

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Efecto en el cultivo de cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) en maceta a la aplicación de biofertilizantes bajo condiciones de invernadero

Por:

Karen Chairez Arellano

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto en el cultivo de cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) en maceta a la
aplicación de biofertilizantes bajo condiciones de invernadero

Por:

Karen Chairez Arellano

TESIS

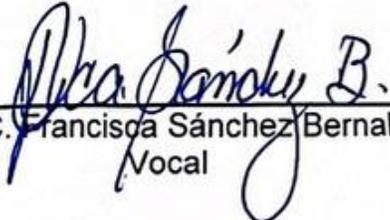
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por:


Dr. José Rafael Paredes Jácome
Presidente


M.C. Raúl Alejandro Ramos Salazar
Vocal Externo


M.C. Francisca Sánchez Bernal
Vocal


M.D. Ma. del Consuelo Macías Esquivel
Vocal Suplente


M.E. Javier López Hernández
Coordinador Interino de la División Regional



Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto en el cultivo de cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) en maceta a la
aplicación de biofertilizantes bajo condiciones de invernadero

Por:

Karen Chairez Arellano

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

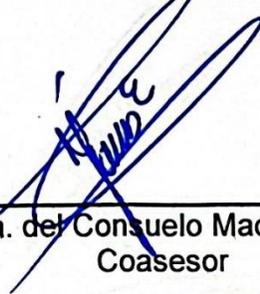
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. José Rafael Paredes Jácome
Asesor Principal


M.C. Raúl Alejandro Ramos Salazar
Asesor Externo


M.C. Francisca Sánchez Bernal
Coasesor


M.D. Ma. del Consuelo Macías Esquivel
Coasesor


M.E. Javier López Hernández
Coordinador Interino de la División Regional de



Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2024

DEDICATORIA

A MI DIOS

A quien le doy las gracias por la oportunidad de vivir y de poder llegar hasta este momento de mi vida, de darme fuerzas de seguir adelante cada día.

A MI MADRE

Le dedico esta parte importante de mi vida a mi madre Sandra Ivon Arellano Aguilera, quien siempre ha sido un gran apoyo moral y económico durante toda mi vida, mi fortaleza en los momentos de angustias, a quien agradezco todos los consejos que me brinda por darme la fuerza y aliento a querer siempre superarme y nunca perder el camino, por inculcar en mí su resistencia, fortaleza y humildad siempre para hacer las cosas, ella es mi todo la que siempre estuvo allí durante el proceso, siempre estaré agradecida por todo lo que me ha dado y la educación ética correcta para llevar acabo la práctica de los buenos valores.

A MI HERMANO

Con todo el cariño a la persona que siempre eh tratado de inspirar a ser alguien mejor cada día, siempre estaré a su lado en cualquier decisión que el decida tomar, a quien le agradezco la convivencia que día a día llevamos y orgullosa por el hombre que se ha ido formando.

A MI

Me dedico esta parte importante de mi vida, por siempre tener la fuerza para nunca rendirme, por siempre querer mejorar, por ir más allá y tener la capacidad de siempre lograr lo que me proponga.

AGRADECIMIENTOS

A MI ALMA TERRA MATER

Por envolverme por su apoyo, permitir que mi vida cambiara, por hacerme una mejor persona y mujer, aprendiendo valores y sentir como si fuera mi segundo hogar, a cada espacio de ella por compartir una parte de mi vida y donde dejo un gran pedazo de mi corazón, pero siempre volveré, porque siempre BUITRE.

A MIS PROFESORES

Por su sensatez, su tiempo, compromiso y el conocimiento compartido conmigo y transmitido, pues no solo en las aulas interactuaban con nosotros, pero en especial gracias por enseñarnos a amar a nuestra universidad y ver en cada compañero de escuela, sea estudiante o maestro, un hermano buitre.

A MI ASESOR

Dr. José Rafael Paredes Jácome por darme la oportunidad de acompañarme en este trabajo, por sus buenos consejos, su tiempo y conocimiento que me brindo.

A MIS AMIGOS

Por acompañarme en este proceso tan importante donde nunca me dejaron sola y siempre me alentaron a no rendirme. A todos ellos que siguieron conmigo. Para los que dentro y fuera de la escuela siempre estuvieron en los momentos buenos y malos.

RESUMEN

La tradición del Día de Muertos en México no se concibe sin una de las plantas más características de tan señalada festividad: la flor de cempasúchil. Tiene propiedades medicinales y resistencia a patógenos. Se aprovecha en la industria agroalimentaria para prevenir enfermedades y obtener pigmentos naturales. Se emplea en la elaboración de medicamentos e insecticidas. El nombre "cempasúchil" se deriva del idioma Náhuatl y significa "veinte flores". La implementación en las prácticas sostenibles de el suelo mejora la fertilidad, biodiversidad y producción agrícola, mientras reduce el impacto ambiental y promueve una producción económica más sostenible. El objetivo de dicho experimento es mejorar la calidad y la producción del cultivo de cempasúchil mediante la inoculación por medio de biofertilizantes en maceta, bajo condiciones de invernadero. Para el experimento se utilizaron 84 plántulas de "Marigold Big Duck Orange ", de AmeriSeed, inoculado con *Azospirillum spp.*, *Trichoderma H.* y *Bacillus subtilis*, y con aplicación de fertilización química, bajo 7 tratamientos con 12 plantas y 4 repeticiones. Los elementos analizadas incluyeron , diametro de tallo, tamaño de planta, así como la biomasa en estado fresco y seco . El experimento de resultados destacó en la medida de la raíz, se observa que las aplicaciones 4 y 6 obtuvieron un alto porcentaje de 74.40%, inoculado con *Bacillus + Azospirillum* y *Trichoderma* en comparación al testigo, aun reduciendo la fertilización química al 70%. En conclusión, a dicha investigación los biofertilizantes *Trichoderma H.*, *Bacillus subtilis* y *Azospirillum spp.*, aumentan la eficiencia y rendimiento en el cultivo de cempasúchil, mejorando la calidad y minimizando el uso de fertilizantes químicos.

Palabras clave: Fertilización, Biofertilizantes, Cempasúchil, Inoculación

INDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
RESUMEN.....	III
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 <i>Generales</i>	2
1.1.2 <i>Específicos</i>	2
1.2 HIPÓTESIS.....	2
II. ANÁLISIS BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1 PROCESO HISTÓRICO DEL CEMPASÚCHIL.....	3
2.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE CEMPASÚCHIL.....	3
2.3 PRODUCCIÓN NACIONAL.....	4
2.4 PRODUCCIÓN MUNDIAL.....	4
2.5 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL CEMPASÚCHIL.....	4
2.6 MORFOLOGÍA.....	5
2.6.1 <i>Sistema radical</i>	5
2.6.2 <i>Tallo</i>	5
2.6.3 <i>Hoja</i>	5
2.6.4 <i>Flor</i>	5
2.6.5 <i>Semilla</i>	5
2.7 REQUISITOS AMBIENTALES.....	6
2.7.1 <i>Superficie terrestre</i>	6
2.7.2 <i>Temperatura, Humedad Relativa y Fotoperiodo</i>	6
2.7.3 <i>Riego</i>	7
2.7.4 <i>Nutrición</i>	8
2.8 CALIDAD EN EL CULTIVO DE CEMPASÚCHIL.....	8
2.8.1 <i>Producción en maceta</i>	8
2.8.2 <i>Sustratos más usados para la producción de cempasúchil</i>	8
2.8.3 <i>Principales Plagas</i>	8
2.8.4 <i>Principales Enfermedades</i>	9
2.9 BIOFERTILIZANTES.....	9
2.9.1 <i>Tipos de biofertilizantes</i>	10
2.9.2 <i>Géneros más utilizados como biofertilizantes</i>	11
2.9.3 <i>Ventajas de los biofertilizantes</i>	11
2.9.4 <i>Desventajas de los biofertilizantes</i>	11
2.9.5 <i>Rizobacterias</i>	11
2.9.6 <i>Modo de acción</i>	12
III. PROCEDIMIENTOS Y RECURSOS.....	13
3.1 UBICACIÓN DE ESTUDIO.....	13
3.2 ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO.....	13
3.3 MATERIAL VEGETAL.....	13
3.4 MATERIAL MICROBIOLÓGICO E INOCULACIÓN.....	13

3.5	MANEJO DEL CULTIVO.....	14
3.5.1	<i>Trasplante</i>	14
3.5.2	<i>Sistema de riego</i>	14
3.6	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS DE INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN.	14
3.7	FACTORES ANALIZADOS.....	15
3.7.1	<i>Tamaño de planta</i>	15
3.7.2	<i>Diámetro de tallo</i>	16
3.7.3	<i>Biomasa fresca y seca de área foliar, radicular y tallo</i>	16
3.7.4	<i>Número de botones florales</i>	16
3.7.5	<i>Volumen y longitud de raíz</i>	16
3.8	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	16
IV.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	17
4.1	ALTURA DE LA PLANTA	17
4.2	DIÁMETRO DE TALLO	18
4.3	PESO FRESCO Y SECO DE TALLO.....	19
4.4	NÚMERO DE BOTONES FLORALES	21
4.5	PESO FRESCO Y SECO FLORAL	22
4.6	VOLUMEN DE RAÍZ.....	23
4.7	LONGITUD DE RAÍZ	24
4.8	PESO FRESCO Y SECO DE RAÍZ.....	25
V.	CONCLUSIÓN	28
VI.	BIBLIOGRAFÍA	29

Índice de Figuras

FIGURA 1 SEMILLAS DE CEMPASÚCHIL (FUENTE: PROPIA)	6
FIGURA 2 ALTURA DE PLANTA DE CEMPASÚCHIL EN EFECTO A LA INOCULACIÓN DE BIOFERTILIZANTES Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA	17
FIGURA 3 DIÁMETRO DE TALLO DE PLANTA DE CEMPASÚCHIL EN EFECTO A LA INOCULACIÓN DE BIOFERTILIZANTES Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA	18
FIGURA 4 PESO FRESCO DE TALLO DE LA PLANTA DE CEMPASÚCHIL EN EFECTO A LA INOCULACIÓN DE BIOFERTILIZANTES Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA.....	19
FIGURA 5 PESO SECO DE TALLO DE PLANTA DE CEMPASÚCHIL EN EFECTO A LA INOCULACIÓN DE BIOFERTILIZANTES Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA	20
FIGURA 6 NÚMERO DE BOTONES FLORALES DE LA PLANTA DE CEMPASÚCHIL EN EFECTO A LA INOCULACIÓN DE BIOFERTILIZANTES Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA.....	21
FIGURA 7 PESO FRESCO FLORAL DE LA PLANTA DE CEMPASÚCHIL EN EFECTO A LA INOCULACIÓN DE BIOFERTILIZANTES Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA.....	22
FIGURA 8 PESO SECO FLORAL DE LA PLANTA DE CEMPASÚCHIL EN EFECTO A LA INOCULACIÓN DE BIOFERTILIZANTES Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA.....	23
FIGURA 9 VOLUMEN DE RAÍZ DE LA PLANTA DE CEMPASÚCHIL EN EFECTO A LA INOCULACIÓN DE BIOFERTILIZANTES Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA	23
FIGURA 10 LONGITUD DE RAÍZ DE LA PLANTA DE CEMPASÚCHIL EN EFECTO A LA INOCULACIÓN DE BIOFERTILIZANTES Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA.....	24
FIGURA 11 PESO FRESCO DE RAÍZ DE LA PLANTA DE CEMPASÚCHIL EN EFECTO A LA INOCULACIÓN DE BIOFERTILIZANTES Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA.....	26
FIGURA 12 PESO SECO DE RAÍZ DE LA PLANTA DE CEMPASÚCHIL EN EFECTO A LA INOCULACIÓN DE BIOFERTILIZANTES Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA.....	27

Índice de tablas

TABLA 1 CONCENTRACIÓN DE BIOFERTILIZANTES APLICADAS POR PLANTA	14
TABLA 2 FERTILIZANTES PREPARADOS PARA LA SOLUCIÓN NUTRITIVA AL 70 Y 100%	15

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cempasúchil (*Tagetes erecta*) es un género representativo de México, empleada en festividades del Día de los difuntos. Esta flor tiene propiedades medicinales y resistencia a patógenos, gracias a sus compuestos fenólicos. Se utiliza en la industria agroalimentaria para la prevención de enfermedades estomacales y problemas digestivos. El cempasúchil a su vez se emplea para la obtención de matices botánicos en el sector alimenticio especialmente para teñir la piel de los pollos de engorda (Serrato, 2022) La palabra cempasúchil proviene del náhuatl y significa “veinte flores” (Barajas-Rodríguez et al., 2021).

La propagación de las multitudes en Cempasúchil es llevada a cabo principalmente a través de semillas, se cultivan en contenedores pequeños preferentemente entre los meses de julio y agosto. En América se identifican alrededor de 59 razas, de las cuales unas 35 se encuentran, en suelo mexicano. Las variedades primitivas no tienen un impacto notable, pero todas poseen aromas intensos y tonalidades llamativas (Barajas- Rodríguez et al., 2021).

Los biofertilizantes se emplean en diversos tipos de *Tagetes*, junto con una reducción en el uso de fertilizantes químicos, obteniendo logros positivos en su cultivo. (Cinvestav, 2020).

Agnadi et al., (2020) lograron un incremento del 50% en la cantidad de flores producidas al poner en práctica los biofertilizantes compuestos por productos orgánicos, como hongos micorrízicos y rizobacterias, lo que implemento un 60% del uso de reactivos.

Por lo tanto, el objetivo de esta exploración, es analizar la justificación del cultivo de cempasúchil en consideración a la implementación de abonos ecológicos, con el fin de disminuir el empleo de fertilizantes químicos convencionales.

1.1 Objetivos

1.1.1 Generales

Mejorar la calidad y la producción del cultivo de cempasúchil mediante la inoculación por medio de hongos y bacterias en maceta, bajo condiciones de invernadero.

1.1.2 Específicos

- Optimizar el aumento el resultado de la producción floral por planta.
- Incremento en el diámetro del tallo y dimensión de los tallos.
- Potencializar las raíces mediante los biofertilizantes aplicados.

1.2 Hipótesis

Con base a la aplicación de los biofertilizantes, el cultivo de cempasúchil tendrá un efecto en la cantidad de variables de rendimiento floral, así como el grosor en el pedúnculo y su longitud y la resistencia de las raíces.

II. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICA

2.1 Proceso histórico del cempasúchil

La flor de muerto tiene su origen nación mexicana, su nombre surge del náhuatl "Cempohualxochitl" que expresaba "veinte petalos". Nuestro legado comprendía la tonalidad dorada de la flor de cempasúchil en relación con la iluminación del sol, motivo por el cual se empleaban en tributos dedicados. El lugar de procedencia de Tagetes erecta es region mesoamericana. A lo largo del territorio nacional se han registrado entre 50 géneros lo que, debido a la gran diversidad la posiciona como un posible centro del origen (Villaseñor et al., 2005).

2.2 Importancia del cultivo de cempasúchil

La inflorescencia de cempasúchil es una planta de ornato de relevancia cultura a nivel nacional mexicano, siendo esencial en la celebrai3n del Dia de los fieles difunto. Tambien es conocida como la "flor de muerto". Adem3s, se le valora por sus aspectos antioxidantes, lo que la convierte en una fuente de interes alimenticio. (Moliner et al., 2018).

Adem3s de pigmentos, el cempasúchil tambi3n produce metabolitos con actividad antioxidante, hepatoprotectiva y nematocida (Gopi et al., 2012), asimismo tiene una grande implementaci3n en zonas agr3colas sobre todo en agricultura sostenible en virtud a sus cualidades bactericidas, insecticidas, insecticidas y nematocidas, se utiliza de forma de macerados y extractos. (V3zquez y V3zquez, 2007).

2.3 Producción Nacional

Actualmente, se producen unas 20mil 250 toneladas a nivel territorial para su mercadotecnia y logística (SIAP, 2017). Conforme SAGARPA, los estados que participan en la producción en ámbito nacional son, Oaxaca, Puebla, Guerrero, Querétaro, Hidalgo, San Luis Potosí, Guanajuato, DF, Tlaxcala y Morelos. Siendo Puebla como el más prominente en producción.

El interés por las plantas de cempasúchil en contenedores y jardinería ha ido en aumento de forma gradual. Este incremento se ha hecho evidente. La operación de cempasúchil en contenedor, notifico en un aumento sustancial desde el año 2000. Dentro del 2016 se produjeron 600 mil plantas; cifra que ascendió hasta 900 mil (Zamarrón, 2021).

2.4 Producción Mundial

A nivel mundial, los mayores proveedores de “flor de muerto” son, India con 25%, China con 70% y Perú con 5% que concentran diversos porcentajes de la producción. (Staff, F. 2019).

2.5 Clasificación taxonómica del cempasúchil

Nombre científico: *Tagetes erecta* L.

Reino: Plantae

Subreino: Traqueobionta

Familia: Asteraceae

División: Magnoliophyta

Superdivisión: Spermatophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Asterales
(Singh et al, 2020)

2.6 Morfología

2.6.1 Sistema radical

Sistema radical, tubular, delicado, con una estructura mínimo en profundidad, entramado fibroso. (Serrato- Cruz, 2006).

2.6.2 Tallo

La ramificación puede ser estriado, esporádicamente con una textura rugosa, liso o levemente peludo. Tiene una forma cilíndrica u ovalada consistencia varia de herbácea a leñosa, con exudado resinoso en la corteza que emiten un aroma al ser prensados (Serrato-Cruz, 2006).

2.6.3 Hoja

El follaje, son opuestas en la base y alternas en la parte superior. Pueden tener una longitud de hasta 20 cm de prolongación, son estrechas, largas y cuentan con 10 y 16 folíolos. Estos folíolos miden 5 cm y 1.5 cm con siendo extenso, con forma aguda. Además presentan glándulas ovales, en el punto donde se concentran los hidrocarburos terapéuticos (Rzedowski y Rzedowski, 2006).

2.6.4 Flor

Los capullos tienen órganos masculinos y femeninos. Presentan pedúnculos que pueden alcanzar hasta 1 cm de longitud y están rodeadas de brácteas e inflorescencias capitadas. Los capítulos contienen 150 y 240 flores en el anillo. Los racimos de la planta pueden ser colores dorado, naranja, amarillo o dorado. El intervalo de floración abarca todo el verano y parte del otoño. (Araujo et al., 2006).

2.6.5 Semilla

Los propágulos cuentan con estrechos y alargados fructiculos, con una longitud de 7 a 10mm. Son ligeramente hispidas en ángulos, con fibras de 1 a 2mm, con

apéndices picudos de 6 a 12mm y de 2 a 3 capas de 3 a 6mm (Mondragon et al., 2009).



Figura 1 Semillas de cempasúchil (Fuente: propia)

2.7 Requisitos ambientales

2.7.1 Superficie terrestre

El cempasúchil es una planta que tiene la capacidad de adaptarse a diversas condiciones de tierra. No obstante, es preferente utilizar suelos con buena estructura y denaje, debido a su facilidad de manejo y propiedades físicas que tiene. (Vázquez, 2002).

2.7.2 Temperatura, Humedad Relativa y Fotoperiodo

El cempasúchil se adecua a climas mesotérmicos y áridos y no es una planta especialmente exigente, en periodo de heladas se recomienda riego moderado para su óptimo crecimiento (Brito & Milpa, 2018). Su pH ronda entre los 6.5 y 7.0 (Jaulis & Pacheco, 2015).

El desarrollo del cultivo es óptimo cuando se encuentra en un rango de temperaturas entre los 8 a 12 ° C al anochecer, y un intervalo de 22°C durante la claridad, según lo menciona Murga (2007). Este cultivo se adapta a todas las estaciones del año.

Contar con 80% de potencialidad a través de un sistema de embalaje por el suministro de agua, ayudara a reducir el porcentaje de humedad en el invernadero, lo que a su vez, disminuirá la aparición de infecciones fungísticas (Bouhoun et al., 2019)

En cuanto a la iluminación, este juega un trabajo crucial en la evolución optima de las plantas, influyendo directamente en su desarrollo morfológico. Según Moccaldi & Runkle (2007) “la flor de muerto” es clasificada como una planta que necesita mucha luz solar y días cortos, para un crecimiento de calidad debe recibir 11 horas de luz solar. Si se desea retrasar la floración se tendrá que aumentar las horas luz. (Köksal et al, 2017).

2.7.3 Riego

El suministro de agua se debe realizar preferiblemente en las horas de luz solar. Es preferible que la tierra se mantenga empapado, así que hay que asperjar de 1 a 4 veces cada 15 días absteniéndose que se mantenga demasiado mojada por la noche, ya que son vulnerables al deterioro de sus capullos. Las etapas en la que la planta necesita de agua son: en las charolas, en las primeras después al trasplante y luego de la cosecha. Durante su periodo de expansión, si la planta presenta falta de agua entre las 3 y 5 semanas llega a tener un crecimiento irregular y una floración temprana. (Méndez, 2009). El riego en la flor de cempasúchil debe ser controlado, lo recomendable es llevarlo a cabo tres veces por semana, cuidando que no se sobrepase para que no se llegue a degradar.

2.7.4 Nutrición

Navarro-González, (2015) señala que, a partir de un enfoque sustentador, esta planta ornamental presenta una composición de 28.02 kcal por cada gramo, 83% de agua, 4% de carbohidratos y 2% de proteínas, además de los minerales como calcio, cobre, hierro, magnesio, potasio, sodio y zinc.

2.8 Calidad en el cultivo de cempasúchil

2.8.1 Producción en maceta

La plantación agrícola de plantas en recipientes requiere un profundo conocimiento de diversos aspectos, como la seleccionar de manera adecuada los sustratos, tamaño de contenedores, nutrición y muchos más factores. (Valdez, 2015)

2.8.2 Sustratos más usados para la producción de cempasúchil

Los fundamentos son materiales neutros que desempeñan un papel crucial en la protección del sistema radicular, proporcionando soporte, conservación hídrica y vitaminas y minerales (Sánchez & Díaz, 2019).

No obstante, por motivo de las características de los medios, es esencial seleccionar los que más se ajustan a los cultivos variando la especie. (Barbaro et al., 2017).

Fragmentos comunes en la elaboración de sustratos son, la turba y compost de pino son los materiales más empleados en la producción de plantas de ornato en macetas (Kaderabek, 2017).

2.8.3 Principales Plagas

Las principales plagas presentadas en la planta de cempasúchil incluyen: Frailecillo (*Macrodactylus mexicanus*) y Diabrotica (*Diabrotica balteata*).

Además, de su estructura molecular este cultivo no se ve afectado por ellas.

2.8.4 Principales Enfermedades

El cempasúchil puede presentar algunas enfermedades fungosas como:

Botrytis spp.

Las reacciones son vistas en las brácteas incluyen decoloración hacia tonalidades pardas acompañadas de la visibilidad de un moho gris sobre su base (Méndez-García, 2009).

Alternaria spp

Este hongo se identifica por manchas marrones opacas en las hojas y peciolo, lo que puede llevar a que la planta se marchite debido a la falta de agua.

Plasmopara spp. (Mildiu)

Se presenta en las hojas mediante pequeñas manchas de color amarillo bajito y oscurecidas, aparecen en la parte superior de la bráctea. En la parte debajo de las hojas presentan un desarrollo lanoso (Agrios, 2005).

2.9 Biofertilizantes

Los biofertilizantes se componen de cepas únicas o múltiples de microbios como algas, bacterias y hongos que potencializan la evolución vegetal por medio de la colonización de la rizosfera y el interior de la planta, y a través del incremento en la cantidad de nutrientes disponibles que se pueden agregar a las semillas, la superficie de la planta o el suelo (Nosheen et al., 2021).

Los biofertilizantes son comunes por ser relevantes de acuerdo a su importancia de implementar a las plantas macro y micro como P Y Zn (Szilagyi-Zecchin et al., 2016).

Los biofertilizantes se pueden ajustar para brindar a las plantas nitrógeno, fósforo, zinc u otros nutrientes en variantes de suelo utilizando ciertos tipos de bacterias en comparación con el uso de ninguno o fertilizantes químicos (He et al., 2020).

Los biofertilizantes proceden de composiciones sólidas, líquidas, atrapadas en polímeros y en mezclas secas de lecho fluidizado (Maçik et al., 2020) La aplicación de los biofertilizantes se ha comprobado su impacto favorable en la fertilidad del suelo.

Los biofertilizantes han aparecido como un elixir para la agricultura orgánica y sostenible. Con ellos, se busca aumentar el número de microorganismos favorables en el suelo sustentado por estudios científicos para conseguir la sostenibilidad en la agricultura. (Sahu y Brahmaprakash, 2016).

2.9.1 Tipos de biofertilizantes

Existen 4 diversos tipos de biofertilizantes como son:

Organismos de nitrógeno biológicos. Bacterias que se proliferan de manera pura en la tierra y se fragmentan en: complementaria, como *Rhizobium*, y autónomas, como *Azospirillum* y *Azotobacter*.

Solubilizadores de fósforo. Son bacterias que convierten el fósforo de impermeable a hidrolizado.

Agentes que solubilizan fósforo. Estos microorganismos ayudan a solubilizar el fósforo no reactivo presente en la tierra. Favorecen la ingesta por parte de las plantas.

Fitosimulantes. Son aptos microorganismos de sintetizar y secretar hormonas vegetales.

(Mahanty et ál. (2016).

2.9. 2 Géneros más utilizados como biofertilizantes

Destacan los géneros de bacterias como *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Bacillus* y *Rhizobium*. (Kori et al., 2017)

2.9.3 Ventajas de los biofertilizantes

Incremento de la productividad de la capa terrestre

- Crecimiento de la aprehensión de agua, nutrientes y minerales, con la ayuda de fijación de carbono en el mismo.
- La formación de materia orgánica del suelo.
- Mejora la amplitud radicular proveído por las micorrizas.
- Mejora la estructura del suelo y su aprovechamiento.
- Crecimiento de la producción agrícola.
- Producción económica.
- Menos agresivas para el ambiente.
- Facilmente accesibles y desplegadas.

(Procuraduría Federal del Consumidor, 2024)

2.9.4 Desventajas de los biofertilizantes

- Disponibilidad limitada.
- Crecimiento más lento del cultivo.
- El biofertilizante inadecuadamente elaborado provocará daños por diversos tipos de patógenos en la materia orgánica.

Blanco, I. (2023, mayo 14).

2.9.5 Rizobacterias

Las rizobacterias que estimulan el desarrollo de las plantas son las bacterias más utilizadas en la producción de biofertilizantes, ya que impulsando el crecimiento de

las plantas al desprender potasio (K), fijar el nitrógeno (N), resolver el fósforo (P) y generar hormonas (Lu et al., 2020).

Los biofertilizantes se presentan en presentaciones sólidas, líquidas, atrapadas en polímeros y en formulaciones secas de lecho fluidizado (Maçik et al., 2020).

2.9.6 Modo de acción

Estas promueven el crecimiento por mecanismos directos e indirectos.

Estos microorganismos rizosféricos solos o en combinación tienen una infunción multifuncional en el marco del suelo y las plantas, por ejemplo, la mejora del dominio del uso de nutrientes, la expansión de la absorción de nutrientes, el avance del desarrollo de las plantas, la nodulación y la capacidad de adaptación al desgaste abiótico y biótico, la purificación del medio ambiente y la expansión de la sostenibilidad agraria. (Joshi et al., 2020).

III. PROCEDIMIENTOS Y RECURSOS

3.1 Ubicación de estudio

El experimento que se describe a continuación tuvo lugar en una cámara de cultivo en el laboratorio de fotosíntesis del departamento de Horticultura, dentro de las instalaciones de la U.A.A.A.N. UL ubicada en la colonia Valle verde, Torreón Coahuila, con las coordenadas 25. 55707 °Norte, 103.37451 °Oeste.

3.2 Establecimiento del experimento

Material para el trasplante se utilizó:

- 30% de sustrato de perlita.
- 40% de sustrato de Peat moss
- 10% de sustrato de arena
- 20% de sustrato de fibra de coco
- 84 macetas de 6" de polietileno negras.

El diseño del ensayo consistió en organizar siete sectores, cada uno compuesto por 12 macetas, con individuo vegetal en particular. El invernadero permanecía abastecido con suministros específicos, como termómetros y regular la concentración de vapor.

3.3 Material vegetal

- Plántulas de "Marigold Big Duck Orange ", de AmeriSeed

3.4 Material microbiológico e inoculación

Para la inoculación se utilizaron rizobacterias y hongos.

- *Azospirillum spp.*
- *Trichoderma Harzianum.*

- *Bacillus subtilis*

3.5 Manejo del cultivo

3.5.1 Trasplante

Se completo el trasplante sobre un medio a base de arena, perlita, fibra y peat most. El cajón de siembra de donde se extrajeron las plántulas estaba compacto, para evitar la necrosis radicular. Después de retirar las plántulas se trasladaron a los contenedores que ya estaban completadas con su respectivo sustrato y luego se les realizo un riego generoso.

3.5.2. Sistema de riego

El método de riego para este experimento se realizó manualmente, mediante vasos con capacidad de un litro, con el fin de haber tenido un riego controlado.

3.6 Descripción de los tratamientos de inoculación y fertilización.

Tabla 1 Concentración de biofertilizantes aplicadas por planta

FACTOR: A	FACTOR: B
F.Q. 100%	Sin inculo
	Bacillus + azospirillum
	Trichoderma
	Bacillus + Azospirillum + Trichoderma
F.Q. 70%	Bacillus + azospirillum
	Trichoderma
	<i>Bacillus + Azospirillum + Trichoderma</i>

Las dosis se elaboraron de la siguiente manera:

Paso 1: se tomaron 12 ml puros de las rizobacterias y se prepararon en 1.5 LT.

Equivalente a 1200 ml de agua destilada, de rizobacterias para los tratamientos T1,T2,T5 y T6.

Paso 2: se tomaron 6 ml puros de *Trichoderma* y se prepararon 1.5 LT equivale a 1200 ml de agua destilada, para los tratamientos T3, T4, T5 Y T6.

Tabla 2 Fertilizantes preparados para la solución nutritiva al 70 y 100%

Elemento	1 litro al 100%	1 litro al 70%
Nitrato de calcio	0.595	0.417
Nitrato de magnesio	0.0128	0.008
Nitrato de potasio	0.413	0.289
Sulfato de magnesio	0.27	0.189
Sulfato de potasio	0.254	0.177
Ácido nítrico	0.127	0.088
Ácido fosfórico	0.071	0.049
Micronutrientes	0.125	0.087

Las implementaciones de fertilizantes al soporte nutricional, se llevaron a cabo 2 a 3 veces por semana en transcurso por un periodo de 90 días, posterior al trasplante. Este proceso se realizó manualmente. En primer lugar, se pesaban los fertilizantes necesarios y se almacenaban en paquetes de papel Kraft para aplicar el tiempo establecido. Inmediatamente de aplicar, se disolvían y mezclaban en tambos de agua de 200 lts de capacidad.

3.7. Factores analizados

3.7.1 Tamaño de planta

Con respecto a este indicador se utilizó un metro ubicándola desde la base hasta el punto más elevado y además se estuvieron registrándolos apuntes en un bloc de notas. Se analizó tanto en la etapa vegetativa como en la fase de brote floral.

3.7.2 Diámetro de tallo

Esta variable del diámetro se tallo, se realizó manualmente en todas las plantas, mediante la herramienta del vernier.

3.7.3 Biomasa fresca y seca de área foliar, radicular y tallo

Esta variable se obtuvo utilizando una báscula digital, para medir el peso de cada parte de la planta.

3.7.4 Número de botones florales

El conteo de racimos y botones se llevó a cabo, en 3 fases a partir de la maduración floral, comenzando desde que aparecieron los capullos hasta que se estructuraron los finales. Este procedimiento se repitió maso menos cada 10 veces. En el mes de noviembre se realizó un conteo final y corte.

3.7.5 Volumen y longitud de raíz

Para esta variable, principalmente se realizó un lavado de raíz, retirando todo el sustrato. Se utilizó una báscula para obtener el peso.

3.8. Análisis estadístico

Se utilizó una planificación experimental enteramente aleatorizado, con 4 repeticiones y 3 plantas por cada repetición. El análisis de varianza se llevó a cabo mediante el programa estadístico SAS 9.1 un programa estadístico para realizar el análisis de correspondencia (ANVA) prueba de comparación múltiple ($P \leq 0.05$).

IV. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Altura de la planta

Según el estudio, los datos alcanzados en el parámetro de tamaño de planta, podemos observar que en absoluto hubo similitudes entre dichos tratamientos aplicados con respecto a la altura de planta, (Fig. 2). Como se puede observar el tratamiento 3 con la aplicación de *Trichoderma Harzanium* con 12 plantas incrementó en 5% altura de planta en comparación al testigo.

Se encuentran varios estudios que han estudiado distintas cepas de *Trichoderma* obteniendo resultados óptimos referente a su resultancia positiva en el ascenso de diversas meticas agronómicas, incluyendo tamaño y rendimiento, como notifica (Pelagio - Flores et al., 2017). Los efectos favorables observados confirman la eficacia de *Trichoderma Harzanium* en nuestro experimento.

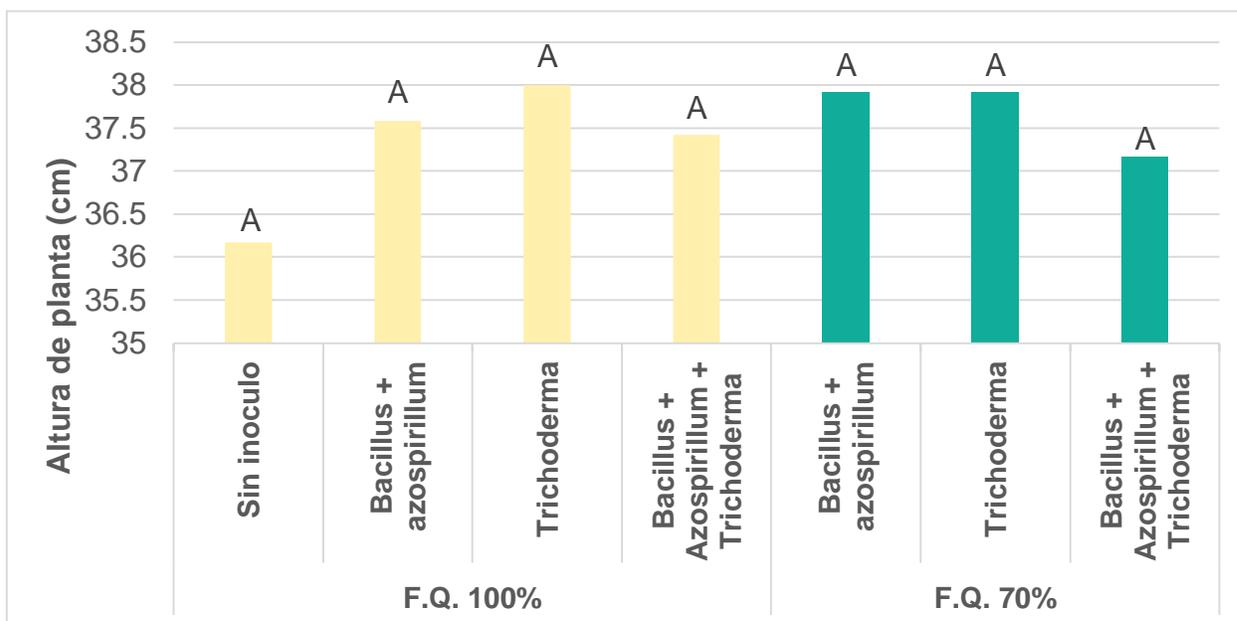


Figura 2 Altura de planta de cempasúchil en efecto a la inoculación de biofertilizantes y fertilización química

4.2 Diámetro de tallo

De acuerdo con la evaluación de diferencia de medias, las respuestas obtenidas en diámetro de tallo, podemos observar que no existen desigualdades en los enfoques variados acerca del diámetro de tallo, (Fig 3).

Prasad et al., (2017) Prasad et al., (2017) dice que distintos análisis han verificado cepas de *Trichoderma Harzianum* tienen la capacidad de favorecer un alto desarrollo de calidad a las plantas. Esto se debe a la estimulación de factores en el incremento como el GA3 Y EL IAA, representan una intervención directa a través de los cual los bioagentes estimulan el crecimiento del tallo.

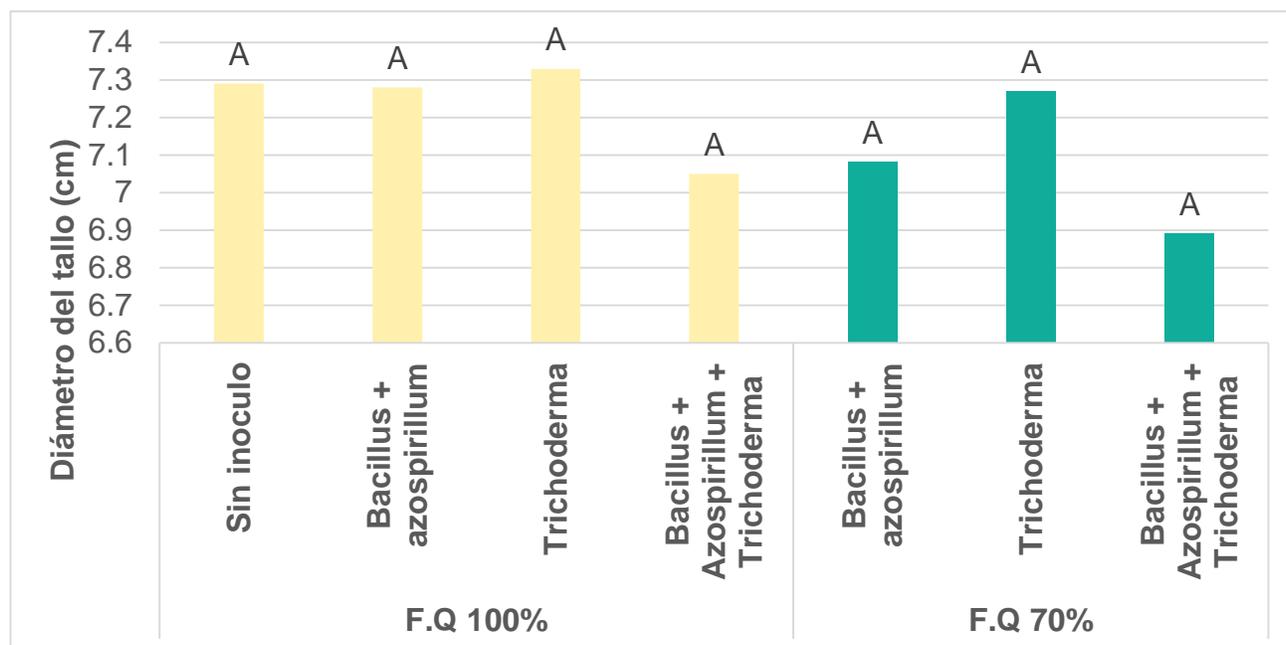


Figura 3 Diámetro de tallo de planta de campesúchil en efecto a la inoculación de biofertilizantes y fertilización química

4.3 Peso fresco y seco de tallo

De acuerdo con el análisis de varianza, los resultados obtenidos del peso fresco del tallo, se puede observar que existen relativamente diferencias entre los tratamientos aplicados, (Fig. 4). Como se puede observar el tratamiento 2 con la aplicación de *Trichoderma Harzianum* nuevamente sobre salió entre todos los demás tratamientos con un 18.89% de incrementó, en comparación al testigo.

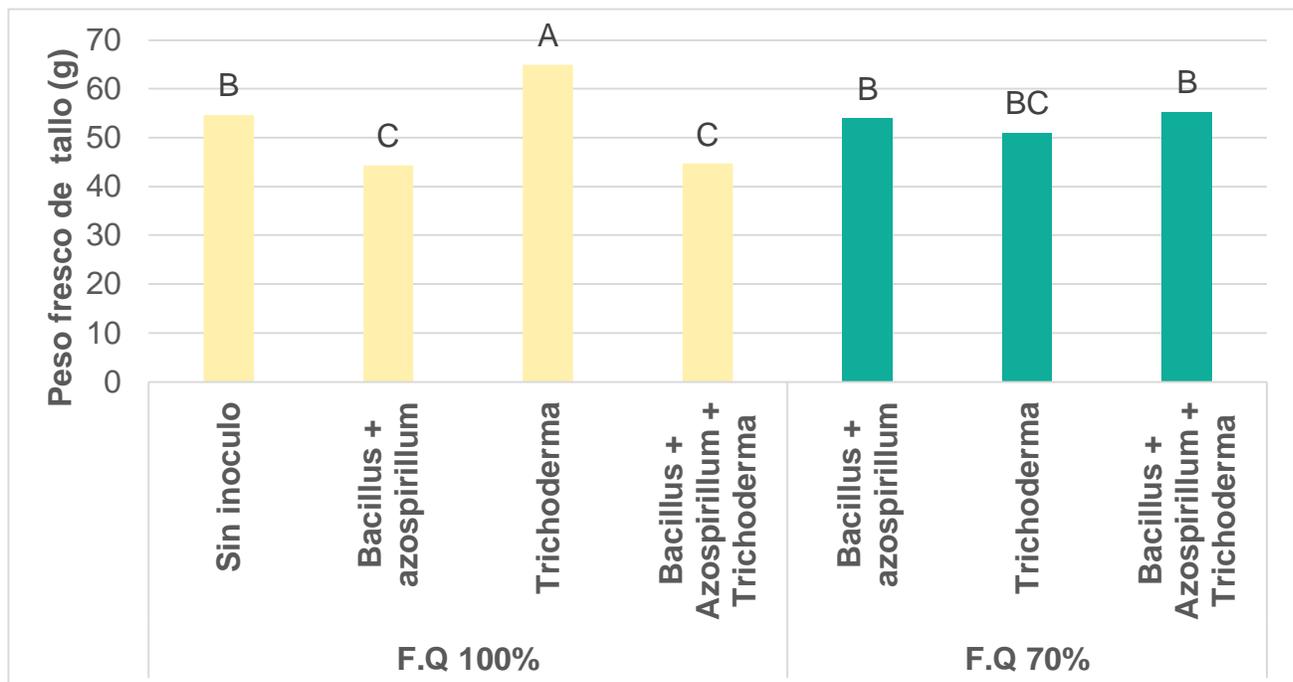


Figura 4 Peso fresco de tallo de la planta de compasúchil en efecto a la inoculación de biofertilizantes y fertilización química

Según Manandhar et al., (2019) diversas especies de *Trichoderma* son evaluadas como poderosos agentes de biocontrol; a su vez desempeñan un papel clave en el impulso del desarrollo de las plantas, debido a sus estructuras que son muy semejantes a los de rizobacterias (PGPR).

En cuanto a los resultados obtenidos en peso seco del tallo, es evidente que se detectaron variaciones en los tratamientos aplicados (Fig. 5). Se observa que el tratamiento 2 con aplicación de *Trichoderma Harzianum* con 12 plantas siguió sobresaliendo con un 21.43%, comparado al testigo.

Ji et al., (2020) evaluaron la actividad bioestimuladora de ciertas cepas de *Trichoderma* como (*Harzianum*, *Asperellum*, *Atroviride* y *Hamatum*) como biofertilizante en el cultivo de col china en invernadero.. Las variantes obtenidos revelaron un incremento del 23% en la germinación en diferencia con el grupo de control, además de mejoras en el rendimiento de, altura, peso seco y fresco.

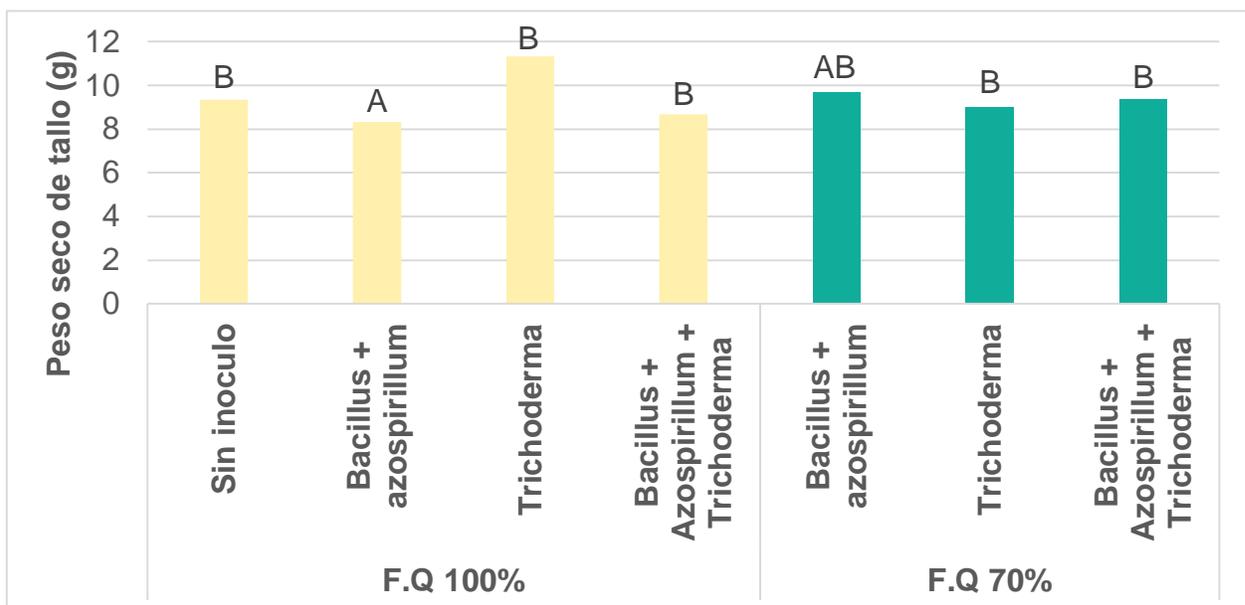


Figura 5 Peso seco de tallo de planta de campesúchil en efecto a la inoculación de biofertilizantes y fertilización química

4.4 Número de botones florales

Según la evaluación de datos, los resultados obtenidos en el número de botones florales, los tratamientos aplicados muestran similitudes relevantes. (Fig. 6). En cuanto al tratamiento 3 con la aplicación en conjunto de *Bacillus subtilis* + *Azospirillum* + *Trichoderma H.* tuvo efecto un negativo en la variable de Número de botones florales.

Al - Hazmi y Javeed (2016). Investigaron el efecto de cuatro densidades de inoculante de *Trichoderma Harzianum* y *Viride* para el control del nematodo *Meloidogyne javanica* en el cultivo de tomate. Los resultados indicaron que dichas concentraciones evaluadas bloquean la reproducción del mismo, la cual favorecen la calidad del cultivo.

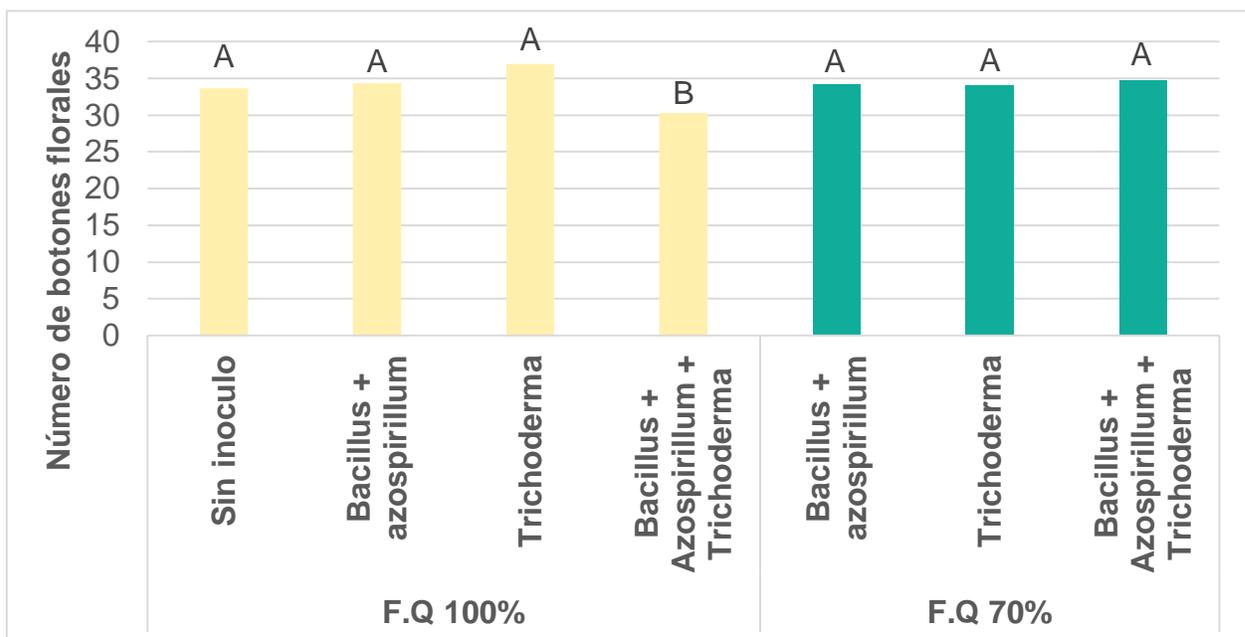


Figura 6 Número de botones florales de la planta de cempasúchil en efecto a la inoculación de biofertilizantes y fertilización química

4.5 Peso fresco y seco floral

De acuerdo con el análisis de varianza, los hallazgos encontrados en el peso fresco floral, se puede observar que hubo variaciones en los tratamientos, (Fig. 7). Se observa que el tratamiento 3 con 12 plantas incrementó con 22.68% inoculado con *Bacillus* + *Azospirillum* + *Trichoderma H.* en comparación al testigo.

Zaidi y Khan, (2006) dice que directamente la combinación de *Bacillus Subtilis* con otras cepas microbianas intensifican los efectos benéficos en los cultivos. Un ejemplo de esto es inmunización combinada de *Glomus fasciculatam* (hongo micorrizógeno arbuscular) junto con gérmenes *Bradyrhizobium spp.* Y *B. subtilis* en sojales, lo que resultó ascenso en la eficiencia vegetal y la actividad fotosintética.

Por otro lado, un estudio realizado el tomate evidenció que la inmunización con la cepa de MBI600 de *B.subtilis* indujo mecanismos de defensa, apoyo a la presencia de microorganismos nocivos en el suelo (Samaras et al., 2021).

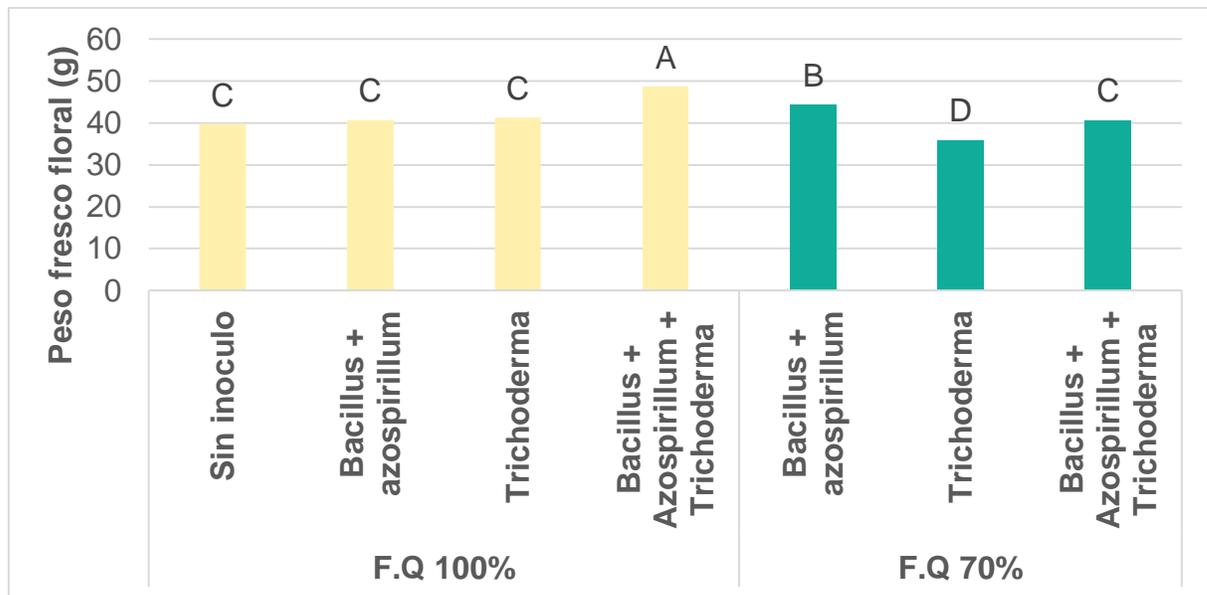


Figura 7 Peso fresco floral de la planta de cempasúchil en efecto a la inoculación de biofertilizantes y fertilización química

De acuerdo con el análisis de varianza, los resultados obtenidos en el peso seco floral, se puede observar que presentaron variaciones entre los tratamientos aplicados, (Fig. 8). Se observa que el tratamiento 3 respectivamente con 12 plantas resaltó con 63.48% inoculado con *Bacillus + Azospirillum + Trichoderma H.* en comparación al testigo.

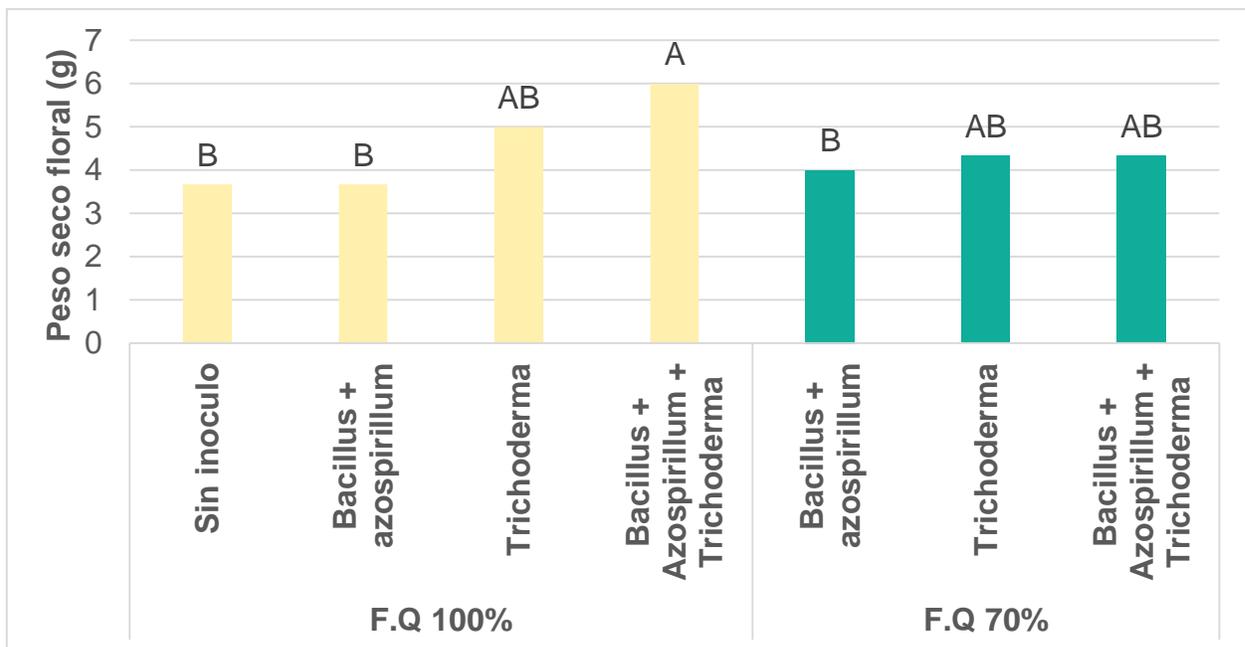


Figura 8 Peso seco floral de la planta de cepasúchil en efecto a la inoculación de biofertilizantes y fertilización química

4.6 Volumen de raíz

Según la evaluación de varianza, las conclusiones del estudio realizado en el volumen de raíz, se puede observar que presentaron diferencias entre los tratamientos aplicados, (Fig. 9). Se observa que el tratamiento 1 con 12 plantas incrementó con 77.66% inoculado con *Bacillus + Azospirillum* en comparación al testigo.

La aplicación de *Bacillus subtilis* en cultivos de maíz, se ha observado una mayor abundancia de nutrientes en el suelo, lo que conlleva a una mejor absorción de

fosforo y nitrogeno en las plantas inoculadas con PGPR. (Buchelt et al., 2019). Estudios han mostrado resultados positivos en el crecimiento de raíces y brotes y como consecuencia, aumentando el rendimiento del grano, especialmente las semillas tratadas con *B. subtilis* y plantadas en suelos fertilizados con NPK. (Lima et al., 2011)

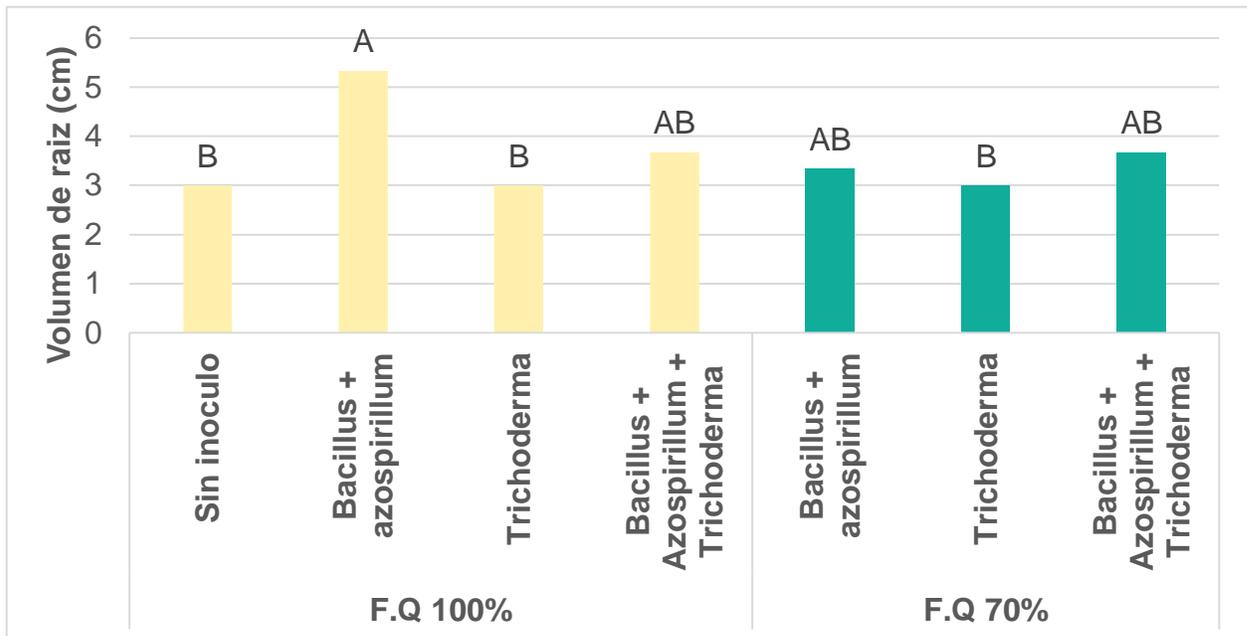


Figura 9 Volumen de raíz de la planta de cepasúchil en efecto a la inoculación de biofertilizantes y fertilización química

4.7 Longitud de raíz

De acuerdo con la investigación, las evidencias obtenidas de la longitud de raíz, se puede observar que los resultados presentaron variaciones en sus resultados entre los tratamientos aplicados, (Fig. 10). Se observa que los tratamientos 4 y 6 resaltan con porcentajes de 74.40%, inoculado con *Bacillus + Azospirillum* y *Trichoderma* en comparación al testigo, aun reduciendo la fertilización química al 70%.

Schultz et al., (2012) afirman que la propagación tiene lugar fundamentalmente en la área de expansión celular en la zona de los pelos absorbentes. En la rizosfera, las bacterias no solo colonizan la capa mucilaginosa que recubre las raíces (externa), sino también los espacios intercelulares dentro de las raíces (interna)

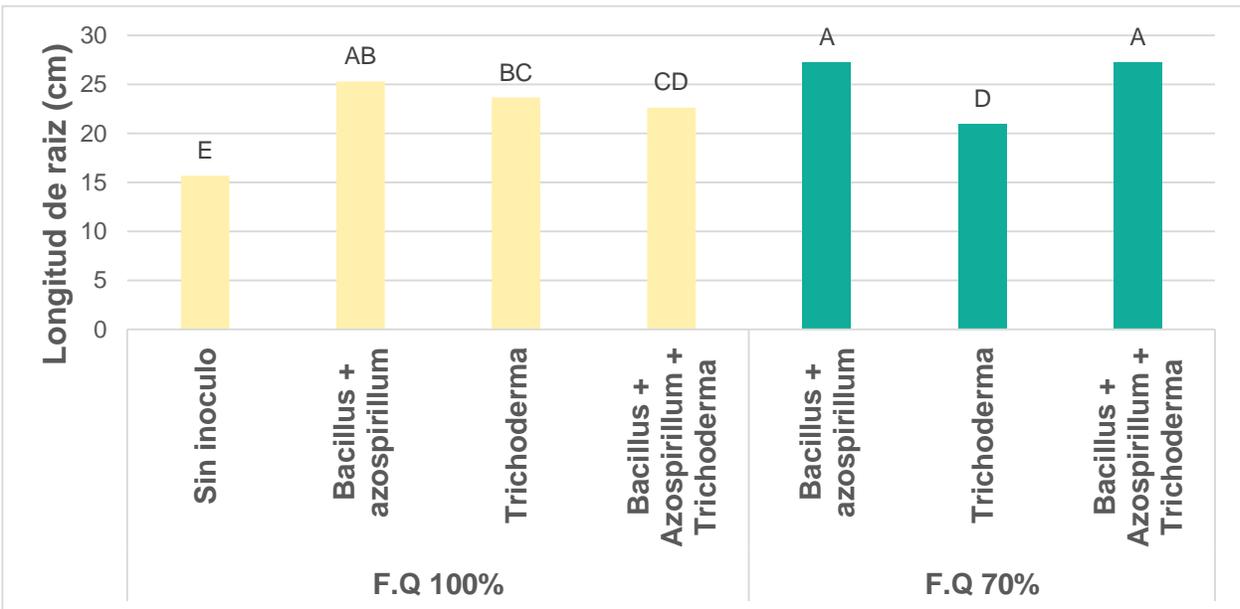


Figura 10 Longitud de raíz de la planta de cempasúchil en efecto a la inoculación de biofertilizantes y fertilización química

4.8 Peso fresco y seco de raíz

De acuerdo con la comparación de medias, los datos adquiridos en el parámetro de peso fresco desde la raíz, se percibieron las diferencias significativas entre dichos tratamientos aplicados con relación al peso fresco, (Fig. 11). Como se puede observar el tratamiento 1 con la aplicación de *Bacillus + Azospirillum* con 12 plantas incrementó en 67.25% en comparación al testigo.

Diversos experimentos indican que los generos de *Bacillus* han sido utilizados eficazmente como agentes de control contra multiples patogenos de cultivos (Islam et al., 2016). En trabajos elaborados con maiz forrajero, se evaluaron cepas del género *basillus subtilis* mostrando que la aplicación produjo variacion importante en cuanto al peso fresco de las raices y su longitud, en comparacion al grupo que recibio tratamiento quimico.

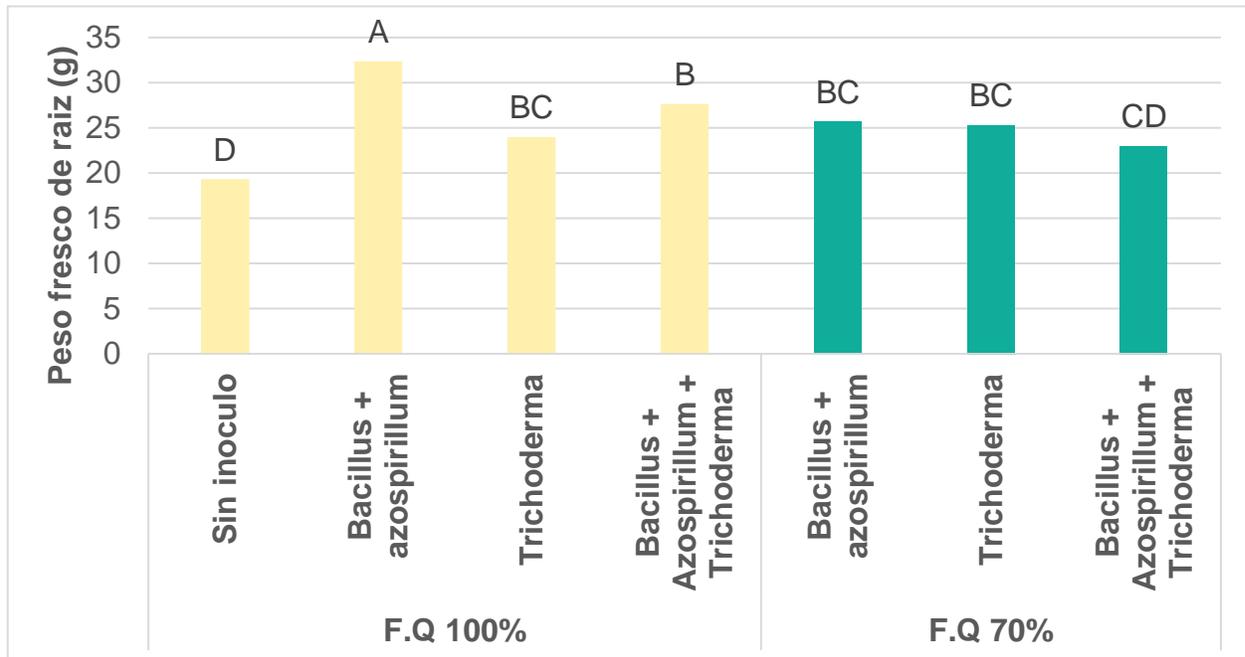


Figura 11 Peso fresco de raíz de la planta de cepasúchil en efecto a la inoculación de biofertilizantes y fertilización química

De acuerdo con el análisis de varianza, los resultados obtenidos en cuanto al peso seco de raíz, se visualiza que fueron evidentes las diferencias entre las variables tratadas (Fig. 12). Se observa que el tratamiento 1 respectivamente con 12 plantas resultó con 62.17% inoculado con *Bacillus Subtilis* en comparación al testigo.

En un estudio realizado por Stoll et al., (2018) se inocularon grupos bacterianos a plantúlas de lechuga lo cual se detectó un aumento en el peso seco y fresco en comparación al grupo testigo. Este incremento de hasta un 30 % en el peso se atribuyó a la acción de las bacterias como promotoras del crecimiento vegetal (PGRP).

Por su parte, Vivanco et al., (2016) señalaron que la inoculación de plantas con PGRP provoca un aumento tanto en la longitud como en grosor de manera proporcional. Este efecto positivo se debe a que las bacterias asociadas a las raíces producen fitohormonas, como el ácido indolacético, que favorecen la solubilización de fosfatos y la fijación de nitrógeno.

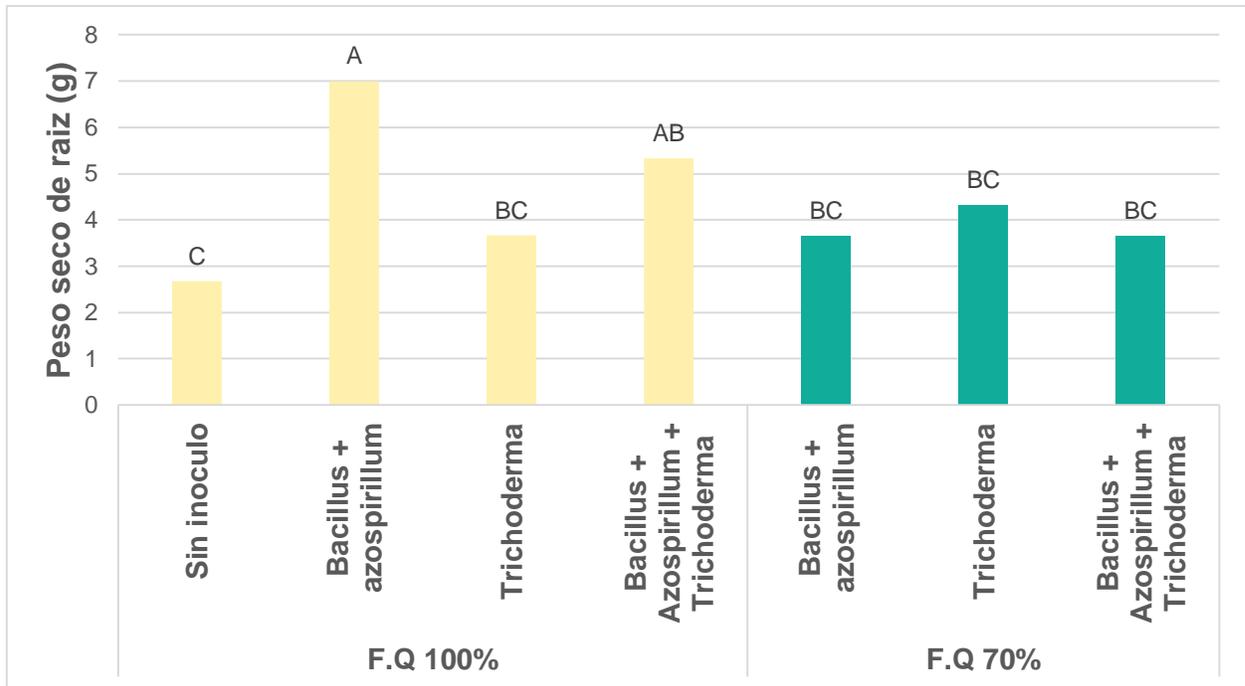


Figura 12 Peso seco de raíz de la planta de cempasúchil en efecto a la inoculación de biofertilizantes y fertilización química

V. CONCLUSIÓN

A partir de los hallazgos de esta investigación, se llega a la conclusión que los biofertilizantes mediante las inoculaciones de los géneros *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* y *Azospirillum* en el cultivo de cempasúchil, demuestran la eficiencia disolvente para obtener una mayor producción y crecimiento del cultivo.

Como se observó en los resultados se incrementaron y potencializaron desde el suelo que beneficio a la raíz hasta su punto de cosecha; por lo tanto, al utilizar biofertilizantes se pueden obtener producciones de alta calidad y así mismo minimizar el uso de fertilizantes químicos.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Agrios, G. 2005. Plant Pathology. 5ª ed. Elsevier. USA. 922 pp.

ARAÚJO, P.V.; CARVALHO, M. P.; RAMOS, M.D.L.R. 2006. Um Porto de árvores. Editora: campo Aberto, Porto, Portugal, 48p.

Angadi et al. (2020). Effect of macronutrients, microbial consortium and biostimulants on growth and yield of African marigold (*Tagetes erecta* L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. Vol. 9, No. 5.

Al-Hazmi, A.S., and M.T. Javeed. 2016. Effects of different inoculum densities of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* against *Meloidogyne javanica* on tomato. Saudi Journal of Biological Sciences 23:288-292.

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.

Barbaro, L.A., Karlanian, M., Papone, M.E. 2017. Sustratos: relación de poros con aire y agua adecuada para producir plantas florales en contenedor No 10. CIENC SUELO (ARGENTINA) 35(2): 205-213, 2017.

Barajas - Rodríguez, M., Soto-Nuñez, N. I., Escudero-Barrenechea, A., Sánchez-Galván, F., Hernández-Santiago, Q., & Bautista-Santos, H. (2021). Análisis de la cadena de suministro de la flor de cempasúchil (*Tagetes erecta* L.); caso de estudio. Agro Productividad, 13(3), 65-71.

Blanco, I. (2023, mayo 14). Biofertilizantes ventajas y desventajas. De Raíz Chile | Expertos en Compost, Tierra de Hojas y Jardinería.

Buchelt, A. C.; Metzler, C. R.; Castiglioni, J. L.; Dassoller, T. F. y Lubian, M. S. 2019. Aplicação de bioestimulantes e *Bacillus subtilis* na germinação e

- desenvolvimento inicial da cultura do milho. *Revista de Agricultura Neotropical*. 4(6):69-74.
- Cinvestav, C. (2020, octubre 31). Mejoran la flor de cempasúchil a partir de hongos y bacterias.
- Floresyplantas.net. (2017, 22 noviembre). Tagete erecta. *Revista de Flores, Plantas, Jardinería, Paisajismo y Medio Ambiente*.
- Gopi G, Elumalai A and Jayasri P. 2012. A concise review on *Tagetes erecta*. *International Journal of Phytopharmacy Research* 3: 16–19
- H. Wu Z. Wang W. Xu X. Liu X. Rs-198 liquid biofertilizers affect microbial community diversity and enzyme activities and promote *Vitis vinifera* L. Growth. *BioMed Res. nt.* 2020; 2020 (8321462): 8321462
- Islam, S., A. M. Akanda, A. Prova, Md. T. Islam, and Md. M. Hossain. 2016. Isolation and identification of plant growth promoting rhizobacteria from cucumber rhizosphere and their effect on plant growth promotion and disease suppression. *Front. Microbiol.* 6: 1360
- Jaulis, J., & Pacheco, A. (2015). PRODUCCIÓN DE MARIGOLD (*Tagetes patula* cv. Durango orange) EN DIFERENTES MEDIOS DE CRECIMIENTO, BAJO CONDICIONES DE VIVERO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. 38-43.
- Joshi B. Chaudhary A. Singh H. et al. Evaluación prospectiva del crecimiento individual y de consorcios de plantas que promueven las rizobacterias para la mejora del estrés por sequía en el arroz (*Oryza Sativa* L. Suelo vegetal, 2020.

- Ji, S., Liu, Z., Liu, B., Wang, Y., & Wang, J. (2020). The effect of Trichoderma biofertilizer on the quality of flowering Chinese cabbage and the soil environment. *Scientia Horticulturae*, 262(1), 109069.
- Liu, Z., Liu, B., Wang, Y., & Wang, J. (2020). The effect of Trichoderma biofertilizer on the quality of flowering Chinese cabbage and the soil environment. *Scientia Horticulturae*, 262(1), 109069.
- Lima, F.; Nunes, L. A. P. L.; Figueiredo, M. V. B.; Araújo, F. F.; Lima, L. M. y Araújo, A. S. F. 2011. *Bacillus subtilise* adubação nitrogenada na produtividade do milho. *Revista Brasileira de Ciência Agrárias*. 4(6):657-661. Doi: 10.5039/agraria.v6i4a1429.
- 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.
- Korir H.Mungai N.W. Thuita M. et al. Efecto de co-inoculación de los rizobios y los rizobacterios que promueven el crecimiento de las plantas en el crecimiento común de los frijoles en un suelo con bajo contenido de fósforo. *Frente. Plant Sci*. 2017; 8: e141.
- Kaderabek, LEB. 2017. Effects of Aging on the Physical, Chemical, and Hydrological Properties of Pine Bark Substrates. Thesis of Master of Science, Faculty of North Carolina State University. 146 pp.
- Mondragón P. J., Tenorio L. P. y Vibrans H. 2009. Malezas de México. Ficha informativa *Tagetes erecta* L.
- Mendez-García, E.F. 2009. Cultivo de marigol (*Tagetes erecta* L.) en el Perú: presente y futuro. Tesis de Postgrado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Postgrado. Lima, Perú. 114 pp.

- Murga G., S. N. (2007). Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de *Tagetes erecta* en el distrito Virú, La Libertad, Perú. *Neotropical Hemilthology*, 1(1):15-20 p.
- Moliner, C., Barros, L., Dias, M., López, V., Langa, E., Ferreira, I., y Gómez-Rincón, C. 2018. Edible flowers of *Tagetes erecta* L. as functional ingredients: phenolic composition, antioxidant and protective effects on *Caenorhabditis elegans*. *Nutrients*. 10(12).
- Moccaldi L. & Runkle, E. (2007). Modeling the effects of temperature and photosynthetically light integral on growth and flowering of *Salvia splendens* and *Tagetes patula*.
- Maçik M. Gryta A. Fraç M. Biofertilizantes en la agricultura: una visión general de los conceptos, estrategias y efectos sobre los microorganismos del suelo. *Adv. Agron.* 2020; 162: 31-87
- Mahanty, T., Bhattacharjee, S., Goswami, M., Bhattacharyya, P., Das, B., Ghosh, A. y Tribedi, P. (2016). Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development. *Environmental*.
- Manandhar, S; Pant, B; Manandhar, C; Baidya, S. 2019. In-vitro evaluation of biocontrol agents against soil borne plant pathogens. *J. Nep. Agric. Res. Counc.* 5:68-72
- Navarro-González, I., González-Barrio, R., Garcia-Valverde, V., Bautista-Ortin, A.B., Periago, M.G.(2015).
- Nosheen S. Ajmal I. Canción Y. Los microbios como biofertilizantes, un enfoque potencial para la producción sostenible de cultivos. *Sostenibilidad*. 2021; 13: 1-20.

Procuraduría Federal del Consumidor. (s/f). *Biofertilizantes*. gob.mx. Recuperado el 13 de noviembre de 2024.

Pelagio-Flores R, Esparza-Reynoso S, Garnica-Vergara A, López-Bucio J and Herrera-Estrella A. 2017. *Trichoderma*-Induced acidification is an early trigger for changes in *Arabidopsis* root growth and determines fungal phytostimulation. *Frontiers in Plant Science* 8:822.

Prasad, RM; Sagar, V; Devi, U; Triveni, S; Rao, K; Chari, D. 2017. Isolation and Screening of Bacterial and Fungal Isolates for Plant Growth Promoting Properties from Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 6(8):753-761.

Procuraduría Federal del Consumidor. (s/f). *Biofertilizantes*. gob.mx. Recuperado el 8 de noviembre de 2024,

Rzedowski J y Rzedowski GC. 2006. Flora Fanerogámica del Valle de México. Vol. II 1ª. Edición. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN e Instituto de Biología. México D.F

Serrato-Cruz, M. A. (2006). Colecta, caracterización y aprovechamiento de *Tagetes erecta* L. como ornamental. Avances de investigación. Departamento de Fitotecnia: Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco Estado de México.

Sahu, P. K. y Brahma Prakash, G. P. (2016). Formulations of biofertilizers— Approaches and advances. En D. Singh, H. Singh y R. Prabna (eds.), *Microbial inoculants in sustainable agricultural productivity* (pp.179- 198). Nueva Delhi: Springer India.

Szilagyi-Zecchin V.J. Mógor Á.F. Figueiredo G.G.O. Estrategias para la caracterización de bacterias de importancia agrícola BT - inoculantes microbianos en la productividad agrícola sostenible. en: *Perspectivas de investigación*. 1. Springer India, Nueva Delhi 2016: 1-21(2016).

- SIAP (Sistema de información Agrícola y Pecuaria). 2017.
- Staff, F. (2019, 25 octubre). *China se convierte en el principal productor de cempasúchil y destrona a México*. Forbes México.
- Sánchez-Cardozo, J., Díaz-Barrera, J.L. 2019. Evaluación de sustratos elaborados a partir de residuos celulósicos para la propagación de flores ornamentales y hortalizas. *Bioagro* 31(1): 45-54.
- Serrato, C. M. A. (2022). Cempasuchil: flor de la sabiduría del hombre.
- Samaras, A., Roumeliotis, E., Ntasiou, P. & Karaoglanidis, G. (2021). *Bacillus subtilis* MBI600 promotes growth of tomato plants and induces systemic resistance contributing to the control of soilborne pathogens. *Plants*, 10, 1113.
- Schultz N, Morais RF, Silva JA, *et al*. Avaliação agrônômica de duas variedades de cana-de-açúcar inoculadas com bactérias diazotróficas e adubadas com nitrogênio. *Pesq Agropec Bras* 2012;(47):261-268.
- Singh, Y., Gupta, A., Kannoja, P. (2020). *Tagetes erecta* (Marigold). A review on its phytochemical and medicinal properties. *Current Medical Drug Research*, 4 (1), Article ID 201.
- Stoll, A., Olalde, V., & Bravo, J. (2018). Efecto de bacterias promotoras del crecimiento vegetal andinas sobre el crecimiento de plántulas de lechuga bajo condiciones industriales. *Biotecnología y Sustentabilidad*, 1(1), 36-40.
- Villaseñor J.L., Maeda P., Colín-López J.J. y Ortiz E. 2005. Estimación de la riqueza de especies de Asteraceae mediante extrapolación a partir de datos de presencia-ausencia. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 76:5-18
- Vázquez, V. S., & Vázquez, C. S. 2007. Cultivos poblanos y sus opciones de industrialización. Editorial Universitaria.

- Vázquez G, L. M., Viveros Farfán, I. M. G., Castañeda, E. S., 2002. Cempasúchil (*Tagetes spp.*): recursos fitogenéticos ornamentales de México (No. Sirsi) 19789688357910).
- Vivanco, R., Molina, D., Morales, Y., Quintero, V., Munive, A., & Muñoz, J. (2016). Reto agrobiotecnológico: inoculantes bacterianos de segunda generación. *Alianzas y Tendencias*, 1(1), 9-19.
- Valdez-Aguilar, L.A., Hernández-Pérez, A., Alvarado-Camarillo, D., & Cruz-Altunar, Á. (2015). Diseño de un programa de fertilización para crisantemo en base a extracción de macronutrientes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(spe12), 2263-2276.
- Zamarrón, I. 2021. FORBES México. Obtenido de Xochimilco espera venta de 100 mdp por flor de cempasuchil.
- Zaidi, A. & Khan, M. S. (2006). Co-inoculation effects of phosphate solubilizing microorganisms and *Glomus fasciculatum* on green gram-*Bradyrhizobium* symbiosis. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30, 223-230.