

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Variedades de Caléndula (*Calendula officinalis* L.) cultivadas bajo condiciones de sustrato e hidroponía

Por:

YARIDIA LEÓN URBANO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México.

Febrero, 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Variedades de Caléndula (*Calendula officinalis* L.) Cultivadas Bajo Condiciones de
Sustrato e Hidroponía

Por:

YARIDIA LEÓN URBANO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. José Alfredo Hernández Maruri
Asesor Principal

Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar
Coasesor

Dr. José Antonio González Fuentes
Coasesor

Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México.

Febrero 2024

DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

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



Yaridia León Urbano

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Le agradezco primeramente a Dios, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad, por obsequiarme una vida llena de aprendizajes, experiencias, felicidad y sobre todo por brindarme sabiduría para afrontar las situaciones difíciles.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, que me cobijó durante mi etapa de estudiante, brindándome sus servicios y por abrirme las puertas para darme la oportunidad de avanzar en mi carrera profesional.

A **Dr. José Alfredo Hernández Maruri**, por su guía y apoyo en mi proyecto de tesis. Siempre estuvo dispuesto a escucharme, brindarme consejos valiosos y compartir sus experiencias conmigo. Siempre estaré agradecida por su dedicación y compromiso con mi educación.

Al **Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar** y **Dr. José Antonio González Fuentes**, por su asesoría y apoyo para la revisión de este trabajo de investigación.

A mi **familia**, por todo lo que han hecho por mí, por permitirme crecer y cometer mis errores en el camino. Gracias por hacerme más fuerte y creer que podría lograr más de lo que jamás soñé.

A **Ing. Rafael Ibarra**, siempre recordaré sus consejos y sus palabras de aliento, las cuales me motivaron a perseverar y a nunca darme por vencida.

A **mis compañeros**, por haberme acompañado y apoyado durante este viaje, creando buenos recuerdos que llevaré siempre. En especial a *Melina Sánchez, Fabián González, Cesar Jafet Rodríguez.*

DEDICATORIAS

A Dios

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por regalarme el don de la vida y haberme permitido llegar hasta este punto, por brindarme salud y sabiduría para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres, Isaac León López y Lucila Urbano Arteaga

Con gran cariño dedico este logro a ustedes, por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ustedes por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio, era para mí como agua en el desierto; gracias a mi padre por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

A mis hermanos, Kelvin León Urbano y Paloma León Urbano

Quienes siempre estuvieron apoyándome en todo momento y supieron darme un consuelo, por estar siempre en mi vida no sólo aportando buenas cosas, sino también por su gran apoyo en esta fuerte etapa de mi vida sin ustedes este merito no se hubiese conseguido.

A mi abuela, Francisca López Cruz

Quien estuvo conmigo en los momentos más importantes de mi vida, por ser en mi vida un ejemplo para salir adelante, por todos sus consejos que han sido de gran ayuda para mi vida y crecimiento.

A Emmanuel Bautista Cortes

Dedico este pequeño gran logro a ti, por haberme acompañado en este largo camino, por creer en mí cuando yo misma dudaba, y por alentarme a seguir adelante en los momentos más difíciles. A ti, que me has impulsado a creer en mis metas, teniendo fe que lo lograré, este logro es también tuyo.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS	4
General	4
Específicos.....	4
HIPOTESIS	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
La caléndula (<i>Calendula officinalis</i>).....	5
Importancia del cultivo de caléndula	5
Origen y distribución de la caléndula.....	6
Clasificación taxonómica	7
Descripción botánica	8
Fenología del cultivo	9
Requerimientos edafoclimáticos.....	9
Propiedades terapéuticas y usos	11
Variedades	12
La hidroponía como sistema de producción	13
Ventajas de los sistemas hidropónicos	13
Desventajas de los sistemas hidropónicos	14
Sustratos	15
Peat moss como sustrato.....	15
Perlita como sustrato	16
Estudios de caléndula a nivel mundial	17
Estudios de caléndula en México	17
Caléndula y otras plantas medicinales en hidroponía o cultivo sin suelo	18
MATERIALES Y MÉTODOS	20
Sitio experimental.....	20
Material vegetal	20
Fancy Mix:.....	20
Bon Bon:	20
Descripción del experimento	20

Preparación del sustrato	21
Trasplante	21
Riego y fertilización	21
Cosecha	22
Registro de las variables evaluadas	22
Variables evaluadas	23
Altura de la planta	23
Número de hojas	23
Número de ramas	23
Número de flores	23
Largo de la hoja	23
Ancho de la hoja	23
Diámetro de la flor	23
Diámetro del tallo	23
Peso Fresco y Peso Seco Aéreo	24
Carotenoides totales	24
Análisis Estadístico	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
Dinámica de crecimiento de las variedades de caléndula en sustratos	26
Efecto de la variedad de caléndula en su crecimiento y desarrollo	33
Efecto del sustrato en el crecimiento y desarrollo de las variedades de caléndula	35
Efecto de la interacción variedad y sustrato en el crecimiento y desarrollo de caléndula	37
Acumulación de materia seca	39
Contenido de carotenoides totales	41
CONCLUSIONES	43
LITERATURA CITADA	44

TABLA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Descripción de las combinaciones entre la interacción variedad de caléndula y mezcla de peat moss y perlita.	21
Cuadro 2. Solución nutritiva utilizada en el experimento.	22
Figura 1. Altura de la planta de dos variedades de caléndula (<i>Calendula officinalis</i> L.) cultivados en mezcla de peat moss y perlita en dos proporciones (70 %:30 %, 50 %:50 %).	27
Figura 2. Número de hojas de dos variedades de caléndula (<i>Calendula officinalis</i> L.) cultivados en mezcla de peat moss y perlita en dos proporciones (70 %:30 %, 50 %:50 %).	29
Figura 3. Número de ramas de dos variedades de caléndula (<i>Calendula officinalis</i> L.) cultivados en mezcla de peat moss y perlita en dos proporciones (70 %:30 %, 50 %:50 %).	30
Figura 4. Número de flores de dos variedades de caléndula (<i>Calendula officinalis</i> L.) cultivados en mezcla de peat moss y perlita en dos proporciones (70 %:30 %, 50 %:50 %).	32
Figura 5. Comparación de dos variedades de caléndula (<i>Calendula officinalis</i> L.) cultivadas en condiciones de sustrato e hidroponía..	34
Figura 6. Comparación de dos mezclas de peat moss y perlita (70 %:30 %, 50 %:50 %) y su efecto en el crecimiento y desarrollo de dos variedades de caléndula (<i>Calendula officinalis</i> L.).....	36
Figura 7. Comparación de la combinación de dos variedades de Caléndula (<i>Calendula officinalis</i> L.) cultivados en mezcla de peat moss y perlita en dos proporciones (70 %:30 %, 50 %:50 %) y su efecto en el crecimiento y desarrollo..	38
Figura 8. Comparación de la combinación de dos variedades de caléndula (<i>Calendula officinalis</i> L.) cultivados en mezcla de peat moss y perlita en dos proporciones (70 %:30 %, 50 %:50 %) y su efecto en el crecimiento y desarrollo..	38
Figura 9. Acumulación de materia seca en dos variedades de caléndula (<i>Calendula officinalis</i> L.) cultivadas en mezclas de dos mezclas de peat moss y perlita (70 %:30 %, 50 %:50 %).	40
Figura 10. Carotenoides totales evaluados en dos variedades de Caléndula (<i>Calendula officinalis</i> L.) cultivadas en mezclas de dos mezclas de peat moss y perlita (70 %:30 %, 50 %:50 %)	42

RESUMEN

La caléndula (*Calendula officinalis L.*) tiene múltiples usos ornamentales, industriales y alimenticios, es considerada una planta con aplicaciones medicinales desde la antigüedad. Su importancia radica en sus principios activos, los cuales favorecen en un amplio espectro de acciones farmacológicas a las cuales se le adjudican múltiples usos en relación con la cosmética natural y los productos de higiene diaria. Sin embargo, aunque las plantas medicinales han generado mucho interés en los últimos años aún existen pocos estudios que relacionen la hidroponía con la producción de Caléndula. Por lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivos el evaluar 2 variedades comerciales de caléndula establecidas en dos mezclas de las más utilizadas de peat moss y perlita en hidroponía y determinar que combinación de variedad y sustrato es mejor. Las plantas se desarrollaron en sustratos colocados en bolsas negras de cultivo. Se evaluaron las variedades Fancy Mix y Bon Bon, sobre dos mezclas de peat moss y perlita (70% y 30 %, 50 % 50 %). Los tratamientos fueron los siguientes: T1= Fancy Mix + 70% peat moss y 30% perlita, T2= Fancy Mix + 50% peat moss y 50% perlita, T3= Bon Bon + 70% peat moss y 30% perlita y T4= Bon Bon + 50% peat moss y 50% perlita. Durante la investigación se evaluaron las siguientes variables agronómicas: Altura de la planta, número de hojas, número de ramas, número de flores, largo y ancho de la hoja, diámetro de la flor, diámetro del tallo, peso seco y carotenoides totales. El experimento se estableció bajo un arreglo factorial 2 x 2 en un diseño de completamente al azar (DCA) con 12 repeticiones. Como resultado se obtuvo que Fancy mix fue mejor en la mayoría de las variables de crecimiento estudiadas. A su vez, el mejor sustrato para ambas variedades fue la mezcla de 70 % peat moss y 30 % perlita. Finalmente, la mejor combinación bajo las condiciones de este experimento fue Fancy Mix cultivada en 70 % peat moss y 30 % perlita.

INTRODUCCIÓN

La caléndula, también denominada botón de oro, tiene hasta hoy usos ornamentales, alimenticios y medicinales, es considerada una planta con aplicaciones medicinales desde la Antigua Grecia, no obstante, también se ha usado como arbusto decorativo de jardines (Accame, 2009). Es una planta medicinal de gran importancia, ya que, es una de las pocas plantas con el poder de regenerar y cicatrizar heridas de una forma natural y antiséptica (García *et al.*, 2022).

Por sus principios activos, la caléndula ocupa un lugar destacado dentro de las plantas utilizadas con el fin de convertir diversas afecciones, debido a que es una planta que contiene carotenoides y flavonoides que favorecen a un amplio espectro de acciones farmacológicas, entre las que sobresalen antibacteriana, antiinflamatoria, cicatrizante, astringente, antiséptica, hipotensora, antiespasmódica, antibiótica, fungicida y antioxidante. Asimismo, es importante saber que también contiene ácido acetilsalicílico, por lo que contribuye en la defensa contra virus y bacterias (Montané *et al.*, 2021).

Actualmente, aunque las plantas medicinales siempre han suscitado mucho interés y han sido muy apreciadas, sobre todo en relación con la cosmética natural y los productos de higiene diaria, que se encuentran en auge. La caléndula es un fitofármaco al que se le atribuyen múltiples usos (Uribe *et al.*, 2016).

En la medicina popular se utilizan las flores frescas o secas, en infusión por vía oral, en el tratamiento de diversas afecciones digestivas, externamente en el comercio se encuentran varios productos de caléndula como la decocción, la tintura antimicótica o pomada que se han usado para tratar heridas y erosiones infectadas (Ministerio de Salud, 2010).

Por otra parte, la producción de plantas medicinales se puede realizar de diferentes formas; a cielo abierto, en huertos urbanos, bajo condiciones de invernadero e incluso con técnicas de hidroponía, siempre cuidando la inocuidad de la planta y la concentración adecuada de sus principios activos (Gutiérrez *et al.*, 2022).

La agricultura de invernadero se ha convertido en un método popular para el cultivo de hierbas aromáticas y medicinales porque se puede proporcionar un ambiente interior óptimo para las necesidades de las plantas. Un invernadero puede ser ubicado en tierra no fértil cuando se recurre a cultivos sin suelo. Por otra parte, es posible producir plantas durante todo el año, así se puede tener un mejor control de malas hierbas, plagas y enfermedades (Buechel, 2023).

La hidroponía es desarrollada, en la mayoría de los casos, bajo condiciones de invernadero, ya que este es un sistema de producción que puede incrementar la eficiencia en el uso del agua, creando un microclima para mejorar la fotosíntesis de la planta, reduciendo la evapotranspiración excesiva e incrementando los rendimientos (Salazar *et al.*, 2014).

Actualmente, existen pocos estudios que involucren la producción hidropónica de caléndulas, probablemente porque, en la mayoría de los casos, el desarrollo de estas plantas está mediado por relaciones competitivas y alelopáticas que existen en algunos otros tipos, siendo especialmente cierto cuando estas plantas se encuentran en estado silvestre (Guerrero-Lagunes, 2011).

Debido a la falta de información técnica de este cultivo bajo condiciones de sustrato e hidroponía se decidió realizar el presente trabajo, con el objetivo de determinar el crecimiento y desarrollo del cultivo de caléndula en mezclas de sustratos de peat moss y perlita con solución nutritiva.

OBJETIVOS

General

Evaluar las características agronómicas de 2 variedades comerciales de caléndula bajo condiciones de sustratos e hidroponía.

Específicos

Identificar una variedad que se desarrolle adecuadamente bajo condiciones de sustrato e hidroponía.

Determinar una mezcla de sustratos adecuada para un buen desarrollo y crecimiento de la Caléndula.

HIPOTESIS

Al menos una de las combinaciones de las variedades de caléndula cultivada en una de las mezclas de sustratos genere un buen crecimiento y desarrollo de la planta.

REVISIÓN DE LITERATURA

La caléndula (*Calendula officinalis*)

Es una planta anual que se cultiva en todo el mundo y sus flores se utilizan tanto con fines ornamentales como para la producción de productos acabados en las industrias farmacéutica y cosmética. En México, la caléndula crece bien en condiciones de cultivo y sus flores cumplen con los requisitos de la Farmacopea Internacional para su uso como planta medicinal (Valdés y Piquet , 1999)

Esta planta tiene una gran cantidad de efectos farmacológicos, lo que se explica por la presencia de una gran cantidad de componentes químicos, entre los que destacan flavonoides, carotenoides, ácidos fenólicos, saponinas y aceites esenciales (Klung, 2013). Entre los efectos farmacológicos comprobados, el más destacado es la acción cutánea de su extracto de flor contenido en pomadas para el tratamiento de la dermatitis aguda o la promoción de la epitelización u otro tipo de afecciones de la piel; también tiene actividades antiinflamatorias, antibacterianas y antifúngicas, entre otras.

Importancia del cultivo de caléndula

El interés por la Caléndula ha tenido un incremento importante en las últimas décadas, esto gracias a la utilización de los extractos de esta planta en varios productos cosméticos. La caléndula (*Caléndula officinalis L.*) es una planta de gran importancia económica por su potencia medicinal. Actualmente se comercializa como producto en fresco y procesado (López *et al.*, 2004).

La caléndula es un cultivo de gran importancia agroindustrial, ya que incide en la economía de las regiones donde se cultiva y se vende muy bien para la producción artesanal de cremas, geles, jabones e infusiones refrescantes (Londoño, 2011).

Origen y distribución de la caléndula

En cuanto al origen de la caléndula existen muchos reportes coincidiendo en que no se conoce a ciencia cierta su origen. Por su parte, algunos autores expresan sus veracidades y con ello sus diferencias. Se dice que es originaría de la región mediterránea (Wilckens *et al.*, 2003).

Otros mencionan que la Caléndula es una planta medicinal originaria de Egipto, sin embargo, su introducción en Europa parece remontarse al siglo XII en zonas del sur y oeste, específicamente en el mar mediterráneo en donde abundaba su establecimiento durante los meses de verano (Moore, 2009).

Si bien su origen no está confirmado por completo, la planta se ha extendido por todo el mundo y actualmente se encuentra en el jardín como planta ornamental, aunque no es muy utilizada como ornamental debido a su olor desagradable, pero su mayor uso es como medicina.

Se conocía que era una planta utilizada en la región mediterránea desde la época de los antiguos griegos y con anterioridad era conocida con los hindús y los árabes. Hoy en día, se conoce que la caléndula cuenta con una distribución geográfica amplia debido a que es una planta cosmopolita que crece bien en otros lugares del mundo por los que se ha extendido encontrándose en los continentes americano, africano, asiático y europeo (Marco, 2018).

Algunos autores mencionan que el origen de la caléndula se sitúa en México, donde los aztecas le atribuyeron propiedades espirituosas-medicinales y que con el tiempo sus semillas fueron trasladadas a España y que estas fueron comenzando a cultivarse en los huertos y jardines de los conventos y monasterios (Odeth, 2022)

Clasificación taxonómica

- **Reino:** Plantae (Vegetal)
- **Subreino:** Tracheobionta
- **Phylum:** Angiospermophyta (Planta con flores), cormophyta
- **División:** Anthophyta o Magnoliophyta ó spermatophyta
- **Subdivisión:** Angiospermae
- **Clase:** Magnoliopsida ó Dicotyledoneae
- **Subclase:** Gamopétalas (metaclamideas), sympetalae, Asteridae
- **Orden:** Asterales
- **Familia:** Asteraceae
- **Subfamilia:** Asteroideae
- **Tribu:** Calendulae
- **Género:** Calendula
- **Especie:** officinalis L.

(Chávez, 2006)

Descripción botánica

La caléndula es una planta herbácea anual o perenne perteneciente a la familia de las compuestas, con flores diminutas que podemos hallar en estado silvestre junto a los caminos o cerca de huertos y jardines, de las que han derivado algunas variedades de flores más grandes y vistosas cultivadas. Puede desarrollarse en matas solitarias, pero es frecuente que crecen agrupadas. Su nombre proviene del latín *Calenda* del que deriva “calendario” debido a la peculiaridad de las caléndulas de realizar nuevas floraciones cada mes (Bueno, 2016).

Altura: La caléndula es una planta anual erecta que puede llegar a medir hasta 60 cm de alto, la cual termina en capítulos solitarios, sobre cuyo disco se insertan (Barry, 2009).

Tallos: Tiene tallos angulares pubescentes y ramificados, son robustos, son tomentosos, carnosos, ramificados y jugosos. Los tallos generalmente se encuentran caídos o inclinados (Vivas, 2012).

Hojas: Posee hojas simples, alternas y sésiles que pueden ser espatuladas o lanceoladas con márgenes dentados, son opuestas, alargadas, la hoja completa está cubierta de tricomas que les da una suave textura y de color verde pálido (Vivas, 2012).

Flores o Capitulo Floral: La inflorescencia está integrada por una corola con flores liguladas y flores tubulares, son de color amarillo fuerte a naranja oscuro, y estas pueden llegar a tener un diámetro aproximado de 5 cm. Se ubican en cabezuelas solitarias con pedúnculos robustos (Tenango, 2014).

Fruto: Tiene como fruto un aquenio encorvado que puede medir de 1 a 2 cm de largo y de 2 a 3 mm de ancho y cuenta con un grosor de 3 a 4 mm, posee púes dorsales o tres alas membranosas. Dentro del fruto se encuentra la semilla y el embrión, que poseen una curvatura y forma cónica (Bonilla, *et al.* 2007).

Raíz: Posee una raíz pivotante, cuyo crecimiento es vertical y de las cuales pueden brotar lateralmente otras raíces, que son las secundarias.

Fenología del cultivo

Gómez *et al.*, (2010) mencionan que los días de germinación son de 6 a 10, en este periodo se da la emergencia de la plántula y la aparición de las hojas cotiledonales, en la emergencia se observan el hipocotilo, empujando al epicotilo y a los cotiledones, haciéndolos emerger sobre la superficie del suelo y, en la etapa cotiledonar, el cotiledón se endereza y se despliegan totalmente. El primer par de hojas opuestas verdaderas aparecen a los 17 días y este estado se prolonga hasta la primera floración.

El inicio y duración de la cosecha varía dependiendo del manejo del cultivo y condiciones edafoclimáticas, normalmente se inicia cuando el 10% de la población se encuentra con los capítulos florales abiertos. Esto suele ocurrir entre los 60 y 70 días después de la siembra o 45 días después del trasplante, la frecuencia de cosecha puede ser entre 5 y 7 días dependiendo de las condiciones del clima, pueden hacerse entre 10 y 14 cosechas dependiendo del manejo de la plantación (Fuentes F. V., 2000).

La caléndula florece casi todo el año, excepto en épocas secas. La floración más intensa ocurre desde finales de primavera hasta finales de verano; las flores se abren al amanecer y se cierran al anochecer y, dependiendo del ambiente, sus estructuras florales pueden variar en color y tamaño. La siembra se produce a finales de otoño o finales de invierno. En general el ciclo completo del cultivo va desarrollándose aproximadamente de 4-5 meses. (Citadini *et al.*, 2012).

Requerimientos edafoclimáticos

El cultivo de la caléndula es una especie rústica, por lo cual, es poco exigente, preferentemente se desarrolla en climas templados, aunque puede resistir heladas y sequías. Se adapta fácilmente a cualquier tipo de suelo, sin embargo, siempre son preferibles aquellos con buen contenido de materia orgánica.

Altitud: Se le ha cultivado hasta cerca de los 1000 a 2500 metros sobre el nivel del mar y puede vivir y adaptarse sin problemas. (Agronomo Global , 2013)

Temperatura: En relación con la temperatura, cabe mencionar que se trata de una especie que precisa calor para crecer de manera óptima, prefiriendo zonas con climas templados, es decir, prefieren temperaturas de entre los 12 y 18°C, para la producción de flores es mucho mayor, con temperaturas que oscilan entre los 18 a 24°C, pero resiste bastante bien heladas y sequias. (SADER, 2006)

Fotoperiodo: Al ser una planta nativa de climas más cálidos necesita mucha luz solar. Necesita exposición total al sol, pero se beneficiará de varias horas a la sombra, requiere de proporcionarles al menos 6 horas de luz solar completa, de lo contrario, no podrán producir flores completas.

Radiación: Este factor es clave para el crecimiento y la productividad ya que precisa de la luz solar para obtener el éxito de cosecha deseado, la caléndula es una planta de día largo opcional. El incremento del largo del día y de la intensidad lumínica, estimula la iniciación floral. (Ball, 2011)

Riego: Un régimen de riego adecuado garantizará la máxima floración, se recomienda mantener la tierra húmeda todo el tiempo durante la fase de establecimiento. Las necesidades hídricas no son muy elevadas, exceptuando momentos puntuales, como la germinación. Una vez completada esta etapa, las aportaciones hídricas se pueden espaciar hasta efectuarlas entre 2 y 3 veces por semana, requiere cantidades superiores a los 1.000 m³/ha/año (Innovatione AgroFood Design , 2020)

Humedad Relativa: Este cultivo requiere una humedad relativa de entre el 60 y 70%. Sin embargo, el exceso de humedad puede favorecer la aparición de problemas fitosanitarios a los cuales es muy susceptible como, por ejemplo, hongos que afecten a la floración.

Textura del suelo: Es poco exigente en cuanto a tipo de suelo, pero siempre son preferibles aquellos con buen contenido de materia orgánica lo más importante es que posea un buen drenaje, para que no se acumule agua o humedad que

promueva la proliferación de microorganismos, o sea que de ser necesario se realizará una nivelación (Sánchez, 2019)

pH: Al ser un cultivo muy adaptable cuando se trata del tipo de suelo. También es algo tolerante con respecto a la acidez del suelo, siempre que el pH del suelo no caiga por debajo de 5.8 (López, 2022).

Fertilidad del suelo: Este cultivo requieren un abonado medio, aunque no son exigentes en abono, un aporte de abono rico en fósforo al inicio de la primavera y en otoño, aumentará la producción de flores (Salomó, 2014).

Propiedades terapéuticas y usos

Las decocciones de las flores de Caléndula tienen un amplio espectro en cuanto al tratamiento de diversas afecciones. La utilización de la planta de *Calendula officinalis* se extiende largamente en el tiempo. Los antiguos curanderos europeos utilizaban extractos, infusiones y ungüentos para curar la ictericia, promover la transpiración durante periodos de fiebre y para inducir la menstruación (Valdés *et al.*, 1999).

En el siglo XIX, en EEUU se utilizaban preparados para tratar la conjuntivitis, problemas del hígado, úlceras estomacales y quemaduras superficiales, hinchazones y heridas (Klung, 2013). La caléndula es una planta tradicionalmente empleada en dermatología, se emplea con éxito en forma tópica en el tratamiento de úlceras dérmicas, heridas infectadas, dermatitis de pañal eczemas, eritemas, várices, hemorroides, etc. También posee algunas aplicaciones internas, aunque su importancia en estos casos es menos extendida. Para el uso dermatológico se puede utilizar la decocción de la caléndula para lavajes o compresas, y también incorporado en ungüentos, pomadas, cremas, jabones y talcos. Sus acciones farmacológicas serían principalmente antiespasmódicas, coleréticas, sudoríficas, emenagogas, hipotensoras, antiinflamatorias, vulnerarias, antibióticas, antisépticas, y cicatrizantes (Nazate *et al.*, 2015). También se utiliza como colorante en productos cosméticos, y su aceite en la elaboración de perfumes.

En la industria alimenticia, como colorante natural de manteca, queso, licores, como reemplazo del azafrán (*Crocus sativus*), incorporado en la dieta de aves de corral para dar mayor color a las yemas de los huevos que se venden frescos. También se considera un excelente repelente de insectos, debido a su olor acre (Moore, 2009).

Variedades

En el mercado se encuentran muchas variedades seleccionadas por sus propiedades ornamentales, especialmente por el color, tamaño y abundancia de la floración. Hay caléndulas con colores que varían desde el amarillo claro hasta el naranja vivo. A continuación, se muestran algunas de las variedades de caléndula que de acuerdo con Dyer, (2020) son las más populares.

- **Bon Bon:** Planta de floración temprana con pequeñas flores de color naranja y amarillo. Las variedades de caléndula enana como esta serie son ideales para contenedores.
- **Fancy Mix:** Planta resistente que prefiere un clima más fresco. Esta flor se puede cultivar en el interior, pero durará más y prosperará si se planta al aire libre.
- **Calipso:** Flores dobles que crecen en plantas densas y compactas que son perfectas para contenedores. Los colores son amarillo y naranja con centros oscuros.
- **Belleza del Pacífico:** Plantas tolerantes al calor con flores anaranjadas y amarillas sobre tallos altos y resistentes.
- **Flashback:** Mezcla colorida de impresionantes bicolors y tricolors en tonos melocotón, albaricoque, amarillo y crema.
- **Kablouna:** Flores amarillas y naranjas con centros distintivos con mechones; muy resistentes al moho.
- **Príncipe:** Planta alta y tolerante al calor con flores naranjas y amarillas.
- **Indian Prince:** Planta de 60 a 70 cm de altura. Produce grandes flores dobles de color naranja intenso con un centro más oscuro.

La hidroponía como sistema de producción

Se concibe a la hidroponía como una serie de sistemas de producción en donde los nutrientes llegan a la planta a través del agua, son aplicados en forma artificial y el suelo no participa en la nutrición. El vocablo proviene de dos palabras griegas “*Hidro*” que refiere a agua y “*Ponos*” que significa trabajo. (SIAP, 2016)

La hidroponía es parte de los sistemas de producción llamados Cultivos sin Suelo; en estos sistemas el medio de crecimiento y/o soporte de la planta está constituido por sustancias de diverso origen, orgánico o inorgánico. Podemos ir desde sustancias como perlita, vermiculita o lana de roca, materiales que son consideradas propiamente inertes y donde la nutrición de la planta es estrictamente externa, a medios orgánicos realizados con mezclas que incluyen turbas o materiales orgánicos como corteza de árboles picada, cáscara de arroz entre otras, que interfieren en la nutrición mineral de las plantas (Gilsanz, 2007).

La hidroponía permite atender necesidades alimenticias sin pensar en grandes emprendimientos, ya que podemos lograr cultivos hidropónicos en casa, ya sean hortalizas, flores y hasta pequeños arbustos o frutillas, permitiendo obtener los productos para una alimentación saludable y con una buena forma de terapia ya que ayuda a bajar los altos niveles de estrés (Beltrano y Gimenez, 2015).

Ventajas de los sistemas hidropónicos

Son muchas las ventajas que ofrece el cultivo en la hidroponía sobre el cultivo tradicional. Dentro de estas se incluye las siguientes:

- Es una técnica apropiada para poder aplicarse en lugares donde no es posible cultivar las plantas con el método tradicional.
- Se puede sembrar cualquier vegetal o flor, siempre y cuando se cumplan con las condiciones apropiadas para el cultivo.
- El trabajo es menor, ya que no hay que arar el terreno ni sacar las malas yerbas.
- Requiere menos mano de obra.

- Reduce el impacto al medio ambiente
- Los medios inertes pueden utilizarse por varios años sin tener que renovarse
- Las barreras físicas permiten tener un menor control de plagas
- Esta técnica permite mantener un mayor control de la acidez del medio, la iluminación, riego y temperatura.
- Cuenta con un menor consumo de agua.
- El agua y los nutrientes se encuentran más disponibles.
- Los ciclos de producción generalmente son más cortos que en suelo.
- Esta técnica permite aprovechar al máximo provecho de los espacios destinados para la agricultura y los cultivos.

(Vargas, 2010)

Desventajas de los sistemas hidropónicos

Entre los inconvenientes para la utilización de esta técnica se encuentran:

- Alto costo de capital inicial
- Desconocimiento del sistema hidropónico apropiado para producir un cultivo determinado.
- Poco conocimiento del manejo agronómico, lo que puede significar la reducción significativa de los rendimientos.
- Esta técnica requiere de más atención y más cuidados.
- Para la producción de alimentos a través de la hidroponía es imprescindible adquirir un nivel de conocimientos muy alto y tener tiempo y recursos para poder destinar a los cuidados que requiere.

Tienes la obligación de comprar los nutrientes que necesitas para las plantas
(Caballero, 2019)

Sustratos

Un sustrato es todo aquel material sólido, que puede ser de origen orgánico o residual, tiene como finalidad servir de anclaje a la planta. Puede ser utilizado de forma pura, es decir, utilizando solo un tipo de sustrato o bien mezclar varios, el cual ayudara a la planta a crecer vigorosa y sin ningún tipo de problema (Sánchez, 2023).

La función del sustrato es reponer la tierra para que las raíces de las plantas puedan fijarse y crecer por completo. El suelo es un factor de producción esencial en la agricultura, actúa como soporte material de los cultivos y les proporciona los nutrientes, el aire y el agua que necesitan. De ello se deduce que el sustrato debe tener propiedades físicas, químicas y biológicas que favorezcan el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos. (Ordogas, 2016)

El sustrato es importante para los cultivos ya que proporciona los nutrientes necesarios para un crecimiento, desarrollo y producción óptimos. Este material es una mezcla de elementos accesibles, tiene un bajo impacto en el medio ambiente y tiene una relación beneficio/costo que favorece los sistemas de producción. El sustrato puede ser de origen natural o mineral, como roca y arena. Los materiales comunes para fabricar sustratos incluyen: abono, ceniza, arena, fibra de coco y tierra. (Arauz y Luquéz , 2020)

Peat moss como sustrato

El peat moss, también conocido como turba de esfagno, es el sustrato sin tierra más común debido a que está ampliamente disponible y a un costo relativamente bajo. Este sustrato se encuentra hecho de un material orgánico estable que retiene una cantidad considerable de agua y aire y no se descompone rápidamente.

De acuerdo con De Grazia (2007) la turba ha sido la materia orgánica más usada frecuentemente como sustrato para la producción comercial de plantas.

Actualmente en México se usa como materia prima principal para la elaboración de sustratos la turba y la tierra de monte (García *et al.*,2001). Algunos estudios han

indicado que el peat moss combinado con diferentes materiales se ha convertido en un sustrato adecuado para la producción de plantas de hortalizas, ornamentales y plántulas forestales (Quiñones, 1995). Es considerado el sustrato más utilizado tradicionalmente debido a su excelente combinación de propiedades fisicoquímicas como bajo pH, alta capacidad de intercambio catiónico y porosidad adecuada.

Aunque existen sustratos universales que tienden a funcionar bien con la mayoría de las plantas, con diferentes mezclas y propiedades. Sin embargo la mezcla de peat moss con otro sustrato permite brindar buena oxigenación y humedad a la planta, ideal para utilizar en el proceso de germinación o crecimiento de la planta (Acosta, 2007).

Perlita como sustrato

La perlita es un silicato de aluminio de origen volcánico, hoy en día se ha posicionado como uno de los principales sustratos usado en la jardinería, ya que no altera el equilibrio del suelo, es ligero y contribuye a evitar la presencia de plagas y enfermedades (Martín, 2023).

La perlita es estéril, tiene un pH neutro y al agregarse a una mezcla de sustrato puede incrementar la aireación y drenado, por lo tanto, posee numerosas características útiles que la convierten en un medio de crecimiento deseable (Muños, 2007).

La perlita es un buen material como sustrato, no obstante, existe un inconveniente, la posibilidad de degradación durante el ciclo de cultivo, perdiendo su estabilidad granulométrica, su bajo costo hace que en los últimos años se haya incrementado la superficie dedicada al cultivo en sacos de perlita. (Ramirez, 2005)

De acuerdo con Acosta, (2020) una de las principales características de este sustrato es que es un material 100% ligero y de fácil manejo que se puede mezclar con otros sustratos como turba, fibra de coco, y humus de lombriz para potenciar su calidad. Por tanto, es adecuado para la germinación de semillas de diferentes

especies vegetales, así como para el desarrollo de hortalizas de tamaño mediano y alto, ya que no absorbe demasiada agua, se mantiene inalterable en el tiempo y además aporta seguridad a las plantas. Los cultivos proporcionan a las plantas una humedad constante.

Estudios de caléndula a nivel mundial

Amaguaña y Churuchumbi (2018) presentaron ensayos *in vivo* de un extracto metanólico de la caléndula y de una fracción butanólica que mostraron una acción hipoglucemiante y gastroprotectora. Además, la fracción butanólica de la caléndula, rica en flavonoides y terpenoides, presenta una importante actividad antioxidante, que podría explicar las propiedades antiinflamatorias, bactericidas y antisépticas de este extracto.

Recientes estudios de investigación en laboratorio indican que los pétalos de la Caléndula tienen propiedades anti-bacterianas y antivirales, anti-inflamatorias, astringentes y antisépticas, y pueden incluso ofrecer acciones inmuno-estimulantes. También se han demostrado los beneficios de caléndula en la curación de heridas por quemaduras. No se conocen claramente los componentes responsables de estos efectos, aunque algunos estudios sugieren que los flavonoides de la planta podrían contribuir a sus propiedades cicatrizantes (Arévalo *et al.*, 2017).

Estudios de caléndula en México

La caléndula es una planta anual que se cultiva en todo el mundo, incluyendo México, hoy en día sus flores son utilizadas tanto desde el punto de vista ornamental como para la preparación de productos terminados en las industrias farmacéutica y cosmética (Núñez *et al.*, 2007).

Uribe *et al.*, (2016) realizaron estudios en donde analizaron el extracto de *Calendula officinalis*, ya que posee capacidad colagenogénica, por lo que posiblemente también tenga un efecto favorable en la preservación ósea posterior a la extracción dental.

Pazmiño (2018) propuso el uso de extracto de la flor de caléndula como antioxidante y antimicrobiano aplicado a una crema cosmética para la evaluación del control de distintos tipos de microorganismos.

Caléndula y otras plantas medicinales en hidroponía o cultivo sin suelo

El cultivo hidropónico es aplicable a casi cualquier especie de planta y es muy común usarlo para las especies medicinales, ya que gracias a él se conservan durante más tiempo. Sin embargo, aunque este tipo de cultivo se practica cada día más, no es una técnica de invención reciente, ya que los aztecas lo practicaban antiguamente en sus jardines flotantes (Acosta, 2019). Las plantas medicinales o aromáticas tienen además de propiedades curativas y nutritivas valores culturales, por ésta razón es importante promover la medicina tradicional para asegurar una alternativa viable que colabore en dichos tratamientos; el método hidropónico es ideal para cumplir estos requerimientos en regiones que no cuentan con los elementos necesarios para la agricultura (Maidana *et al.*, 2015)

Estudios realizados por la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) demostraron que el cultivo de plantas medicinales con hidroponía aumenta la producción y la calidad de éstas. Sin embargo, actualmente, existen pocos estudios que vinculen la hidroponía con la producción de plantas medicinales, probablemente porque el desarrollo de estas plantas se debe en gran medida a través de relaciones competitivas y alelopáticas que desarrollan con otras especies, siendo especialmente cierto cuando estas plantas se encuentran en estado silvestre. (Guerrero-Lagunes, 2011).

De acuerdo con Aguilar (2016), la hidroponía se pueden cultivar distintas variedades de plantas aromáticas y medicinales, algunos ejemplos de estas especies son: sábila, manzanilla, albaca, hierbabuena, menta, orégano, romero, laurel, entre otras, menciona que esta técnica se ha convertido en otra opción para cultivar en casa y una alternativa natural para disminuir los efectos de distintas afecciones del

organismo. El cultivar plantas medicinales hidropónicas a través de soluciones de elementos esenciales y teniendo como medio de cultivo un sustrato diferente del suelo agrícola, que proporciona las condiciones más adecuadas para su desarrollo obteniendo una producción más significativa de plantas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental

El presente proyecto fue realizado en el área de invernaderos del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada al sur de la ciudad de Saltillo, a una altura de 1,783 metros sobre el nivel del mar y con unas coordenadas: 25° 21' 10" latitud norte y 101° 1' 52" longitud oeste.

Material vegetal

Se utilizaron dos variedades diferentes de Caléndula (*Calendula officinalis L.*) con las siguientes características agronómicas:

Fancy Mix: Planta de ciclo anual con grandes flores semidobles y dobles, forma de color naranja brillante, tiene una forma de hoja lanceolada puede ser cultivada en jardines o en maceta; cuenta con una altura de 40 a 50 cm; posee una tolerancia a la sequía y el entorno de crecimiento es de alrededor de 15 a 25° C, pudiendo tolerar temperaturas de hasta 38°C (Oregon Wholesale Seed Company, 2023).

Bon Bon: Es una planta anual con comportamiento Bianual, es compacta y muy tupida, tiene flores dobles. Ideal tanto para maceta como para jardín, sus flores son grandes y brillantes de color amarillo y naranja, tiene un tamaño de flor de entre 7 – 8 cm y la altura de unos 30 cm, se adapta fácilmente a climas frescos con temperaturas que oscilan entre los 15 a 20°C (Backyard Garden, 2016).

Descripción del experimento

En el experimento se establecieron las dos variedades de caléndula antes mencionadas y cada variedad se cultivó en dos proporciones de mezclas de sustratos de peat moss y perlita (Cuadro 1). Se utilizó una fertilización base y esta se estuvo aplicando durante toda la etapa de crecimiento vegetativo

Cuadro 1. Descripción de las combinaciones entre la interacción variedad de caléndula y mezcla de peat moss y perlita.

Tratamiento	Variedad	Mezcla de sustratos
T1	Fancy Mix	70 % Peat moss y 30 % perlita
T2	Fancy Mix	50 % Peat moss y 50 % perlita
T3	Bon Bon	70 % Peat moss y 30 % perlita
T4	Bon Bon	50 % Peat moss y 50 % perlita

Preparación del sustrato

Las mezclas de los sustratos se vertieron en bolsas negras de cultivo calibre 400 con medidas de 13 x 25 cm. A cada mezcla de sustrato se le midió la conductividad eléctrica y el pH, obteniendo los siguientes valores: para el caso de la mezcla de 70 % peat moss y 30 % perlita, se encontró un pH de 5.9 y una conductividad eléctrica de 515 $\mu\text{S}/\text{cm}$; Mientras que para el sustrato 50 % peat moss y 50 % perlita se obtuvo un pH de 5.7 con una conductividad eléctrica de 352 $\mu\text{S}/\text{cm}$, obteniendo valores dentro del rango ideal para tener un cultivo agrícola de alto rendimiento de acuerdo con Ramírez (2020).

Trasplante

El trasplante se realizó el 26 de abril de 2023, 44 días después de la siembra, la plántula contaba con una altura aproximada de entre 8 a 13 cm.

Riego y fertilización

Los riegos se efectuaron cada tercer día durante las etapas de crecimiento vegetativo aplicando aproximadamente 1000 mL. Una semana después del

trasplante se comenzó a aplicar una fertilización, cada fertilización era aplicada con el agua de riego. (Cuadro 2)

Cuadro 2. Solución nutritiva utilizada en el experimento. Las cantidades mostradas corresponden a una solución de 200 L de agua.

SOLUCIÓN NUTRITIVA

HNO₃	H₃PO₄	K₂SO₄	KNO₃	Ca(NO₃)₂	MgSO₄
74.9 mL	6.8 mL	43.9 g	16.8 g	14.6 g	2.5 g

Cosecha

Se realizó cuando los capítulos se hallaban en plena floración, esto ocurre alrededor de los 40 – 45 días después del trasplante. La cosecha se realizó en forma manual y escalonada, es decir a medida que estos se fueron abriendo, aproximadamente cada semana; la recolección de las cabezuelas se realizó en tiempo soleado y procurando cortar la inflorescencia con un pedúnculo corto (2-3 cm).

Registro de las variables evaluadas

Durante el ciclo del cultivo de la caléndula se tomaron datos de altura de la planta y número de hojas durante siete semanas registrando cada semana la dinámica de estas variables; asimismo, también se evaluó el número de ramas y el número de flores a partir de la semana cinco hasta el final del ciclo.

Asimismo, al final del ciclo se tomó el peso seco y el contenido de carotenoides totales.

Para la determinación del efecto de cada uno de los factores y sus combinaciones se utilizaron solo los datos obtenidos en la última semana de evaluación.

VARIABLES EVALUADAS

Altura de la planta: La altura de la planta se fue registrando semanalmente después del trasplante, para ello se utilizó un flexómetro y se midió desde la base hasta la yema terminal de las plantas y fue expresado en centímetros (cm).

Número de hojas: A partir de la primera semana después del trasplante, se comenzó el registro de número de hojas en donde se contabilizaban todas las hojas de cada planta perteneciente al experimento.

Número de ramas: El registro de esta variable, se realizó a partir de las 3 semanas después del trasplante, para su evaluación se contaron las ramificaciones totales de cada planta, dicha evaluación comenzó un mes después del trasplante.

Número de flores: Se cuantificó el número de botones florales desde la primera aparición que se presentó a las 4 semanas después del trasplante, posteriormente se inició el conteo diario de los nuevos capítulos que aparecían de manera continua.

Largo de la hoja: En la última semana de evaluación se midió el largo de la hoja más grande, considerándose desde la base hasta el ápice de esta, cada lectura fue realizada semanalmente y fue expresada en centímetros (cm).

Ancho de la hoja: En la última semana de evaluación, se midió el ancho en la parte media de la hoja más grande, cada medición se hizo una vez a la semana y se expresó en centímetros (cm)

Diámetro de la flor: Para obtener los datos del capítulo se midió el diámetro de la flor cuando estuvo totalmente abierta, este dato fue representado en centímetros (cm). Los datos fueron obtenidos en la última semana de evaluación

Diámetro del tallo: Esta variable fue determinada en la última semana de evaluación; para el análisis de esta se utilizó un flexómetro y se tomó cada lectura a 2 cm del cuello sobre el sustrato, cada lectura se realizó cada semana y fue reportada en centímetros (cm)

Peso Fresco y Peso Seco Aéreo: Para el peso fresco, se seleccionaron tres plantas por cada tratamiento (16 plantas), se pesaron en una báscula digital marca tianlai, para obtener la determinación del peso fresco. Posteriormente, para determinar el peso seco estas mismas plantas fueron colocadas en bolsas de papel y puestas a secar. La unidad de masa utilizada para esta evaluación fue el gramo (g).

Carotenoides totales: La técnica de extracción de carotenoides totales se realizó con muestras de 10 g, a las cuales se agregó acetona hasta cubrir toda la muestra, se dejó cubierta con papel aluminio en un reposo de 24 horas en refrigeración a 4°C. Trascurrido el tiempo, cada muestra fue macerada con ayuda de un mortero, posteriormente se filtró el líquido a través de una gasa a un embudo de separación y se hicieron de 3 a 4 lavadas con acetona; enseguida se agregó 20 mL de éter de petróleo y se mezclarían para más adelante agregarle 5 gotas de fenolftaleína y realizar 12 lavados de 50 mL con agua destilada. Después se añadió 20 mL de sulfato de sodio a cada muestra y se mezcló 3 veces y finalmente se filtró la mezcla a través de una gasa que contenga sulfato de sodio anhidro (recuperar el líquido en un probeta y tomar nota del volumen), a continuación, se colocó en un celdilla para espectrofotómetro un volumen aproximado de 10 mL de la muestra obtenida y leer el % absorbancia a una longitud de onda de 454 nm utilizando como blanco éter de petróleo y así tomar las lecturas de los carotenoides totales presentes en las diferentes variedades de caléndula.

Para su cálculo se utilizó la siguiente formula:

$$mg/100 gr = \frac{(\% Abs) (3.857) (Volumen total) (100)}{P} \times 10$$

Donde:

% Abs= Por ciento de absorbancia a una longitud de onda de 454 obtenida de la lectura.

V= Volumen medido de la probeta en mililitros.

P= Peso de la muestra en gramos.

Análisis Estadístico

El experimento se estableció bajo un arreglo factorial 2 x 2 en un diseño de completamente al azar (DCA) la unidad experimental fue una planta con 12 repeticiones. Los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza y la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) utilizando el programa SAS versión 9.0 (SAS Institute, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dinámica de crecimiento de las variedades de caléndula en sustratos

Al evaluar la altura de la planta de las variedades de Caléndula, se encontró que la variedad Fancy Mix establecida en una mezcla de sustrato de 70 % peat moss y 30 % perlita fue la que presentó mayor altura durante dos meses aproximados de evaluación, su altura máxima en promedio fue de 39 cm; asimismo esta misma variedad con una mezcla de sustrato de 50 % peat moss y 50 % perlita alcanzó su máxima altura con 35 cm; para el caso de la variedad Bon Bon con ambas mezclas presentó alturas en promedio menores a 27 cm (Figura 1). Esto puede deberse a que el sustrato de peat moss está influyendo en permitir un mejor desarrollo a la planta, ya que se ha visto que en un tratamiento con mayor cantidad de peat moss y menor cantidad de perlita existe un mejor efecto, como lo que señalan Rosales *et al.* (2013), que el crecimiento en la altura de plantas de mezquite blanco cultivadas en una mezcla de sustrato de 55 % peat moss y 21 % perlita fueron mejores al compararlas con una mezcla de 50 % corteza compostada y 50 % de una mezcla de 55 % peat moss y 21 % perlita. Aunado a esto, Altamira (2014) indica que al utilizar un mayor porcentaje de peat moss nos permite generar plantas con mayor altura, esto después de evaluar mezclas de sustratos para la producción de plantas de lechuga, en donde encontró que en una mezcla hecha de turba (peat moss) más perlita con relación 2:1 (v/v) alcanzó mayor altura.

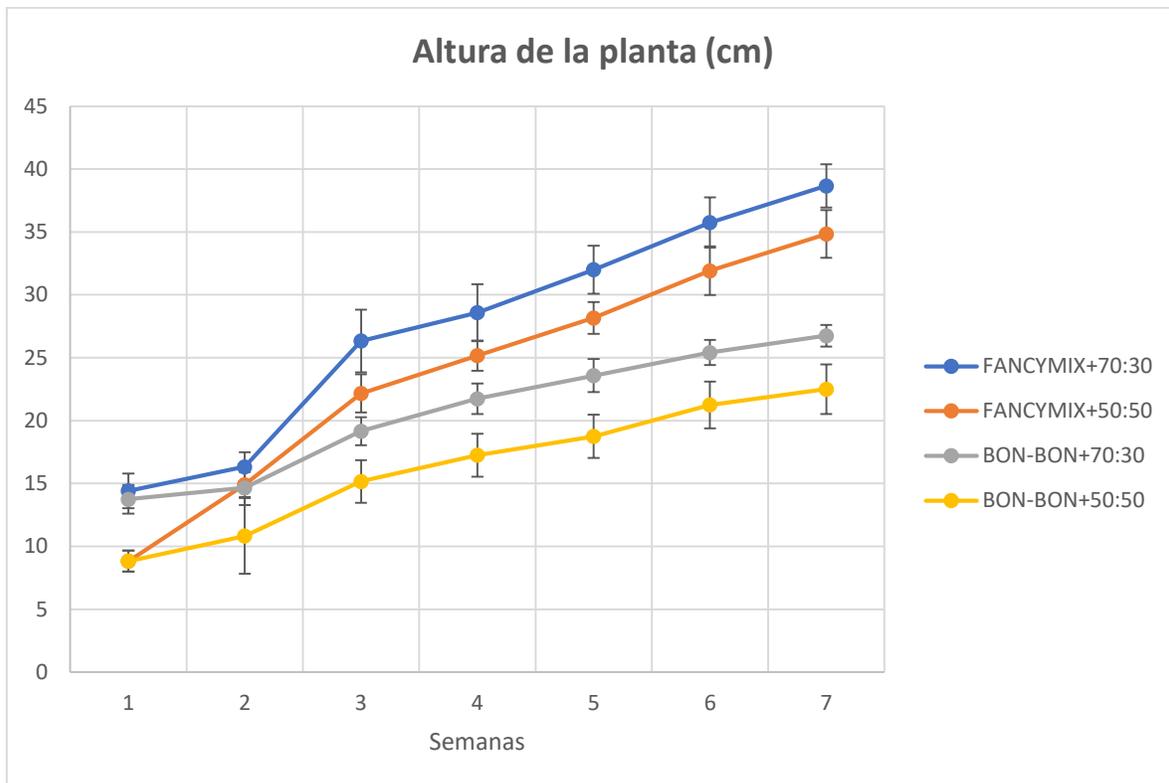


Figura 1. Altura de la planta de dos variedades de caléndula (*Calendula officinalis* L.) cultivados en mezcla de peat moss y perlita en dos proporciones (70 %:30 %, 50 %:50 %).

Para el caso del número de hojas, se presentó que Fancy Mix establecida en una mezcla 70 % peat moss y 30 % perlita tuvo mayor número de hojas (alrededor de 30 hojas); mientras que en segundo lugar la variedad Bon Bon cultivada en un sustrato con 70 % peat moss y 30 % perlita (alrededor de 26 hojas) (Figura 2). Sandoval-Castro *et al.* (2021) descubrieron que al evaluar diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate, la presencia de un mayor número de hojas fue encontrado en una plantas establecidas en un sustrato a base de 100% peat moss. A su vez, Muñoz (2014) menciona que al establecer el cultivo de lechuga en tres sustratos: mezcla de peat moss y perlita (70:30), lana de roca y perlita (50:50) y 100% espuma agrícola; el número de hojas no presentó diferencia estadísticas significativas, sin embargo, destaca que los minerales aportados por la turba estimulan la formación de raíces, favoreciendo un rápido en intensivo desarrollo de éstas lo que permite una mejor absorción y por ende una mayor presencia de hojas. Por lo tanto, el peat moss solo o en mezclas es el sustrato que logra proporcionar los mejores resultados, dado a que su composición rica en materia orgánica impacta en un mejor desarrollo a la planta, y del mismo modo cuenta con una porosidad mayor que permite que el sistema radicular obtenga las mejores condiciones para su desarrollo.

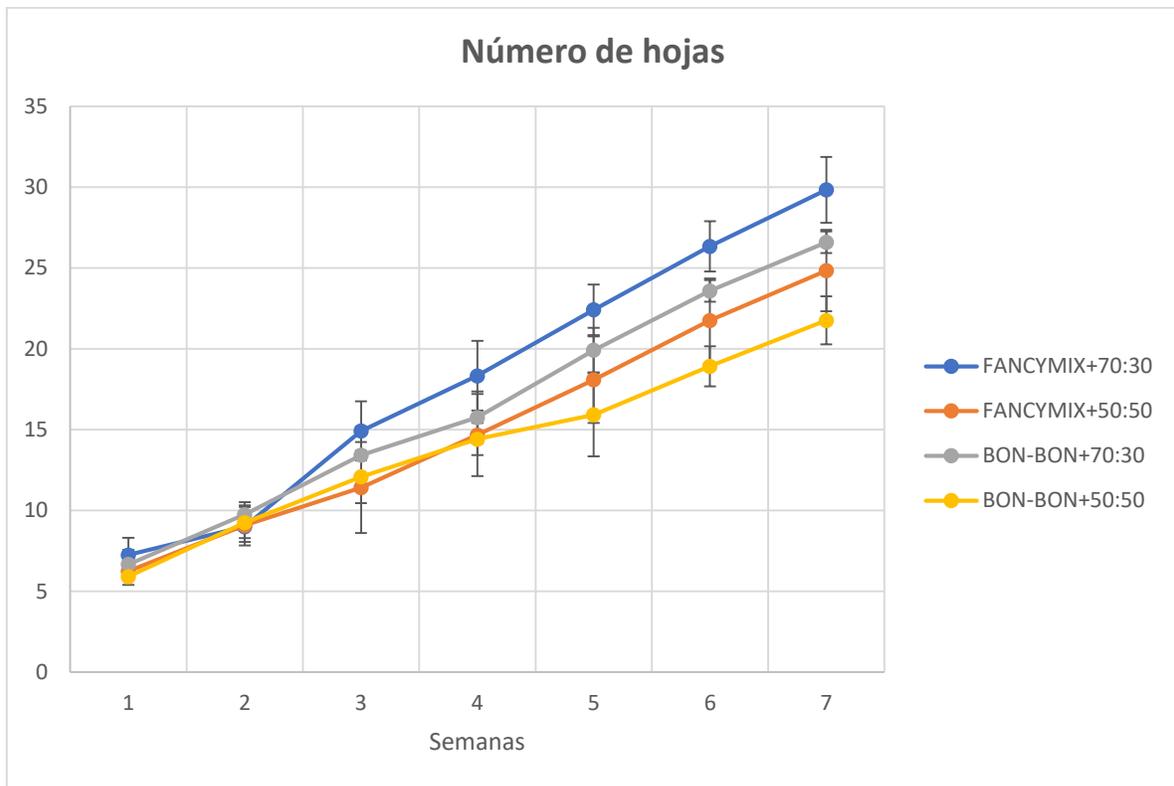


Figura 2. Número de hojas de dos variedades de caléndula (*Calendula officinalis* L.) cultivados en mezcla de peat moss y perlita en dos proporciones (70 %:30 %, 50 %:50 %).

El número de ramas fue de 5 a 8 en las dos variedades con mezcla de 70 % peat moss y 30 % perlita, mientras que con el sustrato 50 % peat moss y 50 % perlita fue menor con una variación de 3 a 6 ramas para Fancy mix, a su vez, Bon Bon fue de 1 a 4 ramas (Figura 3). En contraste, Lucana (2014) al evaluar el desarrollo de ramas de plantines de álamo en diferentes sustratos a base de turba, a base de estiércol de bovino y a base de tierra micorrizada; encontró que el efecto de los sustratos no influyen de manera directa en el desarrollo de ramas, no obstante, menciona que a pesar de las diferencias no significativas, el sustrato con turba obtuvo mayores números de ramas en comparación con los otros, esto puede deberse a que el peat moss estimula el desarrollo radicular provocando un mejor desarrollo vegetativo. Del mismo modo, Gómez (2015) encontró que en un cultivo de oregano, la relación ramas-sustrato presentan mayor ramificación cuando son cultivadas en almácigos con sustrato de peat moss en comparación con las plantas establecidas en fibra de coco y tezontle.

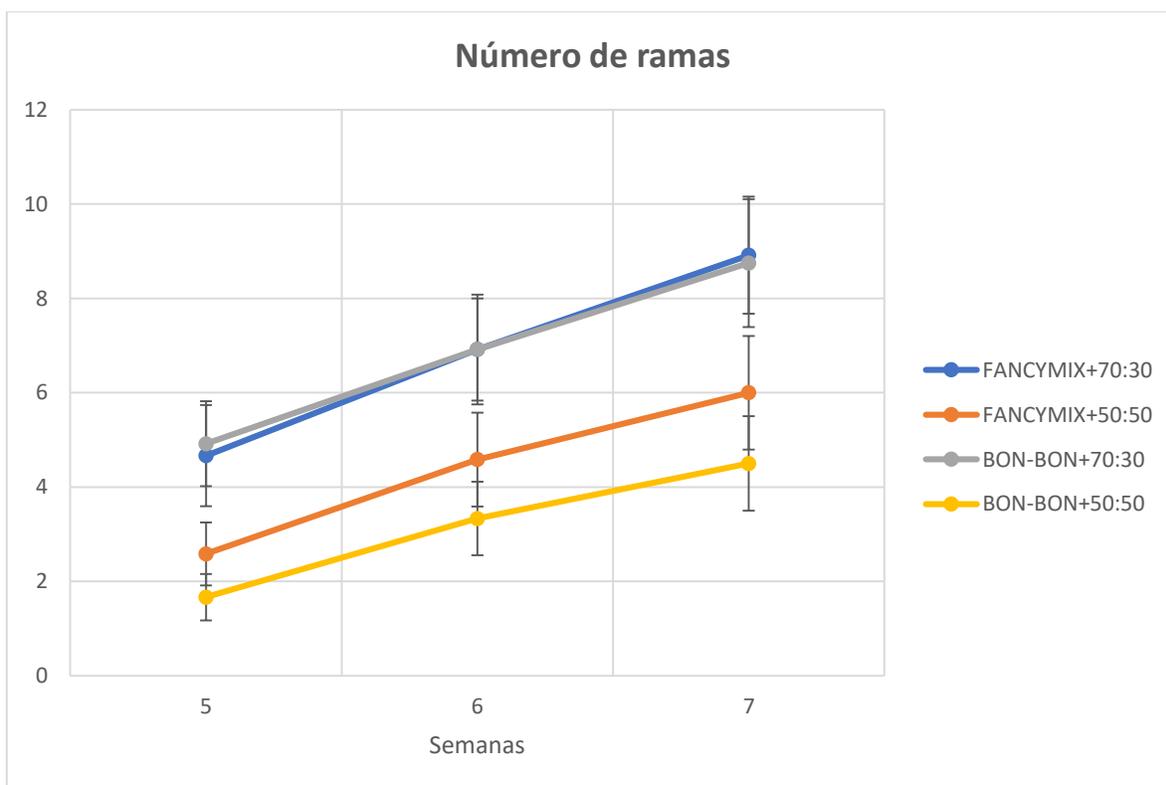


Figura 3. Número de ramas de dos variedades de caléndula (*Calendula officinalis* L.) cultivados en mezcla de peat moss y perlita en dos proporciones (70 %:30 %, 50 %:50 %).

Al contabilizar el número de flores, se encontró que la variedad Bon Bon con un sustrato de 70 % peat moss y 30 % perlita fue mayor, con 10 flores en promedio, mientras que Fancy Mix con esta misma proporción tuvo alrededor de 7 flores. Estas mismas sembradas en la proporción 50 % peat moss y 50 % perlita presentaron alrededor de 4 flores en promedio (Figura 4). No obstante, Valdiva (2017) al evaluar *lisianthus* en mezclas de peat moss con perlita y zeolita, halló que el número de flores por planta establecidas en una mezcla de 70% peat moss y 30% perlita fue menor, obteniendo un valor de 1.26 flores por planta en comparación con la mezcla de peat moss y zeolita con la misma proporción. En cambio, Ramírez (2021) encontró que en una mezcla de sustratos de peat moss y perlita con una proporción 50:50 presentó una producción mayor de flores en el cultivo de gerbera, dichos efectos pueden ser a causa de la capacidad que tiene la perlita al retener agua en su superficie y mejorar la aireación del sustrato, provocando una buena absorción de nutrientes. Estos resultados, puede deberse a lo que mencionan Alonso *et al.* (2012) en donde evaluaron sustratos comerciales de turba (turba negra y turba rubia) para estudiar el crecimiento de crisantemo, encontrando un rendimiento de 26 flores por mata en plantas establecidas en un sustrato 100% a base turba negra en comparación con la turba rubia (peat moss), esto gracias a que ofrecen mayor porosidad y permite que el sistema radicular obtenga las mejores condiciones para su desarrollo.

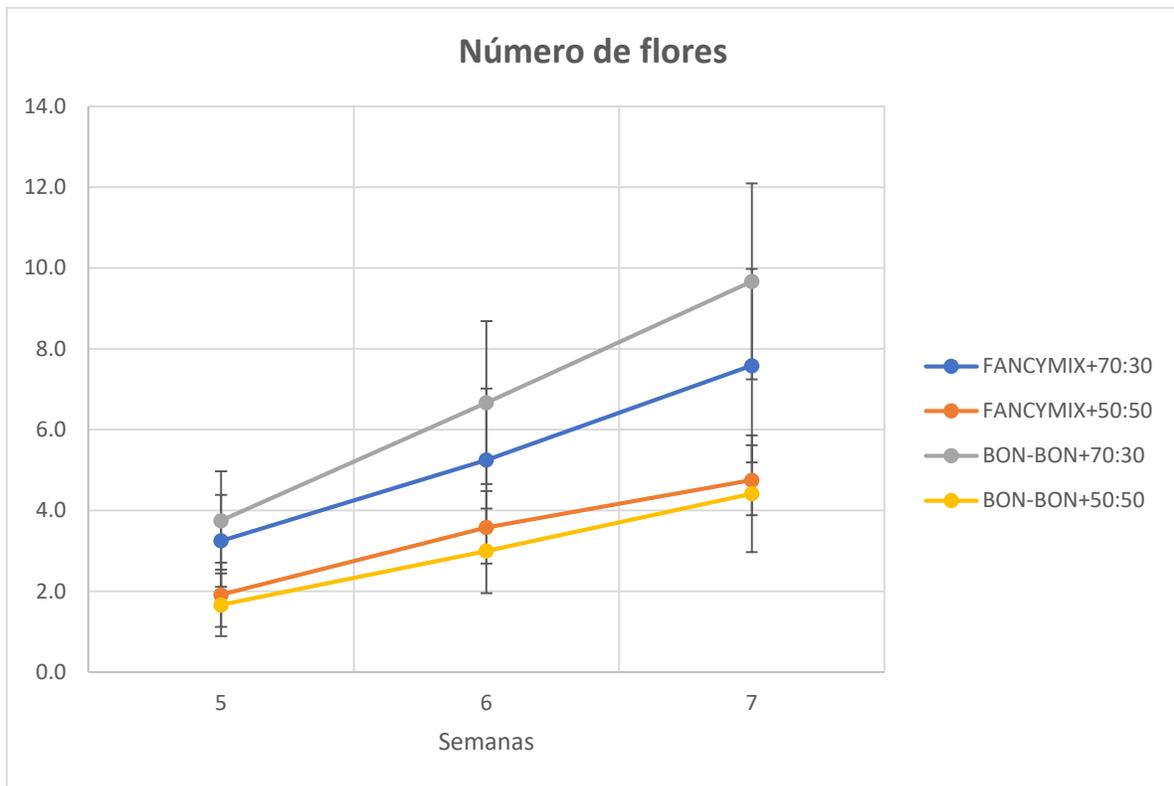


Figura 4. Número de flores de dos variedades de caléndula (*Calendula officinalis* L.) cultivados en mezcla de peat moss y perlita en dos proporciones (70 %:30 %, 50 %:50 %).

Efecto de la variedad de caléndula en su crecimiento y desarrollo

Al comparar ambas variedades en la última semana de evaluación, se encontró que la variedad Fancy Mix fue mejor en altura, número de hojas, largo y ancho de la hoja; mientras que el diámetro del tallo se encontró que fue mayor en la variedad Bon Bon (Figura 5). En lo que respecta al número de ramas, número de flores y diámetro de la flor no se encontraron diferencias estadísticas entre ambas variedades (Figura 5). De igual manera, Fuentes *et al.*, (2000) en su estudio, al analizar dos cultivares de caléndula, encontraron que los cultivares comparados difieren en 11 de las 13 variables morfológicas evaluadas, entre ellas, altura, número de flores, diámetro de la inflorescencia, largo y ancho de la hoja, sin embargo, en lo que respecta al número de ramas no se muestra ninguna diferencia. Además, estos resultados también se encuentran relacionados directamente con las características que posee cada variedad, mostrando así diferentes efectos en el crecimiento y desarrollo de cada cultivar.

Por su parte, Mohammadbagheri y Naderi (2017) mencionan que las mezclas de peat moss y perlita con relación ofrecen propiedades de retención de humedad y porosidad que permiten una mejor aireación a las raíces, por lo tanto, interviene en el óptimo crecimiento y desarrollo de las plantas.

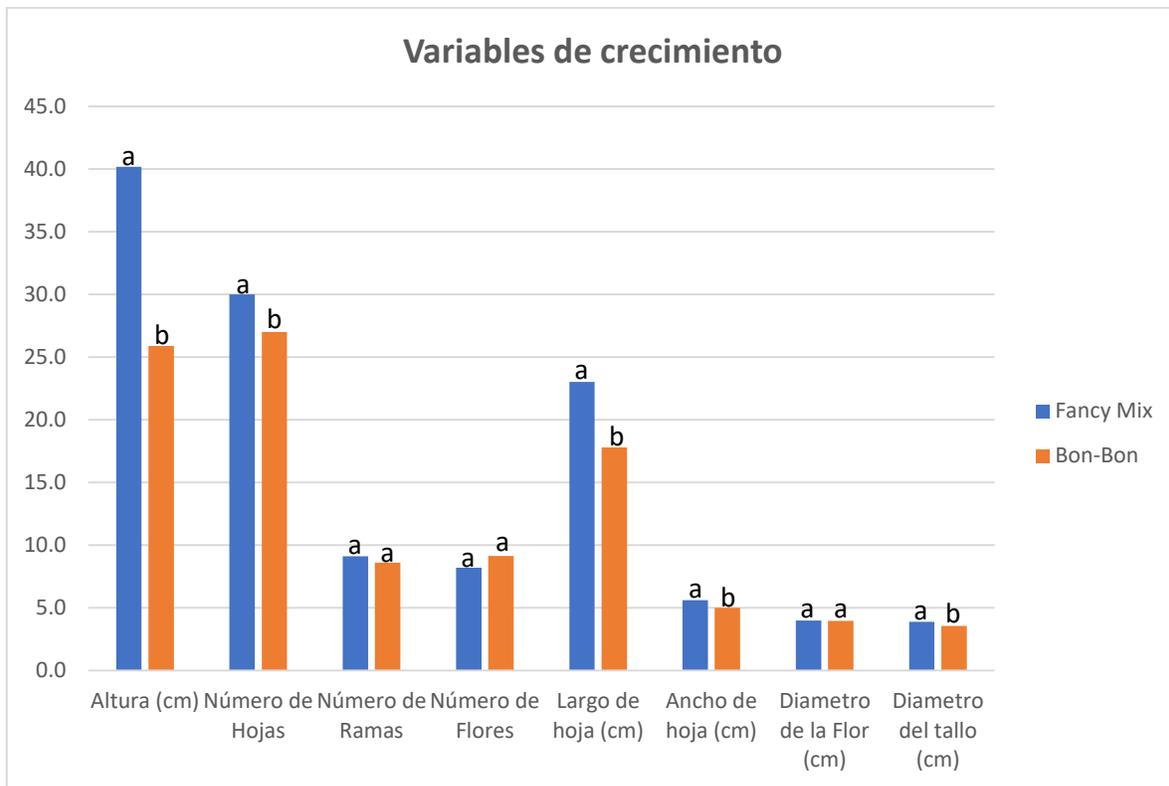


Figura 5. Comparación de dos variedades de caléndula (*Calendula officinalis* L.) cultivadas en condiciones de sustrato e hidroponía. Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Efecto del sustrato en el crecimiento y desarrollo de las variedades de caléndula

Al comparar dos mezclas de peat moss y perlita en la última semana de evaluación, se encontró que la mezcla con 70 % peat moss y 30 % perlita superó en todas las variables evaluadas a la mezcla 50 % peat moss y 50 % perlita (Figura 6). Estos resultados pueden relacionarse con lo que menciona Nuñez (2009), donde la turba como medio de crecimiento presenta un buen nivel de retención de agua y de aireación, además de una alta capacidad de intercambio catiónico que proveen un ambiente óptimo para el crecimiento de planta.

El medio de cultivo es esencial para la producción de plantas de alta calidad como lo menciona Suazo (2020), quien concluye que el mayor crecimiento de plantas de pino avellano se registró con el sustrato con 60% peat moss, 20% perlita y 20% vermiculita, sobre una mezcla de 60% peat moss, 10% perlita y 30% vermiculita deduciendo la correlación entre variables de crecimiento y contenido de turba y perlita, presenta una relación positiva indicando que, a mayor porcentaje de turba, mejores resultados.

Además, Velástegui-Espín *et al.* (2018) señalan que el peat moss al 100%, como sustrato influyó significativamente en el crecimiento de las plantas de amaranto, debido a que al tener gran cantidad de metabolitos asimilables para las plantas, estimula un mejor desarrollo radicular.

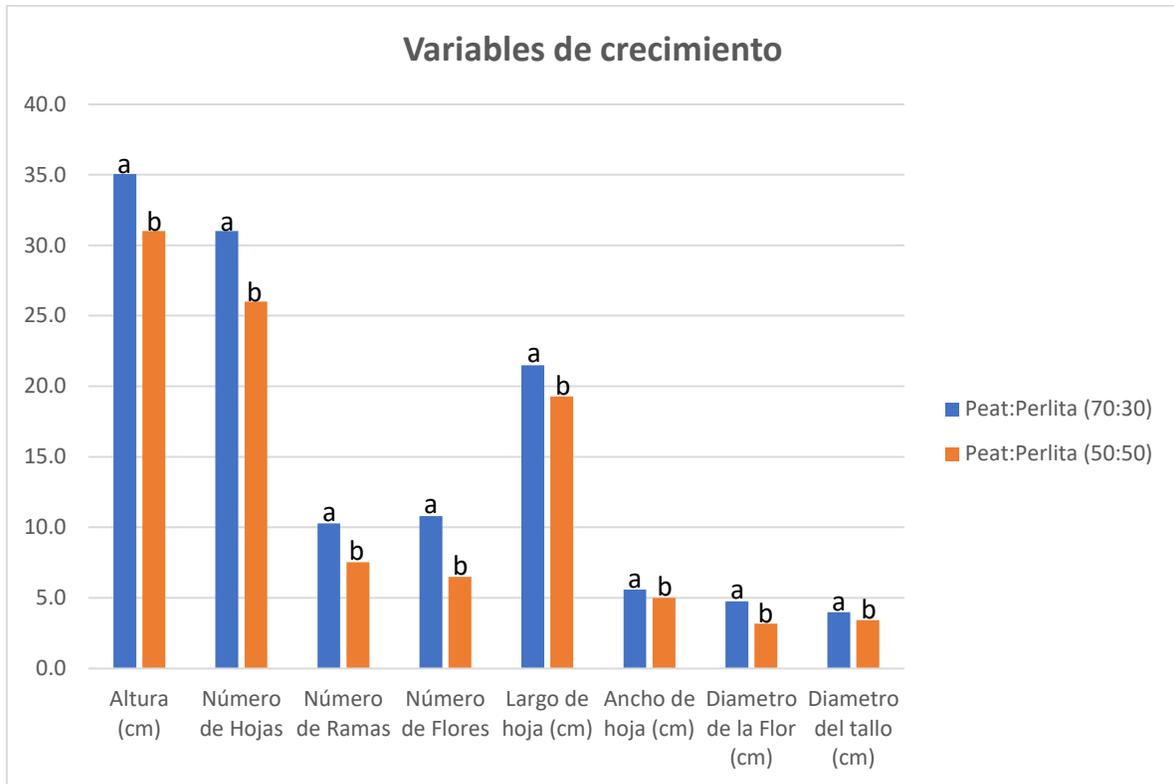


Figura 6. Comparación de dos mezclas de peat moss y perlita (70 %:30 %, 50 %:50 %) y su efecto en el crecimiento y desarrollo de dos variedades de caléndula (*Calendula officinalis* L.). Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)

Efecto de la interacción variedad y sustrato en el crecimiento y desarrollo de caléndula

Las variables de crecimiento también reportaron efecto al evaluar la interacción de la variedad y el sustrato; la combinación Fancy Mix cultivada en la mezcla 70 % peat moss y 30 % perlita fue mejor en las variables de altura, número de hojas, largo de la hoja y ancho de la hoja (Figuras 7 y 8); mientras que esta misma combinación y la variedad Bon Bon con 70 % peat moss y 30 % perlita ambas fueron mejores en las variables de número de ramas, número de flores y el diámetro de la flor (Figuras 7 y 8); finalmente en la variable de diámetro del tallo Bon Bon fue mejor con la mezcla 50 % peat moss y 50 % perlita (Figura 7). Estos resultados, se encuentran relacionados directamente con las características que posee cada variedad y las mezclas de sustratos, mostrando así diferentes efectos en el crecimiento y desarrollo de cada cultivar. A su vez, Romero y Tenorio (2023) en su evaluación en dos variedades de chile habanero cultivado en diferentes mezclas de sustratos orgánicos (Tierra negra, estiércol, tierra de cultivo y arena), obtuvieron resultados que señalan que el efecto de la interacción variedad-sustrato no fueron significativos, mientras el efecto sustrato es significativo alcanzando mejor crecimiento y desarrollo las plantas establecidas en mezclas de tierra de cultivo + estiércol (3:1) y en tierra de cultivo + tierra negra + arena + estiércol de cuy (3:2:1:1); esto puede deberse al tipo de sustrato, ya que, señalan que una mayor cantidad de materia orgánica en los sustratos permitirá un mejor desarrollo de plantas.

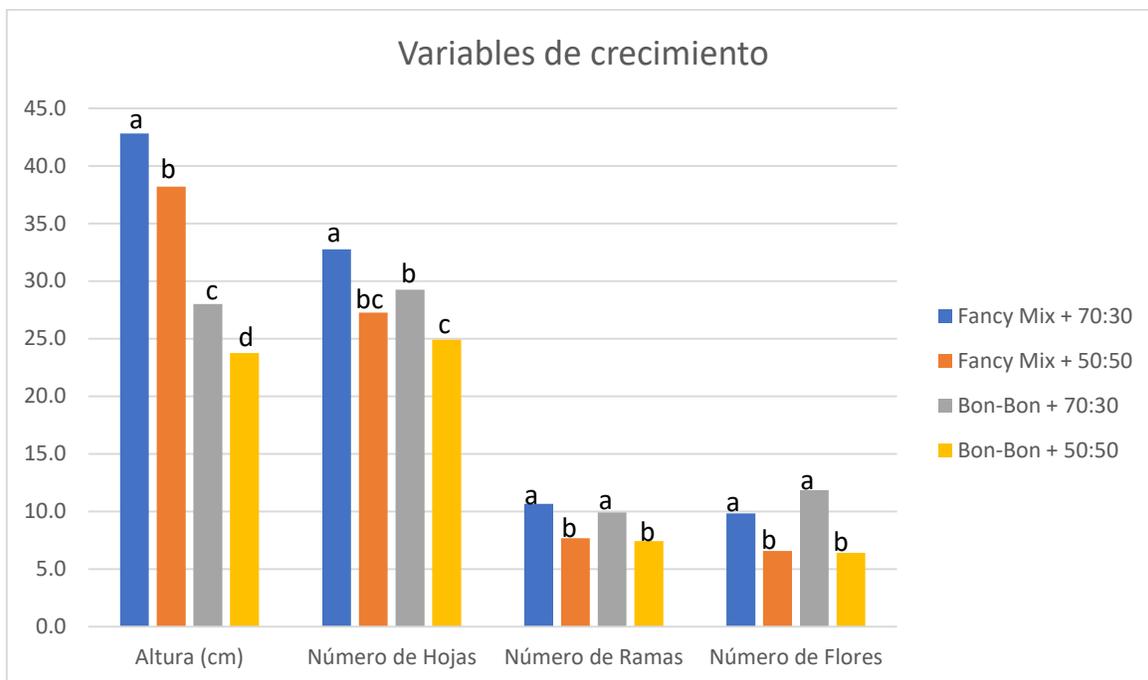


Figura 7. Comparación de la combinación de dos variedades de Caléndula (*Calendula officinalis* L.) cultivados en mezcla de peat moss y perlita en dos proporciones (70 %:30 %, 50 %:50 %) y su efecto en el crecimiento y desarrollo. Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

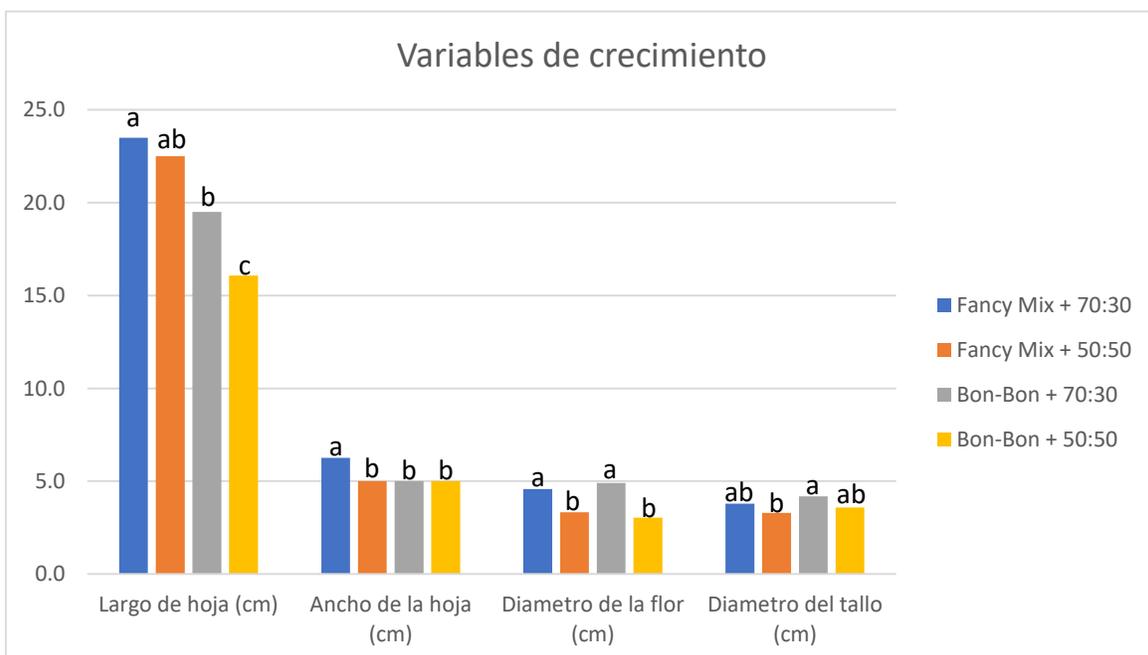


Figura 8 Comparación de la combinación de dos variedades de caléndula (*Calendula officinalis* L.) cultivados en mezcla de peat moss y perlita en dos proporciones (70 %:30 %, 50 %:50 %) y su efecto en el crecimiento y desarrollo. Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Acumulación de materia seca

En lo que respecta a la materia seca acumulada se encontró que la interacción Fancy Mix cultivada en una mezcla de 70 % peat moss y 30 % perlita fue la mejor con alrededor de 51 g, seguido de Bon Bon con la misma mezcla de sustratos con 47 g. Deduciendo así que la mezcla del sustrato influyó en esta variable (Figura 7). Estos resultados son diferentes a lo que menciona Arellano (2019), al encontrar que en el cultivo de tomate las plantas cultivadas en una mezcla de 80% peat moss y 20 % perlita se registró una disminución en el peso seco total.

Por su parte, Muñoz (2014) señala que lechugas cultivadas en una mezcla de peat moss y perlita con proporción 70:30 obtuvo una masa de un 44% y 50% en materia fresca, por ello, presenta un mayor aumento de materia seca. Esto pueda deberse con lo encontrado por Ortega (2010) donde evaluó el crecimiento de plántulas de tomate en diferentes sustratos: aserrín, cascara de cacahuate molido, suelo agrícola, lombricomposta y turba, encontrando el mejor resultado en plantas cultivadas en peat moss, por esta razón, menciona que el incremento en materia seca se ve influido por los sustratos en la altura de la plántula y el diámetro del tallo, lo cual fue evidente al mostrar correlación altamente significativa con dichas variables.

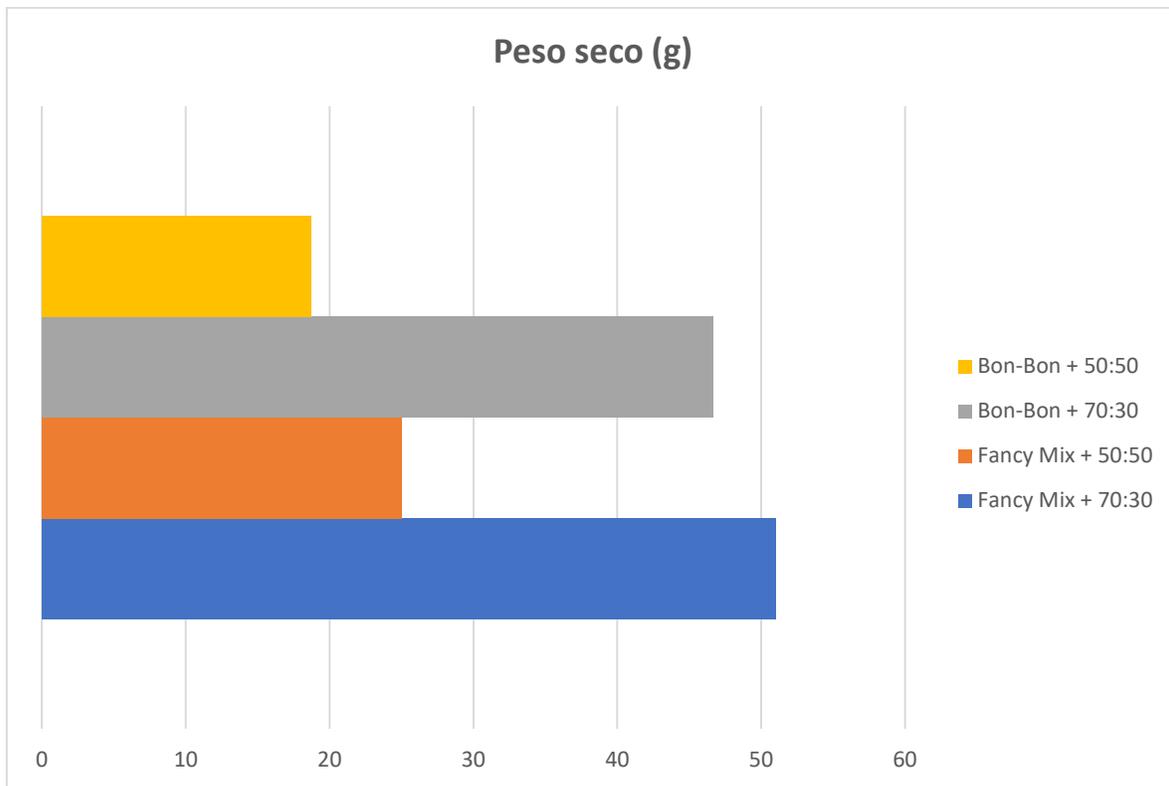


Figura 9. Acumulación de materia seca en dos variedades de caléndula (*Calendula officinalis* L.) cultivadas en mezclas de dos mezclas de peat moss y perlita (70 %:30 %, 50 %:50 %).

Contenido de carotenoides totales

Al comparar los resultados del análisis de carotenoides totales de ambas variedades, se puede notar que en general las plantas Fancy Mix establecidas en una mezcla de 70 % peat moss y 30 % perlita obtuvieron un mayor contenido de carotenoides, alrededor de 25, 000 mg/100 g de flor, en comparación con las otras interacciones. Los datos obtenidos tienen relación con lo que señala Palma (2014), pues en su investigación en la cuantificación de carotenoides en cultivares de caléndula reportó que las variedades con inflorescencias amarillas tuvieron un menor contenido de estos pigmentos, por ende, encontró que la concentración de carotenoides totales puede tener diferencias significativas entre variedades.

El incremento en el contenido de carotenoides se vio significativamente influido por las características de cada variedad, ya que en Fancy mix se caracteriza por poseer una inflorescencia de color 100% naranja brillante, mientras que la variedad Bon bon presenta flores que tienden a ser de tonalidades amarillas y naranjas. Lo anterior, se relaciona con lo mencionado por Kishimoto *et al.* (2005), que la diferencia en la concentración de carotenoides se debe a las distintas tonalidades en su inflorescencia, sugieren que la concentración es mayor en cultivares de tonalidad anaranjada con respecto a las amarillas; lo que sugiere una correlación entre el contenido total de carotenoides y la intensidad del color de las flores.

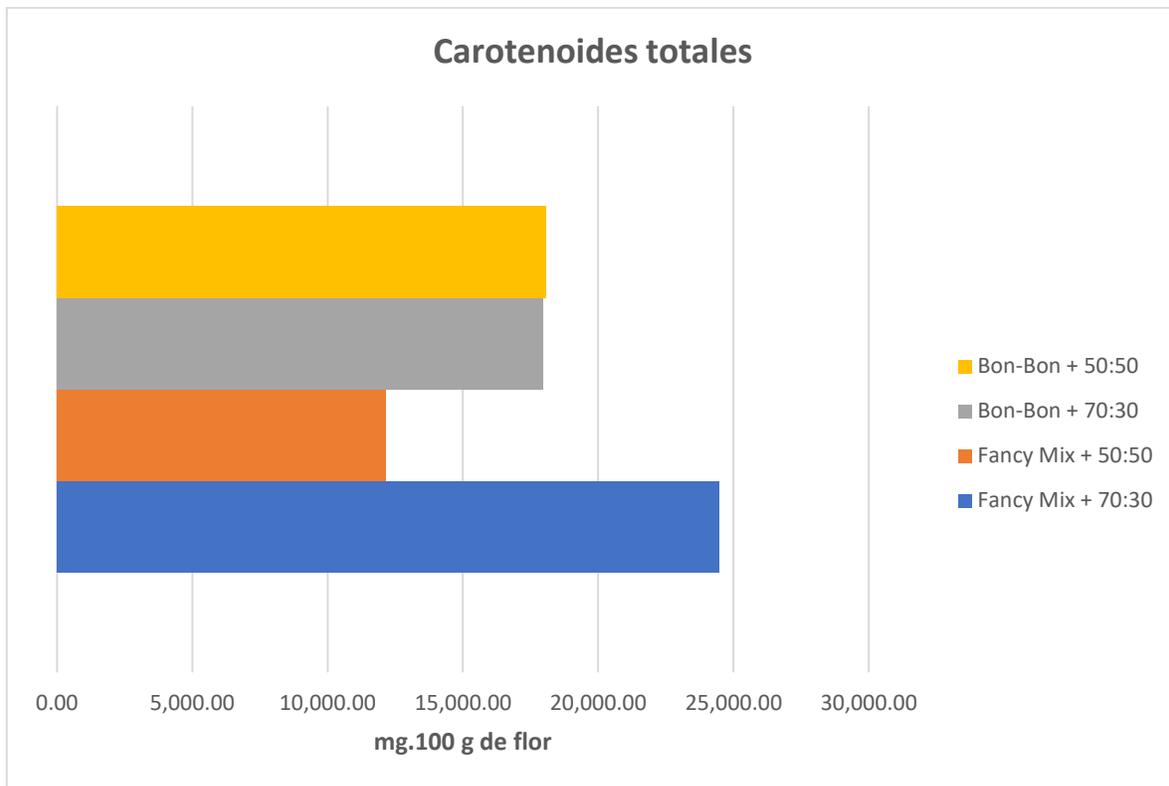


Figura 10. Carotenoides totales evaluados en dos variedades de *Caléndula* (*Calendula officinalis* L.) cultivadas en mezclas de dos mezclas de peat moss y perlita (70 %:30 %, 50 %:50 %)

CONCLUSIONES

Se concluye que de las dos variedades evaluadas Fancy mix fue mejor a la variedad Bon Bon en la mayoría de las variables de crecimiento estudiadas en el presente trabajo.

El mejor sustrato para ambas variedades fue la mezcla de 70 % peat moss y 30 % perlita. Finalmente, la mejor combinación bajo las condiciones de este experimento fue Fancy Mix cultivada en 70 % peat moss y 30 % perlita.

LITERATURA CITADA

- Sandoval-Castro, E., Lazcano-Bello, M. I., Tornero-Campante, M. A., Hernández-Hernández, B., Ocampo-Fletes, I., & Díaz-Ruiz, R. (2021). Evaluación de sustratos, solución nutritiva y enraizador en producción de plántulas de jitomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12-17.
- Accame, M. E. (06 de Febrero de 2009). *PROPIEDADES TERAPÉUTICAS DE LA CALÉNDULA*. Obtenido de BOT PLUS: <https://botplusweb.farmaceuticos.com/Documentos/2009/2/6/37417.pdf>
- Acosta, M. B. (30 de Septiembre de 2020). *Perlita para plantas: qué es, para qué sirve y cómo se usa*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/perlita-para-plantas-que-es-para-que-sirve-y-como-se-usa-3008.html>
- Agronomo Global . (17 de Junio de 2013). *Calendula (Calendula officinalis, L.)*. Obtenido de Agronomía para todo el mundo : <https://agronomoglobal.blogspot.com/2013/06/calendula-calendula-officialis-I.html#:~:text=Puede%20vivir%20sin%20problemas%20hasta,terrenos%20ricos%20en%20materia%20org%C3%A1nica>.
- Aguilar , M. (2016). Sabes que se puede cultivar en Hidroponía. *Hydro Environment*.
- Alonso , F., Miralles de Imperial, R., Martín , J., Rodríguez, C., & Delgado, M. (2012). RESPONSE OF CHRYSANTHEMUM PLANT TO ADDITION OF BROILER MANURE AS A SUBSTITUTE FOR COMMERCIAL SUBSTRATE. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, vol. 28, núm. 3, 259-263.
- Altamira Santiago, A. (2014). Evaluación de mezclas de sustratos alternativos en la producción de plántula de lechuga *Lactuca sativa* L. complementadas con biosólidos y fosfato diamónico. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Autónoma de San Luis Potosi, Soledad de Garciano.

- Amaguaña Rojas, F. J., & Churuchumbi Rojas, E. F. (2018). Estandarización fitoquímica del extracto de Caléndula (*Calendula officinalis*). *Tesis de Licenciatura*. Universidad Politécnica Salesiana, Quito.
- Arellano Jiménez, W. (2019). Efecto de la Interacción entre sustratos Orgánicos y Concentraciones de Soluciones Nutririvas en el crecimiento y Desarrollo de Plántulas de Tomate. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila.
- Backyard Garden. (2016). *Caléndula Officinalis (Bon Bon Calendula)*. Obtenido de Backyard Garden: <https://www.backyardgardener.com/plantname/calendula-officinalis-bon-bon-calendula/>
- Ball, G. (2011). *Calendula Officinalis*. Obtenido de Guia de Cultivo: https://www.ballchile.cl/wp-content/uploads/2021/08/guia_Calendula_Bom_Bom.pdf
- Barry, C. (26 de Agosto de 2009). *Red Hidroponia*. Obtenido de <http://lamolina.edu.pe/hidroponia/RedHidro.htm>
- Buechel, T. (7 de Septiembre de 2023). *Producción de hierbas aromáticas y hortalizas en invernadero*. Obtenido de Pro-Mix: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/produccion-de-hierbas-aromaticas-y-hortalizas-en-invernadero-parte-1-de-4-ubicacion/>
- Bueno, M. (2016). *Cultiva tus remedios*. RBA.
- Caballero, I. (20 de Junio de 2019). *Hidroponía, cultivo sin suelo*. Obtenido de AgroTecnología: <https://isabelcaballero.com/hidroponia-cultivo-sin-suelo-ventajas-y-desventajas/#comments>
- Chávez, G. A. (2006). *Calendula officinalis L.* Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México: <https://datosabiertos.unam.mx/IBUNAM:MEXU:656372>

- Fuentes , V., Lemes, C., Reyes, M., & Méndez, G. (2000). Comparación entre 2 cultivares de Calendula officinalis L. *Revista Cubana Plantas Medicinales*, 14-16.
- Fuentes, F. V. (2000). En *Manual de Cultivo y Conservación de Plantas Medicinales* (pág. 197). Santo Domingo: Centenario S.A.
- Gilsanz, J. C. (2007). *Hidroponía*. Instiuto Nacional de Investigación Agropecuaria, Uruguay.
- Gómez García, J. (2015). Sustratos y Nutricion para la Produccion de Oregano en Vivero. *Tesis de Grado*. Colegio de Posgraduados, Texcoco, Estado de México.
- Gómez, M., & Hernández, A. J. (2010). Las plantas medicinales, 2 métodos de cultivo. *Innovación tecnologica*, 1-15.
- Grazia J, P. (2007). The effect of substrates wiht compost and nitrogenus fertilization on photosynthesis, precocity and peper (*Capsicum annuum*) yield. *Cien. Inv. Agr.*, 151-160.
- Guerrero-Lagunes, L. A. (2011). Efecto del cultivo Hidroponico de Tomillo (*Thymus vulgaris* L.) en la Calidad y Rendimiento del Aceite Esencial. *Chapingo Serie Horticultura*, 141-149.
- Huertos Ramírez, J. A. (2021). Efecto del Tipo De Fertilización En El Cultivo De Gerbera (*Gerbera jamesonii* bolus) En Diferente Condición De Sustratos. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila.
- Innovatione AgroFood Design . (10 de Marzo de 2020). *Cultivos Rentables y en Alza: Calendula*. Obtenido de Innovatione: <https://innovatione.eu/2020/03/10/cultivos-rentables-alza-calendula/>
- Klung, M. (2013). Caléndula: influencia de dos variables de manejo agronómico en la calidad farmacológica. (*Tesina de licenciatura*). Universidad de Belgrano, Buenos Aires.

- Londoño, C. Y. (2011). Aprovechamiento Agroindustrial de la Caléndula (*Calendula officinalis*) Mediante la Producción de un Gel Desinflamatorio A Partir de Celulosa. (*Tesis de licenciatura*). Universidad de San Buenaventura, Santiago de Cali.
- López, M. (2022). *Cómo cuidar una Caléndula*. Obtenido de Picture This: https://www.picturethisai.com/es/care/Calendula_officinalis.html#:~:text=Cal%C3%A9ndula%20tambi%C3%A9n%20es%20algo%20tolerante,caiga%20por%20debajo%20de%205.8.
- Lucana, M. V. (2014). Producción de plantines de álamo (*populus balsamifera* L.) a partir de estacas en distintos sustratos en un ambiente controlado, en la comunidad de huancané- departamento de la paz. *Tesis de Grado*. Universidad de Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Marco, M. (2018). *Caléndula*. Obtenido de Guía de Jardín: <https://guiadejardin.com/calendula/#:~:text=La%20cal%C3%A9ndula%20%28%20Calendula%20officinalis%29%20es>
- Martín, E. (2023). *Sustratos y Abonos*. Obtenido de Flonatur: <https://docplayer.es/235154726-Sustratos-y-abonos-eco-sustrato-universal-naturplant-sustrato-universal-eco.html>
- Mohammadbagheri, L., & Naderi, D. (2017). Effect of Growth Medium and Calcium NanoFertilizer on Quality and Some Characteristics of Gerbera Cut Flower. *Journal Of Ornamental Plants* , 205-212.
- Moore, T. (2009). *Manual de Cultivo y Manejo de Caléndula (Calendula officinalis L.)*. Buenos Aires.
- Muñoz Baeza, C. A. (2014). Evaluación de tres sustratos en la producción de plantines de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y su comportamiento postrasplante. *Memoria de experiencia profesional*. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

- Nuñez, A. (2009). Turba y zeolita como soportes de inoculantes microbianos con acción fertilizante ICIDC. *Revista ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, vol. XLIII, núm. 3, 22-27.
- Odeth, L. H. (2022). *Calendula*. Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.
- Ordogas, J. (2016). *Sustratos de cultivos, comision interministerial de ciencia y tecnologia*. Obtenido de <https://www.mapa.gob.es/ca/agricultura/temas/medios-de-produccion/sustratos-cultivo/>
- Oregon Wholesale Seed Company. (2023). *Calendula - Fancy Mix*. Obtenido de Oregon Wholesale Seed Company.
- Ortega Martínez, L. D., Sánchez Olarte, J., Díaz Ruiz, R., & Ocampo Mendoza, J. (2010). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* MILL). *Ra Ximhai*, vol. 6 , 365-372.
- Palma Tenango , M. (2014). Cuantificación de flavonoides y carotenoides en variedades de caléndula (*Calendula officinalis* L.) y descriptores varietales. *Tesis de grado*. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Texcoco, Edo. México.
- Pazmiño Pacheco, J. S. (2018). Análisis de los métodos de extracción de la flor de Caléndula para productos agroindustriales. *Tesis* . Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas.
- Prieto Ruiz , J. Á., Rosales Mata, S., & Sigala Rodríguez , J. Á. (2013). Produccion de *Prosopos laevigata* con diferentes mezclas de sustrato. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 50-57.
- Quiñones, P. (1995). Influencia del sustrato y fertilización en el crecimiento de plántulas de *Pinus greggii* bajo condiciones de vivero. *Tesis Profesional*. Universidad Autonomas Chapingo, México.
- Ramírez, I. M. (2020). Relación entre el pH y las mediciones de conductividad eléctrica en un suelo cultivable. *Revista Ingenierías USBMed* vol. 13.

- Ramirez, V. O. (2005). Evaluación de Tres Sustratos Hidropónicos a Solución Perdida y Recirculada en la Producción de Tomate Determinado (Cultivar Floradade). *Tesis de Licenciatura*. UAAAN, Saltillo, Coahuila.
- Romero Viacava, M., & Tenorio Bautista, S. M. (2023). Evaluación de diferentes sustratos en el cultivo de dos variedades de *Capsicum chinense* Jacq. "chile habanero" ají mexicano, en ambiente controlado. *Journal of the Selva Andina Biosphere*.
- SADER. (2006). Aromaticas, Medicinales y Especies. En M. y. Aspectos Técnicos y Comerciales de Cinco de las Principales Plantas Aromáticas, *Guía Agronómica de los Cultivos Representativos para la Realización de las Estimaciones Agrícolas por Métodos Indirectos* (pág. 6).
- Sanae, K., Takashi, M., Katsuhiko, S., & Akemi, O. (2005). Análisis de la composición de carotenoides en pétalos de Caléndula (*Calendula officinalis* L.). *Biotechnology information*, 2122-2128.
- SIAP. (29 de Abril de 2016). *Hidroponía, ¿Sabes qué es y cómo funciona?* Obtenido de Gobierno de México : <https://www.gob.mx/siap/articulos/hidroponia-sabes-que-es-y-como-funciona>
- Suazo Gonzales, C. M. (2020). Evaluación de ocho sustratos para la producción de plántulas de *Pinus oocarpa* en tubetes. *Tesis de Grado*. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.
- Tenango, M. P. (2014). Cuantificación de flavonoides y carotenoides en variedades de caléndula (*Calendula officinalis* L.) y descriptores varietales. *Tesis de Posgrado*. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco.
- Uribe Fentanes, L., Soriano Padilla, F., Pérez Frutos, J. R., & Veras Hernández, M. A. (2016). Acción del extracto de *Calendula officinalis* en la preservación ósea posterior a extracción. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, vol. 56, núm. 1.

- Valdivia Montes, S. D. (2017). Crecimiento y desarrollo de plantas de *Solanum lycopersicum* y *Eustoma grandiflorum* en respuesta a nanopartículas de óxido de zinc y mezclas de sustratos. *Tesis de grado*. Programa de Posgrado en Agroplasticura, Saltillo, Coahuila.
- Vargas, J. H. (2010). *Curso Básico de Hidroponía*. Moca, Moca: RPI.
- Velástegui-Espín, G., Núñez-Torres, O., Pazmiño-Miranda, N., Villacrés-Villaruel, M., & Cruz-Tobar, S. (2018). Comparación de dos variedades de amaranto: blanco (*Amaranthus hypocondriacus* L.) y sangoracha. *Journal of the Selva Andina Biosph.*, 11-21.
- Vivas, Y. S. (2012). Contenido y Distribución de Nutrientes en Diferentes Etapas de Desarrollo del Cultivo de *Calendula*. *Tesis de posgrados*. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.