

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL
LICENCIATURA EN AGRONOMÍA

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

Manual para la producción de cempasúchil (*Tagetes erecta* L. cv Marvel)
ornamental en maceta

Prestador del servicio social:
María Fernanda Rosas Loera
Matricula:
2173066309

Asesor interno:
Antonio Flores Macias
Núm. Econ. 13174

Asesor externo:
Irving Hernández González

Lugar de realización:

Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco. Universidad
Autónoma Metropolitana Xochimilco.

Fecha de Inicio y Término: Del 03 de mayo al 03 de noviembre de 2021

ÍNDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	3
IMPORTANCIA CULTURAL DEL CEMPASÚCHIL EN MÉXICO	4
PRODUCCIÓN ORNAMENTAL.....	4
OBJETIVOS	5
GENERAL.....	5
ESPECÍFICOS	5
METODOLOGÍA UTILIZADA.....	5
ACTIVIDADES REALIZADAS	5
OBJETIVOS Y METAS ALCANZADAS	5
RESULTADOS	6
DISCUSIÓN.....	6
CONCLUSIONES	7
RECOMENDACIONES	7
BIBLIOGRAFÍA.....	7
ANEXO 1	10

RESUMEN

El presente trabajo es un reporte de servicio social cuyo objetivo principal fue elaborar una guía con base en una revisión bibliográfica sobre la producción del cultivo de cempasúchil (*Tagetes erecta*) como planta de ornato en contenedor, mediante un manual sobre su manejo agronómico. Es una planta muy conocida debido a su utilización con fines ceremoniales o religiosos, como planta de ornato y además por sus diversos usos industriales. Existen variedades de diferentes tamaños, tipos de flores y hábitos de crecimiento; se produce en contenedores y como flor de corte. En México, el principal uso de la flor de cempasúchil es como planta ornamental en ofrendas y altares durante la celebración del "Día de muertos", fecha de una alta demanda, principalmente en los meses de octubre y noviembre. Sin embargo, hay escasa investigación sobre el cultivo y su manejo agronómico, por lo que el manual permitirá mejorar y optimizar los recursos que se puedan emplear en su producción.

INTRODUCCIÓN

Durante el 2019 se obtuvo un rendimiento promedio de 9.50 toneladas por hectárea de flor de Cempasúchil, lo cual generó el sustento para muchos productores, principalmente de los estados de Puebla, San Luis Potosí, Guerrero y Ciudad de México (SIAP, 2019).

El cultivo de plantas en contenedor es muy exigente en cuanto al conocimiento de aspectos específicos como la selección de sustratos, contenedores, tipo de nutrición vegetal, manejo de desechos entre otros (Valdez, 2015), obligando a los productores a tener todos los recursos para la producción de una manera más intensiva y en tiempo; sin embargo, existe falta de capacitación en el manejo del cultivo provocando malas prácticas en el uso frecuente de fertilización y otras prácticas de campo. (Trejo et al., 2018).

MARCO TEÓRICO

La planta *Tagetes erecta* es una especie proveniente de México y Centroamérica. Se puede encontrar en formas más silvestres en la cuenca del Balsas y el occidente

de México (Mondragón et al., 2009). Se desarrollan bien en lugares secos, calurosos y soleados, produciendo un follaje de color verde oscuro y flores de colores brillantes, amarillas o anaranjadas, durante el verano y hasta el otoño. Existen variedades de diferentes tamaños, tipos de flores y hábitos de crecimiento, por lo tanto, los cultivares enanos son producidos en contenedores mientras que los cultivares más altos se pueden usar como flor de corte. En México la flor de cempasúchil se utiliza de manera ornamental en ofrendas y altares durante el mes de noviembre (Flora Fauna Web, 2021).

IMPORTANCIA CULTURAL DEL CEMPASÚCHIL EN MÉXICO

Es una planta muy conocida debido a su utilización con fines ceremoniales en las fiestas de "todos santos" y los fieles difuntos, lo que le confiere comúnmente el nombre de "flor de muerto", sin embargo, éste puede variar dependiendo la región y etnia.

Debido a la continuidad cultural que se le dio a la celebración agrícola, los indígenas, después de la imposición de otra cultura y religión, enmascararon simbólicamente a sus dioses muertos, "recibiéndolos" el 1 y 2 de noviembre para festejar el fin exitoso de la cosecha. Se atribuía el color amarillo de la flor de cempasuchil al brillo del sol y la limpieza espiritual, guiando a los difuntos por medio de ofrendas (SEP, 2018); actualmente este cultivo se le da un uso ceremonial o religioso, como planta de ornato y además por sus diversos usos industriales.

PRODUCCIÓN ORNAMENTAL

La producción mundial de plantas ornamentales genera anualmente alrededor del 0.5% del producto bruto mundial (Botto y Mata, 2014); en nuestro país ha tomado relevancia desde tiempos prehispánicos, las plantas y flores siempre han tenido importancia en festividades religiosas o en la decoración de espacios con el propósito de generar sensaciones de paz y armonía. Con el paso del tiempo ha aumentado la selección y producción de especies de interés comercial, tan solo en la Ciudad de México se cultivan más de 100 variedades de especies ornamentales, en maceta y bajo invernadero (SADER, 2020); por lo que México tiene grandes

oportunidades para el desarrollo del sector de producción de ornamentales de alta demanda (Tejeda et al., 2015).

OBJETIVOS

GENERAL

Elaborar un manual de producción de cempasúchil ornamental en maceta (*Tagetes erecta* L. cv Marvel)

ESPECÍFICOS

Recopilar y analizar información sobre el manejo del cultivo de cempasúchil.

Elaborar recomendaciones de manejo agronómico para las diferentes etapas fenológicas de la planta, a partir de la literatura consultada.

METODOLOGÍA UTILIZADA

Se seleccionaron los temas de interés para el manual, basado en otras guías agronómicas de plantas ornamentales en maceta, posteriormente se realizó una revisión sistemática de artículos científicos dedicados al manejo en contenedor de cempasúchil, se sintetizó la información para incluirla en los apartados del manual y, finalmente se recopilaron recursos gráficos como: fotografías, tablas y esquemas de elaboración propia y de otros autores.

ACTIVIDADES REALIZADAS

1. Elección de temas para abordar en el manual
2. Selección de bibliografía
3. Síntesis y paráfrasis de la información
4. Acomodo de los apartados
5. Selección de recursos gráficos
6. Redacción de referencias bibliográficas en formato APA

OBJETIVOS Y METAS ALCANZADAS

Se llevaron a cabo los objetivos y metas propuestas, ya que se analizó la información plasmada en el manual descrito y se logró concluir recomendaciones

puntuales con base en información de artículos científicos para el manejo agronómico del cultivo de cempasúchil en maceta.

RESULTADOS

Un manual de producción de cempasúchil en maceta con fines ornamentales.

DISCUSIÓN

En México la cantidad de información es escasa con respecto a la producción de cempasúchil con fines ornamentales; se cuenta con fichas informativas sobre el cultivo proporcionadas por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, sin embargo, la última guía agronómica sobre su manejo en contenedor para ornato es de 1998 por J. Raymond Kessler. En esta se mencionan dos diferentes especies de la familia Tagetes (*Tagetes erecta* y *Tagetes patula*) como las principales en la horticultura, por otro lado la empresa PanAmerican Seed cuenta con guías específicas que brindan información sobre las condiciones propicias para la germinación de semillas de su catálogo, entre las cuales se encuentran Marvel II™ Mixture African Marigold, Taishan® Mixture African Marigold y Vanilla African Marigold, donde se especifica que los rangos óptimos en que la semilla germinará es entre 21 °C y 22 °C y deberá mantenerse entre los 18 °C y 21 °C hasta realizar el cultivo, lo cual coincide con los resultados de Bouhoun y colaboradores (2019) que sugieren mantener el cultivo entre los 18 °C y 20 °C. En cuanto a las necesidades físicas del sustrato para el desarrollo de cultivos ornamentales, existen sugerencias generales como una densidad aparente de 0.50 a 0.75 g por cm² con una porosidad del 85 % y humedad aprovechable del 20 al 30 % del sustrato (Gayosso *et al.*, 2016). Dichas especificaciones se pueden tomar como referencia ya que no hay bibliografía actualizada sobre el cultivo de cempasúchil; sin embargo, si la hay para las características químicas que basan sus recomendaciones en trabajos experimentales de evaluación de la calidad de la plántula (Ayala y Valdez, 2008). El manejo del cultivo se ha documentado por parte de la empresa PanAmerican Seed en diversos experimentos que evaluaron las mejores condiciones en que se desarrolla el cempasúchil, dando como resultado parámetros

que sirven como guía para la producción comercial, los cuales se complementan con algunos trabajos como el de Rathore *et al.* (2018) sobre la importancia de las podas en cultivos ornamentales y Sonklien *et al.* (2020) proponiendo una fórmula nutrimental de macro y micro nutrientes para el cultivo.

CONCLUSIONES

Es necesario guiar líneas de investigación a cultivos que además de tener potencial medicinal o insecticida son pilares de la economía de muchos productores que lo comercializan como planta de ornato, por lo que tener información accesible a los productores en forma de guías de manejo agronómico adaptadas al tipo de clima, suelo, y calidad de agua de las zonas de producción mejorará el rendimiento, disminuirá costos e impacto ambiental, y permitirá al productor contar con mejores capacidades para realizar la producción de este cultivo en el sector agrícola.

RECOMENDACIONES

El conocimiento empírico de los productores de cultivos ornamentales en México ha logrado que año con año la producción de cempasúchil sea la suficiente para satisfacer la demanda; sin embargo, al no tener guías especializadas sobre dosificación de agroquímicos en dicho cultivo se genera contaminación de suelos y mantos freáticos. Por lo tanto, se requieren de más estudios sobre las necesidades nutrimentales del cempasúchil en nuestro país y sobre las enfermedades y plagas que atacan a las especies endémicas del género, con el fin de formular mejores estrategias de control cultural, químico y biológico que eviten el uso desmedido de plaguicidas, así como dosificaciones adecuadas de fertilizantes evitando la lixiviación y posterior contaminación de suelos.

BIBLIOGRAFÍA

Ayala-Sierra A. y Valdez-Aguilar L. 2008. El polvo de coco como sustrato alternativo para la obtención de plantas ornamentales para trasplante. *Revista Chapingo Serie horticultura*, 14 (2) 161-167. DOI: 10.5154/r.rchsh.2006.04.018.

- Botto, J. y Mata D. 2014. La producción de plantas ornamentales en la Argentina: una mirada hacia el futuro; Asociación Civil Ciencia Hoy; Ciencia Hoy; 23; 136; 3-2014; 32-37
- Bouhoun Ali, H., Bournet, P.-E., Cannavo, P., & Chantoiseau, E. 2019. Using CFD to improve the irrigation strategy for growing ornamental plants inside a greenhouse. *Biosystems Engineering*, 186, 130–145. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.06.021>
- Flora & Fauna Web. 2021. *Tagetes erecta*. Disponible en: <https://www.nparks.gov.sg/florafauweb/flora/7/3/7358>
- Gayosso-Rodríguez, S., Borges-Gómez L., Villanueva-Couoh E., Estrada Botello M. A. y Garruña-Hernández R. 2016. Sustratos para producción de flores. *Agrociencia*, 50 (5) 617-631. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6417847>
- Mondragón- Pichardo J. 2009. Malezas de México. Ficha *Tagetes erecta* L. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/tagetes-erecta/fichas/ficha.htm>
- Rathore S., Walia S. y 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, DOI: 10.1080/10412905.2018.1486744
- SADER. 2020. La floricultura en la Ciudad de México. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/cdmx/articulos/la-floricultura-en-la-ciudad-de-mexico?idiom=es>
- SEP. 2018. Flor de cempasúchil: tradición, cultura y símbolo de México. Disponible en: <https://www.gob.mx/sep/articulos/flor-de-cempasuchil-tradicion-cultura-y-simbolo-de-mexico?idiom=es>
- SIAP. 2019. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/puebla/articulos/puebla-produce-el-76-de-flor-de-cempasuchil-a-nivel-nacional?idiom=es>

- Sonklien C., Intanon P., Terapongtanakorn S., Intanon R. 2020. Comparative Assessment of Fertilizers on Yield and Quality of Marigold (*Tagetes erecta* L.) Indian Journal of Agricultural Research (54)3: 367-372
https://www.actahort.org/books/1312/1312_58.htm
- Tejeda-Sartorius, O., Ríos-Barreto, Y., Trejo-Téllez, L. y Vaquera-Huerta, H. (2015). Caracterización de la producción y comercialización de flor de corte en Texcoco, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 6. 1105-1118. 10.29312/remexca.v6i5.602.
- Trejo-Téllez L. I., Peralta Sánchez M. G., Gómez-Merino F. C., Rodríguez- Mendoza M. de las N., Serrato-Cruz, M. A., y Arévalo-Becerril A. E. 2018. Cloruro de sodio sobre biomasa seca y absorción de cationes macronutrientes en cempasúchil (*Tagetes erecta* Linn.). Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas, (5), 979–990. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i5.1304>
- Valdez-Aguilar L., Hernández-Pérez A., Alvarado-Camarillo D y Cruz-Altunar A. 2015. Diseño de un programa de fertilización para crisantemo en base a extracción de macronutrientes. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. (12) pp. 2263-2276
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5841704>

ANEXO 1

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL

LICENCIATURA EN AGRONOMÍA

Manual para la producción de Cempasúchil (*Tagetes erecta* L. cv Marvel) ornamental en maceta

Elaboró

María Fernanda Rosas Loera

Asesores

Antonio Flores Macías

Irving Hernández González

Índice	
<u>INTRODUCCIÓN</u>	12
<u>MARCO TEÓRICO</u>	12
<u>REQUERIMIENTOS AMBIENTALES</u>	13
<u>Temperatura y humedad</u>	13
<u>Intensidad lumínica</u>	15
<u>CONTENEDORES Y SUSTRATOS</u>	16
<u>Características físicas</u>	16
<u>Características químicas</u>	17
<u>MANEJO DEL CULTIVO</u>	19
<u>Siembra</u>	19
<u>Calidad de la semilla</u>	19
<u>Trasplante</u>	22
<u>Podas</u>	23
<u>Floración</u>	23
<u>REQUERIMIENTOS NUTRIMENTALES</u>	24
<u>PLAGAS Y ENFERMEDADES</u>	25
<u>Plagas</u>	25
<u>Enfermedades</u>	26
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	28

INTRODUCCIÓN

El género *Tagetes* comprende diferentes especies de las cuales 35 se encuentran distribuidas en los sistemas montañosos de México. Las especies del género han evolucionado químicamente desarrollando pigmentos en las flores y metabolitos secundarios en toda la planta, por lo cual algunas especies son de interés ornamental y para extracción de carotenoides, lo cual se ha aprovechado para generar variedades de ornato e industriales (SNICS, 2017).

MARCO TEÓRICO

Producción de plantas ornamentales

En nuestro país se aprovechan más de 1,000 especies y variedades de plantas ornamentales para su comercialización, generando una gran importancia cultural, ambiental, social y económica. Sin embargo, solo el 0.1% de la superficie del país se utiliza para la producción de plantas de ornato, ocupando alrededor de 20,000 ha lo que muestra la necesidad de intensificar la producción, ya que una ha de cultivo ornamental puede generar el sustento económico de entre 8 a 12 familias en nuestro país. El enorme potencial de este mercado, hasta la fecha no se ha aprovechado en toda su magnitud (SIAP, 2013).

Producción del cultivo *Tagetes erecta*

Según los registros del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera durante 2015, únicamente 11 ha fueron destinadas a la producción de Cempasúchil en maceta bajo invernadero con un valor aproximado de 19,167,038 pesos (SIAP, 2015).

Clasificación taxonómica (Gopi, 2012):

Reino: Plantae

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Tagetes*

Especie: *Tagetes erecta* L.

Características morfológicas y variedades cultivadas

El Cempasúchil es una planta herbácea anual con aroma, comúnmente de 40 a 60 cm de altura, con tallos erectos, estriados, ramificados en la porción superior; hojas pinnadas de 4 a 12 cm de largo, cabezuelas solitarias o agrupadas, inflorescencia de tipo corimbo; numerosas flores liguladas de 6 a 10 mm de diámetro, de colores amarillo y anaranjado (Serrato, 2014).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Temperatura y humedad

El contar con variaciones en la temperatura, lluvias y condiciones atmosféricas afectan de manera negativa ciertos procesos morfológicos de desarrollo, celulares y moleculares de las plantas, ya que éstas dependen de las condiciones abióticas en las que crecen (Chaudhry y Sidhu, 2021).

Los procesos fisiológicos de las plantas en general no pueden desarrollarse si la temperatura del invernadero está por debajo de 0 °C (punto de congelación del agua), o por encima de 50 °C (desnaturalización de proteínas). La temperatura óptima varía según las especies, pero casi siempre está comprendida entre 10 y 30 °C (Cuadro 1); sin embargo, las plantas pueden tolerar temperaturas más bajas durante cortos períodos de tiempo (FAO, 2002).

Cuadro 1. Daños ocasionados en la planta por variación de temperatura

Rango optimo	Temperaturas fuera del rango
10°C a 30°C	Disminución del porcentaje de germinación por pérdida de agua en las células y falta de activación enzimática.
	Desnaturalización de proteínas, estrés oxidativo y desintegración de la membrana celular.

	Reducción del rendimiento en etapa reproductiva por infertilidad del polen
--	--

(Elaboración propia con datos de Chaudhry y Sidhu 2021)

El cempasúchil se desarrolla mejor en un rango de 18 a 20 °C durante el día y 16 a 17 °C en la noche.

La transpiración propicia funciones como el transporte de nutrientes y regula el crecimiento, cuando los déficits de saturación se encuentran por debajo o encima de los límites que tolera la planta, tendrá influencia en la fisiología del cultivo y en su desarrollo, con el fin de mantener la actividad fotosintética y de transpiración. Suministrar el 70% de capacidad de agua por contenedor en el riego evitará el cierre de estomas y reducirá la humedad relativa en el invernadero, disminuyendo la probabilidad de aparición de enfermedades fúngicas (Figura 1) (Bouhoun *et al.*, 2019)

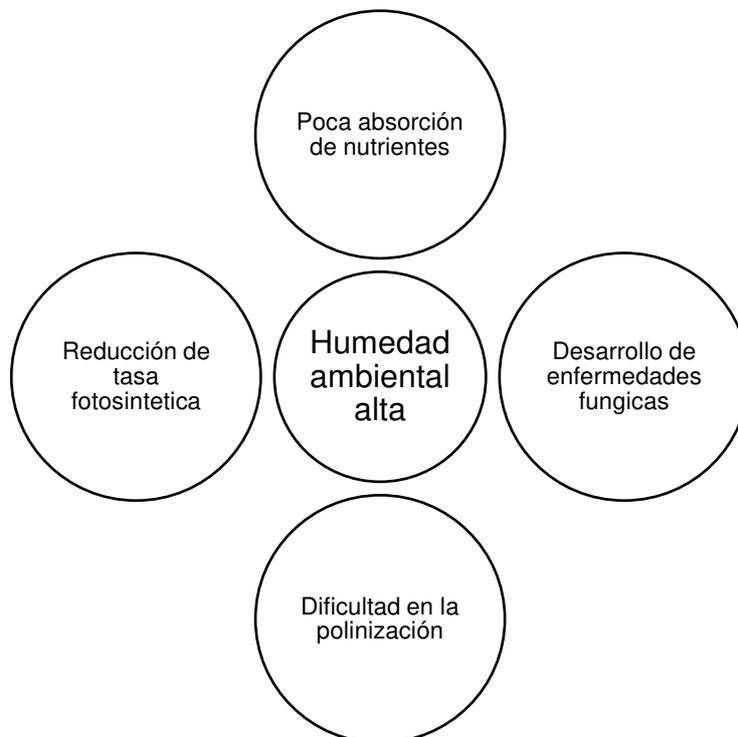


Figura 1. Problemas ocasionados por humedad ambiental alta en invernadero.

(Elaboración propia con datos de FAO, 2002)

Intensidad lumínica

La iluminación desempeña un papel importante en el desarrollo de cualquier planta, la calidad de ésta influye sobre el crecimiento vegetativo y las funciones como germinación y floración. El fotoperiodismo es el efecto de las horas luz sobre la floración y va a variar en el transcurso del año.

El cempasúchil está clasificado como una planta heliófila y de día corto, esto significa que requiere fuertes insolaciones que podrá aprovechar gracias a su nivel de saturación lumínico alto y que deberán estar presentes por menos de 11 horas al día para su óptimo desarrollo. En el caso de requerirse un retraso en la floración de la planta, se deberán incrementar las horas luz al día o interrumpir el periodo de oscuridad con un tiempo corto de luz, de buscarse una floración temprana se deberá respetar el intervalo de luz menor a 11 horas (8 idóneamente) (Köksal *et al*, 2017)

El tener un manejo adecuado de la iluminación dentro del invernadero puede propiciar y estimular reacciones críticas en la planta (Cuadro 2); sin embargo, cuando existen déficit de esta ya sea por el material de cubierta, posición del invernadero o una alta densidad de población de planta, la calidad visual del cultivo se ve afectado por una disminución en biomasa, intensidad de color y elongación de tallos, es importante mencionar que la iluminación artificial no es un método rentable para solucionar estos problemas en cultivos ornamentales, aunque en materia de investigación se llega a utilizar este recurso (Urrestarazu *et al.*, 2018).

Cuadro 2. Respuestas de la planta a la luz

Déficit de luz	Abundancia de luz
Alargamiento de entrenudos	Favorece floración
Menor ramificación	Mayor producción de pigmentos

Floración prematura	Mayor actividad fotosintética
Menor producción de pigmentos	Intensificación de olores y sabores
Mayor sensibilidad a plagas y enfermedades	Resistencia al encamado
Hojas estrechas	Menor altura
Menor biomasa	Mayor resistencia a plagas y enfermedades

(Elaboración propia con datos de Urrestarazu *et al.* 2018)

CONTENEDORES Y SUSTRATOS

Los sustratos son medios inertes que servirán para proteger el sistema radicular, brindar soporte y retener agua, así como nutrientes (Sánchez y Díaz, 2019). La elección de un sustrato depende de la disponibilidad de este en la zona, costo y experiencia de los agricultores locales (Barbaro *et al.*, 2014); sin embargo, debido a las características físicas y químicas que cada sustrato posee es importante brindar a la planta aquellas que van acorde a sus necesidades dependiendo la especie.

Existen desventajas en cuanto al uso de contenedores para cultivos ornamentales como las tasas altas de transpiración, gran requerimiento de agua y riesgos de salinización por una fertilización inadecuada, así como la rápida pérdida de humedad en los sustratos, por ello es necesaria la caracterización física y química de los posibles sustratos y determinar si funcionan mejor, solos o combinados. (INTA, 2018)

Las características físicas del sustrato deben tomarse en cuenta antes de establecer el cultivo, ya que modificarlas posteriormente es muy complicado, a diferencia de las características químicas que pueden irse modificando conforme lo requiera la planta mediante la fertilización (Maślanka y Magdziarz, 2017).

Características físicas

Las características físicas que deben tomarse en cuenta para seleccionar un sustrato son: densidad aparente, granulometría, porosidad, retención de humedad y permeabilidad (Cuadro 3).

Cuadro 3. Características físicas idóneas para un sustrato para cultivos ornamentales.

Característica	Valor
Densidad aparente	0.50 a 0.75 g por cm ³
Porosidad total	85%
Granulometría	0.25 a 1 mm
Capacidad de aireación	10 al 30% del volumen del sustrato
Distribución de partículas	0.25 a 2.5 mm
Humedad aprovechable	20 a 30% del volumen del sustrato

(Elaboración propia con datos de Gayosso *et al.*, 2016)

Características químicas

Entre las características químicas que deben de considerarse al elegir un sustrato, están el contenido de nutrimentos, capacidad de intercambio catiónico (CIC), potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), relación Carbono-Nitrógeno y contenido de elementos fitotóxicos (Cuadro 4).

Cuadro 3. Características químicas óptimas para un sustrato para cultivos ornamentales

Característica	Valor
CIC	Depende de la frecuencia de fertirrigación, si es intermitente: >20 meq 100 g ⁻¹

CE	Para cempasúchil: 1.2-1.5 mmhos/cm
Relación C/N	30 a 300 en materiales crudos, para evitar pérdidas de N por fijación
pH	Para Cempasúchil: 6.2- 6.5

(Elaboración propia con datos de Gayosso *et al.*, 2016)

En el caso del cultivo de cempasúchil, para la producción de plántulas, se recomienda la tierra de monte con aserrín en proporción 1:1; sin embargo, como alternativa a el uso de tierra de monte el uso de lombricomposta en la misma proporción con aserrín puede brindar resultados similares en altura de la plántula, desarrollo de raíz y peso seco (Méndez, 2016). Otra opción para el proceso de germinación es el uso de polvo de coco como sustituto de sustratos comerciales como el Peat Moss o Peat Lite, al poseer la misma calidad y brindar un porcentaje de germinación similar (Ayala y Valdez, 2008)

Para la etapa de crecimiento, posterior al trasplante, se puede utilizar como sustrato compostas provenientes de residuos verdes (Figura 2) ya que sus características sustituyen las de los sustratos comerciales a base de cortezas de pino y turbas; el proceso de producción de éstas es sencillo y puede garantizar su abasto y consumo debido a la facilidad de obtención de las materias primas, al no requerirse la adición de otras sustancias en el proceso de composteo (Estévez *et al.*, 2009).



Figura 2. Material lignoceluloso composteado
(Elaboración propia, 2021)

MANEJO DEL CULTIVO

Siembra

Las plantas cultivadas a partir de semillas pasan por una fase de establecimiento que comienza con la siembra (colocación de la semilla en sustrato en almácigos), pasando por la germinación, emergencia y desarrollo de las primeras hojas verdaderas o cotiledones (Dumroese *et al.*, 2012)

Calidad de la semilla

La calidad de una semilla se mide por el grado en que un determinado número de éstas cumple con las características y normas deseadas (Cuadro 5) respecto a los atributos que determinan que tan conveniente o apta es la semilla para sembrarse.

Cuadro 5. Principales atributos de la calidad de las semillas

Características específicas	Cualidades
Productividad	Calidad genética

Adaptabilidad	Calidad genética
Resistencia a sequías, a plagas y enfermedades	Calidad genética
Enfermedades transmisibles por la semilla	Calidad sanitaria
Plagas y enfermedades típicas del almacenamiento en bolsa, a campo, en silo, etc.	Calidad sanitaria
Nivel de madurez alcanzado	Calidad fisiológica
Poder germinativo, viabilidad, vigor	Calidad fisiológica
Peso, humedad, tamaño	Calidad física
Presencia/ausencia de materias extrañas, malezas comunes y nocivas	Calidad física
Uniformidad de formas, tamaño, color, brillo, vistosidad	Calidad física

(Farrás, 2018)

Una semilla de calidad se caracteriza por un porcentaje de germinación elevado y buen contenido de humedad, libres de enfermedades y ausencia de semillas de otras especies; es conveniente conocer el origen de la semilla que se adquiere para garantizar las características indicadas en el etiquetado (Figura 3), ya que si se desconoce el origen de las semillas se corre el riesgo de tener un menor desempeño en el cultivo y los recursos aplicados como agua, sustrato, fertilizantes y productos fitosanitarios pierden su efectividad (FAO, 2019).



Figura 3. Características que debe tener el etiquetado de las semillas comercializadas.

(SNICS, 2017)

Germinación

Para la germinación, se recomienda utilizar charolas plásticas de 200 a 288 cavidades que posteriormente son rellenas con sustrato con un 70-80% de humedad y se coloca una semilla por cavidad que deberá de ser cubierta por una capa delgada del mismo sustrato (Figura 4).

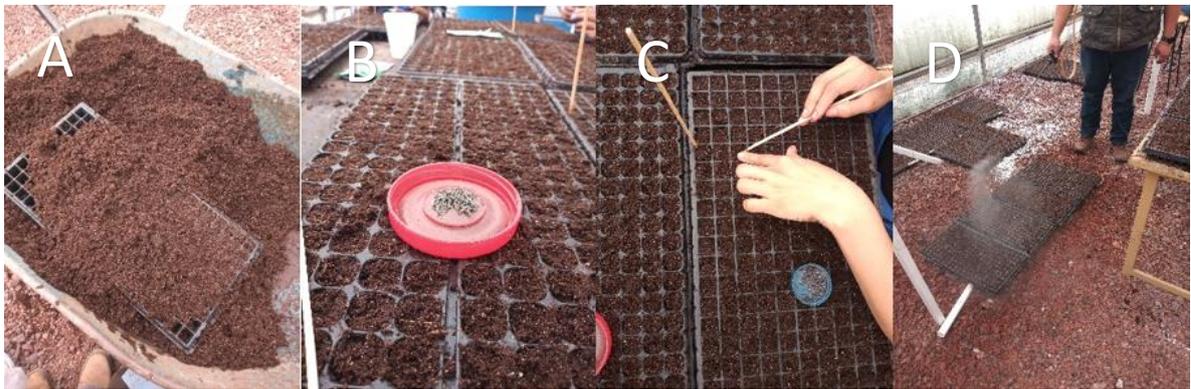


Figura 4. Proceso de germinación de Cempasúchil en charolas de 200 cavidades. A) Llenado de charolas con turba. B) Semilla. C) Llenado de cavidades con la semilla. D) Riego de las charolas. (Elaboración propia, 2021)

Al ser un cultivo de temporada en México, se sugiere realizar este proceso entre la semana 28 y 32 del año (inicios de julio a mediados de agosto), con temperaturas de 22 a 24°C. Se debe mantener la temperatura por debajo de los 24 °C, ya que esto puede inhibir la germinación, acortar el tiempo del cultivo y la etiolación de la plántula (PanAmerican Seed, 2021)

El tiempo de germinación va de 2 a 3 días, aunque por la floración indeterminada de la especia puede haber una maduración diferencial de las semillas, que con el uso de semillas de buena calidad se puede disminuir (Murali *et al.*, 2019).

Trasplante



Figura 5. Plántula de cempasúchil (Elaboración propia, 2021)

Una vez que la plántula tiene entre 5 y 8 cm de altura (Figura 5) o cumpla de 3 a 4 semanas en almácigo o charola germinadora (PanAmerican Seed, 2018) es momento de trasplantarla al contenedor, donde culminará su desarrollo, ya que de permanecer allí puede causar estrés en la planta. Las charolas germinadoras deben estar bien regadas antes del trasplante y éste debe realizarse cuando la temperatura no sea muy alta.

Primero debe llenarse con sustrato el contenedor sin comprimirlo (Figura 6), cuidando de no dejar espacios de aire; posteriormente, se hace un hoyo del largo de la raíz y se mete la plántula hasta la misma profundidad que estaba en el almácigo o charola, sin manipular demasiado la raíz. Se presiona desde los costados del hoyo para dejar bien compactada la raíz al sustrato (Figura 7).



Figura 6. Llenado de macetas de 8'' (Elaboración propia, 2021)



Figura 7. Trasplante de cempasúchil a contenedores de 8'' (Elaboración propia, 2021)

Para tener un trasplante exitoso se debe evitar exponer las raíces al sol o aire por mucho tiempo, colocar la planta totalmente recta en el centro del contenedor y regar la planta inmediatamente (INTA, 2018). Finalmente, debe haber una separación de 20 a 25 cm entre cada planta para favorecer su óptimo desarrollo ya que pueden alcanzar un diámetro de 25 a 30 cm (PanAmerican Seed, 2020).

Podas

El “pellizco” o “pinchado” es la supresión manual de los meristemos apicales de las plantas, el cual está formado por el primer conjunto de hojas. Esta práctica se realiza como un método para controlar el tamaño de la planta y favorecer el crecimiento de follaje lateral una vez que se alcanzó la altura deseada. Con esta práctica se busca contrarrestar la dominancia apical y promover el crecimiento floreciente del dosel (Rathore *et al.*, 2018).

Floración

Este cultivo se caracteriza por tener flores compuestas, y redondeadas de aproximadamente 9 cm en tres colores principales oro, naranja y amarillo (Figura 8). La floración comienza a presentarse a partir de la tercera semana después del trasplante; sin embargo, si se busca adelantar la venta, se recomienda acortar las



Figura 8. Flor de Cempasúchil (Elaboración propia, 2021)

horas de luz de 12 a 9 por dos semanas (SAKATA Seed America, 2020). Se deben podar las flores marchitas ya que las cabezas de flores gastadas son pesadas y pueden hacer que los tallos se rompan, así como retirar los botones florales hasta antes del día 21 (posterior al trasplante) para promover mayor desarrollo de éstos (National Parks, 2021).

REQUERIMIENTOS NUTRIMENTALES

En el cultivo ornamental de cempasúchil se sugiere llevar una fertilización al sustrato con alguna fuente de nitrógeno que suministre 175 mg L^{-1} de N durante los primeros 30 días posteriores al trasplante y aumentar la dosis a 225 mg L^{-1} desde el día 31 hasta el 60 para posteriormente concentrarse en administrar fósforo, calcio y magnesio (Valdéz *et al.*, 2015).

Sonklien y colaboradores (2020), propusieron una mezcla de fertilizantes de macro y microelementos combinado con hormonas que debían aplicarse en el sustrato del cultivo de cempasúchil (Cuadro 6) para lograr un mejor rendimiento y calidad.

Cuadro 6. Fórmula propuesta por Sonklien *et al.* (2020) para la nutrición de Cempasúchil en maceta.

Nutrientes	Cantidad
Macronutrientes	
N (mg kg^{-1})	106.5
P (mg kg^{-1})	107.3
K (mg kg^{-1})	98.1
Ca (mg kg^{-1})	77.0
Mg (mg kg^{-1})	19.4
S (mg kg^{-1})	10.5

Micronutrientes	
Fe (mg kg ⁻¹)	2.53
Mn (mg kg ⁻¹)	221
Zn (mg kg ⁻¹)	1.79
Cu (mg kg ⁻¹)	26
Cl (mg kg ⁻¹)	3.01
MO (%)	3.01
pH 1:1	6.38
CE 1:10 uS/cm	38.13
Citoquininas (mg kg ⁻¹)	8.26

(Adaptado de Sonklien et al. 2020)

Durante la etapa de crecimiento reproductivo se recomienda hacer aplicaciones foliares de 100 mg L⁻¹ de ácido salicílico y disminuir las dosis de nitrógeno ya que puede retrasar la floración. (Mohsin et al, 2019)

PLAGAS Y ENFERMEDADES

Plagas

Mosquita blanca *Bemisia tabaci* Gennadius

Ocasiona daños directos al cultivo ya que se alimenta del floema y extrae nutrientes debilitando la planta; como control cultural se pueden eliminar malezas y restos de cosechas anteriores del invernadero así como colocar doble puerta o malla en la entrada evitando el ingreso de plagas; como medios de control biológico, existen muchas opciones de consumidores de larvas de mosca blanca, como *Macrolophus caliginosus*, *Dicyphus tamaninii*, *D. errans* y *Cyrtopeltis tenuis*. stos deben liberarse

cuando las poblaciones son bajas, como método repelente se puede utilizar extracto de ajo, chile picante y cebolla, aplicándolo sobre el cultivo en pulverizaciones; como ultimo recurso se pueden utilizar insecticidas inorgánicos sin embargo la mosca blanca tiene capacidad de generar resistencia a organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides; reguladores de crecimiento como buprofecin y teflubenzurón son eficaces como control químico ya que tienen altos niveles de eficacia.(SENASICA, 2020)

Enfermedades

Mancha foliar bacteriana *Pseudomonas syringae* (Figura 9).

La sintomatología se caracteriza por la presencia de clorosis y halos necróticos en



Figura 9 Sintomatología de la mancha foliar en *Tagetes erecta*. (Maldonado *et al*, 2021)

el haz de las hojas. La diseminación es por semilla y salpicadura de agua; presentándose sobrevivencia que persiste en yemas, tejido vascular, tejido muerto y en las semillas. Se puede combatir eliminando material vegetal enfermo y aplicaciones de gentamicina, un antibiótico sistémico inhibidor de la síntesis de proteínas con oxitetraciclina: antibiótico de amplio espectro, al 10% y 30% respectivamente (Maldonado *et al*, 2021)

Mancha negra *Alternaria spp.*

Se presenta como manchas necróticas que comienzan en el haz de la hoja, extendiéndose a tallos lo que provoca una disminución de la tasa fotosintética afectando la producción de flores. En casos severos conduce a la muerte de la planta, debido a que persiste en tejidos enfermos y semillas. Se disemina por acción del viento, riego y herramientas, también la manipulación y traslado de plantas enfermas. Para evitar su aparición se debe evitar el exceso de humedad, eliminar y quemar hojas que presenten daño, se recomienda retirar hojas inferiores con el fin de propiciar aireación entre plantas, así como dar separación entre plantas, para frenar la propagación se sugiere el uso de fungicidas comerciales, sistémicos como Amistar, Derosal y Benomil o de contacto como Captan, Clorotalonil y Folpan (Chen *et al.*, 2016)



Figura 10 Sintomatología de mancha negra en hojas de *Tagetes erecta*. (Chen *et al.*, 2016)

BIBLIOGRAFÍA

- Ayala-Sierra A. y Valdez-Aguilar L. 2008. El polvo de coco como sustrato alternativo para la obtención de plantas ornamentales para trasplante. *Revista Chapingo Serie horticultura*, 14 (2) 161-167. DOI: 10.5154/r.rchsh.2006.04.018.
- Barbaro L., Karlanian M. y Papone M. 2017. Sustratos: Relación de poros con aire y agua adecuada para producir plantas florales en contenedor N° 10. *Ciencia del suelo*. 35 (2) pp. 205- 213
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6282686>
- Bouhoun Ali, H., Bournet, P.-E., Cannavo, P., & Chantoiseau, E. 2019. Using CFD to improve the irrigation strategy for growing ornamental plants inside a greenhouse. *Biosystems Engineering*, 186, 130–145.
<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.06.021>
- Chaudhry, S., y Sidhu, G. P. S. 2021. Climate change regulated abiotic stress mechanisms in plants: a comprehensive review. *Plant Cell Reports*, 1.
<https://doi.org/10.1007/s00299-021-02759-5>
- Chen, D.-l., Cheng, X., Luo, C., Li, M.-y., Feng, Q.-q., Yan, J.-y. and Huang, C.-l. 2016, Isolation and Identification of Pathogens Causing Marigold (*Tagetes erecta* L.) Black Spot in Beijing, China. *J Phytopathol*, 164: 547-553.
<https://doi.org/10.1111/jph.12480>
- Estévez-Schwarz, I., Seoane, S., Núñez, A. y López-Mosquera, M. E. 2009. Characterization and Evaluation of Compost Utilized as Ornamental Plant Substrate. *Compost Science & Utilization*, 17 (4) 210-219.
<https://www.proquest.com/openview/191230cbd4ab7bf709c55d18bb9cd31d/1?pq-origsite=gscholar&cbl=45321>
- Farrás T. 2018. Calidad de semilla: que implica y como determinarla. *Revista del Plan Agropecuario* 166: pp. 64-65
https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/Revista_on_line/Revista_166/files/assets/basic-html/page3.html

- FAO. 2002. Manual preparado por el Grupo de Cultivos Hortícolas. Dirección de Producción y Protección Vegetal. Cap. 4 Control del medio ambiente. <https://www.fao.org/3/s8630s/s8630s00.htm#Contents>
- FAO. 2019. Materiales para capacitación en semillas. pp. 5-7 <https://www.fao.org/3/ca1492es/CA1492ES.pdf>
- Gayosso-Rodríguez, S., Borges-Gómez L., Villanueva-Couoh E., Estrada Botello M. A. y Garruña-Hernández R. 2016. Sustratos para producción de flores. *Agrociencia*, 50 (5) 617-631. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6417847>
- Gopi G., Elumalai A. y Jayasri P. 2012. A concise review on *Tagetes erecta*. *International journal of phytopharmacy research*. 3 (1) pp. 16- <https://www.researchgate.net/publication/225034187>
- INTA. 2018. Manual de Vivero. Ministerio de Agroindustria, 2. 81 https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/40611/mod_resource/content/1/020000_Manual_de_Vivero.pdf
- Dumroese, R. K., Jacobs, D. y Wilkinson, K. 2012. Fases de cultivo: establecimiento y crecimiento rápido. Colección nexos Producción de plantas en viveros forestales 133-142 https://www.researchgate.net/publication/272790732_Fases_de_cultivo_establecimiento_y_crecimiento_rapido
- Köksal N., Yasemin S. y Özkaya A. 2017. The Effects of Photoperiodism on Growth and Flowering of Marigold (*Tagetes erecta*). *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 5(10): 1189-1193 <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i10.1189-1193.1341>
- Maldonado-Bonilla, L.D., Hernández-Guzmán, G., Martínez-Gallardo, N.A., Hernández-Flores, J.L., Délano-Frier, J.P., y Valenzuela-Soto, J. H. 2021. Cepa de *Pseudomonas syringae* causante de la mancha bacteriana en cempasúchil (*Tagetes erecta*) en México. *Revista mexicana de fitopatología*, 39(3), 493-502. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2104-5>

- Maślanka, M. y Magdziarz, R. 2017. The influence of substrate type and chlormequat on the growth and flowering of marigold (*Tagetes L.*). *Folia Horticulturae*, 29(2) 189-198. <https://doi.org/10.1515/fhort-2017-0018>
- Méndez- Sánchez J. E. 2016. Sustratos para la producción de plantulas de cempasuschil (*Tagetes erecta*) y amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) bajo condiciones de vivero. *Tlamati*, 7 (2) 10 pp. <http://tlamati.uagro.mx/t7e2/313.pdf>
- Mohsin-Abbas S., Ahmad R., Ahmad-Waraich E. and Muhammad Qasim. 2019. Exogenous application of salicylic acid at different plant growth stages improves physiological processes in marigold (*Tagetes erecta L.*) 541-548 DOI: 10.21162/PAKJAS/19.7276
- Murali, C. N., Jain, S. K., Joshi, M. A., y Pandey, A. 2019. Seed development and maturation in African marigold (*Tagetes erecta L.*). *Journal of Applied Horticulture*, 21(1), 81–84. <https://doi.org/10.37855/jah.2019.v21i01.15>
- National Parks. 2021. Flora & Fauna Web <https://www.nparks.gov.sg/florafauweb/flora/7/3/7358>
- PanAmerican seed. 2018. Catalogue. 70 https://www.panamseed.com/virtual/2018_PanAmerican_Catalog/index.aspx#
- PanAmerican seed. 2021. Grower facts. Cultura para Plantas Anuales <https://www.panamseed.com/catalogs.aspx>
- PanAmerican seed. 2021. Seed Product Information Guide. 26 <https://www.panamseed.com/catalogs.aspx>
- Rathore S., Walia S. y 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, DOI: 10.1080/10412905.2018.1486744

- SAKATA Seed America. 2020. Proud Mari Marigold. 2
<https://sakataornamentals.com/plantname/proud-mari/>
- Sánchez J. y Díaz L. 2019. Evaluación de sustratos elaborados a partir de residuos celulósicos para la propagación de flores ornamentales y hortalizas. *Bioagro*. 31(1) pp. 45-54 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7143015>
- SENASICA. 2020. Ficha técnica Mosquita blanca 1-21
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600965/Mosquita_blanca.pdf
- Serrato M. 2014. El recurso genético Cempoalxóchitl (*Tagetes spp.*) de México (Diagnóstico) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). P. 17
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/225091/El_recurso_gen_tico_del_cempoalxochitl__tagetes_spp__de_mexico__diagnostico_.pdf
- SIAP. 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cierre-dela-produccion-agricola-por-cultivo/>
- SIAP. 2015. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cierre-dela-produccion-agricola-por-cultivo/>
- SNICS. 2017 Cempoalxóchitl (*Tagetes spp.*) <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/cepoalxochitl-tagetes-spp>
- SNICS. 2017. SNICS: acciones para evitar la piratería de semillas. <https://www.gob.mx/snics/articulos/snics-acciones-para-evitar-la-pirateria-de-semillas?idiom=es>
- Sonklien C., Intanon P., Terapongtanakorn S., Intanon R. 2020. Comparative Assessment of Fertilizers on Yield and Quality of Marigold (*Tagetes erecta* L.) *Indian Journal of Agricultural Research* (54)3: 367-372
https://www.actahort.org/books/1312/1312_58.htm

Urrestarazu, M., Burés, S. y Kotiranta, S. 2018. Iluminación artificial en horticultura.
https://www.researchgate.net/publication/322821562_ILUMINACION_ARTIFICIAL_EN_HORTICULTURA