

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Respuesta en el Desarrollo y Rendimiento de Chile Manzano (*Capsicum pubescens*) a la Aplicación de Diferentes Bioinsumos

Por

ERIKA VELASQUEZ ALVAREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener su título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Respuesta en el Desarrollo y Rendimiento de Chile Manzano (*Capsicum pubescens*)
a la Aplicación de Diferentes Bioinsumos

Por:

ERIKA VELASQUEZ ALVAREZ

TESIS

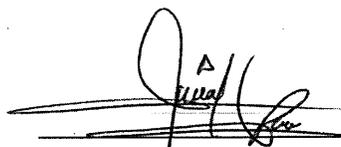
Presentada como requisito parcial para obtener su título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Valentín Robledo Torres
Asesor Principal



Dr. Armando Hernández Pérez
Coasesor



Dra. Areli González Cortés
Coasesor



Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2023

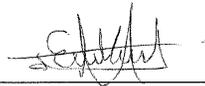
DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

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.

Alumna



Erika Velasquez Alvarez

AGRADECIMIENTOS

A mí ALMA MATER por los mejores años que pudo haberme ofrecido, por darme la mejor formación académica, por proporcionarme conocimiento, aprender y prepararme para la vida laboral, por haberme brindado la oportunidad de conocer tantas personas, amigos que se volvieron como mi segunda familia, por esto y muchas cosas más gracias.

Al Dr. Valentín Robledo Torres por brindarme su apoyo para realizar mi proyecto de tesis, por el tiempo brindado y compartir sus conocimientos.

A la Dra. Areli Gonzáles Cortés por brindarme su tiempo de revisiones y por sus comentarios.

A la Dra. Laura Raquel Luna García por brindarme su apoyo para poder llegar a este momento.

DEDICATORIAS

A mis padres:

A mi padre Justiniano Velasquez Alvarez por siempre brindarme su apoyo incondicional para continuar con este sueño tan esperado, recordando aquel momento en que me dejo en la terminal, diciendo que me cuidara y le echara ganas, hoy se ven reflejados nuestros esfuerzos, este logro está dedicado a usted ya que nunca dejo de creer en mí, por siempre brindarme ese amor, espero llenarlo de orgullo con una de las tantas cosas que deseo lograr en esta vida.

A mi madre Paula Alvarez Velasquez por siempre darme sus palabras de aliento, por el apoyo incondicional que siempre me mostró, por siempre escucharme en mis momentos difíciles, por siempre aconsejarme, qué camino seguir en las travesías de la vida, recordando aquel día en que la deje en casa, despidiéndonos con un abrazo y lágrimas en el rostro, desde el fondo de mi corazón siempre esperé este momento, donde usted se llenará de orgullo por este logro nuestro y por aquellos que aún nos faltan.

A mi hermana:

Yessica Velasquez Alvarez por ser mi otra mitad, mi compañera de vida porque, aunque el destino se encargó de separarnos en este camino tomando rumbos diferentes, siempre perseguimos la misma meta, hoy sé que tú lo lograste y yo lo logré, sé que las 2 estaremos siempre orgullosas una de la otra, separarnos no fue fácil pero siempre supimos la razón, hoy espero llenarte de orgullo.

A mis hermanos:

Mario Alberto Velasquez Alvarez, Pablo Ramiro Velasquez Alvarez y Alvaro Velasquez Alvarez ustedes que desde siempre se encargaron de cuidarme, de

apoyarme y alentarme a continuar con este camino porque, aunque al principio se veía tan lejos, el día de hoy llegamos a un meta más, espero llenarlos de orgullo con este logro, agradeceré siempre infinitamente su apoyo.

A mis abuelos:

Erasmus Alvarez Velasco y Soledad Velasquez Flores, aunque ustedes se fueron sin saber que llegaría este día, sé que donde quiera que se encuentren estarían orgullosos de mí.

Eusebio Atanacio Velasquez Millán allá donde usted se encuentra sé que estaría orgulloso de mí y a Guadalupe Herrera Vasquez cada visita a casa preguntaba cómo estaba y en cada despedida a mi regreso a la universidad me pedía echarle ganas.

A mis amigos de la preparatoria:

Angelica Vasquez, Cesar López, Jakeline Flores, Martin Alvarez por siempre escucharme, apoyarme y alentarme a continuar con mi camino por la vida.

A mis amigos de la universidad:

Joel Arturo Nieto Sánchez gracias por tu amistad sincera, por siempre apoyarme en mis decisiones por escucharme y aconsejarme.

Lizbeth Yoselyn Jiménez Hernández por siempre escucharme, aconsejarme y por acompañarme en este largo camino, por volver mi vida más feliz, por acompañarme en las buenas y malas.

Román Castro González por ser mi amigo desde el principio, por ayudarme siempre, por ser mi compañero de tesis, gracias por acompañarme en todo momento.

Gerardo Josué Vargas Urrutia por siempre acompañarme en la vida universitaria, recordando esas mañanas para asistir a clase de las 7, por despertarme y venir juntos a la universidad, por tu amistad y tu tiempo brindado.

Karen Mishel Morales Pivaral mi primera amiga de la universidad, gracias por hablarme aquel primer día, por convertirte mi compañera de locuras y de momentos inolvidables.

Ana Cristina Estrada Montero por ser mi roomie, mi amiga, por acompañarme siempre, por desvelarte conmigo, por venir a Saltillo y adoptarme, por siempre cuidarme y apoyarme en esta vida, gracias por todos aquellos momentos que vivimos juntas.

A Lizeth Alejandra Velasco López mi compañera de vida, gracias por acompañarme en este viaje tan largo, lo hiciste sentir más fácil de lograr por siempre creer en mí, por acompañarme siempre a ver mi proyecto fuera la hora que fuera temprano, tarde o noche, por siempre hacerme sentir mejor con tus abrazos, con tus palabras, gracias por brindarme siempre ese amor incondicional, este logro siempre lo sentiré tuyo y mío porque eres y serás parte de mi vida.

A sensei Lee Mata por creer en mí, siempre exigiendo más de en cada entrenamiento, por aconsejarme en decisiones de la vida.

A mis compañeros de judo Ale, Kelly, Miguel, Marco, Eder por siempre entrenar conmigo y alentarme a ser mejor en cada técnica y cada entrenamiento.

A mis profesores que marcaron mi vida estudiantil.

Y a todos aquellos que en el camino me ayudaron a perseguir mis metas, mis objetivos y mi sueño, gracias.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	4
DEDICATORIAS	5
RESUMEN.....	14
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo general.....	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
1.2. Hipótesis.....	2
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Origen y Distribución	3
2.2. Taxonomía del Chile manzano	4
2.3. Descripción botánica	4
2.3.1. Raíz.....	4
2.3.2. Tallo.....	4
2.3.3. Hoja.....	4
2.3.4. Flor.....	5
2.3.5. Fruto.....	5
2.3.6. Semilla	5
2.4. Producción Mundial	5
2.5. Producción Nacional.....	6
2.6. Producción nacional de chile verde manzano	7
2.7. Importancia nutrimental	8
2.8. Fenología de <i>C. pubescens</i>	9
2.8.1. Semillero	9

2.8.2.	Desarrollo vegetativo	9
2.8.3.	Floración	9
2.8.4.	Maduración	10
2.9.	Requerimientos Edafoclimáticos	10
2.9.1.	Temperatura	10
2.9.2.	Radiación	10
2.9.3.	Humedad relativa	10
2.9.4.	Suelo	10
2.10.	Plagas de <i>C. pubescens</i>	11
2.10.1.	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	11
2.10.2.	Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	12
2.10.3.	Araña roja de 2 manchas (<i>Tetranychus urticae</i>)	13
2.10.4.	Picudo del chile (<i>Anthonomus eugenii</i>)	14
2.11.	Enfermedades de <i>Capsicum</i>	15
2.11.1.	Secadera del chile <i>Phytophthora capsici</i>	15
2.12.	Sistemas de Producción de <i>C. pubescens</i>	15
2.12.1.	Producción de plántula	15
2.12.2.	Trasplante	15
2.12.3.	Nutrición del cultivo	16
2.12.4.	Riegos	16
2.12.5.	Sombreado	17
2.12.6.	Sistema de tutoreo	17
2.12.7.	Podas	17
2.12.8.	Cosecha	17
2.13.	Bioinsumos para el cultivo de Chile	18

2.13.1.	Fulvato de potasio	18
2.13.2.	<i>Trichoderma</i> spp.	18
2.13.3.	Sales de amonio cuaternario	18
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1.	Localización del área experimental	19
3.1.1.	Producción de plántula.....	19
3.1.2.	Producción y manejo.....	19
3.1.3.	Tratamientos	19
3.1.4.	Manejo experimental.....	21
3.1.5.	Preparación del terreno.....	22
3.1.6.	Trasplante	22
3.1.7.	Riegos.....	22
3.1.8.	Fertilización.....	22
3.1.9.	Tutorado.....	23
3.1.10.	Podas	24
3.1.11.	Control de malezas.....	24
3.1.12.	Control de plagas y enfermedades	24
3.1.13.	Trampeo	24
3.1.14.	Control químico.....	24
3.2.	Variables Evaluadas	25
3.2.1.	Diámetro polar de fruto (DPF).....	25
3.2.2.	Diámetro ecuatorial de fruto (DEF)	26
3.2.3.	Peso total de frutos (PTF)	26
3.2.4.	Número total de frutos (NTF)	26
3.2.5.	Peso promedio de fruto (PPF)	26

3.2.6.	Días a floración (DAF).....	26
3.2.7.	Altura de la planta (ADP)	26
3.2.8.	Diámetro del tallo (DBT).....	26
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1.	Diámetro polar del fruto (DPF).....	27
4.2.	Diámetro ecuatorial del fruto (DEF).....	28
4.3.	Peso total de fruto (PTF)	29
4.4.	Número total de frutos (NTF).....	30
4.5.	Peso promedio de frutos (PPF)	31
4.6.	Días a floración (DAF).....	32
4.7.	Diámetro del tallo (DBT)	33
4.8.	Altura de la planta (ADP).....	34
4.9.	Sales cuaternarias de amonio	35
4.10.	Fulvato de potasio.....	35
5.	CONCLUSIONES.....	36
6.	LITERATURA CITADA.....	37

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales países productores de ajíes y pimientos verdes (Capsicum y pimenta (FAOSTAT, 2023)	6
Cuadro 2. Principales estados productores de chile en México (SIAP, 2023). 7	
Cuadro 3. Estados productores de chile verde manzano (SIAP, 2023).	7
Cuadro 4. Producción de chile verde manzano por municipios (SIAP, 2023). 8	
Cuadro 5. Cantidad de fertilizantes requeridos para preparar 1000 litros de solución (Pérez y Castro, 2012).....	16
Cuadro 6. Los niveles de los productos antes citados dieron origen a 14 tratamientos, que se muestran a continuación.	20
Cuadro 7. Cantidad de fertilizantes usados para 500 litros de agua, (solución usada desde el trasplante a floración).	23
Cuadro 8. Cantidad de fertilizantes usados para preparar 500 litros de agua (solución usada en la etapa de cuajado de frutos).	23

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1. Comparación de medias de la variable diámetro polar en fruto de chile manzano.....	27
Gráfica 2. Comparación de medias de la variable diámetro ecuatorial en fruto de chile manzano.....	28
Gráfica 3. Comparación de medias de la variable peso total de frutos en chile manzano.....	29
Gráfica 4. Comparación de medias de la variable número total de frutos en chile manzano.....	30
Gráfica 5. Comparación de medias de la variable peso promedio de frutos en chile manzano.....	31
Gráfica 6. Comparación de medias de la variable días a floración en plantas de chile manzano.....	32
Gráfica 7. Comparación de medias de la variable diámetro del tallo en plantas de chile manzano.....	33

Gráfica 8. Comparación de medias en la variable altura de plantas en chile manzano.....	34
--	----

RESUMEN

El proyecto de investigación se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El objetivo principal de este proyecto fue evaluar características como la altura de la planta (ADP), diámetro del tallo (DBT), días a floración (DTF), diámetro ecuatorial del fruto (DEF), diámetro polar del fruto (DPF), número total de frutos por planta (NTP), peso total de frutos (PTP) y peso promedio de frutos (PPF) en el cultivo de *Capsicum pubescens* R y P conocido comúnmente como chile manzano, utilizando Prevence T3 formulado a base de Trichoderma, Aminofol potasio formulado a base de fulvato de potasio, Q-Track hecho a base de sales cuaternarias de amonio. Los resultados obtenidos no fueron estadísticamente significativos a excepción del diámetro ecuatorial del fruto.

Palabras clave: Chile manzano, *Capsicum pubescens*, *Trichoderma*, Sales cuaternarias de amonio, fulvato de potasio.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las primeras plantas domesticadas por las civilizaciones antiguas, fue el chile (*Capsicum* spp), en el continente americano (MacNeish, 1964). El género *Capsicum* es considerado uno de los saborizantes más importantes en la cocina a nivel mundial (Aguilar *et al.*, 2010). Las especies de este género cultivadas por el hombre son cinco: *Capsicum annuum* L., *Capsicum frutescens* L., *Capsicum chinense* Jacq., *Capsicum baccatum* L., *Capsicum pubescens* R & P, esta última fue descubierta en 1799 en una expedición de Ruiz y Pavón (Viñales *et al.*, 1996).

Las plagas que afecta al cultivo de chile manzano son; pulgones, mosquita blanca, minador de la hoja, picudo del chile, araña roja y trips, dentro de las enfermedades que afectan este cultivo se encuentran; *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Cercospora capsici*, *Phytophthora capsici*, *Botrytis cinérea*, *Alternaria solani*, generalmente producen marchitamientos vasculares donde atacan hojas y tallos (Muciño, 2013).

El cultivo de chile actualmente enfrenta grandes problemas fitosanitarios relacionados con enfermedades como lo es la secadera del chile, la cual es causada por un complejo de enfermedades que se encuentran en el suelo, por lo que se buscan alternativas como el uso de diferentes especies del género *Trichoderma* para su uso antagonista contra el complejo de secadera del chile (Andrade, 2019). El uso de especies de *Trichoderma* ha demostrado que ayuda al crecimiento y desarrollo de plántulas en cultivo de chile y a soportar estrés hídrico en las plantas (Hernández, 2016). Por otra parte, el amonio cuaternario se ha utilizado como biosida agrícola para control de enfermedades bacterianas y fungosas (Young *et al.*, 2018). Es importante mencionar que las diversas enfermedades fitopatológicas provocadas por *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* y *Fusarium* spp pueden causar pérdidas de entre 60 y 100% del cultivo (Guerrero *et al.*, 2004).

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Reducir al mínimo los problemas de enfermedades radiculares aplicando amonio cuaternario y *Trichoderma*, así como mejorar la calidad del fruto mediante aplicaciones foliares de fulvato de potasio y *Trichoderma*.

1.1.2. Objetivos específicos

1. Promover la calidad del fruto mediante aplicaciones foliares de potasio.
2. Realizar aplicaciones de *Trichoderma* para analizar su efecto en las enfermedades radiculares
3. Realizar aplicaciones foliares de sales cuaternarias de amonio para ver el efecto en la reducción de bacterias, hongos y virus.

1.2. Hipótesis

Al menos uno de los tratamientos resultará efectivo para el control de enfermedades y mejorará la calidad del fruto.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Origen y Distribución

México es uno de los principales centros de origen y domesticación del chile (Medina *et al.*, 2019). *Capsicum pubescens* conocido comúnmente como chile manzano, fue introducido a México a principios del siglo XX, es una especie originaria de Perú y Bolivia, específicamente de las partes altas y se encuentra en las regiones con altitudes de 1700 a 2500 msnm (Pérez y Castro, 2012), aunque esta especie también se adapta a regiones templadas (Aguilar *et al.*, 2010).

La diversidad genética del género *Capsicum* se encuentra distribuida por todo México, de forma cultivada y silvestre, pero existen especies de chile que se desarrollan en regiones específicas o que tienen uso y desarrollo generalizado en el país (Aguilar *et al.*, 2010).

La mayor diversidad genética de *C. pubescens* se encuentra en Sudamérica, pero en México también hay diversidad, específicamente en hábitos de crecimiento ya sea determinado, indeterminado e intermedio, en colores ya que van de amarillos brillantes, pasando por anaranjados a rojos brillantes, en cuanto a formas también se tiene diversidad ya que se pueden encontrar en forma de pera siendo aquellos que tienen 1 o 2 lóculos, en forma de manzana o cuadrados, los cuales tienen 3 o 4 lóculos, en México se distribuye en las regiones de los estados de Chiapas, México, Centro de Veracruz, Michoacán y Sierra Norte de Puebla (Pérez y Castro, 2012).

El chile manzano recibe otros nombres como son: cera, ciruelo, canario y perón que hacen referencia a sus textura, forma y color del fruto. Dependiendo las condiciones de cada región la tecnología para producirlo puede ser variada ya sea en traspatio, asociada con árboles o en invernadero (Aguilar *et al.*, 2010).

2.2. Taxonomía del Chile manzano

Reino: Plantae

División: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum* L.

Especie: *pubescens* Ruiz y Pav.

(ITIS,2023).

2.3. Descripción botánica

2.3.1. Raíz

El sistema radicular del chile manzano varía, si se cultiva a campo abierto tiende a ser una raíz principal pivotante y abundantes raíces secundarias, las cuales pueden alcanzar hasta 1.2 m de profundidad y 0.8 m de plano horizontal. Por otra parte, si es cultivado en sustratos su sistema radicular es ramificado y de volumen reducido (Pérez y Castro, 2012)

2.3.2. Tallo

Es leñoso, de crecimiento erecto, en algunos casos, presentan abundante pubescencia, de color verdoso, excepto los primeros entrenudos (Brenda, 2015). Su ramificación es pseudodicotómica (Pérez y Castro 2012).

2.3.3. Hoja

Es peciolada, de filotaxia alterna dística, con ápice acuminado, nervadura reticulada perinerve, con bordes lisos y con demasiada vellosidad (Pérez y Castro 2012). La presencia de pubescencia en las hojas de chile manzano la hace muy llamativa (Bosland, 1996).

2.3.4. Flor

La floración del chile manzano inicia desde la primera bifurcación y así sucesivamente entre cada nudo (Bosland, 1996, citado en Brenda, 2015). Presenta flores solitarias, las cuales llegan a vivir de 2 a 3 días. Su corola es color púrpura, con blanco en la base de los pétalos (Bo, 2013). Raramente las flores llegan a ser color blanco. Las flores del chile manzano son hermafroditas (Pérez y Castro, 2012).

2.3.5. Fruto

La forma del fruto varía de acuerdo con el número de lóculos, si presenta uno o dos se aprecia una forma aplanada, por otra parte, si tiene tres o cuatro, se le atribuye forma de una manzana. La posición del fruto es declinante. En estado inmaduro la coloración del fruto es verde, una vez que pasa a estado maduro, la coloración puede variar, ya sea amarillo, naranja o rojo (Pérez y Castro, 2012).

2.3.6. Semilla

Las semillas son negras, con bordes ligeramente ondulados, son de forma ovalada, es la única especie de *Capsicum* que tiene semillas negras. Miden aproximadamente cinco mm de diámetro además presenta una testa gruesa (Pérez y Castro, 2012).

2.4. Producción Mundial

A nivel mundial, la producción total de ajíes y pimientos verdes durante el año 2021 fue de 53,036,362.58 toneladas, en el cuadro 1 se muestran los 10 principales países productores de acuerdo con las toneladas producidas.

Cuadro 1. Principales países productores de ajíes y pimientos verdes (Capsicum y pimenta (FAOSTAT, 2023)

No	País	Producción (ton)	Área cosechada (ha)	Rendimiento (ton/ha)
1	China	16749718.83	754718	221933
2	China, Continental	16721690.83	752121	222327
3	Turquía	3091295.00	80239	385261
4	Indonesia	2747018.03	321923	85331
5	México	2584143.60	147808	174831
6	España	1511560.00	22240	679658
7	Egipto	862127.11	47892	180016
8	Nigeria	759133.99	101335	74913
9	Estados Unidos de América	531202.00	16916	314023
10	Países Bajos	440000.00	1630	2699387

2.5. Producción Nacional

De acuerdo con SIAP (2023), la producción nacional de chile verde en todas sus variantes comerciales, en el año 2022 fue de 3,112,480.69 toneladas, con una superficie cultivada de 156,931.79 hectáreas, y un promedio de 19.83 toneladas por hectárea, dando un valor de \$36,585,698.35 millones de pesos, en el Cuadro 2 se muestran los 10 principales estados productores de México de acuerdo a su producción por año.

Cuadro 2. Principales estados productores de chile en México (SIAP, 2023).

No	Estado	Producción ton/año	Valor Producción
1	Chihuahua	640,814.21	6,177,943.53
2	Sinaloa	598,399.29	6,106,641.08
3	Zacatecas	409,189.70	5,220,179.96
4	San Luis Potosí	333,737.82	5,198,704.82
5	Jalisco	201,258.91	2,656,800.98
6	Sonora	187,413.20	1,816,569.75
7	Michoacán	142,936.35	1,600,254.92
8	Guanajuato	142,213.39	2,110,194.12
9	Baja California Sur	79,530.57	809,050.07
10	Veracruz	44,542.98	556,072.62
	Total	2,780,036.42	32,252,411.85

2.6. Producción nacional de chile verde manzano

Según SIAP (2023), en el caso de la variedad registrada como chile verde manzano en el año 2022, se obtuvo una producción total de 6,473.97 toneladas, con una superficie sembrada de 284.23 hectáreas, arrojando como rendimiento de 22.78 toneladas por hectárea, con un valor total de \$62,940.42, en el cuadro 3 se muestran los estados productores de chile verde manzano en México.

Cuadro 3. Estados productores de chile verde manzano (SIAP, 2023).

No	Estado	Superficie sembrada (ha)	Producción (ton)	Valor \$
1	México	149.23	4,985.35	51,202.97
2	Puebla	122	1,287.12	9,259.00
3	Michoacán	13	201.5	2,478.45
	Total	284.23	6,473.97	62,940.42

Los municipios con mayor superficie cultivada de chile manzano se distribuyen en los estados de México, Michoacán y Puebla (Cuadro 4).

Cuadro 4. Producción de chile verde manzano por municipios (SIAP, 2023).

Estado	Municipio	Superficie			
		sembrada (ha)	Producción	Rendimiento	Valor \$
México	Sultepec	48.8	1,948.71	39.93	17,462.79
México	Coatepec Harinas	20.14	1,497.81	74.37	16,343.46
México	Almoloya de Alquisiras	18.2	671.94	36.92	8,798.43
México	Tenancingo	7.74	372.6	48.14	3,649.89
México	Amatepec	50.6	326.23	6.45	3,767.30
México	Villa Guerrero	3.17	161.67	51	1,131.69
México	Valle de Bravo	0.58	6.39	11.02	49.41
México	Coacomán de Vázquez Pallares	13	201.5	15.5	2,478.45
Puebla	Chilchotla	50	546	10.92	3,781.16
Puebla	Quimixtlán	40	416	10.4	3,032.99
Puebla	Chichiquila	32	325.12	10.16	2,444.85
	Total	284.23	6,473.97	22.78	62,940.42

2.7. Importancia nutrimental

El chile manzano *C. pubescens* es una hortaliza que tiene un gran valor nutrimental ya que aporta los 16 aminoácidos más importantes para el cuerpo humano, contiene niveles altos de fibra, proteína y carbohidratos, del mismo modo ofrece beneficios medicinales (Domingo y Mendoza, 2022).

En 100 g podemos encontrar 1.9 mg de proteína, un promedio de 2452 UI (unidades internacionales) /100g, también 332.8 mg/100 g de vitamina C.

Respecto al contenido mineral en 100 g de producto se tienen; 47.7 mg de fósforo, 208.6 mg de potasio, 22.6 mg de calcio, 10.7 mg de magnesio, 0.897 mg de cobre, 7.9 mg de zinc, 3.7 mg de hierro y 1.192 mg de manganeso, de acuerdo con Pérez y Castro (2012).

2.8. Fenología de *C. pubescens*

Sardón (2015), menciona que en este cultivo se pueden distinguir cuatro etapas de desarrollo:

2.8.1. Semillero

Esta fase se inicia desde la germinación de la semilla (Sardón, 2015). Si la semilla a utilizar se obtiene directamente del fruto, contiene más humedad y facilita el rompimiento de la testa, se considera que es la más apropiada para esta actividad, ya que emerge a los 5 o 6 días (Pérez y Castro, 2012).

Pasados 30 a 35 días después de la siembra, se realiza el trasplante al área definitiva, esta actividad requiere mucho cuidado con la raíz (Sardón, 2015).

2.8.2. Desarrollo vegetativo

Posterior al trasplante, se inicia el crecimiento de las raíces, profundizando la raíz pivotante e iniciando el desarrollo de raíces secundarias, a su vez aumenta el número de hojas y su tamaño, al tiempo que la planta se desarrolla, las ramas se subramifican, lo cual ocurre entre los 35 a 120 días después del trasplante (Sardón, 2015).

2.8.3. Floración

En esta tercera etapa, cada ramificación produce flores terminales, ocurriendo entre los 140 a 152 días, esta etapa comprende la reproducción de la planta (Sardón, 2015).

2.8.4. Maduración

Inicia entre los 210 a 245 días, cuando los primeros frutos comienzan a madurar, se inicia una etapa de crecimiento vegetativo y floración, de tal manera que se producen frutos en distintos niveles de maduración, lo cual permite cosechar cada semana o cada dos semanas (Sardón, 2015).

2.9. Requerimientos edafoclimáticos

Según Espinosa (2010), los requerimientos para chile manzano en invernadero son los siguientes:

2.9.1. Temperatura

El intervalo óptimo de temperatura para chile manzano oscila entre los 15 a 22°C, el valor crítico superior es de 30°C y el valor mínimo crítico es de 2°C.

2.9.2. Radiación

Valores óptimos de 400 a 600 lum.sqf⁻¹.

2.9.3. Humedad relativa

La humedad relativa entre 60 a 80% es la más adecuada, siendo críticos los valores mayores a 80% y los menores de 40%.

2.9.4. Suelo

Se puede desarrollar en suelo andosoles, esto indica que son de pH ácido y ricos en materia orgánica. Se requiere un pH de 5.5 a 6.5 para su óptimo desarrollo (Pérez y Castro, 2010).

2.10. Plagas de *C. pubescens*

2.10.1. Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Es una plaga extremadamente polífaga, tiene la capacidad de desarrollarse en especies vegetales cultivadas y en plantas herbáceas, dando como resultado su mantenimiento durante todo el año, la reproducción de esta plaga es por partenogénesis arrenotoca, de modo que los huevos no fecundados dan lugar a machos y los huevos fecundados a hembras (Beitia y Hernández, 2010).

Su ciclo biológico se comprende del huevo; el cual es color blanquecino al principio y posteriormente se torna café claro, tiene forma ovada y se encuentra en el envés de la hoja, una vez eclosionado se encuentra el primer estadio ninfal, este primer estadio es móvil, ya que se mueve por debajo de la hoja, le continúan tres estados ninfales y se diferencian por tamaño y desarrollo, al final del cuarto estadio ninfal, se le conoce como pupa, por último se encuentra el adulto, siendo un color blanco-amarillento (Beitia y Hernández, 2010).

A una temperatura de 28°C el ciclo de vida de *Bemisia tabaci*, comprende de 10 días en huevo, 17 días en primer, segundo, tercer y cuarto instar, 4 días en pupa y 16 días en estado adulto. Una hembra puede vivir hasta 60 días y la vida del macho es más corta en comparación con la de la hembra, la cual va de los 9 a 17 días, en un año pueden ocurrir de 11 a 15 generaciones (Cuthbertson, 2022).

Los daños que causa esta plaga se ven diferenciados en 2 tipos directos e indirectos, el primero se produce por la alimentación del insecto en estado adulto y estadios ninfales, ya que succionan la savia, produciendo debilitamiento, baja productividad e induce desordenes fisiológicos. Los daños indirectos, son provocados por la producción de fumagina por los estadios inmaduros y la transmisión de diversos virus (Beitia y Hernández, 2010).

2.10.2. Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Esta plaga, tiene la capacidad de mantenerse activa todo el año en zonas cálidas, mientras que en zonas templadas se ven obligadas a invernar. Los trips se dispersan de forma activa ya sea por medio de material contaminado o por el vuelo de adultos alados. Al ser una especie oportunista, los adultos son polenofagos y florícolas, su producción y crecimiento poblacional se ve favorecido por el polen (Beitia y Hernández, 2010).

La diferencia entre machos y hembras es su coloración y tamaño, ya que los primeros son más pequeños midiendo 0.8 a 0.9 mm, mientras que las hembras miden entre 1.2 a 1.6 mm, las larvas en sus dos primeros estadios se mantienen activos, mientras que sus estadios ninfales son inactivos y permanecen inmóviles.

El ciclo de vida varía de acuerdo con sus condiciones, pero las mayores tasas de incremento se dan entre 25 a 27°C y HR (Humedad relativa) de 75%, la longevidad de esta plaga varia también de acuerdo con la temperatura, oscilando entre los 9 y 45 días, a mayor temperatura menos días de longevidad (Beitia y Hernández, 2010). Las etapas de desarrollo de esta plaga se dan en floración, fructificación y desarrollo vegetativo de la planta (Reitz, 2020).

Su ciclo de vida se compone de la fase de huevo, primer y segundo instar en larva, prepupa, pupa y adulto, en el segundo instar larval, se dejan caer para pasar las siguientes dos fases en el suelo, una vez emerge el adulto alado, regresan a la planta. Los machos emergen de huevos no fecundados y las hembras de huevos fecundados.

Esta plaga es de tipo picador succionador, se alimenta absorbiendo el contenido de las células, las cuales adquieren una coloración blanquecina y posteriormente marrón oscuro, como consecuencia los frutos en crecimiento se deforman, del mismo modo la hembra al incrustar los huevos realiza heridas a la planta volviéndola vulnerable a hongos y bacterias, además de que son capaces de dispersar virus de forma directa e indirecta (Beitia y Hernández, 2010).

2.10.3. Araña roja de 2 manchas (*Tetranychus urticae*)

Estos ácaros prefieren los meses de verano y otoño, por su clima cálido y seco, al hibernar, las hembras prefieren hacerlo en la basura del suelo, etc. (Fasulo, 2009).

El ciclo de vida de esta plaga es muy variable de acuerdo a la temperatura, pero se encuentra entre los 5 y 20 días para completar su ciclo, este se comprende por el adulto cuyo tamaño es de aproximadamente 1 mm, de color verde-amarillento o marrón a rojo-anaranjado, tiene 2 marcas oscuras, una en cada lado de su cuerpo, la hembra pone huevos en sus finas telarañas, siendo capaz de poner cientos de huevos en su rango de vida que va de 2 a 4 semanas, estos son esféricos, blancos y claros, eclosionan a los 3 días. Recién eclosionadas las larvas tiene 3 pares de patas, estas pasan por 2 mudas (2 estados ninfales) para que el adulto sea capaz de emerger, las ninfas y los adultos tiene 4 pares de patas (Casuso *et al.*, 2020).

Se alimentan penetrados el tejido vegetal con su aparato bucal perforador-chupador y se pueden encontrar en el envés de las hojas. Se estima que pueden destruir de entre 18 a 22 células por minuto, al alimentarse causan una coloración grisácea o amarillenta en las hojas, en las flores abiertas provocan un marchitamiento y oscurecimiento, estos ácaros comúnmente atacan plantas leñosas (Fasulo, 2009).

Causa deformidad a las hojas, un marchitamiento general, disminuye cantidad y calidad de frutos, reducen la estética de la planta ya que dejan su telaraña, exoesqueletos de mudas y haces, además de ello reducen la actividad fotosintética de la planta (Casuso *et al.*, 2020).

2.10.4. Picudo del chile (*Anthomonus eugenii*)

Los botones florales, las flores y frutos de las plantas liberan compuestos volátiles, los cuales son utilizados por este insecto para guiarse hacia su hospedero, de modo que las hembras buscan botones florales o frutos para ovipositar (Bautista, 2020).

Su ciclo de vida varía de acuerdo con las condiciones ambientales va de los 14 a 30 días, su temperatura óptima de desarrollo es de 26 a 28°C, su ciclo de vida está compuesto por huevo, tres estadios larvales, pupa y adulto. Cada hembra durante su vida adulta, la cual va de 2 a 3 meses, puede poner de 5 a 7 huevos por día, dando como resultado que puede poner entre 340 a 600 huevos en toda su vida, esta puede comenzar a poner huevos a los dos días de aparearse, para poder depositar sus huevos realiza pequeñas cavidades en las yemas, frutos inmaduros y en ocasiones en los tallos, posteriormente procede a sellar la cavidad con un líquido color marrón claro, que se endurece y cambia de color con el tiempo (Ostojá y Anderson, 2018).

Los adultos son color marrón oscuro a negro y está revestido con pelos amarillos, en su cabeza tiene un estilete alargado. Sus estadios larvales presentan coloración amarilla o blanca-grisácea con apariencia de gusano. Cuando está en pupa, se asemeja al adulto, sus diferencias son que sus alas no están completamente desarrolladas y su estilete se encuentra pegado a la parte inferior de su cuerpo, presenta coloración blanca al principio de su formación y con el paso de los días se torna amarillenta y durante este proceso sus ojos se desarrollan presentando una coloración marrón (Ostojá y Anderson, 2018).

Los daños que causa esta plaga son los pinchazos que causa al alimentarse, en las hojas parecen una mancha oscura, las larvas al desarrollarse dentro de los frutos, se alimentan de las semillas o la pulpa, a medida que avanzan los frutos presentan un núcleo necroso y mohoso, estos pinchazos pueden permitir la entrada de hongos, provocando daños mayores a la planta. A medida que las larvas como adultos se alimentan, provocan un color amarillento, provocando la caída de yemas y frutos, distorsión o maduración prematura de los mismos (Ostojá y Anderson, 2018).

2.11. Enfermedades de *Capsicum*

2.11.1. Secadera del chile *Phytophthora capsici*

Descrito en el cultivo de chile desde 1922, *Phytophthora capsici*, es el agente causal de marchitez foliar, pudrición en tallos, raíz y frutos. Los síntomas que se presentan son retraso de crecimiento, canchales o amarillamiento. *P. capsici* tiene un amplio rango de hospederos alternos, puede sobrevivir en el suelo en forma de oosporas, la dispersión se da a través de aguas de riego o de lluvia, por lo tanto, aun con un manejo integrado su control se dificulta (Granke *et al.*, 2012). Hasta el momento uno de los manejos más eficaces para esta enfermedad es la utilización de especies tolerantes (Dunn *et al.*, 2014)

2.12. Sistemas de Producción de *C. pubescens*

2.12.1. Producción de plántula

Puede realizarse en charolas de 200 cavidades, las cuales pueden permanecer hasta que tengan cuatro hojas verdaderas, de aproximadamente 30 a 40 días, se pasan a vasos de unicel donde pasaran de 30 a 40 días, con 8 a 12 hojas verdaderas, se utilizan mezclas de relación 3:1 de peat moss y agrolita, es importante desinfectar los materiales utilizados para producir plantas sanas (Pérez y Castro, 2012).

2.12.2. Trasplante

Pasados entre 60 a 80 días, teniendo de 8 a 12 hojas verdaderas, además de ello es el momento en donde aparece la primera bifurcación, para macetas en invernadero, se realizan una distancia entre hileras de 1.6 m y distancia entre plantas de 0.5 m (Pérez y Castro, 2012). Para trasplante en camas, estas se realizan de 90 cm de ancho, con una distancia entre estas de 1 m, y una distancia entre plantas de 50 cm (Serrano *et al.*, 2013).

2.12.3. Nutrición del cultivo

Pérez y Castro, (2012) modificaron la solución nutritiva de Steiner para adaptarla a las demandas nutricionales del chile manzano, mencionan usar distintas concentraciones de acuerdo a las etapas, 20 días después del trasplante usarla al 50%, aumentándola al 75% pasado un mes y posteriormente al 100%, en producción usarla al 125% pero sin abusar de este porcentaje, intercalando con concentraciones del 100%, para el éxito de su uso, recomiendan pH de 5 a 5.5 y lavar de sustrato cada mes, el Cuadro 5 muestra las cantidades para preparar 1000 litros de solución nutritiva.

Cuadro 5. Cantidad de fertilizantes requeridos para preparar 1000 litros de solución (Pérez y Castro, 2012).

Fertilizante	Cantidad (g)
Ácido fosfórico	100 ml
Sulfato de potasio	870
Sulfato de magnesio	1230
Nitrato de potasio	750
Nitrato de calcio	1300
Sulfato ferroso	50
Sulfato de magnesio	10
Sulfato de zinc	5
Sulfato de cobre	5
Borax	20

2.12.4. Riegos

La cantidad de riegos depende de las condiciones ambientales, pero se debe mantener una humedad aproximada del 75% (Serrano *et al.*, 2013). En plena producción consumen de 2 a 2.3 litros de agua al día, el cual se debe proporcionar en varios riegos (Pérez y Castro, 2012).

2.12.5. Sombreado

La temperatura, humedad del sustrato y sombreado son factores que influyen en el tamaño y peso de los frutos, también en el rendimiento y número de frutos por planta. De acuerdo con Juárez (1999), con una combinación de 20°C, 70% sombra y una humedad en sustrato de 80% se obtiene mayor peso y tamaño de frutos generando un mayor rendimiento. Y para obtener un mayor número de frutos 20°C, 0% sombra y 80% humedad (Martínez, 1999).

2.12.6. Sistema de tutoreo

Esta actividad consiste en guiar la planta en forma de V, en la parte de arriba en aproximadamente 2.3 m, se coloca un enmallado, ya que servirá como sostén para que las plantas alcancen esa altura (Pérez y Castro, 2012).

2.12.7. Podas

Estas se realizan en la etapa de crecimiento y producción, consiste en eliminar hojas y brotes que se generan por debajo de la primera bifurcación, en la etapa de producción se eliminan hojas para favorecer la ventilación reduciendo el riesgo a enfermedades, también pasados 2 años, tienen ramas, difíciles de cosechar, por lo que es necesario realizar podas de rejuvenecimiento (Pérez y Castro, 2012).

2.12.8. Cosecha

Esta actividad se realiza cuando los frutos comienzan a tomar el color característico, lo cual sucede pasados 165 días después del trasplante, esta actividad se puede realizar de manera manual o con tijeras de corte se facilita esta actividad, los frutos cosechados se colocan en un recipiente de colecta y posteriormente se realiza su clasificación por tamaños (Pérez y Castro, 2012).

2.13. Bioinsumos para el cultivo de Chile

2.13.1. Fulvato de potasio

Este producto es de origen vegetal con alto contenido de materia orgánica, que son 100% solubles, fertilizantes y mejoradores de suelo, son usados para incrementar la producción de aminoácidos en la planta, para enriquecer los suelos (Israel, 2021). Los fulvatos de potasio mejoran la tolerancia y estrés osmótico, oxidativo y térmico (Caballero 2016).

2.13.2. *Trichoderma* spp.

Este es un hongo cosmopolita, es de gran importancia ya que tiene una gran capacidad de adaptación y producción de enzimas, compuestos promotores de crecimiento, metabolitos, etc. Además de ello *Trichoderma* ha sido usado utilizado como control biológico ya que por sus mecanismos de acción compite por espacio y nutrientes, antibiosis, y el micoparasitismo (Hernández *et al.*, 2019).

2.13.3. Sales de amonio cuaternario

Son agentes activos que interactúan con la membrana citoplasmática de las bacterias y lípidos de los virus, es importante mencionar que el amonio cuaternario es uno de los desinfectantes más utilizados (Gerba, 2015).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del área experimental

El presente trabajo fue realizado en un invernadero del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, se encuentra ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Situado en las siguientes coordenadas 25°21'24.3"N 101°02'05.3"W, con una altitud de 1764 msnm.

3.1.1. Producción de plántula

Las semillas utilizadas en este experimento fueron proporcionadas en el Departamento de Horticultura y posteriormente sembradas en charolas de poliestireno de 200 cavidades, como sustrato se utilizó, peat moss, perlita en una relación 3:1, fungicida (mancozeb), insecticida (imidacloprid) y para el riego una regadera de mano.

3.1.2. Producción y manejo

Fertilizantes, insecticidas, fungicidas, mochila aspersora, jeringa de 10 ml, rafia, navaja, balanza eléctrica, vernier, cinta métrica, cubeta de 20 litros, cubeta de 5 litros, platos color azul y amarillo, grasa automotriz, para tutoreo se utilizaron; postes de 2 m de altura, tiras de madera de 1.5 a 2 m de altura, para cosechar se utilizaron bolsas de papel.

3.1.3. Tratamientos

Los productos utilizados en esta investigación fueron proporcionados por la empresa BioStar.

Se evaluaron 14 tratamientos obtenidos mediante la Matriz Plan Puebla II, mas 1 tratamiento como testigo absoluto, permitió evaluar tres diferentes productos (Prevence T3, Aminofol potasio y Q-Track) en cuatro niveles cada uno (Cuadro 6). Donde el nivel cero de Prevence T3, consistió en cero aplicaciones, el nivel 1 aplicación en plántula y 30 días después, el nivel 2 las mismas aplicaciones más

una adicional a los 60 días y el nivel 3, las mismas aplicaciones antes citadas más una aplicación adicional a los 90 días, como se indica en el cuadro 6, además se agregó el tratamiento 9 que fue un testigo absoluto sin la aplicación de productos.

Las aplicaciones de Aminofol potasio se realizaron en los mismos periodos que las aplicaciones de Prevence y Q-Track, ver cuadro 6. Los tratamientos obtenidos fueron establecidos bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, usando 2 bloques y cada bloque está constituido por los 14 tratamientos y cinco plantas como parcela útil.

Cuadro 6. Los niveles de los productos antes citados dieron origen a 14 tratamientos, que se muestran a continuación.

Tratamiento	Prevence T ₃	Aminofol potasio	Q-Track
1	1	1	1
2	1	1	2
3	1	2	1
4	1	2	2
5	2	1	1
6	2	1	2
7	2	2	1
8	2	2	2
9	0	0	0
10	3	2	2
11	1	0	1
12	2	3	2
13	1	1	0
14	2	2	3
15	0	0	0

El Prevence T3 es un producto microbiológico, este hecho a base de *Trichoderma* de tres diferentes especies (*T. harzianum*, *T. asperellum* y *T. yunnanense*).

Para la aplicación de Prevence T3 en charola se usó la recomendación de la etiqueta, la cual indica que se debe usar 1 mililitro por litro de agua. La cantidad recomendada de este producto es de 1 a 2 litros por hectárea en aplicaciones foliares. Para aplicación en charola, se usaron 6 litros de agua, donde la charola se sumergió, para la aplicación foliar se usaron 14.4 mililitros correspondientes a 144 m².

Aminofol potasio es un fertilizante foliar rico en potasio, potencializado con aminoácidos, ácido fúlvico, auxinas y citoquininas, aporta potasio en forma de fulvato. La cantidad recomendada de este producto es de 1 a 2 litros por hectárea, usando 1 litro, la cantidad aplicada de este producto fue de 14.4 mililitros correspondientes a los 144 m² usados en este experimento, la aplicación se realizó de manera foliar.

El producto Q-track está hecho a base de sales cuaternarias de amonio funge como desinfectante, cuya aplicación foliar funciona como bactericida, viricida y fungicida. La cantidad recomendada de este producto es de 0.75 a 1.5 litros por hectárea.

3.1.4. Manejo experimental

La siembra se realizó el 26 de agosto de 2022, en charolas de 200 cavidades, usando una relación 3:1 peatmoss:perlita. El sustrato se humedeció a un 80%, las semillas se colocaron a 3 mm de profundidad y se colocó una capa final del mismo sustrato, posteriormente se llevaron a un invernadero de germinación donde se envolvieron con plástico negro para generar más calor e inducir la germinación de la semilla, esta actividad se mantuvo hasta observar que la testa se rompió, después se sacaron y se colocaron en un lugar para continuar con los riegos, los cuales

dependieron de las condiciones climáticas (al final de ciclo no se pudieron obtener datos de 4 tratamientos).

3.1.5. Preparación del terreno

Una vez que se aflojo el terreno se prepararon las camas de siembra, fue colocado el sistema de riego, posteriormente fueron acolchadas, se instaló el tinaco, bomba.

3.1.6. Trasplante

Esta actividad se realizó el 28 de octubre de 2022, transcurrieron 63 días de la siembra al trasplante, las plantas presentaban una altura aproximada de 10 a 14 cm y con 4 a 6 hojas verdaderas. Estas se trasplantaron de acuerdo con el arreglo topográfico de los tratamientos, la distancia entre plantas fue de 30 cm y 1 m de distancia entre camas.

3.1.7. Riegos

En el primer mes, se realizó un riego cada tercer día, manteniendo una humedad del suelo del 80%, el agua utilizada dependía de las condiciones del suelo. Posteriormente a los 60 días del trasplante los riegos se aumentaron, utilizando 125 litros de agua cada tercer día, en el área total de la parcela. A inicios de floración los riegos se aumentaron usando 125 litros de agua diarios en los 144 m² y finalmente en la cosecha se utilizaron 250 litros diarios de agua en los 144 m² de la parcela.

3.1.8. Fertilización

Esta actividad se realizó vía riego y foliar, se aplicó los miércoles semana con semana, usando la fertilización del cuadro 7, de trasplante a floración, posteriormente al comenzar el cuajado de frutos se cambió la fertilización la cual corresponde a la que se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 7. Cantidad de fertilizantes usados para 500 litros de agua, (solución usada desde el trasplante a floración).

Fuente	Cantidad (g)
Ácido sulfúrico	50 ml
Nitrato de magnesio	250
Fosfonitrato	234
Fosfato monopotásico	63
Sulfato de potasio	45

Cuadro 8. Cantidad de fertilizantes usados para preparar 500 litros de agua (solución usada en la etapa de cuajado de frutos).

Fuente	Cantidad (g)
Ácido sulfúrico	50 ml
Nitrato de magnesio	125
Fosfonitrato	117
Fosfato monopotásico	109
Sulfato de potasio	130

De manera foliar se aplicaron microelementos cada semana, además los domingos de cada semana se realizó un riego con agua sin fertilizante, para eliminar el posible exceso de sales.

3.1.9. Tutorado

Esta actividad se realizó cuando las plantas presentaban una altura aproximada de 50 cm, colocando un poste en cada extremo del surco y se colocaron 3 tiras de madera en cada surco, es decir cada 10 plantas, posteriormente se colocó una rafia a la altura de la primera bifurcación y posteriormente cada 20 cm, la rafia se estira de un poste, da vuelta por cada tira de madera y finaliza en el poste del otro extremo, esto con la finalidad de guiar la planta de forma vertical.

3.1.10. Podas

Esta actividad se llevó a cabo después de los 70 días de trasplante, se realizaron diferentes tipos de podas como; desbrote, deshojado, poda de ramas y eliminación de primera flor.

Al aparecer la primera flor, la cual ocurre en la definición de la primera bifurcación, se eliminó para inducir a la planta a que continuara creciendo.

Por debajo de la primera bifurcación se eliminaron todas las hojas y brotes. Posterior a ello se realizó poda de hojas y ramas, para permitir la entrada de luz y aire a la planta evitando la propagación de plagas y enfermedades.

3.1.11. Control de malezas

Al usar un sistema de acolchado, esta actividad se realizaba de manera manual, ya que la presencia de malezas fue mínima.

3.1.12. Control de plagas y enfermedades

Se utilizaron 2 métodos de control para plagas, trampeo y control químico, el cual fue muy eficiente, ya que se evitó la presencia de plagas.

3.1.13. Trampeo

Esta actividad se realizó colocando trampas azules y amarillas, las primeras mencionadas para atracción de trips y las segundas para mosquita blanca. Estas trampas se colocaron 82 días después del trasplante, las trampas de color azul se engrasaban y con rafia se colgaban en los alambres de tutoreo, estos se colocaron en puntos clave.

3.1.14. Control químico

Para prevenir y controlar la presencia de plagas y enfermedades, se utilizaron diversos plaguicidas de manera foliar, los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 1. Insecticidas utilizados en el experimento

Plaguicida	Plaga	Dosis
Imidacloprid	Mosquita blanca <i>Bemisia tabaci</i>	50 mL/L de agua
Lambda cyhalotrina	Mosquita blanca Bemisia tabaci Trips Frankliniella occidentalis	300 a 500 mL/ha
Bifetrina	Mosquita blanca <i>Bemisia tabaci</i> Araña de 2 manchas <i>Tetranychus urticae</i>	60 mL/ha
Tiametoxam	Mosquita blanca <i>Bemisia tabaci</i>	600 g/ha
Fungicida	Hongo	Dosis
Metalaxil-M+Clorotalonil	Mildiu <i>Pseudoperonospora cubensis</i>	2.5 a 3.5 L/ha
Clorotalonil	<i>Colletotrichum</i> <i>Phytophthora infestans</i>	1.5 L/ha
Bactericida	Bacteria	Dosis
Estreptomicina	Mancha Bacteriana <i>Xanthomonas vesicatoria</i>	250 a 400 g/ha

3.2. Variables Evaluadas

3.2.1. Diámetro polar de fruto (DPF)

Con ayuda de un vernier se calculó el diámetro polar (mm) de cada fruto, para sacar un promedio por tratamiento.

3.2.2. Diámetro ecuatorial de fruto (DEF)

Del mismo modo se calculó el diámetro ecuatorial (mm) de cada fruto cosechado y se calculó el promedio por cada tratamiento.

3.2.3. Peso total de frutos (PTF)

Esta variable se estimó sumando el peso de los frutos obtenidos por planta a lo largo del ciclo del cultivo.

3.2.4. Número total de frutos (NTF)

Esta variable fue estimada considerando el número de frutos obtenidos por planta a lo largo del ciclo de cultivo.

3.2.5. Peso promedio de fruto (PPF)

Esta variable se estimó, sumando el peso total de frutos de cada corte y dividido entre el número total de frutos.

3.2.6. Días a floración (DAF)

Se estimó, calculando los días que transcurrieron desde la fecha del trasplante a inicio de floración de cada tratamiento.

3.2.7. Altura de la planta (ADP)

Esta variable se evaluó, calculando el promedio de la altura de las plantas (cm) de cada tratamiento, tomada de la base del tallo hasta el ápice más alto de cada planta.

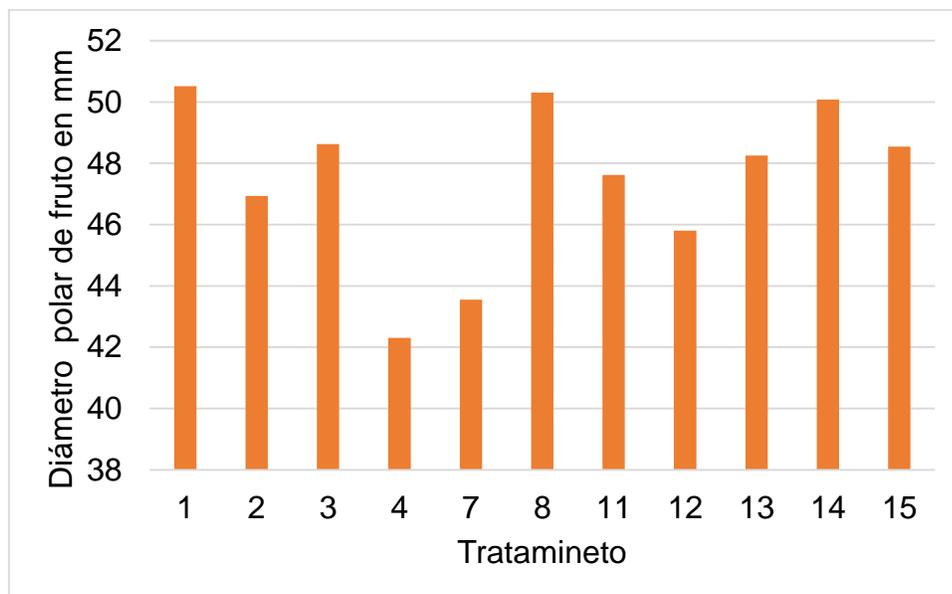
3.2.8. Diámetro del tallo (DBT)

Esta variable se evaluó calculando el promedio del diámetro de los tallos de cada tratamiento, la cual se tomó 5 cm arriba de la base del tallo, usando mm como unidad de medida.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diámetro polar del fruto (DPF)

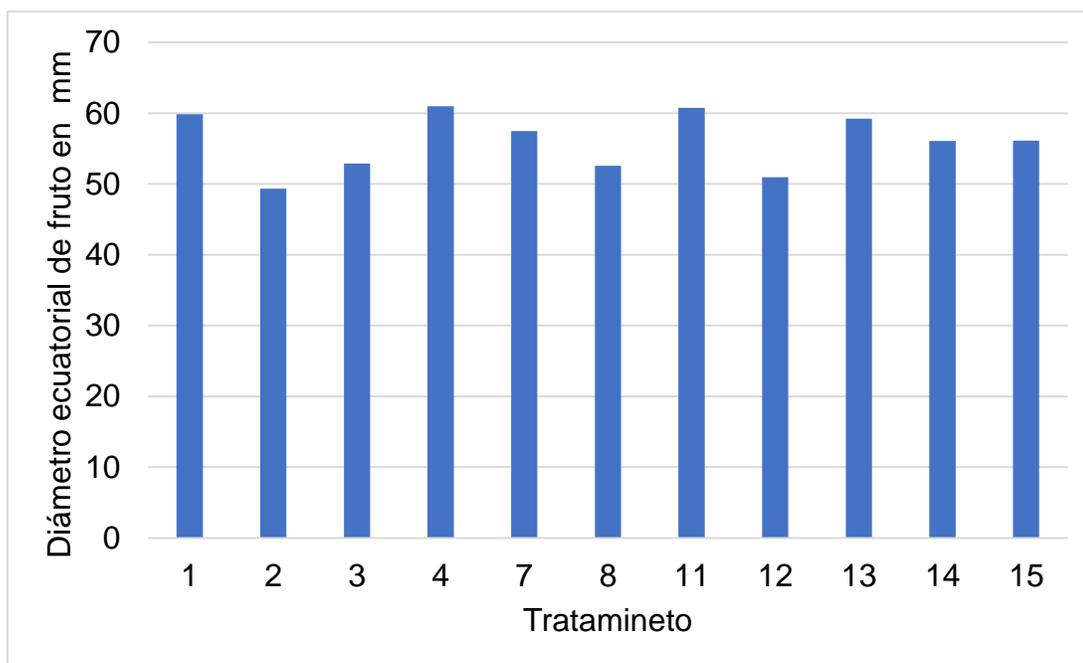
De acuerdo con los datos obtenidos, no se obtuvieron diferencias significativas en diámetro polar de frutos en tratamientos y bloques. Ruiz *et al.* (2018) obtuvieron resultados positivos en diámetro de frutos en cultivo de jitomate al usar *Trichoderma*. Noboa (2018) menciona haber obtenido diferencias a los 60 días en diámetro polar, en cambio al evaluarla en ambientes e interacción *Trichoderma* x ambiente, no obtuvo diferencia significativa concluyendo que *Trichoderma* no tiene influencia sobre el diámetro polar de fruto. En cuanto al uso de fulvato de potasio no se obtuvieron diferencias significativas. Elshaboury y Sakara (2021) mencionan que obtuvieron diferencias significativas al usar fulvato de potasio aplicado al suelo mejorando el diámetro polar del fruto. La figura 1, muestra que cuando se realizó una o dos aplicaciones de los bioproductos estudiados se obtuvo mayor DPF.



Gráfica 1. Comparación de medias de la variable diámetro polar en fruto de chile manzano

4.2. Diámetro ecuatorial del fruto (DEF)

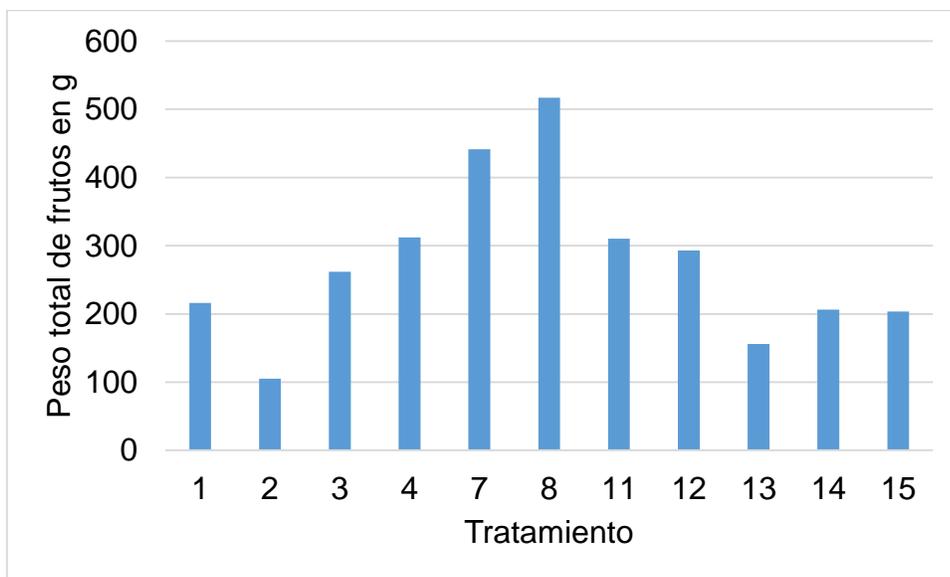
De acuerdo con los datos obtenidos, no se obtuvieron diferencias significativas en diámetro ecuatorial de frutos en tratamientos y bloques. Noboa (2018) no obtuvo diferencias significativas respecto al diámetro ecuatorial del fruto en mora de castilla al aplicar *Trichoderma* para evaluar rendimiento y calidad de fruto. Por otra parte, Ruiz et al (2018) menciona que en el cultivo de jitomate obtuvo resultados positivos al usar *Trichoderma* para evaluar rendimiento y calidad de fruto. Con respecto al uso de fulvato de potasio de manera foliar no se obtuvieron diferencias significativas, sin embargo, Elshaboury y Sakara (2021) obtuvieron datos significativos al implementar fulvato de potasio al suelo en cultivo de cebolla incrementando el diámetro ecuatorial del bulbo, aunque en el presente caso esta variable no fue afectada por los productos bajo estudio.



Gráfica 2. Comparación de medias de la variable diámetro ecuatorial en fruto de chile manzano

4.3. Peso total de fruto (PTF)

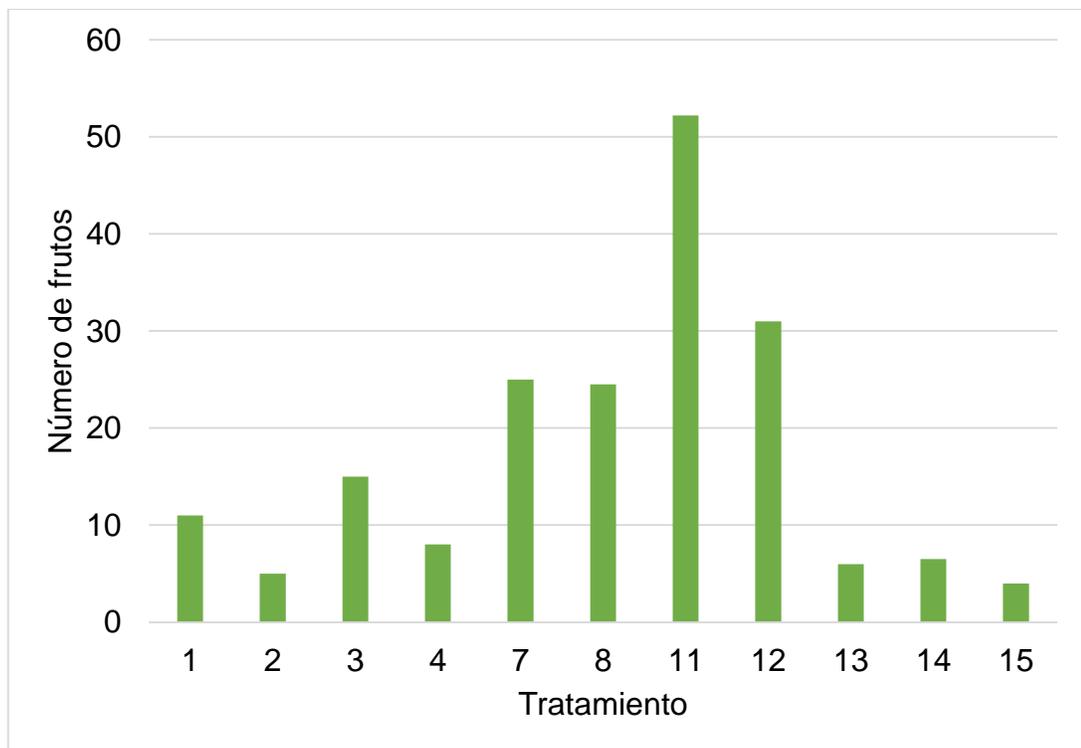
De acuerdo con los resultados obtenidos para la variable peso total de fruto no se obtuvieron diferencias significativas en cuanto a repeticiones y tratamientos. Quispe y Orellana (2018) usando 2 abonos orgánicos inoculados con *Trichoderma* en el cultivo de fresa, obtuvieron diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, pero entre bloques no obtuvieron diferencia estadística significativa. Tuesta *et al.* (2017) no obtuvieron diferencias significativas, sin embargo, se observó un efecto positivo con respecto al tratamiento control en la aplicación de *Trichoderma* en el cultivo de cacao. Por otro lado, Elshaboury y Sakara (2021) obtuvieron datos significativos en la aplicación de fulvatos de potasio al suelo aumentando el rendimiento en cebolla. En el presente trabajo nuevamente se observa que el tratamiento con dos aplicaciones de los bioproductos fue el que indujo las mejores respuestas, la falta de diferencia significativa entre los tratamientos bajo estudio pudo ser debida a el bajo número de repeticiones.



Gráfica 3. Comparación de medias de la variable peso total de frutos en chile manzano

4.4. Número total de frutos (NTF)

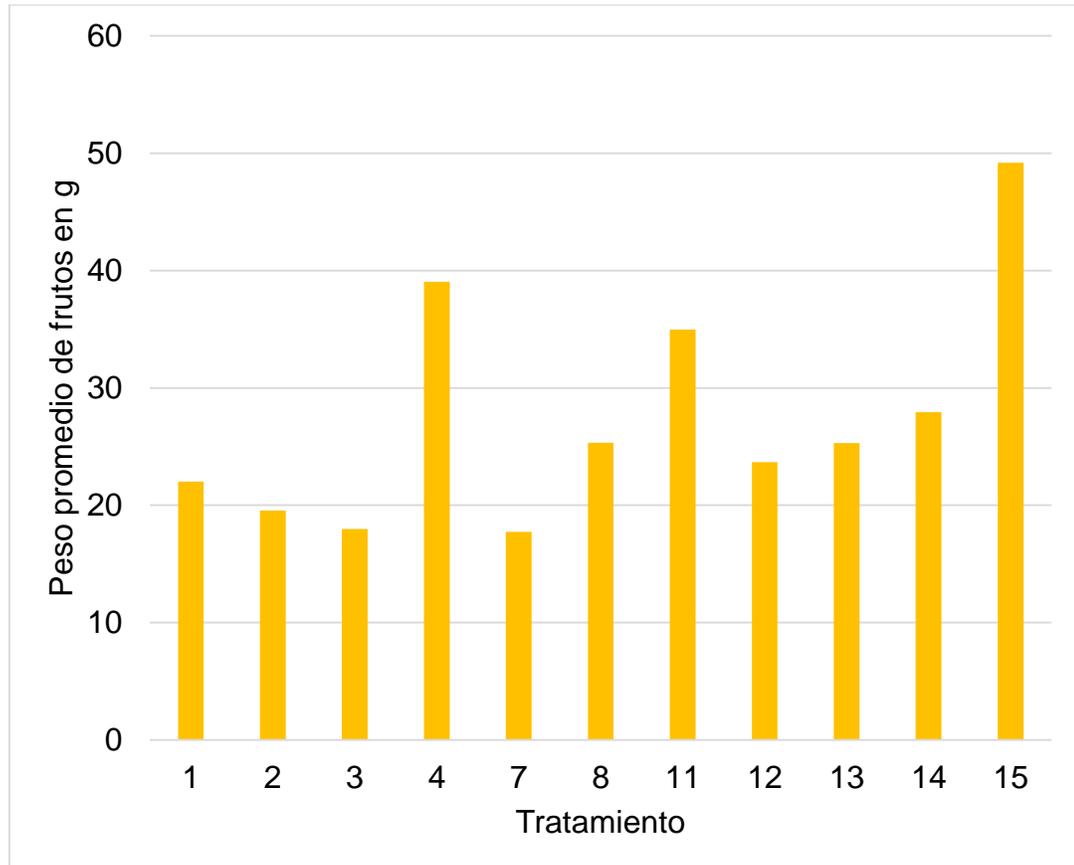
Los resultados obtenidos para el número total de frutos de frutos, se obtiene varianza significativa, sin en cambio el coeficiente de variación es muy alto, Avico (2022) no obtuvo diferencias significativas en las cosechas realizadas en Cucurbita moschata Duch. ex Poir, Oroño (2022) menciona no obtener diferencias significativas en cuanto al rendimiento total por planta al usar *Trichoderma* en tomate. En el presente trabajo se observa que con cero aplicaciones de aminofol potasio se obtuvo el mayor número de frutos, indicando que este elemento no es necesario para incrementar esta variable.



Gráfica 4. Comparación de medias de la variable número total de frutos en chile manzano

4.5. Peso promedio de frutos (PPF)

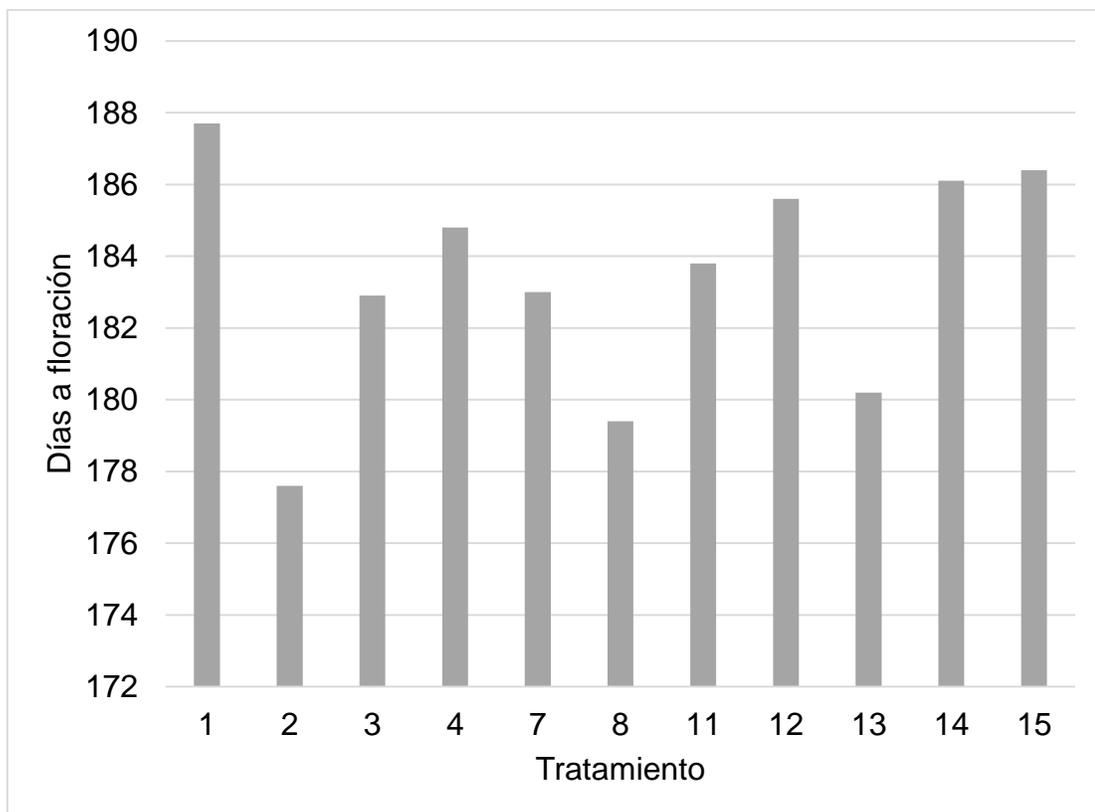
De acuerdo con los datos obtenidos, no se tuvo diferencia significativa, lo que incide no tener diferencia entre tratamientos y bloques, Ruiz et al., (2018) no obtuvo diferencias significativas para total de frutos por planta en jitomate, del mismo modo Rolleri et al, (2021) menciona no obtener diferencias significativas entre sus tratamientos con *Trichoderma harzianum* y su testigo. Sin embargo, en el presente trabajo se observó que el tratamiento sin aplicación de bioproductos fue el que registro peso promedio de frutos, por lo tanto, se sugiere continuar evaluando estos productos, con otros niveles de bajo estudio.



Gráfica 5. Comparación de medias de la variable peso promedio de frutos en chile manzano

4.6. Días a floración (DAF)

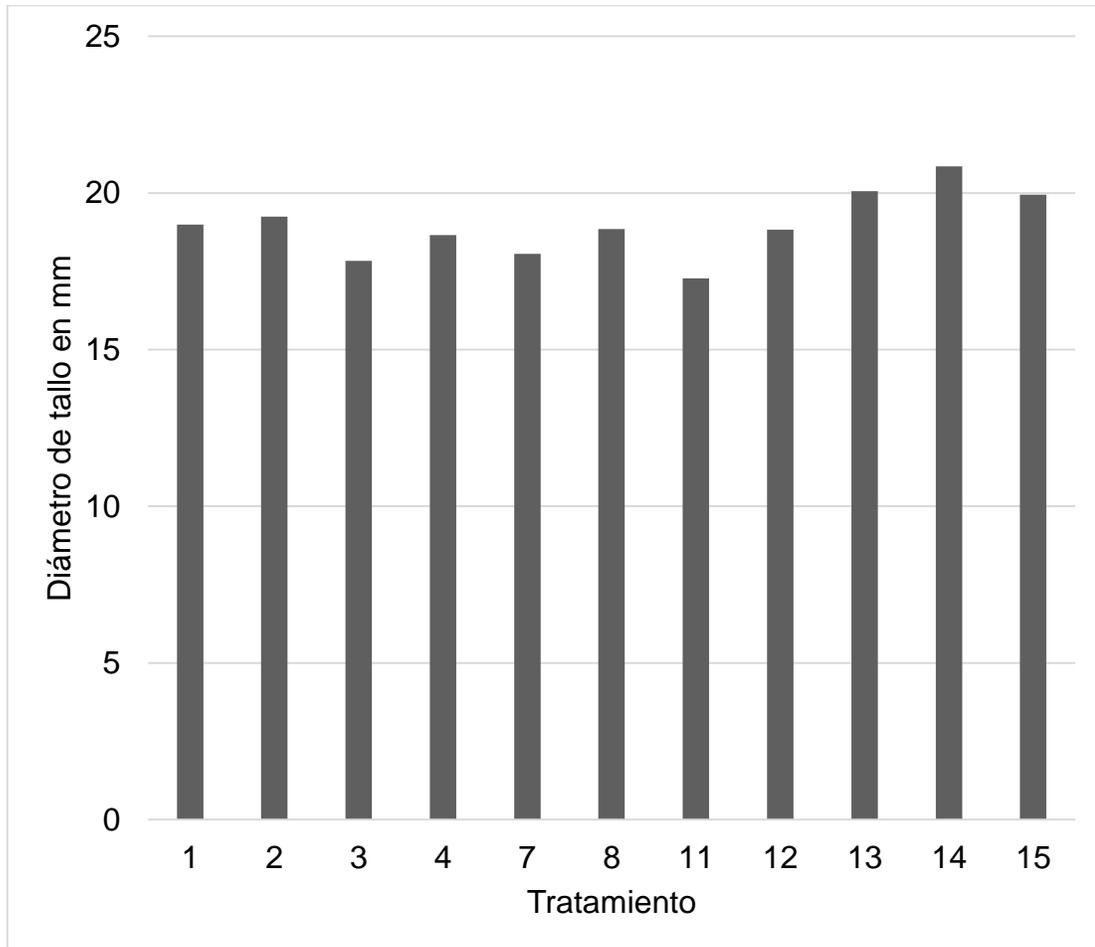
Los datos obtenidos para comparar días a floración demostraron no tener diferencias significativas tanto en repeticiones y bloques, resultados similares obtuvo Andrade (2012), en su análisis de varianza para inicio de floración no presento varianza significativa en el cultivo de mora de castilla, sin embargo, Oroño, (2022) menciona haber presentado diferencias significativas en días a floración ya que el uso de *Trichoderma* presento en promedio floración 4 días antes que el testigo.



Gráfica 6. Comparación de medias de la variable días a floración en plantas de chile manzano

4.7. Diámetro del tallo (DBT)

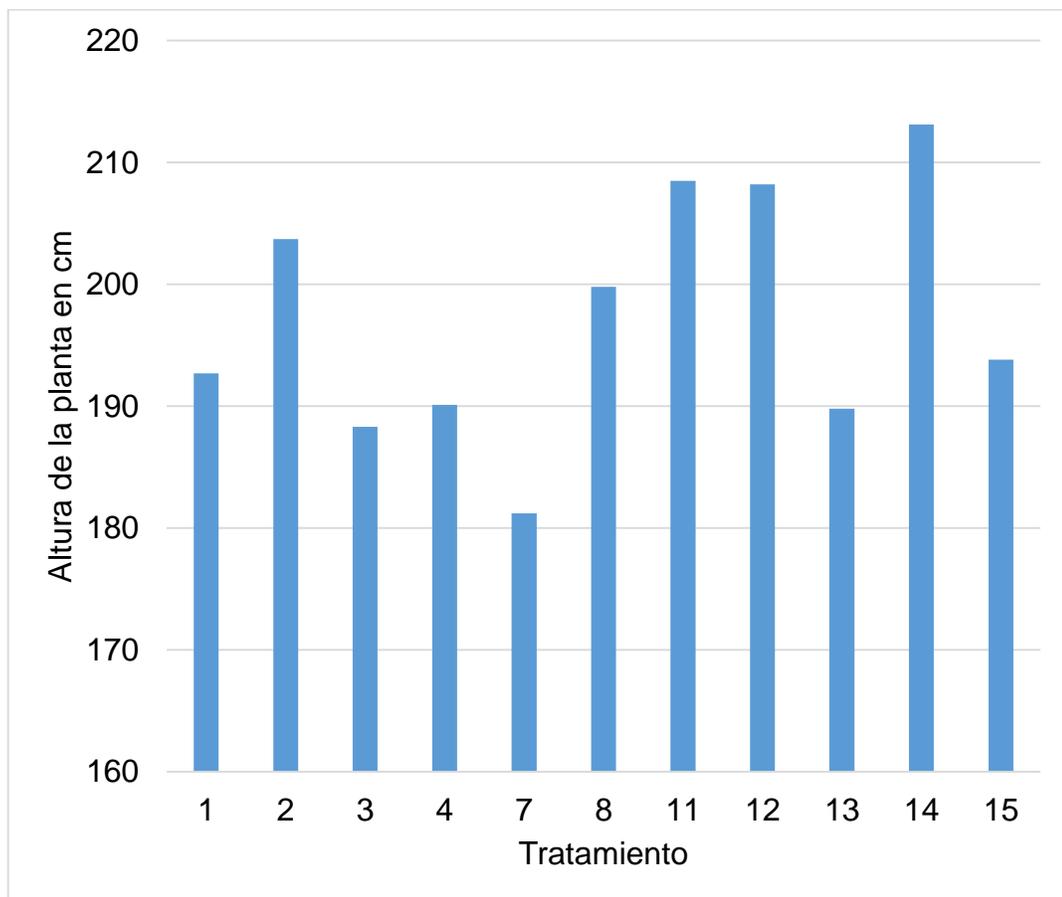
Los resultados obtenidos para DBT demuestran no tener diferencia significativa respecto al diámetro entre bloques y tratamientos, Santana et al, (2016) obtiene resultados parecidos al obtener diferencias no significativas entre sus tratamientos en tomate, por otra parte, Ruiz et al., (2018) mencionan obtener efectos positivos respecto al diámetro de tallos en el cultivo de jitomate al usar *Trichoderma*.



Gráfica 7. Comparación de medias de la variable diámetro del tallo en plantas de chile manzano

4.8. Altura de la planta (ADP)

En ADP se observó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, del mismo modo entre bloques, lo que indica que el uso de *Trichodermas* no generó una respuesta positiva para esta variable. Jimenez et al, (2011) obtuvo resultados similares ya que indica no presentar diferencias significativas comparando aplicación en semillero y testigo sin aplicación, sin embargo, Sanchez (2022) demostró tener efectos positivos al usar *Trichoderma* como inductor de crecimiento en cultivo de tomate al usar *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viridate*, mostrando una ganancia de 38.8% y 22.6% respecto al testigo. Por otro lado, Hamza (2022) menciona que al combinar fulvato de potasio y nitrógeno orgánico mejoró significativamente la altura de la cebolla.



Gráfica 8. Comparación de medias en la variable altura de plantas en chile manzano

4.9. Sales cuaternarias de amonio

Los tratamientos donde se aplicaron sales cuaternarias de amonio no se registraron diferencias estadísticas significativas. Lo anterior concuerda con lo reportado por Fredell (2019), ya que menciona que el uso de sales cuaternarias de amonio tiene alta actividad antimicrobiana puesto a que inhibe el crecimiento de hongos, bacterias y virus ya sean gramnegativos o positivos. En las bacterias son más susceptibles las grampositivas que las gramnegativas a estas sales. Además, se indica que posee actividad antifúngica.

4.10. Fulvato de potasio

Elshaboury y Sakara (2021) obtuvieron datos significativos en la aplicación de fulvato de potasio al suelo en cultivo de cebolla consiguiendo mejor rendimiento, mayor diámetro polar y ecuatorial del bulbo, mayor contenido de materia seca con respecto a los bulbos testigo, también resaltan que el uso de fulvato mejoró el extracto vegetal de la planta.

5. CONCLUSIONES

Se logró mejorar la calidad de fruto reflejado en el diámetro ecuatorial con el uso de *Trichoderma* y fulvato de potasio.

Las sales cuaternarias de amonio vía foliar ayudaron a la inhibición de hongos y virus fitopatógenos, no obstante, la literatura reporta que las sales cuaternarias de amonio no diferencian a virus, bacterias y hongos grampositivos o gramnegativos por lo tanto posiblemente inhibió el desarrollo de *Trichoderma*.

A pesar de no contar con datos estadísticos esta conclusión se obtuvo con observación de campo, donde el único problema fitosanitario fue la presencia de una posible bacteria.

Uno de los principales problemas fitosanitarios en *Capsicum* spp es el complejo de la tristeza del chile, de acuerdo con lo observado en el experimento no se presentó este problema, de modo que se relaciona al uso del producto a base de *Trichoderma* aplicada vía drench, aunado al producto a base de sales cuaternarias de amonio aplicado vía foliar.

De acuerdo con los resultados obtenidos se recomienda continuar con los estudios de Prevence T3 (*Trichoderma*) y Q-Track (sales cuaternarias de amonio) de forma separada para evaluar su eficiencia tanto en campo como en laboratorio.

6. LITERATURA CITADA

- Aguilar, R. V. H. T., Corona, T. P., López, L. L., Latournerie, M. M., Ramírez, M. H., Villalón M., Aguilar, C. J. A. 2010. Los chiles de México y su distribución. SINAREFI, Colegio de Postgraduados, INIFAP, ITConkal, UANL, UAN. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 114 p
- Andrade, H. P., Luna C. A., Osorio H. E., Molina. G. E., Landero, V. N., Barrales, C. H. J. 2019. Antagonismo de *Trichoderma* spp. vs hongos asociados a la marchitez de chile. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 10(6), 1259-1272. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.1326>
- Andrade, M. C. M. 2012. Evaluación del efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* para el control de marchitez en mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) en el cantón Píllaro, provincia de Tungurahua. Tesis de licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Avico, E. L., Montero S. R. I., Sarco, P. C., Shindoi, M. M. J. 2022. Efecto biostimulante de *Trichoderma atroviride* en zapallo anco (*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir). Instituto Agrotécnico, Universidad Nacional del Nordeste.
- Bautista, H. C. F. 2020. Evaluación de atrayentes para la captura de *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae) en campo. Tesis de maestría. Colegio de Posgraduados.
- Beitia, F. J., Hernández, S. E. 2010. Manejo de moscas blancas. Organismos para el control de patógenos en los cultivos protegidos, 197.
- Bo, M. L. 2013. Estudio de las funciones sexuales y la autoincompatibilidad en *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. (Solanaceae). Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Córdoba. Repositorio Digital UNC. <http://hdl.handle.net/11086/22847>
- Borjas, V. R., Julca, O. A., Alvarado, H. L. 2020. Las fitohormonas una pieza clave en el desarrollo de la agricultura. Journal of the Selva Andina Biosphere, 8(2), 150-164.
- Bosland, P.W. 1996. Capsicums: Innovative uses of an ancient crop. p. 479-487. In: J. Janick (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Arlington, VA.

- Brenda, A. A. 2015. Caracterización de híbridos de chile manzano. Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado De México. Repositorio Institucional UAEMéx. <https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/58707>
- Caballero M. M. 2016. Estudio de efectos protectores y mecanismos de acción frente a estrés abiótico de bioestimulantes de fertilizantes en *Saccharomyces cerevisiae* (Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València).
- Casuso, N., Smith, H. A., Lopez, L. 2020. La Araña roja, *Tetranychus urticae*: Ciclo de vida: ENY-2048/IN1287 08/2020. EDIS, 2020(4), 2-2.
- Colcha U. J. H. 2016. Implementación de un sistema de control difuso de la humedad relativa en un invernadero de tomate. Tesis de ingeniería, Universidad Técnica del Norte.
- Cuthbertson, A. 2022. *Bemisia tabaci* (tobacco whitefly). CABI Compendium. 13/11/2023. Consultado en: <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.8927>
- Domingo, V. A., Mendoza, G. J. C. 2022. Elaboración de mermelada casera en base a locoto (*Capsicum pubescens*). Revista Estudiantil Agro-Vet, 6(2), 29-35.
- Dunn, A. R., Lange, H. W., & Smart, C. D. 2014. Evaluation of commercial bell pepper cultivars for resistance to *Phytophthora* blight (*Phytophthora capsici*). Plant health progress, 15(1), 19-24.
- Elshaboury, H., & Sakara, H. 2021. The role of garlic and onion extracts in growth and productivity of onion under soil application of potassium humate and fulvate. Egyptian Journal of Soil Science, 61(2), 187-200.
- Espinosa, T. L. E., 2010. Cultivo en invernadero, postcosecha y mercado del chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P). Tesis doctoral, Universidad Autónoma Chapingo.
- Fasulo, T. R. 2009. Common name: Two spotted spider mite, scientific name: *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Acari: Tetranychidae). Featured creatures, Entomology & Nematology. University of Florida, DPI Entomology Circular. <http://edis.ifas.ufl.edu/in307>
- Food and Agriculture Organization Statistics (FAOSTAT). 2023. 12/11/2023. Consultado en: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

- Fredell, D. L. 2019. Biological properties and applications of cationic surfactants. In Cationic surfactants (pp. 31-60). CRC Press.
- Gerba, C. P. 2015. Quaternary ammonium biocides: efficacy in application. Applied and environmental microbiology, 81(2), 464-469.
- Granke, L. L., Quesada, O. L., Lamour, K., Hausbeck, M. K. 2012. Advances in research on *Phytophthora capsici* on vegetable crops in the United States. Plant disease, 96(11), 1588-1600.
- Guerrero, L. R., Ramos, S. M., Sánchez, C. I. M., Olvera, L. G., González, R. G. G., Aguilar, B. Z. G., ... & Chavira, M. M. G. 2004. Detección de *Phytophthora capsici* Leonian en plantas de Chile (*Capsicum annuum* L.) mediante PCR. Revista mexicana de Fitopatología, 22(1), 1-6.
- Hamza, A. E., El-Damarawy, Y. A., & El-Ashry, S. M. 2022. Effect of potassium fulvate and organic nitrogen rates on growth, yield and nutritional status of onion plants grown in sandy soil. International Journal of Health Sciences, (III), 4247-4256.
- Hernández de Jesus, D. 2016. Efecto de *Trichoderma* spp en el desarrollo de plántulas de Chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) y su capacidad protectora contra Fusarium. Repositorio Institucional.
- Hernández, M. D. J., Ferrera C. R., Alarcón, A. 2019. *Trichoderma*: Importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. Chilean journal of agricultural & animal sciences, 35(1), 98-112. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000205>
- Insecticide Resistance Action Committee IRAC. 2018. IRM for sustainable whitefly control with special reference to Bemisia tabaci. 14/11/2023. Consultado en: <https://irac-online.org/documents/bemisia-tabaci-irm-poster/?ext=pdf>
- Insecticide Resistance Action Committee IRAC. 2020. Mechanisms of Insecticide Resistance in Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande). 14/11/2023. Consultado en: <https://irac-online.org/documents/frankliniella-occidentalis-irm-poster/?ext=pdf>

- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). 2023. Recuperado 08/11/2023 en línea
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?id=113210>
- Interian, A. A. S., Machado, I. D. L. C. E. 2014. Estudio del efecto de los O-aminoácidos sobre el crecimiento de plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) Tesis doctoral, Centro de Investigación Científica de Yucatán.
- Israel, A. C. I. 2021. Aplicación de fulvatos-humatos de potasio como complemento a la nutrición del cultivo de banano (*Musa AAA*), milagro provincia del guayas (Tesis doctoral, Universidad Agraria del Ecuador).
- Jiménez, C., de Albarracin, N. S., Altuna, G., Alcano, M. 2011. Efecto de *Trichoderma harzianum* (Rifai) sobre el crecimiento de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). Rev. Fac. Agron. (LUZ), 28, 1-10.
- Juárez Martínez, F. A. 1999. Efecto de niveles de temperatura, luz y humedad del sustrato en la calidad y rendimiento de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) Tesis doctoral, Universidad Autónoma Chapingo.
- MacNeish, R. S. 1964. Ancient Mesoamerican Civilization: A long archeological sequence from Tehuacán, Mexico, may give new data about the rise of this civilization. Science, 143(3606), 531-537.
- Martínez, J. P., Farías, K., Ruiz, R. 2020. Importancia del control de variables ambientales en invernadero para la producción de hortalizas. Instituto de investigaciones agropecuarias. INIA.
- Medina, G. G., Mena, C. J., Ruiz, C. J. A., Rodríguez M. V. M., Soria, R. J. 2017. El cambio climático afecta el número de horas de los rangos térmicos del chile en el norte-centro de México. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 8(8), 1797-1812. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i8.703>
- Muciño, S. S., Pedral, M. E., Aquino M. J. G., Lopez, L. R. 2013. Guía para cultivar chile manzano en invernadero. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuícola y Forestal del Estado de México.
- Oroño, T. 2022. Efecto de *Trichoderma atroviride* alfap8 sobre parámetros de crecimiento, sanidad y rendimiento en el cultivo de tomate var. Platense en la localidad de Marcos Juárez. Universidad Nacional de Córdoba.

- Ostojá, S. J. C., Anderson, H. 2018. Pepper weevil: *Anthonomus eugenii*. PlantwisePlus Knowledge Bank. CABI. doi: 10.5555/pwkb.20207800378.
- Pérez Grajales, M., & Castro Brindis, R. 2012. El chile manzano. Chapingo, Texcoco, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Quispe, P. J. I., Orellana, J. L. 2018. Influencia de dos abonos orgánicos inoculados con trichocastle (*Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma virens*) en el cultivo de fresa *Fragaria* spp. variedad camarosa en el distrito de Oxapampa.
- Reitz, S. 2020. *Frankliniella occidentalis* (western flower thrips. CABI Compendium. 14/11/2023. Consultado en: <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.24426>
- Ruiz, C. M. F., Ornelas, P. J., Olivas, O. G. I., Acosta, M. C. H., Sepúlveda, A. D. R., Pérez, C. D. A., Rios, V., Salas, M. M. Á., Fernández, P. S. P. 2018. Efecto de *Trichoderma* spp. y hongos fitopatógenos sobre el crecimiento vegetal y calidad del fruto de jitomate. Revista mexicana de fitopatología, 36(3), 444-456. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1804-5>
- Sánchez Miranda, M. D. 2022. Potencial de aislados de *Trichoderma* spp como promotor de crecimiento en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*). Nexo Revista Científica, 35(04), 924–934. <https://doi.org/10.5377/nexo.v35i04.15529>
- Sardón, E. 2015. Fortalecimiento de la cadena de valor del rocoto fresco (*Capsicum pubescens*) de la selva central para el mercado de Lima. Tesis de maestría, Bachelor Degree. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Serrano, S. M., Martínez, E. P., Martínez, F. G. A., Rodríguez M. L. 2013. Guía para cultivar chile manzano en invernadero. Gobierno del Estado de México.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2023. 11/11/2023. Consultado en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Tuesta, P. Á. L., Trigozo-Bartra, E., Cayotopa-Torres, J. J., Arévalo-Gardini, E., Arévalo-Hernández, C. O., Zúñiga-Cernadez, L. B., & Leon-Ttacca, B. (2017). Optimización de la fertilización orgánica e inorgánica del cacao (*Theobroma cacao* L.) con la inclusión de *Trichoderma* endófito y Micorrizas arbusculares. Revista Tecnología en Marcha, 30(1), 67-78.

- Viñals, F. N., Ortega, R. G., García, J. C. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ediciones Mundi-Prensa.
- Young, M., Ozcan, A., Rajasekaran, P., Kumrah, P., Myers, M. E., Johnson, E., Santra, S. 2018. Fixed-quat: an attractive nonmetal alternative to copper biocides against plant pathogens. *Journal of agricultural and food chemistry*, 66(50), 13056-13064.