes, normalmente laterales debajo del ápice. En las plantas con una fuerte dominancia apical, el daño de la punta del brote, causada por la poda, conduce al crecimiento de brotes embrionarios compactos denominados yemas axilares de forma lateral; esta decapitación conduce a la formación de tallos laterales y este proceso de despunte puede hacer que una planta relativamente poco ramificada se convierta en un arbusto, cambiando drásticamente su morfología (Barbier *et al*, 2017; Li *et al*, 2018).

La dominancia apical y la inducción de la floración son la manifestación del desarrollo de las plantas y dependen de la interacción entre distintos órganos, por ello, al eliminar la parte apical de la planta, se genera el crecimiento superior de las ramas laterales y se relaciona con el crecimiento de una planta controlando la inactividad de las yemas situadas en posiciones inferiores del ápice; este tipo de inhibición de las yemas se denomina inhibición correlativa y suele tener un gradiente que cuanto más abajo se ubique en el brote, más fuerte es la inhibición; por tal razón en las plantas con fuerte dominancia apical, el crecimiento es muy vertical, con un eje central dominante y esto se considera que es por la acción de la auxina, que es sintetizada por el ápice del brote en crecimiento (De Greef *et al.*, 1976; De Vries, 2003).

Cline (1991) consideró que las auxinas que son producidas en los ápices, limitan en forma indirecta el desarrollo de las yemas axilares, el cual se ve favorecido por la acción de las citoquininas que se producen en las raíces; de tal forma considera que existe una relación entre estas dos hormonas en el proceso de dominancia apical; aunque señala que no se debe descartar la participación con otras hormonas, pero mencionó que es poco probable; asimismo, señaló que existen tejidos que son más sensibles a la actuación de las hormonas.

En general, se reporta que las auxinas y las citoquininas desempeñan papeles antagónicos en la regulación de la ramificación de los brotes, de tal forma, la aplicación de citoquinina muestra una reducción de la dominancia apical, es por ello por lo que en las plantas con niveles elevados de esta fitohormona se presenta una dominancia apical reducida; por esta razón se puede determinar que juega un papel en la promoción del crecimiento de las yemas axilares (Li *et al.*, 2018; Yamaguchi *et al.*, 2010).

La principal fuente de auxinas se presenta en hojas jóvenes en expansión, así como en el meristemo apical, siendo un sumidero metabólico que inhibe el crecimiento de las yemas laterales; por tanto, la exportación de auxinas de estos tejidos puede limitar la concentración de citoquininas dentro del xilema e inducir el control apical mediante una interacción hormonal (Hajihashemi, 2021). Sin embargo, el efecto de la dominancia apical puede verse afectada por diversos factores, como la disponibilidad de nutrientes, la proximidad de los vecinos, la cantidad de luz y la duración del fotoperíodo, siendo parte de los procesos que regulan el crecimiento de las yemas laterales (Srivastava, 2002; Israeli y Lahav, 2017).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

La investigación se realizó en el invernadero de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM, en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México, que se ubica a los 19°38'38" N y longitud de 99°12.959' O, con una altitud promedio de 2252 msnm. La zona presenta un clima templado, siendo enero el mes más frío y junio el mes más caliente con una temperatura media anual de 15.2 °C (Rodríguez, 2014).

El invernadero donde se llevó a cabo el trabajo experimental es de tipo dos aguas con orientación norte-sur, con cubierta en paredes de mampostería y cristal, cumbrera de policarbonato, sin un sistema de control de temperatura, la cual, junto con la aireación, se regula por ventanas de rejillas abatibles.

3.2. Material vegetativo

Se utilizaron semillas de *Tagetes erecta* L., var. marigold, recolectadas de flores del cultivo de la temporada anterior (octubre de 2019) las cuales fueron conservadas y acondicionadas en frío para mantener su viabilidad y vigor. Con la finalidad de asegurar la germinación, antes de la siembra, las semillas fueron sometidas a un proceso de imbibición por 24 horas con agua destilada a temperatura ambiente. Posteriormente fueron colocadas en una charola de poliestireno de 200 oquedades, previamente desinfectada que contenían un sustrato compuesto de turba (peat moss) y perlita en relación 2:1, depositando dos semillas por oquedad (Fig. 2).



Fig. 2. Siembra de semillas de *Tagetes erecta* L. var marigold.

Del total de semillas sembradas, únicamente se tuvo la emergencia de 100 plantas, lo que representó el 50% de plantas esperadas y sólo el 25% del total de semillas sembradas; pero fueron suficientes para cubrir el número de unidades experimentales. Las plántulas fueron trasplantadas a 25 días después de la siembra (dds), teniendo una altura alrededor de 12 cm desde el cuello de la planta al ápice, presentando los cotiledones completamente expuestos y un primer par de hojas verdaderas. Se trasplantaron en macetas de 4" con un sustrato de tierra negra,

tezontle y composta de materia verde (plantas de hoja ancha, residuos de poda de césped y malezas de gramíneas) en una relación 1:1:1.5 (Fig. 3).



Fig. 3. Trasplante (a) y acomodo (b) de macetas de plántulas de *Tagetes erecta* L. a 25 dds.

3.3. Diseño experimental

Se aplicó un diseño experimental en bloques completos al azar (Fig. 4), considerando como gradiente de afectación a la radiación solar que se ve influenciada por una pared de ladrillo al sur del invernadero, que puede generar diferenciales en intensidad de luz, la radiación fotosintéticamente activa (PAR), así como en la temperatura.

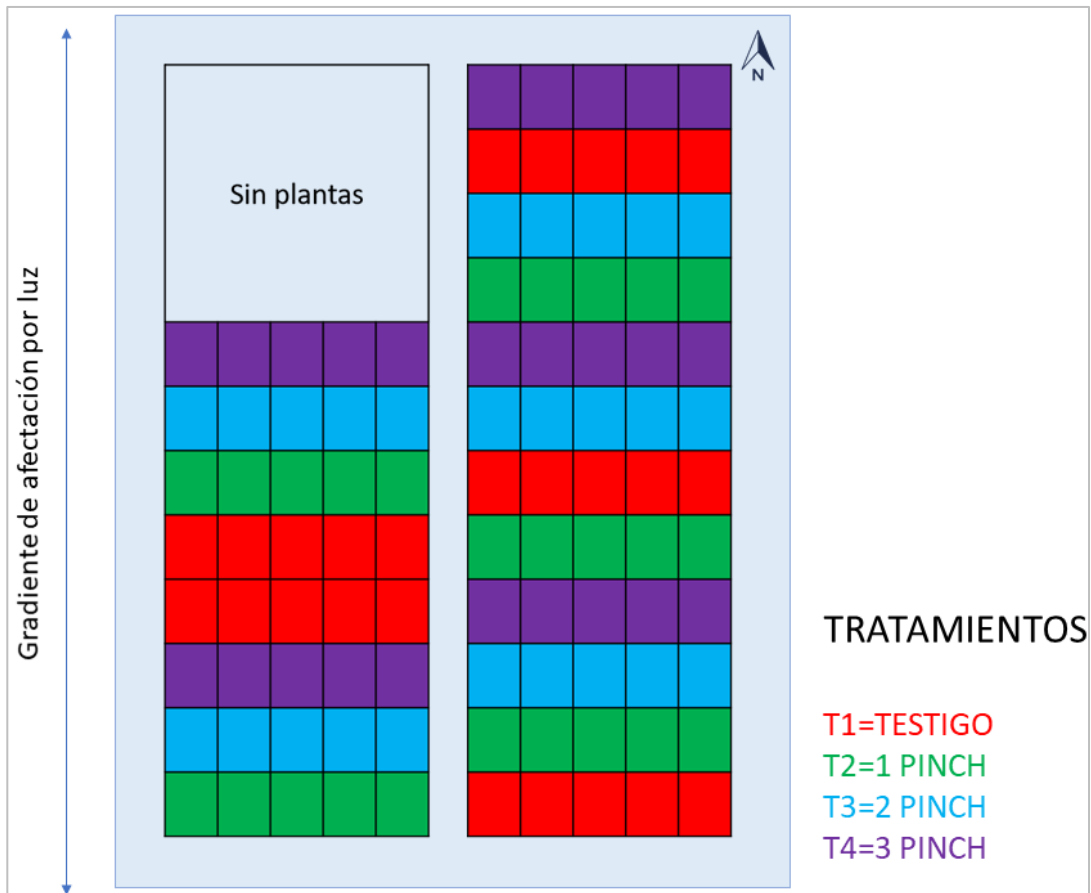


Fig. 4. Disposición de las unidades experimentales de acuerdo con el diseño experimental.

El experimento constó de cuatro tratamientos (Tabla 2) con cinco repeticiones cada uno, dando en total 20 unidades experimentales que consistieron en 5 plantas, de las cuales únicamente para la evaluación se tomaron en cuenta las tres plantas centrales de cada repetición, eliminando las de las orillas.

Tabla 2. Tratamientos para determinar el efecto del despunte en plantas en maceta de marigold (*Tagetes erecta* L.)

TRATAMIENTO	DESPUNTE
T0	0 (Testigo)
T1	1
T2	2
T3	3
T4	4

3.3.1. Variables para evaluar

Con la finalidad de poder determinar el efecto de los despuntes en las plantas de marigold, se consideraron como parámetros morfométricos de evaluación la altura de la planta, el diámetro de la corola y el número de tallos florales completos.

Altura de Planta. Se registró con ayuda de un flexómetro desde la superficie del sustrato, donde se ubicó el cuello de la planta, hasta donde terminó de presentarse la flor de mayor altura en forma vertical (Fig. 5 a).

Diámetro de la corola. Para medir este parámetro, se utilizó un vernier (Fig. 5 b), tomando en cuenta que la flor tuviera una apertura a $\frac{3}{4}$, que es una medida que comúnmente manejan los productores para aumentar la vida de anaquel. Esta apertura se presenta cuando el botón floral está completamente abierto antes del proceso que se conoce en la floricultura como el “desplome” y que botánicamente se considera absición, siendo esta la apertura óptima para su venta como flor de temporada.



Fig. 5. Toma de variables morfométricas de *Tagetes erecta* L., sometidas a diferente intensidad de despunte. a) altura de planta; b) diámetro de corola.

Número de tallos florales. Visualmente se consideraron los tallos con una flor presente, siendo estos los laterales y el tallo principal. Se contaron de forma manual teniendo presente una característica cuantitativa realizándose al mismo tiempo que la toma de lecturas del diámetro de corola.

Días a floración. Para la toma de datos de las variables a evaluar fue necesario esperar que todas las plantas consideradas de cada tratamiento tuvieran todas las flores abiertas al menos a $\frac{3}{4}$ o apertura total; registrando los días a floración cuando las plantas evaluadas de cada repetición se encontraran en estas condiciones.

Monitoreo y toma de lecturas. Los monitoreos se hicieron diario para procurar tener las plantas bajo las mejores condiciones ambientales y evitar daños por

fenómenos meteorológicos o bien por problemas sanitarios y que directamente podrían afectar los resultados del experimento. En cuanto a la toma de lecturas de las variables a evaluar, se llevó a cabo a partir del inicio de la floración, pues en este momento se detiene el crecimiento, por esta razón se realizó a los 73 días después del trasplante en los tratamientos uno y dos; mientras que los tratamientos tres y cuatro su toma de lecturas se prolongó hasta 90 días después del trasplante.

3.4. Acondicionamiento de materiales y área experimental

Con la finalidad de disminuir problemas de plagas y enfermedades durante el crecimiento de las plantas, se llevó a cabo la desinfección de la superficie de mesas de trabajo, contenedores (macetas de 4") y el sustrato utilizado. La superficie donde se ubicaron las unidades experimentales, así como las macetas que fueron de reúso, se lavaron con jabón en polvo y se les aplicó una solución al 5% de hipoclorito de sodio comercial, dejando orear durante 48 horas para evitar afectación en las plantas.

Al sustrato utilizado para el experimento se le aplicó un fungicida (*Cupravit*®) y un insecticida (*Terbufos*®) a razón de 75 y 375 g/m³, respectivamente, para prevenir enfermedades de suelo y la presencia de plagas. Los agroquímicos fueron incorporados a la mezcla de forma homogénea y posteriormente se llenaron las macetas a nivel de área de contención de agua, con aproximadamente 2 L de sustrato.

Las macetas fueron acomodadas en 2 mesas de 120 cm de ancho por 160 cm de largo, que se ubicaron en la parte norte del invernadero a unos 4 m de la pared de mampostería, con la finalidad de permitir mayor cantidad de luz.

3.5. Manejo agronómico

En cuanto se llevó a cabo el trasplante, se mantuvo un manejo agronómico de las plantas, las cuales fueron regadas con agua corriente, asegurando la humedad para la formación y apertura de flores que se presentó a noventa días después del trasplante (ddt) en los últimos tratamientos que fueron evaluados. El agua para riego fue aplicada con un aspersor manual de riego, siendo de 5 segundos diariamente en las primeras etapas de crecimiento durante 3 veces al día, para evitar estrés hídrico, pero sin exceder la cantidad de agua y evitar encharcamientos. Una vez que las plantas tuvieron un crecimiento sostenido, alrededor de los 30 ddt, se decidió la aplicación de únicamente dos riegos por día y disminuir la posibilidad de generar un ambiente óptimo para la aparición de enfermedades fungosas.

Por la rusticidad que tienen las plantas de *Tagetes erecta* L., se decidió llevar a cabo una sola aplicación de fertilizante, tomando como fuente el Triple 16 (16-16-16) que es de tipo granulado de liberación intermedia, siendo aplicado directamente al sustrato en una dosis de 1.5 g/planta, aplicado directamente al sustrato a 8 días ddt para asegurar el arraigo de la planta. Se consideró una sola aplicación para el arranque de la planta y permitir que el sustrato, con una considerable cantidad de compost, actuar como única fuente nutricional y evitar el excesivo uso de agroquímicos, así como disminuir los costos. Por el comportamiento que tuvieron las plantas, no fue necesaria una aplicación adicional de fertilizantes.

En el periodo comprendido para la experimentación con las plantas de marigold, no presentó ningún daño por plagas y/o enfermedades, por lo tanto, conforme al constante monitoreo de las unidades experimentales, no fue necesario un control de enfermedades, únicamente se aflojó el suelo de las macetas a 30 y 60 ddt, para mejorar la aireación y el drenaje, así como llevar a cabo la eliminación de malas hierbas.

Despunte. El primer despunte se realizó a los 21 días después del trasplante, en todos los tratamientos a excepción del testigo; mientras que el segundo y tercer despunte se llevaron a cabo a los 42 y 63 ddt, únicamente a las plantas de los tratamientos T3 y T4 respectivamente. El despunte se efectuó removiendo el ápice de cada planta utilizando los dedos índice y pulgar, por arriba de 4 hojas verdaderas, en cada momento de pinchado, para asegurar al menos tres tallos florales.

IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Con base en las respuestas al llevar a cabo un tercer despunte para incrementar la calidad de plantas de maceta de marigold (*Tagetes erecta* L.), se determina por cada variable lo siguiente:

4.1. Altura de planta

Al llevar a cabo la toma de datos de la variable altura de planta, se observó que al realizar un tercer despunte (Tratamiento T4), se presentó una menor altura, con respecto a las plantas del tratamiento donde se aplicó un despunte (Tratamiento T2), las cuales alcanzaron la mayor altura (4.13 cm) siendo 14% superior a las del tratamiento T4; sin embargo, estadísticamente no se encontró diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos (Tabla 3), de tal forma se considera que no es necesario llevar a cabo el despunte de las plantas de marigold con la finalidad de aumentar o disminuir su altura, según sea los requerimientos del mercado.

Tabla 3. Comparación de medias de las variables altura de planta, número de tallos florales y diámetro de corola, de plantas de *Tagetes erecta* L., sometidas a diferentes niveles de despunte.

Tratamiento	Altura de planta (cm)	Número de flores	Diámetro de corola (cm)
T1	29.69 A	5.500 b	6.305 a
T2	29.88 A	6.250 b	6.263 a
T3	28.38 A	11.25 a	5.700 a
T4	25.75 A	11.25 a	6.050 a

Nota: Letras iguales, son estadísticamente similares entre si ($\alpha \geq 0.05$)

A pesar de no existir diferencias estadísticas significativas, se pudo observar que al aumentar el número de despuntes, las plantas presentaron menor altura (Figura 6), lo cual puede deberse a que aquellas que presentaron un incremento en el número de tallos florales, también observaron un aumento en la cantidad de hojas, razón por la cual la relación fuente/demanda disminuyó, pues se requirió mayor abasto de fotoasimilados en los brotes laterales que fueron estimulados por el despunte, para satisfacer los requerimientos de las hojas formadas en cada tallo floral y cubrir satisfactoriamente las necesidades para llevar a cabo los procesos fisiológicos correspondientes; por esta razón, al disminuir la oferta de fotoasimilados se provocó una disminución en la altura de la planta. Esta respuesta es similar a lo reportado por Asif *et al.* (2018), quienes encontraron que las plantas despuntadas de *Tagetes erecta* L., presentaron disminución en el tamaño de tallos florales (22,85 cm) en comparación con las que no fueron pinchadas (34,43 cm).

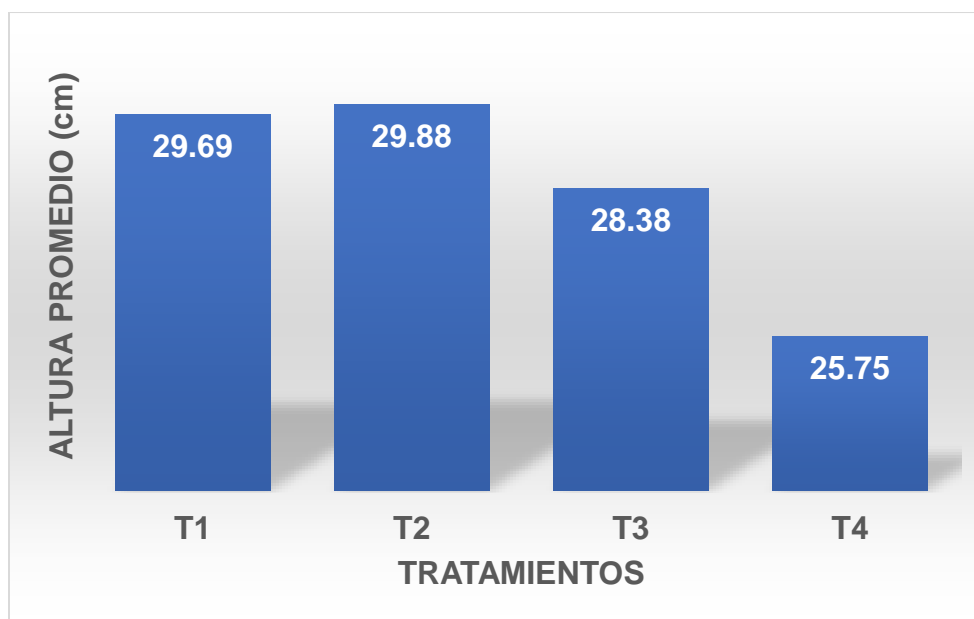


Fig. 6. Diferencias de altura promedio de plantas de *Tagetes erecta*, sometidas a diferentes niveles de despunte.

Investigaciones como la reportada por Richards y Wilkinson (1984) señalan que el pinchado en especies ornamentales, si bien promueve la ramificación de las plantas sin afectar el tamaño de los tallos laterales, también puede ocasionar un efecto contrario, pues encontraron que el despunte en plantas de camelia, genera tallos laterales sin alterar la altura de las plantas; pero en cultivos de rosas miniatura, se encontró que disminuyó el número de brotes y la altura de planta. Estos resultados, conjunto con los observados en el presente trabajo, permiten establecer que cada especie tiene un comportamiento particular en el tamaño de la planta por efecto del pinchado y no puede tomarse como una respuesta generalizada en todas las especies ornamentales donde se busque mejorar sus características comerciales a partir del incremento de tallos laterales.

4.2. Número de flores

En cuanto a la variable número de flores, se mostró un evidente aumento respecto a la aparición de brotes laterales en los diferentes tratamientos y con ello un incremento de inflorescencias al realizarse mayor presión de despunte (Fig. 7). El análisis de varianza, mostró diferencia estadística significativa entre tratamientos (Anexo A2), pero en el tratamiento donde se realizó un solo despunte (T2) el cual tuvo 6 flores por planta, se presentaron valores estadísticamente similares a las plantas del tratamiento T1 (testigo), donde no se realizó ningún pinchado y que tuvieron 5 ± 1 flores por planta; de igual forma en los tratamientos con doble (T3) y triple despunte (T4), ambos con alrededor de 11 flores por planta, fueron estadísticamente similares entre sí, pero diferentes a las plantas de los tratamientos T1 y T2 (Tabla 3).

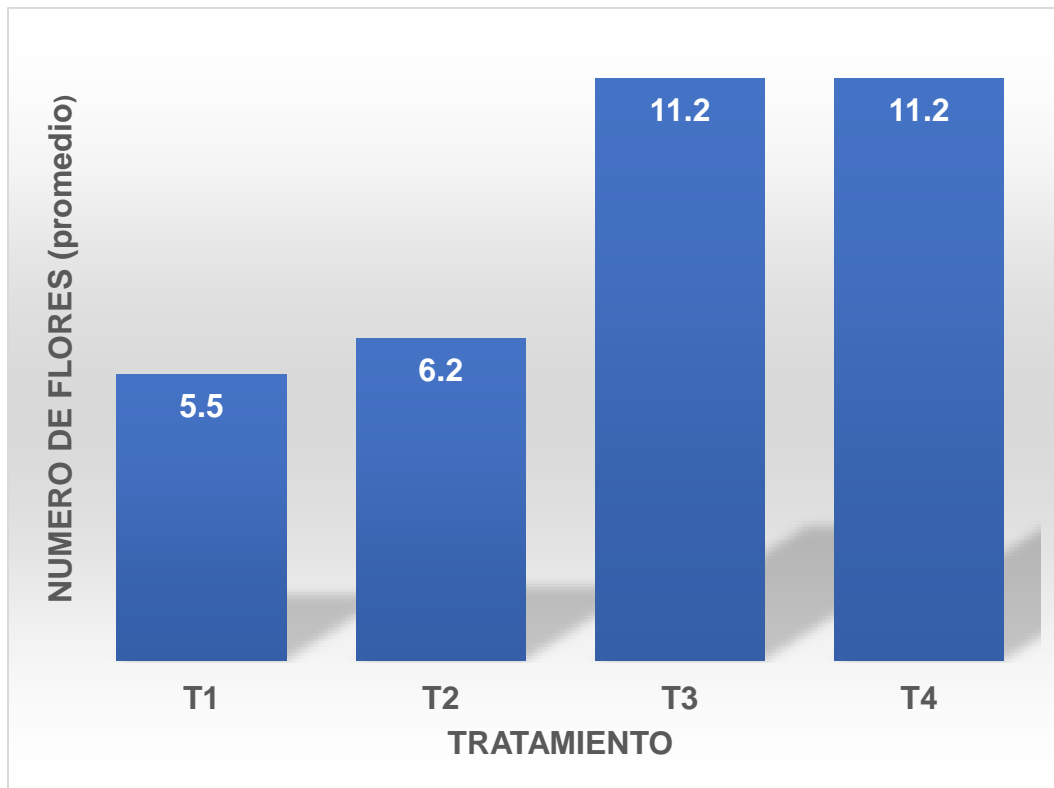


Fig. 7. Diferencias de número promedio de flores de plantas de *Tagetes erecta*, sometidas a diferentes niveles de despunte.

El despunte provoca la pérdida de la dominancia apical, de tal forma que las hormonas que se ubican en las yemas terminales y que se encuentran llevando a cabo la división celular de las iniciales meristemáticas, dejan de actuar provocando que el movimiento de las hormonas y fotosintatos que proceden de otras partes de la planta, se transloquen hacia los lados, promoviendo o acelerando el desarrollo de las yemas axilares y con ello la promoción de nuevos brotes, que darán lugar a un incremento de los tallos florales; como lo menciona Cline (1991) quien encontró que el número de flores se incrementa debido a que al eliminar el ápice de la planta, se excluye la fuente de dominancia apical y los asimilados se dirigen a las yemas laterales, provocando la ramificación.

El efecto del despunte para incrementar tallos laterales resulta de interés en diversas especies ornamentales, encontrando similitud en la respuesta de las plantas, como lo reportado por Casierra *et al.* (2012) quienes evaluaron, entre otros aspectos, el efecto del despunte en *Gyosophyla paniculata*, encontrando una influencia positiva aumentando en 7.84% los brotes viables con respecto a las plantas que no se les realizó despunte. De igual forma, Wadgave (2016), encontró en marigold africana (*Tagetes erecta* L.) cv. Calcuta Orange, que el despunte afectó significativamente el número de tallos, tanto principales como secundarios, provocando el aumento en el número de flores completas por tallo. Esta respuesta, permite incrementar la calidad de las plantas y tener mayor competencia en el mercado, aumentando la relación beneficio-costos en comparación con las plantas no despuntadas.

Con base en las investigaciones realizadas, la mayoría de las plantas de ornato tienen un incremento en el número de flores por efecto de la eliminación de la parte apical, pero también se han encontrado otros efectos positivos como lo señalado por Ona *et al.* (2015), quienes realizaron una investigación en crisantemo var. *Snowball*, llevando a cabo uno a dos despuntes en comparación con un testigo sin este procedimiento, encontrando que cuando se lleva a cabo una doble eliminación de los ápices, además de un mayor número de flores, existe un aumento en clorofila y área foliar, en comparación con las plantas testigo.

Con base a los resultados en los reportes de otras investigaciones y los propios de este trabajo, si bien una presión mayor de despuntes puede incrementar la cantidad de brotes laterales, en virtud que cada nuevo crecimiento vegetativo representa un crecimiento con dominancia apical, llega un estado en que la planta no tiene los suficientes fotosintatos para abastecer el creciente número de brotes y con ello el aumento de hojas y flores, siendo necesario un equilibrio para poder abastecer adecuadamente a todos los puntos de demanda, generando que la planta llegue a un aumento sostenido, como se observa en los tratamientos a doble y triple despunte (T3 y T4), donde se presentó el mismo número de tallos florales (Fig. 7).

Por otra parte, las plantas que fueron sometidas a un tercer despunte (T4), si bien presentaron la misma cantidad de flores que las plantas donde se aplicó doble despunte (T3), el tiempo que tardaron en abrir a $\frac{3}{4}$ todas sus flores principales, fue de 105 ddt, 12 días más que el tratamiento T3, lo cual puede ser considerado para retrasar el tiempo para a emisión de los botones florales y con ello aumentar el tiempo de cosecha. Esta respuesta también se ha reportado en otras especies ornamentales, como lo reportado por Singh *et al.* (2013) quienes encontraron en plantas de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) bajo condiciones protegidas, que el efecto de aplicar el despunte en la parte apical de las plantas, si aumentó notablemente el número de flores por metro cuadrado y se observó diferencia estadística significativa en la longevidad de las plantas, favoreciendo su vida de anaquel.

Considerando las respuestas en el despunte de las plantas de marigold, se considera que el despunte es importante para aumentar el número de tallos florales y con ello incrementar su valor estético y por tanto económico; sin embargo, se observa que no es necesario llevar a cabo un tercer despunte, en virtud que el número de flores es igual a únicamente llevar a cabo una doble eliminación de los ápices.

4.3. Diámetro de corola

Con respecto a la variable diámetro de corola, se pudo observar un mayor tamaño de la flor en las plantas que no fueron despuntadas (Fig. 8), aunque la diferencia entre las plantas del tratamiento testigo y aquellas donde se llevó a cabo un tercer despunte, fue alrededor de 0.6 cm, es decir menos de un 10% de diferencia; de hecho, al realizar el Análisis de Varianza, no se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos. Este comportamiento puede ser resultado del propio

fenotipo de la planta, resultado favorable para formación estética de la planta, que permite aumentar su calidad y por tanto su valor.

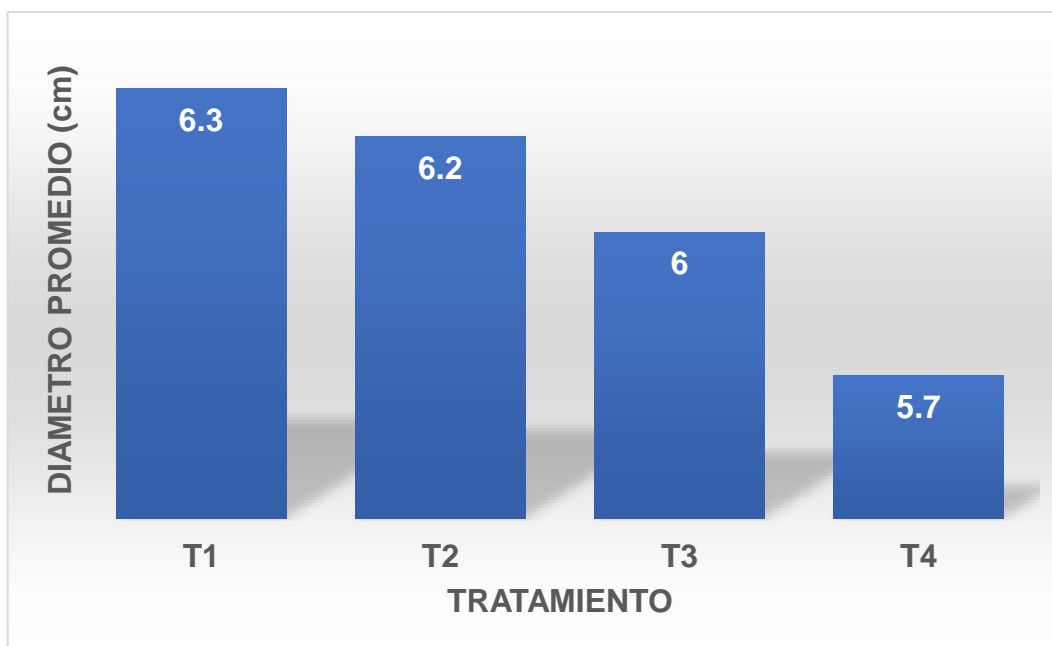


Fig. 8. Diferencias de diámetro promedio de corola en cm de plantas de *Tagetes erecta*, sometidas a diferentes niveles de despunte.

El que no exista diferencia estadística en el diámetro de corola en plantas de *Tagetes erecta* L., coincide con lo reportado por Di Benedetto y Porto (1995) en crisantemos para corte variedad *Santini*, mencionando que no se observó afectación en el diámetro floral, al realizar un despunte. Sin embargo, en las variedades *Shamrock* y *Seiko*, si encontraron diferencias entre las plantas donde se eliminó el ápice y aquellas donde no se les aplicó un despunte. Con base en estos resultados, es importante señalar que existen especies, que se ven afectadas en el tamaño de la flor, al aumentar el número de brotes laterales y por tanto no puede

generalizarse el comportamiento de todas las ornamentales al llevar a cabo el despunte para eliminar la dominancia apical, lo que puede influir en la calidad que demanda el mercado.

Considerando la respuesta de la eliminación del ápice de las plantas, se debe considerar la especie, así como las características que demanda el mercado, con la finalidad de establecer el nivel de despunte que se puede y debe llevar a cabo, conforme a los tallos florales que se requiere formar y la altura de la planta que se espera obtener. En México *Tagetes erecta* L., es una planta de temporada de unos pocos días, donde el tamaño no es tan importante, pero si la cantidad de flores que presente, lo cual puede influir en la competencia comercial.

4.4. Correlación entre variables

Con la finalidad de determinar si existió algún factor que modificó la respuesta de la planta, se llevó a cabo la correlación entre las variables evaluadas, encontrando una correlación estadística significativa negativa entre la altura de la planta y el número de flores de $r^2 = -0.8168$ (Fig. 9). Este comportamiento pudo deberse a una disminución en el tiempo de formación de flores a partir del despunte, ocasionado por el desbalance hormonal que se pudo presentar en los brotes laterales, ocasionando una mayor o menor concentración de hormonas relacionadas tanto con el crecimiento de los brotes, cómo de la iniciación floral en donde actúan las citoquininas y principalmente las giberelinas (Pérez *et al.*, 2008; Alcántara *et al.*, 2019).

Otro posible efecto que puede dar explicación a la relación entre la altura de la planta y el número de flores, es el cambio del meristemo vegetativo para dar paso a la fase reproductiva, como lo señalaron Aukerman y Amasino (1998) los cuales mencionaron que existe una relación en el endurecimiento de la planta generado

por la edad y el efecto en la formación de órganos reproductivos, encontrando que al realizar la técnica de injerto en diversas especies frutales, se disminuye el tiempo el tiempo de producción de frutos, comparado con plantas que son obtenidas por semilla, pues el material vegetativo utilizado es de un individuo maduro y por tanto no se presenta un periodo de juvenilidad, disminuyendo el tiempo entre las fases fenológicas de crecimiento.

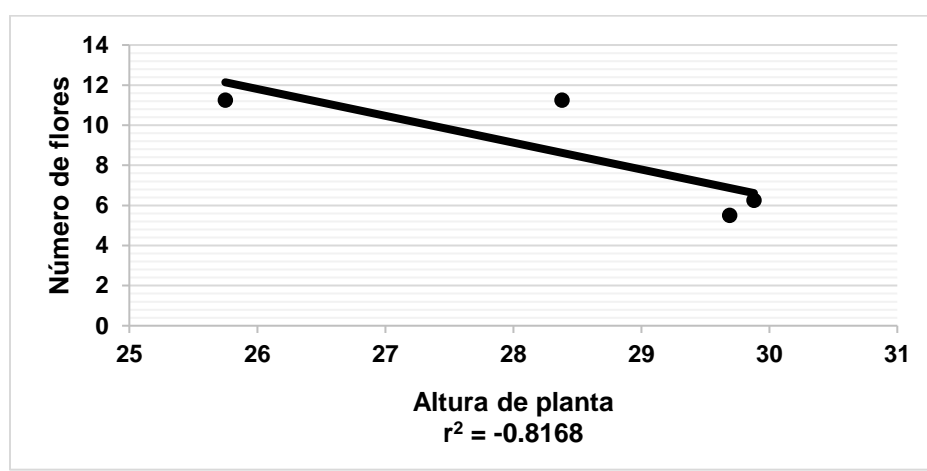


Fig. 9. Correlación entre altura de planta vs. número de flores.

Es posible que el efecto de endurecimiento de la planta puede ser atribuida a al comportamiento que tuvieron las plantas por acción del despunte, pues las del tratamiento T4, tuvo la última eliminación del ápice a 63 ddt, 2 días posteriores al inicio de floración de las plantas del tratamiento testigo; por tanto el tiempo a floración de aquellas que tuvieron tres despuntes, únicamente tardaron a floración, 44 días posterior a la eliminación del último ápice; mientras que aquellas que tuvieron uno o dos despuntes, florecieron 52 y 53 días después del despunte respectivamente. Con esto se puede establecer que la edad general de la planta

influye en el tiempo en que se presenta la fase reproductiva y debe considerarse para determinar la fecha de siembra/trasplante, más aún en plantas de temporada, como lo es *Tagetes erecta* L.

Con respecto a la variable diámetro de corola, se encuentran información contraria pues al correlacionarla con altura de planta, se presentó una r^2 estadísticamente significativa (0.4104), mientras que, al correlacionar la misma variable contra el número de flores, la r^2 fue altamente significativa, pero de tendencia negativa (Fig. 10). Esta respuesta se debió a que las plantas que tuvieron la mayor altura fueron aquellas que no se les aplicó despunte (testigo) y se presentó menor longitud de planta cuando se aumentó el número de tallos laterales; siendo ambos resultados derivados de la relación fuente demanda que, a menor cantidad de biomasa, se aumentó el tamaño de las flores; pero al incrementarla, se disminuyó el tamaño de los capítulos, dando la respuesta contraria en la correlación del diámetro de corola, contra las otras dos variables evaluadas.

La distribución de los asimilados es una parte fundamental para que todos los órganos de las plantas tengan un crecimiento óptimo, por tal razón se considera que se podría aumentar el diámetro de la corola si se hubiera subsanado con una mayor concentración de nutrientes, pues la proporción de biomasa asignada a hojas, tallos y raíces, en cada momento del desarrollo de las plantas, depende de la cinética de crecimiento y de la tasa de distribución, que están gobernadas, entre otros aspectos, por la disponibilidad de nutrimentos (Barrientos *et al.*, 2015).

Si bien el resultado de las correlaciones entre las variables diámetro de corola contra altura de la planta y número de flores, tuvieron valores estadísticos significativos, es importante recordar que el tamaño general de la planta y de las flores, no fueron estadísticamente diferentes entre sí, considerando que existen factores genéticos que pueden estar actuando en el comportamiento de las plantas, por efecto del despunte. Sin embargo, es necesario llevar a cabo investigaciones que permitan determinar si la adición de nutrimentos o de reguladores de crecimiento, puede

generar mayor tamaño de las flores formadas por cada tallo lateral que sea promovido por el despunte.

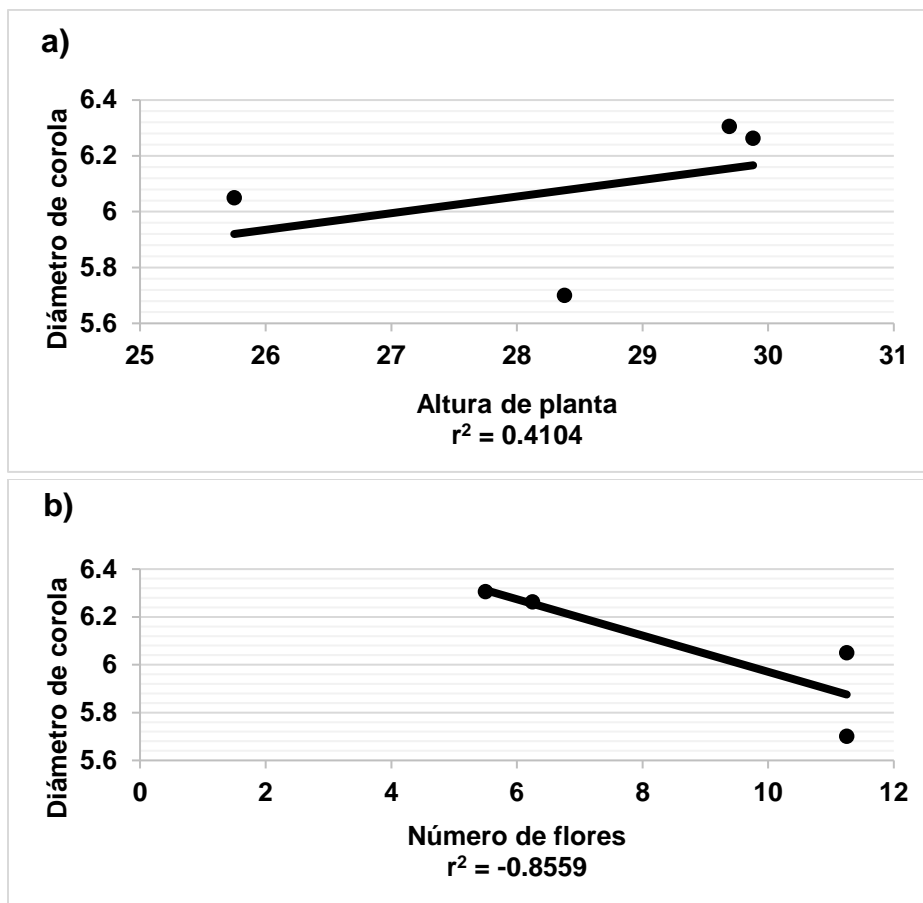


Fig. 10. Correlación entre variables evaluadas; a) altura/diámetro de corola; b) número de flores/diámetro de corola.

Con base en los resultados obtenidos, se pudo determinar que el despunte de los ápices de plantas de marigold, va a permitir aumentar el número de brotes laterales y con ello mayor cantidad de flores, pero el incremento de estos órganos va a afectar la altura de las plantas y el tamaño de flores formadas.

V. CONCLUSIONES

1. No se presentó diferencia estadísticamente significativa en las variables altura de planta, ni diámetro de corola, pero esto no afecta la calidad comercial de la variedad.
2. Se tuvo un efecto positivo del despunte en la variable número de flores, observando diferencia estadística significativa, considerando que es una práctica viable para aumentar la calidad comercial de las plantas de *Tagetes erecta* L.
3. No es necesario un tercer despunte ya que presentó el mismo número de flores que las plantas donde se llevaron a cabo únicamente dos despuntes, siendo estos tratamientos similares entre sí, pero estadísticamente diferentes a las plantas de los tratamientos T1 y T2 que tuvieron la menor tallos laterales.
4. Al presentarse un mayor número de flores, se obtuvo una menor altura, siendo adecuado para tener plantas compactas en maceta, mejorando su presentación comercial.
5. Al aumentarse el número de flores, se disminuye el diámetro de corola, lo cual podría ser subsanado al llevar a cabo un programa de fertilización.
6. Al aumentar el número de brotes laterales, se aumenta la cantidad de flores, pero se ve afectada la altura de las plantas y el diámetro de corola.
7. Las plantas con doble despunte presentaron las mejores características comerciales, al tener un mayor número de flores y no verse afectadas en el largo de los tallos laterales, ni en el diámetro de las flores.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achard, P. (2006). Integration of plant responses to environmentally activated phytohormonal signals. *Science*, 311(5757), 91–94. doi:10.1126/science.1118642
- Alcantara, J. S., Acero, J., Alcántara, J. D., y Sánchez, R. M. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32), (pp.109-129). Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>
- Ashwini, A., Munikrishnappa, PM, Kulkarni, B.S., Kumar, R., Taj, A., and Kumar, M.S. (2019). Effect of plant growth regulators on vegetative and flowering parameters of gladiolus (*Gladiolus hybridus* L.) cv. adigo yellow. *International Journal of Chemical Studies* 7(2): 1553-1556. Recuperado de <https://www.chemijournal.com/archives/2019/vol7issue2/PartZ/7-1-242-646.pdf>
- Asif, K., Muhammad, W. A., Safi U., Atta U., Siyad A., Atta U. K., Uzair K. and Maaz K. (2018). Effect of pinching on growth and flower production of marigold. *Int J Environ Sci Nat Res* 15(1):021-023.
- Aukerman, M. J. and Amasino, R. M. (1998) Floral induction and florigen. *Cell*, Vol. 93, 491–494.
- Ballester, J. F. (2005). Reguladores de crecimiento para su uso en viveros. *HorticomPlataforma*, 96-102. Recuperado de http://www.horticom.com/revistasonline/extras/2005/J_F_Ballester.pdf

- Barbier, F. F., Dun, E. A., y Beveridge, C. A. (2017). Apical dominance. *Current Biology*, 27(17), 864-865. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.05.024>.
- Barrera, L., Hung, B., Botta, A. M., Hernández, E., González, M., and Aguilar, B. (2009). Caracterización física y tamizaje fitoquímico de la especie *Tagetes erecta* Lin. *Revista Cubana de Química*, XXI (2),10-15
- Barrientos, Ll. H., Del Castillo, G. C. R. y García, C. M. (2015) Análisis de crecimiento funcional, acumulación de biomasa y translocación de materia seca de ocho hortalizas cultivadas en invernadero. RIIARn vol.2 no.1. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182015000100010&script=sci_abstract
- Baskaran, V., and Abirami, K. (2017). Effect of pinching on yield of African marigold (*Tagetes erecta* L.) cv. Pusa Narangi Gainda under Andaman conditions. *Agricultural Science Digest*, 37(2), 148–150. <https://doi.org/10.18805/asd.v37i2.7992>
- Bhattacharya, A. (2019). Chapter 6 - Effect of high-temperature stress on the metabolism of plant growth regulators. En Autoedición. *Effect of High Temperature on Crop Productivity and Metabolism of Macro Molecules*. (pp. 485-591). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817562-0.00006-9>.
- Bögre, L., Henriques, R., and Magyar, Z. (2013). TOR Tour to Auxin. *The EMBO Journal*, 32(8), 1069–1071. DOI:10.1038/emboj.2013.69.
- Bottini, A. R. (2017). Fitohormonas ¿Cómo interpretan las plantas las señales del ambiente? [Resumen de conferencia] *Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria - Tomo LXX*. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/87472/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- Botto, J. F., y Mata, D. A. (2014). Investigación científica y plantas ornamentales Una mirada al futuro. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/268501653_Investigacion_cientifica_y_plantas_ornamentales_Una_mirada_al_futuro.
- Camacho, C., Pérez, Y., Valdivia, A., Ramírez, H.L., y Gómez, L. (2019). Propiedades fitoquímicas y antibacterianas de extractos de *Tagetes erecta* L. (Asteraceae). *Revista Cubana de Química*, 31(1), 53-64.
- Cárdenas, R., Sánchez, J. M., Farías, R., y Peña, J. J. (2004). Los aportes de nitrógeno en la agricultura. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 10(2), 173-178.
- Casierra, F., Peña, J. E., y Villareal, A. R. (2012). Crecimiento y producción de *Gypsophila paniculata* en respuesta al termoperiodo, confinamiento y despunte. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 4(2), 199–208. <https://doi.org/10.17584/rcch.2010v4i2.1241>
- Carvalho, S.M.P., Noort, F.R. van, Postma, R. and Heuvelink, E. (2008) Possibilities for producing compact floricultural crops. *Wageningen UR Greenhouse Horticulture*. Recuperado de: <https://edepot.wur.nl/11685>.
- Cline, M.G. (1991). Apical dominance. *Bot. Rev.*, 57: 318-358.
- Costa, J. M. and Van de Pol, P. A. (2003). Propagation | own-rooted cuttings. En Roberts, A. V. (Ed.). *Enciclopedia of Rose Science* (pp. 607-615). <https://doi.org/10.1016/B0-12-227620-5/00076-8>.
- De Greef, J. A., Caubergs, R., Verbelen, J. P., and Moereels, E. (1976). 19 - Phytochrome-mediated inter-organ dependence and rapid transmission of the light stimulus. En Smith, H. (Ed.). *Light and plant development*. (pp. 295-

316). Butterworth-Heinemann, <https://doi.org/10.1016/B978-0-408-70719-0.50024-3>.

De Vries, D. P. (2003). Rootstocks | Scion–rootstock relationships. En Roberts, A. V. (Ed.). *Encyclopedia of Rose Science*, (pp. 633-638). <https://doi.org/10.1016/B0-12-227620-5/00082-3>.

Di Benedetto A. y P. Porto (1995). Nueva conducción y mayor densidad de plantación en crisantemo para corte (*Dendranthema grandiflora*). *Rev. Facultad de Agronomía*, 15(2-3): 131-135.

Di Benedetto, A., Vez, W., Boschi, C., Klasman, R., Molinari, J., y Benedicto, D. (2001). Rutinas de fertilización de plantas ornamentales anuales en contenedores pequeños. *Revista de la Facultad de Agronomía*, Universidad de Buenos Aires, 21(2), 89-98.

Ehsanullah, M., A. Tarapder, A. Maukeeb, A. Ullah, and A. Ullah (2021). Effect of pinching on growth and quality flower production of chrysanthemum (*Chrysanthemum indicum* L.). *Journal of Multidisciplinary Applied Natural Science* 1(2):62-68.

Evans, M. L. (1984). Functions of hormones at the cellular level of organization. En T. K. Scott (Ed.), *Encyclopedia of plant physiology* (pp. 23-62). Springer-Verlag. DOI: 10.1007/978-3-642-67731-1

Flores, S., Valdez, L. A., Castillo, A. M., y Avitia, E. (2018). Abastecimiento de nitrógeno en lisianthus (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) CV. ABC2 Lavanda. *AGROProductividad*, 11(8).

- García, F., López, M. E., Aguilar, S., y Aguilar, A. (2012). Etnobotánica y morfoanatomía comparada de tres especies de *Tagetes* que se utilizan en Nicolás Romero, Estado de México. *Botanical Sciences*, 90(3), 221-232.
- García, L. M. (2019). Manejo de sustratos para el cultivo de plantas en contenedores. En Jornada Técnica Cultivo sin suelo: una alternativa innovadora para las producciones intensivas. CEI Gorina. La Plata. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/6737>
- Gastal, F. and Lemaire, G. (2002). N uptake and distribution in crops: An agronomical and ecophysiological perspective. *Journal of experimental botany*. 53. 789-99. <https://doi.org/10.1093/jexbot/53.370.789>
- George, E. F., Hall, M. A., and Klerk, J. D. (2008). Plant propagation by tissue culture. (3rd edition). Dordrecht, Netherlands: Springer. <https://investigacionfitopatologiaumar.files.wordpress.com/2016/06/plant-propagation.pdf>
- Głąb, T., Szewczyk, W., Gondek, K., Knaga, J., Tomasik, M. and Kowalik, K. (2020). Effect of plant growth regulators on visual quality of turfgrass. *Scientia Horticulturae* Vol. 267. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109314>.
- Gómez, C. (2018, septiembre 09). México, tercer lugar en cultivo de flores. La jornada, p. 42. Recuperado de <https://www.jornada.com.mx/2018/09/26/sociedad/042n1soc>.
- González, M. M. (2006). Evaluación edafo-climática de la comunidad Los Dolores Tepetzotlán Estado de México, para proponer el cultivo de flores y hortalizas (tesis de pregrado). UNAM, Estado de México, México.
- Grashorn, M. (2016). Feed additives for influencing chicken meat and egg yolk color. En Reinhold, M., and Schweiggert, R. M. (Eds.). Handbook on Natural

Pigments in Food and Beverages (pp. 283-302).
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100371-8.00014-2>

Guerrero, C. S. (2021) Cempasúchil, darle vida a la economía. Forbes México. Recuperado de: <https://www.forbes.com.mx/cempasuchil-darle-vida-a-la-economia/>.

Hajihashemi, S. (2021). Chapter 2 - Agronomic practices. En Galanakis, C. M. (Ed.). Steviol Glycosides - production, properties, and applications. (pp. 31-56). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820060-5.00002-9>.

Hedden, P. (2017). Gibberellins. En Thomas, B., Murray, B. G. and Murphy, D. J. (Eds.). Encyclopedia of applied plant sciences (2nd. Edition. Vol.1) (pp. 411-420). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394807-6.00219-7>.

Hernández, A. (2021) ¿Cómo saber si tu cempasúchil es chino o mexicano? SDP noticias. Recuperado de: <https://www.sdpnoticias.com/estilo-de-vida/como-saber-si-tu-cempasuchil-es-chino-o-mexicano/>.

Hopkins, W. G. and Hüner, N. P. A. (2009). Introduction to plant physiology (4a edición). John Wiley & Sons, Inc.

Huylenbroeck, J. V. (2018). Ornamental crops (Vol. 11). Springer. doi: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1007/978-3-319-90698-0>.

Israeli, Y., and Lahav, E. (2017). Banana. En Thomas, B., Murray, B. G., y Murphy, D. J. (Eds.). Encyclopedia of applied plant sciences (2nd Ed, Vol. 1). (pp. 363-381). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394807-6.00072-1>.

Jamal, A. F. M., Shahrin, S., Ahmad, H., Rahman, Sk. S. and Shimasaki, K. (2015) Influence of terminal bud pinching on growth and flowering of lisianthus

(*Eustoma grandiflorum*). *Int. J. Bus. Soc. Sci. Res.* 4(1): 37-40.
<http://www.ijbssr.com/currentissueview/14013124>

Jordán, M. y Casaretto, J. (2006). Capítulo XV Hormonas y reguladores de crecimiento: Auxina, Giberelinas y Citocininas. En Squeo, F. A. y Cardemil, L. (Eds.), *Fisiología vegetal* (1a Edición). Ediciones Universidad de la Serena.
<http://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Auxinasgiberelinasycitocininas.pdf>

Kumar, S., Srinivasa, V., Praneetha, S. Y., Jayasheela, S. D., and Gokavi, N. (2015). Evaluation of marigold (*Tagetes erecta* L.) genotypes for growth, yield and quality under hill zone of Karnataka. *Ecology, Environment and Conservation*, 21, 1743-1747.

Le Bris, M. (2003). Growth regulation | Hormones in growth and development. En Roberts, A. V. (Ed.). *Enciclopedia of Rose Science* (pp. 364-369).
<https://doi.org/10.1016/B0-12-227620-5/00076-8>.

Lemaire, F., Dartigues, A., y Rivière, L. M. (2005). *Cultivos en macetas y contenedores: Principios agronómicos y aplicaciones* (2a. ed.). ProQuest Ebook Central <https://ebookcentral.proquest.com>

Leopold, A. C. and Noodén, N. D. (1984). Hormonal regulatory systems in plants. En T. K. Scott (Ed.), *Encyclopedia of plant physiology* (pp. 4-17). Springer-Verlag. DOI: 10.1007/978-3-642-67731-1

Li, M., Wei, Q., Xiao, Y., and Peng, F. (2018). The effect of auxin and strigolactone on ATP/ADP isopentenyltransferase expression and the regulation of apical dominance in peach. *Plant Cell Reports*, 37(12), 1693–1705.
<https://doi.org/10.1007/s00299-018-2343-0>

- Mandal, M., Maitra, S., Sarkar, A., Paramanik, B., Sarkar, I., and Mahata, D. (2019). Studies on the effect of cytokinin on growth of african marigold (*Tagetes erecta* L.) cv. Pusa Narangi Gainda. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8, 2327-2336.
- Medina, G. A., Orozco de Amezquita, M., Bolivar, J. L., y Ramirez, P. J. (1999). Acumulación y concentración de nitrógeno, fosforo y potasio en *Gypsophila paniculata* L. cv. perfecta. *Agronomía Colombiana*, 16(1-3), 46-50.
- Mengel, K. y Kirkby, E. A. (2000). Principios de nutrición vegetal. Traducción al español de la 4a edición (1987). Internacional Potash Institute. Basel, Switzerland. 692 p.
- Miller, W. B. (2017). Commercial flower production methodology. En Thomas, B., Murray, B. G., and Murphy, D. J. (Eds.). *Encyclopedia of applied plant sciences* (2nd Edition). (pp. 203-208). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394807-6.00023-X>.
- Minuto, G., Minuto, A., Pisi, L., Tinivella, F., Guerrini, S., Versari, M., Pini, S., Capurro, M. and Amprimo, I. (2008). Use of compostable pots for potted ornamental plants production. *Acta Hortic.* 801, 367-372 DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.801.38
- Morales, M. (2011). Construcción de indicadores agregados para la toma de decisiones financieras en el sector de floricultura, en el Estado de México / tesis que para obtener el grado de Maestro en Finanzas. México.
- Morisigue, D., Facciuto, G., y Bullrich, L., (2012). Floricultura. Pasado y presente de la floricultura argentina, Ediciones INTA (1ª Ed.). (pp. 36).

- Ocampo, H., Escalante, J. A. S., Rodríguez, M. T., Landeros, F., y Escalante, L. E. (2012). Producción de gladiolo en función del nitrógeno, fósforo y potasio. *Terra Latinoamericana*, 30(3), 239-248. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792012000300239&lng=es&tlng=es.
- OIRSA. (2005). Manual técnico manejo de viveros en plantas ornamentales y follajes. Guatemala: Pro Quest Ebook Central. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com>.
- Ona, A.F., Taufique, T., Roni, M.Z.K., Jui, N.J., and Jamal Uddin, A.F.M. (2015). Influence of pinching on growth and yield of snowball Chrysanthemum. *Int. J. Bus. Soc. Sci. Res.* 3(3): 174-178.
- Orozco, M. (2007). Entre la competitividad local y la competitividad global: floricultura comercial en el Estado de México. *Convergencia*, 14(45), 111-160. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352007000300006&lng=es&tlng=es.
- Papone, M. L., y Fatta, N. (2013). Efectos del asperjado con reguladores de crecimiento y del despunte, sobre la calidad de plantas de Verbena bonariensis cultivadas en maceta. *Agriscientia*, 30(2), 97-04. Recuperado de <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v30.n2.8995>
- Pérez, M. H.; Vázquez, V. y Osuna, J. A. (2008). Uso de giberelinas para modificar crecimiento vegetativo y floración en mango 'Tommy Atkins' y 'Ataulfo'. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14(2): 169-175.
- Rastogi, A., Siddiqui, A., Mishra, B.K., Srivastava, M., Pandey, R., Misra, P., Singh, M., and Shukla, S. (2013). Effect of auxin and gibberellic acid on growth and yield components of linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Crop Breeding and*

Applied Biotechnology, 13, 136-143. DOI:10.1590/S1984-70332013000200006

Rathore, S., Walia, S., and Kumar, R. (2018). Biomass and essential oil of *Tagetes minuta* influenced by pinching and harvesting stage under high precipitation conditions in the western Himalayas. *Journal of Essential Oil Research*, 30(5), 360–368. <https://doi.org/10.1080/10412905.2018.1486744>

Richards, R. and Wilkinson, R. I. (1984) Effect of manual pinching, potting-on and cytokinins on branching and flowering of Camellia, Rhododendron and Rosa, *Scientia Horticulturae* 23 (1), 75-83.

Rincón, G., Quiñones, E. E., Serrato, M. A., y Qui, J. A. (2012) Efectividad biológica de extractos de *Tagetes spp* sobre bacterias fitopatógenas. SNICS-SINAREFI, CIATEJ, México.

Rodríguez, M. (2014). Normal climática de la estación meteorológica Almaraz, Cuautitlán Izcalli México (1987-2013) [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/424071>.

Roukova, L. V. (1985). Cytokinins effect on some ornamental plants. *Acta Horticulturae*, (167), 69–78. doi:10.17660/actahortic.1985.167

Roy, D. (2019). Breeding of ornamental crops. *Alpha Science Internation Limited*.

Sakakibara H. (2006). Cytokinins: activity, biosynthesis, and translocation. Annual review of plant biology, 57, 431–449. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.57.032905.105231>

- Salas, R. (2002). Fertilización foliar de plantas ornamentales. En Meléndez, G. y Molina, E. (Eds.) Fertilización Foliar: Principios y aplicaciones. (pp. 67-76).
- Sánchez, P. M. (2008). Efecto de la época de transplante sobre la acumulación de luteína en inflorescencias de cempaxúchil (*Tagetes erecta* L.). [Tesis de Maestría]. Instituto Politécnico Nacional-Centro de desarrollo de productos bióticos.
- Sathappan, C. T. (2018). Effect of plant growth regulators and pinching on growth and flower yield of African marigold (*Tagetes erecta* L.). *Journal of Horticultural Sciences*, 13(1), 42-47. <https://doi.org/10.24154/JHS.2018.v13i01.004>
- Schmülling, L. (2013). Cytokinin. En Lennarz, W. J. and Lane, M. D. (Eds.). *Encyclopedia of biological chemistry* (2nd Edition). (pp. 627-631). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-378630-2.00456-4>.
- Serrato, M. A. (2006). Manual Gráfico para la Descripción Varietal de Cempasúchil (*Tagetes erecta* L.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS-SAGARPA) y la Universidad Autónoma Chapingo (UACH).
- Serrato, M. A. (2014). El recurso genético cempoalxóchitl (*Tagetes spp.*) de México (diagnóstico). México. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/225091/El_recurso_gen_tico_del_cempoalxochitl__tagetes_spp__de_mexico__diagnostico_.pdf
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (Consultado diciembre 2021). Cierre de Producción Agrícola (1980-2020). Recuperado de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Servicio Nacional de inspección y certificación de semillas (Ed.). (2017). Cempoalxóchitl (*Tagetes spp.*): Generalidades de la Red Cempoaxóchitl.

Recuperado de <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/cempoalxochitl-tagetes-spp>

Shetty, L.J., Sakr, F.M., Al-Obaidy, K., Patel, M.J. and Shareef, H. (2015). A brief review on medicinal plant *Tagetes erecta* Linn. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 5 (3): 091-095

Singh, A. K., Singh, D. K., Singh, B., Punetha, S., and Rai, D. (2013). Evaluation of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) varieties under naturally ventilated greenhouse in mid hills of Kumaon Himalaya. *African Journal of Agricultural Research*, 8(29), 4111-4114.

Srivastava, L. M. (2002). Plant growth and development: hormones and environment. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012660570-9/50145-3>

Taiz, L., and Zeiger, E. (2010). Plant physiology (5th edition). Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc., Publishers.

Tlahuextl, C., Ávila, J. M., y Leszczyńska, H. (2005). Flores de corte y follaje en florerías y mercados de Puebla, México. *Revista Chapingo serie horticultura*, 11(2),323-327. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60911220>

Wadgave, A.R. (2016). Effects of pinching and plant growth regulators on growth and yield of african marigold (*Tagetes erecta* L.) cv. Calcutta Orange in krishna command area. (Doctoral dissertation, University of Horticultural Sciences, Bagalkot). URI: <http://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/5810041312>

Yamaguchi, I., Cohen, J. D., Culler, A. H., Quint, M., Slovin, J. P., Nakajima, M., Yamaguchi, S., Sakakibara, H., Kuroha, T., Hirai, N., Yokota, T., Ohta, H.,

Kobayashi, Y., Mori, H., and Sakagami, Y. (2010). 4.02 - Plant hormones. En Liu, H., & Mander, L. (Eds.). *Comprehensive natural products II* (Vol.4). (pp. 9-125). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-008045382-8.00092-7>.

Yong, A. (2004). Técnicas De Formación Y Manejo Del Rosal. *Cultivos Tropicales*, 25(4), 53–60.

Zamarrón, I. (2021) Cempasúchil: una flor muy mexicana... hecha en China. *Forbes México*. Recuperado de: <https://www.forbes.com.mx/cempasuchil-una-flor-muy-mexicana-hecha-en-china>.

ANEXO

Anexo A1.

ANOVA DE ALTURA DE PLANTA

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	43.42	14.47	0.94	0.452
Error	12	184.80	15.40		
Total	15	228.21			

ANEXO A2

ANOVA DE NÚMERO DE FLORES

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	116.69	38.896	8.45	0.003
Error	12	55.25	4.604		
Total	15	171.94			

ANEXO A3

ANOVA DE DIÁMETRO DE COROLA

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.9169	0.3056	1.50	0.266
Error	12	2.4512	0.2043		
Total	15	3.3681			