

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
PROGRAMA DOCENTE DE LA CARRERA DE
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA



Manejo in Vitro de Fusarium spp Aislado de Tomate (*Solanum lycopersicum*) a
Través de Nanoencapsulados de Aceite de Canela

Por:

AMERICA PINEDA CORDOBA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México
Mayo 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
PROGRAMA DOCENTE DE LA CARRERA DE
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Manejo in Vitro de Fusarium spp Aislado de Tomate (*Solanum lycopersicum*) a
Través de Nanoencapsulados de Aceite de Canela

Por:

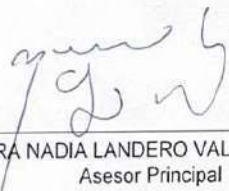
AMERICA PINEDA CORDOBA

TESIS

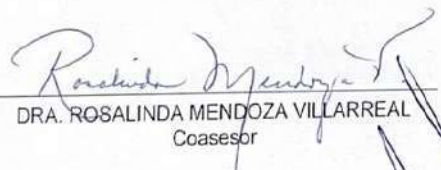
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité Asesor:


DRA NADIA LANDERO VALENZUELA
Asesor Principal


M.C HENED SAADE CABALLERO
Asesor Principal Externo


DRA. ROSALINDA MENDOZA VILLARREAL
Coasesor


DRA LAURA RAQUEL LUNA GARCIA
Coasesor


DR ALBERTO SANDOVAL BANGEL
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México
Mayo 2026

Declaración de no plagio

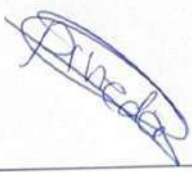
El autor quien es responsable directo, jura bajo protesta de decir la verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrectas en los siguientes aspectos:

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 (autor o plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propio; 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, bibliografías, mapas o 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.

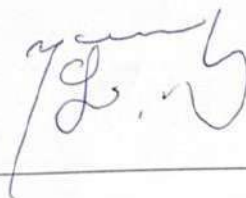
Pasante

América Pineda Córdoba



Asesora

Dra. Nadia Landero Valenzuela



AGRADECIMIENTOS

Primero quisiera agradecer a **Dios** fuente de vida, sabiduría y fortaleza, gracias por iluminarme y guiarme cuando las cosas se ponían difíciles, por concederme la oportunidad de llegar hasta aquí de tu mano.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por abrirme las puertas de su casa y por brindarme los conocimientos para poder obtener el título como Ingeniera Agrónoma en Horticultura.

A mis profesores por contestar siempre cada duda que tuve, por guiarme todo el tiempo y sobre todo por lo que aprendí de ustedes.

A la **Dra Nadia**, gracias por ayudarme a en cada paso, por su paciencia inagotable, por contestar mis dudas a altas horas de la noche y sobre todo por su tiempo durante todo este proyecto.

A la Dra **Laura Raquel**, Dra **Rosalinda** y Dra **Hened**, gracias por ayudarme en este proyecto, por explicarme de mil formas hasta que entendiera cada cosa.

A mis hermanos, **Chava**, que estuviste conmigo toda esta aventura, que estuviste ahí para apoyarme siempre y cuidarme. Es un logro que los dos tuvimos, como siempre, de la mano. **Alfonso**, que desde la distancia siempre me apoyaste a tu manera, los quiero mucho hermanos.

A mis familiares: **Taide, Yolanda**, Raúl, Paty, Erika, Mary, Iveth, Clau, Lupita, Adri, Gus, Elisa, Diego, Oscar, Manuel, Sebas, Mizu, Dany, Alex, Diego, Sebas, Checo, Caro y Regis por cada mensaje, llamada y palabra que me brindaron estos cinco años para darme esa motivación de salir adelante, por su cariño que siempre me demostraron y que siempre estuvieron ahí.

A mi tía **Laura**, que me acompañó y me apoyó en mis inicios, cuando me aventaba a un mundo desconocido, me guió y me aconsejó en muchas ocasiones.

A Erika, Naomi, Chava, Emilio y Fernando, que me ayudaron cada que algo se me complicó, que hicieron más divertida la carrera.

DEDICATORIA

A mis papás, **Claudia Córdoba Martínez** y **Alfonso Pineda Gabriel**, que más que nadie sabemos los sacrificios que hicieron para que yo pudiera concluir mis estudios, por cada que me animaban y por siempre tener fe en mí. Este título es para ustedes, siempre estaré agradecida por todo lo que me dieron y por nunca soltarme aun cuando se ponían difíciles las cosas.

Los amo

A mi abuelo **José Lucio Alfonso Pineda Rojas**, quien fue el que nos enseñó el amor al campo, eres un ejemplo de lo que es ser una persona trabajadora y entregada al campo, aunque ya no estés con nosotros aquí presente, pero si en nuestro corazón, sé que estarías feliz por este logro. Un abrazo y beso hasta el cielo, te quiero mucho abuelo.

A mi tío **José Enrique Córdoba Martínez**, que me cuidó desde donde está y sé que estaría muy orgulloso de mí. Tu ausencia no ha borrado la huella que dejaste en nosotros y hoy este logro también es para ti, te extraño demasiado cada día.

RESUMEN

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es una de las hortalizas de mayor importancia a nivel mundial. Las enfermedades y plagas son unos de los factores que afectan el rendimiento y calidad, ocasionando entre un 15 a 95% de pérdida. Con el objetivo de buscar nuevas alternativas más sustentables para su control, evitando el uso de pesticidas por los daños al ambiente que ocasionan, en la presente investigación se estudió el efecto inhibitorio de diferentes productos alternativos sobre el crecimiento de *Fusarium* spp *in vitro*. Se estableció el experimento con 10 tratamientos y 4 repeticiones cada uno. Se evaluaron el crecimiento micelial, tasa de crecimiento, efectividad, esporulación y características macroscópicas. Los resultados obtenidos demuestran que el aceite de romero presentó en sus concentraciones un crecimiento micelial menor que el testigo. El aceite de canela presentó una total inhibición sobre el crecimiento de *Fusarium* spp *in vitro*, seguido de los nanoencapsulados de aceite de canela, a medida que aumentó la concentración disminuyó el crecimiento del microorganismo. El aceite de canela fue el mejor tratamiento demostrando una inhibición del 100% del hongo a una concentración de 2000 ppm a los doce días desde su incubación. Por lo tanto, se concluye que, entre las alternativas planteadas, el aceite esencial de canela presenta efecto antifúngico, seguido de los nanoencapsulados de canela con una efectividad del 50.68% y una esporulación promedio de 64.50.

Palabras claves: Tomate, *Fusarium* spp, nanoencapsulados, romero, canela

ABSTRACT

The tomato (*Solanum lycopersicum*) is one of the most important vegetables worldwide. Diseases and pests are among the factors that affect yield and quality, causing losses of between 15% and 95%. With the aim of finding new, more sustainable alternatives for their control, avoiding the use of pesticides due to the environmental damage they cause, this research studied the inhibitory effect of different alternative products on the growth of *Fusarium* spp *in vitro*. The experiment was established with 10 treatments and 4 replicates each. Mycelial growth, growth rate, effectiveness, sporulation, and macroscopic characteristics were evaluated. The results obtained show that rosemary oil, at its various concentrations, resulted in less mycelial growth than the control. Cinnamon oil showed complete inhibition of *Fusarium* spp growth *in vitro*, followed by cinnamon oil nanocapsules; as the concentration increased, the growth of the microorganism decreased. Cinnamon oil proved to be the most effective treatment, demonstrating 100% inhibition of the fungus at a concentration of 2000 ppm after twelve days of incubation. Therefore, it is concluded that, among the proposed alternatives, cinnamon essential oil exhibits the most effective antifungal properties, followed by cinnamon nanocapsules with an effectiveness of 50.68% and an average sporulation rate of 64.50.

Keywords: Tomato, *Fusarium* spp, nanoencapsulates, rosemary, cinnamon.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURA	x
1 INTRODUCCIÓN	1
2 OBJETIVOS	4
3 HIPÓTESIS.....	5
4 REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1 Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)	5
4.1.1 Antecedentes	5
4.1.2 Importancia	6
4.1.3 Taxonomía (<i>Solanum lycopersicum</i>)	6
4.1.4 Manejo de enfermedades y plagas	6
4.1.4.1 Plagas.....	7
4.1.4.2 Enfermedades	9
4.2 <i>Fusarium</i> spp.....	13
4.2.1 Importancia	13
4.2.2 Taxonomía (<i>Fusarium</i> spp)	13
4.2.3 Morfología	14

4.2.4	Control en el cultivo de tomate	14
4.2.4.1	Control químico.....	14
4.2.4.2	Control biológico	14
4.2.4.3	Control físico.....	15
4.3	Importancia de nanoencapsulados en la agricultura	15
4.3.1	Importancia de nanoencapsulados en el control de las enfermedades en plantas	15
4.4	Aceite de canela (<i>Cinnamomun spp</i>)	16
4.4.1	Importancia	16
4.4.2	Taxonomía (<i>Cinnamomum spp</i>)	17
4.4.3	Composición química.....	17
4.5	Aceite de romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>).....	17
4.5.1	Importancia	17
4.5.2	Taxonomía (<i>Rosmarinus officinalis</i>).....	18
4.5.3	Caracterización química	18
5	MATERIALES Y MÉTODOS	19
5.1	Ubicación de la investigación	19
5.2	Material fúngico	19
5.2.1	Aislamiento, purificación y mantenimiento del cultivo fúngico	19
5.3	Obtención de nanoencapsulados poliméricos.....	20
5.3.1	Síntesis de nanoencapsulados poliméricos con dn menores < 50 nm	20
5.3.2	Caracterización	21
5.3.2.1	Porcentaje de conversión, contenido de sólidos	21
5.3.2.2	Determinación del tamaño de partículas	21
5.3.2.3	Determinación de la composición de los copolímeros en los nanoencapsulados	22
5.4	Aceites esenciales	22
5.4.1	Aceite de canela	22
5.4.2	Aceite de romero.....	22

5.5	Bioensayo de nanoencapsulados y de aceites esenciales en contra de <i>Fusarium</i> spp <i>in vitro</i>	23
5.5.1	Tratamientos	23
5.5.2	Variables evaluadas.....	24
5.5.3	Análisis estadístico	26
6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
6.1	Crecimiento micelial	26
6.2	Tasa de crecimiento micelial diaria	29
6.2.1	Curva ajustada de crecimiento	30
6.3	Efectividad	31
6.4	Esporulación.....	32
6.5	Características macroscópicas.....	34
7	CONCLUSIONES.....	37
8	REFERENCIAS	38
9	ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxónomica de tomate (López, 2016).....	6
Cuadro 2. Clasificación taxónomica de <i>Fusarium</i> spp (Salas et al, 2022).....	13
Cuadro 3. Clasificación taxónomica de la canela (Rueda, 2013)	17
Cuadro 4. Clasificación taxónomica del Romero (Flores, 2020).....	18
Cuadro 5. Tratamientos para evaluar nanoencapsulados y aceites esenciales en contra de <i>Fusarium</i> spp <i>in vitro</i>	23
Cuadro 6. Crecimiento micelial de <i>Fusarium</i> spp a través del tiempo, bajo tratamientos alternativos a pesticidas.....	27
Cuadro 7. Porcentaje de efectividad de los diferentes tratamientos.....	31
Cuadro 8. Prueba Tukey de esporulación de <i>Fusarium</i> spp. bajo diferentes tratamientos <i>in vitro</i>	33
Cuadro 9. Descripción de características macroscópicas de <i>Fusarium</i> spp <i>in vitro</i> bajo diferentes tratamientos a los 12 días de incubación.	35

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Mapa de la ubicación de la elaboración del proyecto.	19
Figura 2. Crecimiento micelial de <i>Fusarium</i> spp bajo diferentes tratamientos <i>in vitro</i>	28
Figura 3. Tasa de crecimiento micelial diaria de <i>Fusarium</i> spp por tratamiento...	29
Figura 4. Curva ajustada de crecimiento micelial de <i>Fusarium</i> spp.....	30
Figura 5. Esporulaci3n de <i>Fusarium</i> spp <i>in vitro</i> bajo diferentes tratamientos	34
Figura 6. Características macroscópicas de <i>Fusarium</i> spp <i>in vitro</i> bajo diferentes tratamientos.	36

1 INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) es de gran importancia socioeconómica a nivel mundial, representa 30% de la producción hortícola (Cuesta y Mondaca, 2014) por lo que es el segundo cultivo más importante desde el punto de vista agronómico, después de la papa (Ronga *et al*, 2017). En 2022 la producción mundial fue de 254, 449, 772 toneladas; México destacó como el octavo país productor y aportó el 1.65% (4, 210, 000 toneladas) (FAO, 2024).

Entre los principales factores que afectan el rendimiento del tomate, se encuentran las plagas y enfermedades, que llegan a ocasionar pérdidas muy devastadoras entre un 15 y 95% (Corrales, 2021). Las principales plagas presente en el cultivo son polilla del tomate, paratrioza, trips y mosca blanca. Entre las principales enfermedades que atacan el tomate se encuentran, *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporum*, *Septoria lycopersici*, *Botrytis cinerea* y *Phytophthora infestans* (López, 2021).

Las enfermedades son un factor que disminuye la calidad y cantidad, debido al mal uso de plaguicidas, que han causado la selección de poblaciones de patógenos con resistencia. Además, los hongos presentan variación morfológica, patogénica y de adaptación de condiciones climáticas, por lo que tienen capacidad de atacar cultivos en sus diferentes etapas de desarrollo (Leyva-Mir *et al*, 2013).

Fusarium spp es un parásito facultativo que es transmitido por el suelo (Sutherland *et al*, 2013). El ciclo de vida de las especies de *Fusarium* se divide en tres etapas: latente, incluye la inhibición y germinación de estructuras de resistencia; parásita, penetra, coloniza, se mueve a través de la xilema, induce la aparición de síntomas y causa la muerte del huésped; saprofítica, formación de nuevas estructuras en los residuos de la planta (Okungbowa & Shittu, 2012).

Los principales síntomas de *Fusarium* spp que se presentan inician en las hojas inferiores, penetrando la planta y así coloniza, lo que ocasiona un daño en los tejidos vasculares, dejando una coloración marrón oscuro en la planta (Srinivas *et al*, 2019). El control más común es por medio de los pesticidas, en México se utilizan aquellos que contengan tebuconazole por su alta eficiencia, así como el carbendazim (Yossen y Conles, 2014).

Tras la aplicación de los pesticidas, permanecen en el medio ambiente, contaminando suelo, agua y otra vegetación. Altamente tóxicos para organismos, como animales e insectos benéficos. Los pesticidas pueden ingresar al cuerpo a través de ingestión, inhalación y absorción dérmica ocasionando pérdida de memoria, desequilibrio hormonal, temblores, disfunciones neurológicas, cáncer, así como la muerte (Muacevic & Adler, 2024).

Algunos plaguicidas prohibidos en México o Estados Unidos para su uso en tomate son ciprodinil, fludioxonil, boscalid, paratión metílico, metoxicloro y procimidona. Altamente tóxicos y persistentes, ya que tienen un tiempo de vida media en el suelo de 30 días aproximadamente (Leyva *et al*, 2024).

Recientemente se han desarrollado nuevas tecnologías para un control seguro y eficiente de enfermedades, así como nanoencapsulados y nanopartículas. La nanoencapsulación consiste en encapsular moléculas bioactivas como los aceites esenciales (AE's) dentro de una capa protectora, mejorando su estabilidad y permite una liberación controlada (Naz, *et al*, 2025).

En la agricultura, el uso de la nanoencapsulados ayuda a liberar compuestos de manera controlada en lugares específicos de la planta para reducir la aplicación de fertilizantes y plaguicidas, mecanismo con mayor eficiencia (Araya-Matthey *et al*, 2024). La nanoencapsulación optimiza la biodisponibilidad de los extractos, liberándolos controladamente, evitando su degradación por luz o temperatura,

convirtiéndolos en una herramienta más fiable para la protección contra patógenos (Pérez *et al*, 2025).

Piña-Barrera *et al*, (2021) probaron que la nanoencapsulación de eugenol en combinación con recubrimientos comestibles mostró potencial para retrasar la maduración del tomate y controla *Collectotrichum gloeosporioides* mediante una liberación gradual del compuesto activo. Ibrahim *et al*, (2022) desarrollaron un sistema de nanoencapsulación a base de quitosano y celulosa para el aceite esencial de citronela, el cual permitió mejorar la actividad insecticida contra gusano de la hoja del algodón (*Spodopters littoralis*).

Los aceites esenciales (AE's) son metabolitos secundarios, compuestos de una mezcla lipofílica o compuestos volátiles producidos, principalmente por plantas aromáticas y medicinales; bioactivos con actividad insecticida y antifúngica. Las plantas aromáticas más utilizadas para el control de patógenos son: tomillo, canela, comino, clavo, ajedrea, romero, eucalipto, zacate limón, ajenojo, alcanforero, menta, orégano y pimienta negra (Santiago- Santiago *et al*, 2024).

La canela (*Cinnamomum* spp) se caracteriza por contener cinamaldehído (metabolito secundario) como principal ingrediente activo, el cual presenta fuertes propiedades antifúngicas. Se han realizado estudios donde se comprueba su efectividad en el moho blanco de papa, reducir la severidad de la podredumbre de la zanahoria ocasionada por el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*, el extracto de canela a una concentración de 35% inhibió el crecimiento de *Colletotrichum gloeosporioides* en un 62.7% (Bustamante-Morales *et al*, 2023).

Según un estudio, el romero (*Rosmarinus officinalis*) como aceite esencial para el control de *F. oxysporum* inhibe el crecimiento micelial hasta el 70% los primeros 6 días (Rodríguez-Castro *et al*, 2020). La nanoencapsulación en escala molecular protege los aceites esenciales, potenciando su eficiencia, marcando un paso hacia la sostenibilidad y seguridad de la industria (Ayala, 2025).

2 OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto antifúngico *in vitro* de nanoencapsulados de aceite esencial de canela sobre *Fusarium* spp aislado de tomate (*Solanum lycopersicum*), mediante la determinación de su influencia en el crecimiento micelial, la tasa de crecimiento, efectividad de inhibición, esporulación y características macroscópicas del hongo.

Objetivos específicos

- ✓ Determinar el efecto de diferentes concentraciones de nanoencapsulados de aceite de canela sobre el crecimiento micelial de *Fusarium* spp. aislado de tomate en condiciones *in vitro*.
- ✓ Cuantificar la tasa de crecimiento de *Fusarium* spp. en respuesta a los tratamientos evaluados.
- ✓ Comparar la efectividad antifúngica de los nanoencapsulados de aceite de canela con el aceite de romero y el aceite de canela sobre el desarrollo *in vitro* de *Fusarium* spp.
- ✓ Evaluar el efecto de los tratamientos sobre la esporulación de *Fusarium* spp. como indicador de afectación en su capacidad reproductiva.
- ✓ Describir las modificaciones en las características macroscópicas de las colonias de *Fusarium* spp. expuestas a los diferentes tratamientos.

3 HIPÓTESIS

Los nanoencapsulados de aceite de canela inhiben el crecimiento micelial de *Fusarium* spp. aislado de tomate (*Solanum lycopersicum*) en condiciones *in vitro* y su efecto antifúngico aumenta conforme se incrementa la concentración aplicada.

4 REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Tomate (*Solanum lycopersicum*)

4.1.1 Antecedentes

Solanácea de importancia económica a nivel mundial, originario de América del Sur, el proceso de domesticación ocurrió en México y fue llevado a España en el siglo XVI, en el norte de Europa se usó principalmente como planta ornamental (Sánchez, 2022). En 1994, la Food and Drug Administration (FDA) autorizó el consumo y comercialización del tomate Flavr Savr, primera hortaliza modificada genéticamente para reducir el ablandamiento durante el almacenamiento. Hortaliza de mayor consumo y producción mundialmente según estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (Lejavitzer, 2025).

Planta herbácea, el tallo es robusto y presenta una superficie pubescente, de forma angulosa y color verde, ancho entre 2 y 4 cm, siendo más delgado en la parte superior. Hojas tipo pinnada y compuesta, de color verde, textura glanduloso-pubescente en el haz y ceniciento en el envés (Quirós, 2024). La flor perfecta y regular, inflorescencia tipo racimo. El fruto clasificado como baya, de forma ovalada, color de verde a rojo con semillas ovoides, lisas, envueltas en una masa mucilaginoso, raíces con 30 cm de profundidad aproximadamente (Suriel y Victoriano, 2020).

4.1.2 Importancia

El tomate es una de las hortalizas más valiosas del mundo, fuente de carotenoides, vitaminas, glicoalcaloides y otros metabolitos con actividades antioxidantes y antiinflamatorios (Sarango *et al*, 2024). En México al año se siembran más de 70 mil hectáreas de tomate con una producción de más de dos millones de toneladas, aproximadamente el 50% se exporta a Estados Unidos (ICAMEX, 2024).

4.1.3 Taxonomía (*Solanum lycopersicum*)

Cuadro 1. Clasificación taxónomica de tomate (López, 2016)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Asteridae
Familia	Solanaceae
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>lycopersicum</i>

4.1.4 Manejo de enfermedades y plagas

Las enfermedades, virus o plagas son las principales causas de problemas fitosanitarios afectando el rendimiento, calidad del fruto y la vida útil de la planta (Coyotl *et al*, 2025). Existen diversas enfermedades que atacan el cultivo de las más importantes son *Fusarium oxysporum* y Palomilla del tomate, afectando económicamente (Pandya *et al*, 2025).

Las pérdidas en el rendimiento por *Fusarium* pueden ser de hasta 70% en condiciones favorables (27- 30°C) (Panno *et al*, 2021). En México es una plaga importante por su mecanismo de dispersión y los daños que ocasiona, logrando grandes pérdidas de hasta el 80% en plantación cuando no se realiza un control (SAGARPA, 2019).

4.1.4.1 Plagas

Mosca blanca en tomate (*Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*)

Presente en más de 160 países, así como en más de 600 plantas hospedantes, atacan principalmente a plantas que pertenecen a las familias: *Cruciferae*, *Curbitaceae*, *Solanaceae* y *Leguminosae* (Bedford, 2020). Las partes jóvenes de la planta son colonizadas por los adultos, colocando huevos en el envés de la hoja. Cada hembra produce hasta 200 huevos durante su vida, tardan en desarrollarse de 30 a 40 días desde huevo hasta adulto (Estay, 2018). Ocasiona proliferación de mancha negra, manchado los frutos y dificultando el desarrollo de la planta. Transmite TYLCV (virus del rizado amarillo del tomate) y ToCV (virus de la clorosis del tomate) (Nava, 2022).

Un control físico para realizar es la colocación de trampas cromáticas y hacer rotación de cultivo; como control biológico existen opciones como *Encarsia*, *Eretmocerus*, *Nesidicoris*, *Chrysoperla*, *Coenosia*, *Dicyphus*, *Delphastus*, etc (Francisco, 2024). Por último, para el control químico algunos productos que se pueden aplicar son aquellos con ingredientes activos como cipermetrina, deltametrina, oxamil, acetamiprid, piroxifeno, flupiradifurona (Santos, *et al* 2020).

Polilla del tomate (*Tuta absoluta*)

Los daños por las larvas producen galerías en hojas, frutos y tallos. En hojas, son galerías estrechas produciendo deshidratación y muerte de los primeros tejidos, con la consiguiente disminución de fotosíntesis de la planta. En frutos, se producen pequeños orificios de entrada en la zona del pedúnculo, bajo el cáliz. Al igual, facilita el acceso de otros patógeno potenciando su pudrición (Martín y Alcazar, 2021). Su presencia se ve favorecida por las altas temperaturas, así como por la planta de tomate que constituye su hospedero preferido, puede causar pérdidas del 100% en cultivos al aire libre (Cocco *et al*, 2015).

Existen dos insectos benéficos que se pueden aplicar para control biológico de una manera efectiva que son *Nesidiocoris tenuis* y *Trichogramma achaeae*. Para reducir la infestación de la plaga se podría colocar trampas con feromonas atrayendo a los machos y así no fecundan a las hembras, se recomienda al inicio del cultivo y bajos niveles de poblaciones (Allache & Demnati, 2020). Cualquier producto que contenga los ingredientes activos indoxacarb, spinosad, clorantraniliprol funciona para llevar un control químico, hay algunos que no son compatibles con los insectos benéficos como azadiractin; Azufre + *B. thuringiensis*, *Bacillus thuringiensis* si son compatibles (Perera *et al*, 2019).

Paratrioza (*Bactericera cockerelli*)

Plaga de suma importancia que causa fuertes daños y pérdidas de cultivos, se alimenta de la savia de las plantas, ocasiona amarillamiento y debilitamiento de la planta, afectando el rendimiento y calidad; adultos y ninfas transmiten *Candidatus Liberibacter* (Toledo, 2014). Otros síntomas que presenta es el enrollamiento de hojas nuevas hacia dentro, así como manchas moradas en los bordes de las hojas (Olaniyan *et al*, 2020).

Para su control existen varios métodos como el físico que consta de retirar la maleza, colocación de trampas cromáticas, llevar un manejo de suministro de agua controlado y una adecuada fertilización (Lara, 2020). Algunos insectos benéficos

que ayudan a su control biológico como *Paecilomyces fumosorocceus*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Chrysoperla* spp, *Hippodamia convergens* y larvas de *Tamarixia triozae*. Sulfoxaflor, spinosad, diafenthiurón, acetamiprid, abamectina, tetradifon, thiocyclam y spinetoram son ingredientes activos funcionales para el control químico (Quespaz, 2023).

Trips (*Frankliniella occidentalis*)

La plaga reduce entre el 40 al 60% en el rendimiento de la planta, es de suma importancia debido a su adaptabilidad a diversos cultivos (polifagia) y ciclos de vida cortos (Toledo y Sagastume, 2019). Las hembras depositan huevos en hojas, frutos, flores, pedúnculos o tejidos tiernos. Daña la planta al alimentarse, insertan el aparato bucal en el tejido bebiendo el contenido de las células vegetales, interrumpiendo la fotosíntesis; aparecen manchas amarillas o marrones, gradualmente la hoja se marchita, transmisor de virus (Stankevych *et al*, 2023).

Orius tristicolor, *O. laevigatus*, *O. insidiosus* y *Chrysoperla defreitasi* son sus enemigos naturales con los cuales se podría realizar un control biológico. La colocación de mallas antiáfidos y trampas cromáticas de color amarillo; realizar rotación de cultivos y limpieza de follaje basal ayudarían al control físico (Charccahuana, 2023). Reducen el crecimiento de la planta y detiene el desarrollo de los frutos, dando frutos más pequeños. Para el control químico existen ingredientes activos que ayudan a reducir, o controlar la plaga como deltametrina, spinetoram, spirotetramat y spinosad (Olivares *et al*, 2017).

4.1.4.2 Enfermedades

Alternariosis (*Alternaria solani*)

Es una de las enfermedades más comunes, depende de la lluvia y la relación de humedad en la atmósfera, limitando el rendimiento cuando se utilizan cultivares susceptibles y el clima es favorable (Roy *et al*, 2019). Causa caída de hojas, manchas en los tallos y frutos. Lesiones en hojas forman “puntos concéntricos” característicos, rodeados de regiones amarillas. Las manchas de las frutas son negras y coriáceas, con crestas concéntricas elevadas, ocasionando caída de frutos (Smith & Urrea, 2021).

Dentro del control biológico se encuentran *Trichoderma longibrachiatum*, *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas aeruginosa*. Hay una gran variedad de ingredientes activos que funcionan para la parte de control químico como clorotalonil, mancozeb, propineb, zoxamida, boscalid, pyraclostrobin, fluxapiraxad, cymoxanil, dimetomorph, azoxystrobin y difenoconazole (Escalera-Mares *et al*, 2026). En el control físico se recomienda ampliar la distancia de siembra, poda de hojas para favorecer la aireación, desinfección de material y equipo, control de malezas, y utilizar semillas tratadas (Sandoval y Núñez, 2016).

Fusariosis (*Fusarium* spp)

Esta enfermedad se considera de suma importancia debido a que es transmitido por el suelo principalmente, afectando plantas como frijol, clavel, tomate, banano, orquídeas, etc (Edel-Hermann & Lecomte, 2019). Ocasiona marchitamiento, la base del tallo y raíces adquieren un color oscuro, no todas las ramas pueden presentar los síntomas. La marchitez se nota más en la floración, cuajamiento de fruto y durante los climas calurosos. Los síntomas se intensifican por altas temperaturas, un pH bajo en suelo y uso de fertilizantes a base de amoníaco (Mayens y Castaño, 2017).

Para un manejo controlado se recomienda realizar una rotación de cultivos, mantener niveles de humedad óptimos y constantes, pH cerca de 6.5, desinfección de herramienta de trabajo (Flores *et al* 2012). Para control biológico *Trichoderma*

asperellum, *T. harzianum* y *T. yunnanense*, *Bacillus liqueniformis*, *B. subtilis* y *B. amyloliquefaciens* y control químico como aquellos productos que contengan tiofanato de metilo, carbendazim, procloraz, fosetil de aluminio, entre otros (Florencio, 2022).

Mancha de Septoria del Tomate (*Septoria lycopersici*)

Es de suma importancia ya que es una de las enfermedades más dañinas del follaje, favorecida por las temperaturas cálidas y alta humedad. Manchas marrones con un halo amarillo alrededor, bajo microscopio se observan pequeños cuerpos fructíferos del hongo en los centros de las lesiones. El follaje se vuelve amarillo, luego marrón y seco (Smith y Urrea, 2021).

Existen muchos ingredientes activos para su control químico como Tebuconazol, propiconazol, difenoconazol, productos a base de cobre, clorotalonil, mancozeb, carbendazim, tiabendazol e ingredientes activos de los grupos, fenilpiridinilamina, carboxamida y estrobilurinas. Para control biológico existe *Bacillus subtilis*, *B. velezensis*, *Trichoderma harzianum*, *T. atroviride*, *T. viride* (Domingues *et al*, 2019). Para el control cultural se recomienda, retira hojas enfermas y viejas para evitar el exceso de humedad, desinfectar las herramientas y equipo de trabajo y realizar rotación de cultivos (Meadows & Clabby, 2016).

Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)

Enfermedad con alto índice de destrucción, así como una propagación rápida, afecta en invernadero, campo y provoca la descomposición de productos almacenados (Guathier *et al*, 2019). Persiste en el suelo o en plantas enfermas por largos periodos, infectando la planta por las heridas expuestas. Se dispersa mediante el viento, se favorece de días nublados y alta humedad. Presenta lesiones

elípticas y acuosas, rodeando el tallo y así la planta muere, afectando al igual flores y frutos, formando lesiones esporuladas de color gris a café (López, 2016).

Como control cultural se recomienda hacer las siguientes prácticas: eliminación de tejidos viejos, evitar que el fruto toque el piso, riego por goteo de preferencia y aplicación de cera de abeja en poscosecha (Pavone, 2020). Para su control biológico se puede colocar *Trichoderma* sp, *Bacillus subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *Colletotrichum* sp, *Mocur* sp, *Penicillium* sp. y *Verticilium* sp. Como control químico existen los siguientes ingredientes activos, iprodione, boscalid, cyprodinil, pyrimethanil, pyraclostrobin, fludioxinil, fenhexamid, captan, thiram y boscalid (Matute, 2019).

Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Tiene importancia histórica por ser la causa de la hambruna irlandesa de la papa durante la década de 1840, causando la muerte de más de un millón de personas y desplazamiento de casi dos millones más, en cinco años (Bush *et al*, 2024).

Se forman manchas cafés en frutos de forma irregular, se observan manchas necróticas marrones en el envés de las hojas y tallos, con alta humedad se aprecia el crecimiento de micelio con una coloración blanquecina (Quirós, 2022). En climas cálidos se puede infectar la planta, puede producir miles de esporangios por lesión. Estos esporangios se propagan fácilmente por el aire, lo que genera una gran contaminación para el cultivo (Schuh *et al*, 2021).

Fungicidas sistémicos para su control aquellos con los siguientes ingredientes activos, dimetomorf y metalaxil en etapas iniciales hasta la floración, de contacto aquellos con ingredientes activos clorotalonil y mancozeb, posterior a la floración. *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. pueden ejercer cierto control, por su función antagónica (Dorlhiac, 2018). Como control cultural es recomendable que se modifique la densidad para aumentar la aireación de la plantación, realizar podas

de frutos y plantas enfermas, uso de variedades resistentes y rotación de cultivos (Jehani *et al*, 2025).

4.2 *Fusarium* spp

4.2.1 Importancia

Es una de las enfermedades más limitantes del tomate, disminuye el rendimiento de la entre 50- 60%, afectando la calidad del fruto. Su propagación se da mediante el suelo, agua, equipo, maquinaria, plántula infectada. Puede atacar en cualquier etapa de la planta, ocasionando marchitamiento, hojas amarillas y tallos necróticos; entra por las raíces (García- Jaramillo *et al*, 2021).

4.2.2 Taxonomía (*Fusarium* spp)

Cuadro 2. Clasificación taxónomica de *Fusarium* spp (Salas *et al*, 2022)

Phylum	Ascomycota
Clase	Sordariomycetes
Orden	Hypocreales
Familia	Nectriaceae
Género	<i>Fusarium</i>
Especie	<i>F. oxysporum</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. verticillioides</i> , <i>F.</i> <i>graminearum</i>

4.2.3 Morfología

Fusarium spp presenta características microscópicas las cuales constan de una fiálide fina, en forma de botella, simple o ramificada; cortas o largas; monofialídica (que emergen esporas de un poro de la fiálide) o polifialídica (de varios poros). Los conidios germinan tras 24- 48 horas de inoculación en climas favorables y alta humedad. Los macroconidios presentan forma de medialuna, hialinos y septados (Watt, 2015). Los microconidios de forma ovalada unicelular y en ocasiones de dos células, conidiación a partir de monofialídes cortas con esporulación en forma de falsas cabezas (Fernández, 2016).

4.2.4 Control en el cultivo de tomate

4.2.4.1 Control químico

Algunos fungicidas que se podrían aplicar para llevar un control parcial sobre este patógeno son aquellos que contengan los siguientes ingredientes activos tiofanato de metilo, carbendazim, procloraz, fosetil de aluminio, propamocarb, captan, protioconazol, fludioxonil, difenoconazol, tiabendazol, pidiflumetofen, gluconato de cobre, estrozoil, frutriafol y algunos triazoles más. La mayoría con una función sistémica lo que hace que entre por las raíces y se mueva mediante la xilema y detienen el crecimiento del patógeno (Segura y Torres, 2020).

4.2.4.2 Control biológico

Se utiliza el control biológico con *Trichoderma asperellum*, *T. harzianum* y *T. yunnanense*; envuelve a las hojas al no permitir desarrollar los conidios hasta inhibirlos. *Bacillus liqueniformis*, *B. subtilis* y *B. amyloliquefaciens* ayudan a reducir los efectos nocivos sobre el medio ambiente y el hombre (Salas *et al*, 2022).

4.2.4.3 Control físico

La solarización es uno de los métodos para el control físico que se pudiera utilizar, consiste en cubrir el suelo con una cubierta plástica transparente por un determinado tiempo, haciendo que llegue a temperaturas extremas para eliminar el hongo. Desinfección de equipo y maquinaria utilizada con hipoclorito de sodio. Al igual que realizar una rotación de cultivo y al aparecer pocas plantas enfermas se recomienda arrancarlas o quemarlas (Hassan, 2020).

4.3 Importancia de nanoencapsulados en la agricultura

La nanotecnología (NT) es el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación, manejo, operación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas a nano escala. Existen nanomateriales (NMs) se presentan como un sustituto atractivo a los plaguicidas (Vázquez, 2023). Se enfocan en la optimización del rendimiento del suelo al reducir la necesidad de fertilizantes y pesticidas. Aplicarle a la planta de manera controlada, de acuerdo con sus necesidades para una mayor eficiencia (Guzmán, 2024).

Un ejemplo de dichos NMs son los nanoencapsulados que incorporan o dispersan bioactivos pueden ser resistentes a la degradación, mejoran la solubilidad. Estas nano cápsulas están diseñadas por materiales como los polímeros como almidones o goma en un tamaño de nano escala (Guzmán, 2024).

4.3.1 Importancia de nanoencapsulados en el control de las enfermedades en plantas

El aceite esencial de Albahaca (*Ocimum sanctum*) nanoencapsulado tiene características en contra de hongos que contaminan las materias primas herbales y

la secreción de aflatoxina B1 (sustancia tóxica que producen los hongos). Con estos nanoencapsulados se redujo el contenido de ergosterol (molécula que producen los hongos), es decir, que inhibe el crecimiento del hongo debido a que afecta las membranas del patógeno (Kumar *et al*, 2019).

Se han realizado diversos estudios en donde se ha comprobado el uso de nanoencapsulados como un método efectivo para el control de patógeno. Se ha demostrado que el uso de aceite de eucalipto encapsulado sintetizado con goma arábi tuvo éxito en el control de *antracnosis* en la manzana malaya, por lo tanto, el hecho de que los aceites nanoencapsulados se sugieren como una alternativa más sustentable (Shantayya & Oluwasola, 2022).

4.4 Aceite de canela (*Cinnamomun spp*)

4.4.1 Importancia

Se probó que el aceite de canela tiene actividad antifúngica contra cuatro especies de hongos: *Aspergillus niger*, *Penicillium notbookum*, *Mucora heimalis* y *Fusarium oxysporum* (Haddi *et al*, 2017). Un estudio realizado por Xing, *et al* (2014) mencionaron que la concentración del aceite de canela demostró ser efectiva en el desarrollo de *Fusarium verticillioides*, el efecto inhibitor del aceite aumentó proporcionalmente a su concentración y proporcionalmente a la duración del tratamiento; una alta concentración del aceite retrasó la germinación de conidias y mostró diferentes reacciones inhibitorias.

El cinamaldehído disminuyó el moho blanco en las patatas en ensayos de invernadero; además el cinamaldehído podría inhibir el crecimiento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum* (Reza *et al*, 2014). En pruebas *in vitro* realizadas, demostró tener una inhibición micelial significativa en la podredumbre de maíz *Fusarium*

oxysporum f. sp. *gladioli* y ser muy efectivo contra el crecimiento de *Rhizoctonia solani* (Kowalska *et al*, 2021).

4.4.2 Taxonomía (*Cinnamomum* spp)

Cuadro 3. Clasificación taxónomica de la canela (Rueda, 2013)

Reino	Vegetal
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lurales
Familia	Lauraceae
Género	<i>Cinnamomum</i>
Especie	<i>C. verum</i> , <i>C. cassia</i>

4.4.3 Composición química

Perfil de compuestos activos, cinamaldehído con el 70- 98% del aceite y es conocido por propiedades insecticidas y fúngicas, interfiriendo el proceso celular de la plaga; a- muoleno con el 1- 6%, actividad repelente e insecticida; eugenol que constituye del 2- 8%, con fuerte efecto antimicrobiano y antifúngico; cariofileno presente del 1- 3%, con propiedades repelente de insectos y actividad microbiana; e γ- mueroleno del 1- 3%, actividad repelente e insecticidas (Yursida *et al*, 2025).

4.5 Aceite de romero (*Rosmarinus officinalis*)

4.5.1 Importancia

Originario de la región mediterránea, la provincia de Murcia, España es uno de los principales procesadores e importadores de romero. Planta aromática con propiedades antifúngicas, antimicrobianas y antioxidantes (Nieto *et al*, 2018). Se evaluó la actividad antifúngica del extracto a *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*

y *Rhizoctonia solani*, demostrando respuestas significativas a la inhibición del crecimiento a una concentración de 300 ppm (Aamer, 2023).

Bunevicius *et al* (2025), investigaron que el extracto de romero contra *Collectotrichum acutatum* y *Botrytis cinerea*, se encontró la inhibición de *C. acutatum* alcanzó el 56% a los siete días a 3000 ppm, así como la inhibición de *B. cinerea* alcanzó el 50% a los siete días a 3000 ppm. Yuan *et al*, (2024) probaron que el aceite de romero presentó actividad antifúngica en contra de *Collectotrichum gloeosporioides*, provocando algunas alteraciones en el micelio, su efecto se asocia con el daño a la pared celular y membrana plasmática, haciendo que el hongo no pueda crecer y la interferencia en el metabolismo energético, lo que respalda su uso como agente potencial de biocontrol.

4.5.2 Taxonomía (*Rosmarinus officinalis*)

Cuadro 4. Clasificación taxónomica del Romero (Flores, 2020)

Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae
Género	<i>Rosmarinus</i>
Especie	<i>officinalis</i>

4.5.3 Caracterización química

Las hojas son constituidas por 1,8 cineol (eucaliptol), alcanfor, α -pineno, α -terpineol borneol, canfeno, limoneno, acetato de bornilo, linalol, mirceno, verbenona. Característico por una alta actividad antimicrobiana y antifúngica, principalmente atribuida por α -pineno, alcanfor, acetato de bornilo y 1,8 cineol (Ali *et al*, 2019).

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación de la investigación

La elaboración de los nanoencapsulados fueron realizados en el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) con ubicación en Enrique Reyna H. 140, San José de los Cerritos, 25294 Saltillo, Coahuila.

El bioensayo fue realizado en el laboratorio de Horticultura dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Que se encuentra ubicada en Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coahuila. Con coordenadas 25° 23' 36" N 101° 00' 02" O/ 25.3934, -101.0005.



Figura 1 Mapa de la ubicación de la elaboración del proyecto.

5.2 Material fúngico

Para la evaluación se empleará el patógeno *Fusarium* spp. Dentro de las diferentes cepas se seleccionará aquella que se presenta en el cultivo de tomate.

5.2.1 Aislamiento, purificación y mantenimiento del cultivo fúngico

Para el aislamiento del hongo se utilizó un tomate contaminado por *Fusarium* spp con ayuda de un asa bacteriológica se raspó el tejido infectado, hasta obtener un poco de la muestra, la cuál fue colocada en cajas de Petri estériles y que contenían medio de cultivo PDA (39g L^{-1}). Una vez que el hongo comenzó a crecer se llevó a cabo el proceso de la purificación, que consistió transferir micelio de una caja de Petri a otra, hasta obtener un cultivo axénico. Una vez el hongo purificado, con la ayuda de un sacabocados se obtuvo un disco de aproximadamente de 0.5 cm y se colocó en las cajas de Petri de manera correspondiente a cada tratamiento, para la conservación del hongo, se dejaron a temperatura ambiente durante todo el bioensayo.

5.3 Obtención de nanoencapsulados poliméricos

5.3.1 Síntesis de nanoencapsulados poliméricos con dn menores < 50 nm

En esta metodología se utilizaron monómeros como metacrilato de metilo (MMA, 98%) y ácido metacrílico (MAA, 99%); dos surfactantes iónicos y un iniciador. Los monómeros son purificados por medio de una columna empacada con resina removedora de inhibidores, el resto de los reactivos se utilizan en la misma presentación entregada por proveedor (Merc). En todos los procesos se utiliza agua desionizada ($0.055\text{ }\mu\text{S/cm}$) obtenido de un equipo mili-Q.

Los nanoencapsulados poliméricos se obtienen por el método de polimerización (SHP) en condiciones de avidez de monómero. Este sistema consiste en un reactor de vidrio enchaquetado de 100 mL con tapa, donde se prepara una solución micelar compuesta por dos surfactantes, iniciador y agua desionizada, la cual es desgasificada por una corriente continua de argón por un periodo aproximado de 60 minutos, tiene un sistema de reflujo el cual se mantiene a baja temperatura durante toda la reacción.

En una segunda fase donde se eleva la temperatura del reactor a 70 °C (se realizarán modificaciones con la finalidad de formar complejos con el producto biológico y natural) se agregan los monómeros con una bomba de dosificación y se mantiene en agitación mecánica por un tiempo aproximado de 60 min. Al finalizar esta etapa se lleva a cabo la post adición, la cual consiste en dejar reaccionar el monómero para obtener una mayor conversión. Esta metodología está basada en la solicitud de patente MX/a/2014/015574, “Método para preparar nanoencapsulados ultrapequeños de copolímeros acrílicos cargadas con principios activos de uso en medicina y nutraceutica”, cabe destacar que los nanoencapsulados obtenidos no han sido probadas para beneficios en la agricultura. Una vez finalizado el proceso se recolecta el látex en un frasco de vidrio y se guarda a temperatura ambiente. La purificación de los nanoencapsulados se realiza mediante un proceso de diálisis con membranas de celulosa de 12,000 Da según metodología del registro de patente MX/a/2016/017041. Una vez purificadas se someten a un proceso de liofilización para su posterior caracterización.

5.3.2 Caracterización

5.3.2.1 Porcentaje de conversión, contenido de sólidos

Se toma una cantidad conocida de látex en un vial el cual se somete a calcinación hasta llegar a peso constante, para calcular el porcentaje de conversión por balance de materia (gravimetría).

5.3.2.2 Determinación del tamaño de partículas

El diámetro promedio de partícula se determina por QLS, se utiliza un dispersor de luz Nano seta sizer S90. Las mediciones se llevan a cabo a 25° C, en forma automática para asegurar el buen conteo y obtener un resultado confiable.

La muestra se prepara en un vial de vidrio donde se colocan dos gotas de látex al 10% de sólidos (= 0.04 g) y se diluyen en 6 mL de Agua desionizada, todas las muestras se leen por triplicado.

5.3.2.3 Determinación de la composición de los copolímeros en los nanoencapsulados

La composición de los copolímeros (contenido de MMA/ MAA) en los sistemas desarrollados se determina por medio de espectroscopia de Resonancia Magnética Nuclear de protón (NMR).

Para la preparación de la muestra se disuelven 30 mg de los nanoencapsulados (previamente aisladas de látex y secada hasta peso constante) en 0.5 mL de DMSO-d₆. Posteriormente las disoluciones son trasvasadas a bulbos de cuarzo a 5 mm de diámetro para ser analizadas en forma automática en el equipo, a temperatura ambiente y durante 16 scans.

5.4 Aceites esenciales

5.4.1 Aceite de canela

El aceite de canela que se utilizó para el bioensayo fue proporcionado por los laboratorios Hersol, con una pureza de 100%.

5.4.2 Aceite de romero

El aceite de romero se obtuvo por el método de extracción Soxhlet en donde se vertió etanol en un matraz y se calentó con un manto calefactor. A 45 °C, los vapores ascendieron por el conducto lateral del extractor hasta alcanzar el condensador. Una vez en el condensador, el vapor se enfrió y regreso al estado líquido, cayendo gota a gota sobre el cartucho que contenía la muestra. Este goteo constante permitió que el romero se disolviera de manera progresiva.

Una vez que el nivel del etanol en la cámara de extracción alcanzó la curva superior del tubo lateral, se activó el efecto sifón. Esto provocó el vaciado automático del etanol ya cargado con el extracto de regreso al matraz inferior. El ciclo se repite sucesivamente, garantizando que la muestra siempre estuviera en contacto con el etanol recién destilado. Finalmente, el etanol se eliminó mediante la evaporación, a temperatura de 25 °C obteniendo así el extracto concentrado al fondo del matraz. Se midió el aceite de romero con un refractómetro y se obtuvo el índice de refracción de 1.4 y una densidad de 0.9 g/ml. Estos valores se utilizaron como indicadores de la pureza y las propiedades físicas del aceite de romero obtenido.

5.5 Bioensayo de nanoencapsulados y de aceites esenciales en contra de *Fusarium spp in vitro*

Para el bioensayo se llevó a cabo la técnica de medio envenenado consistió en mezclar los nanoencapsulados, aceites esenciales y pesticidas directamente al medio de cultivo PDA (Papa-Dextrosa-Agar) de acuerdo con las concentraciones mencionadas en el Cuadro 5. Este medio se vertió en cajas de Petri, donde posteriormente se colocó un disco de 0.5 cm de la caja que contenía *Fusarium spp*, el cual se obtuvo con un sacabocados (metálico) para los diferentes tratamientos, y se transfirió a la caja de Petri 24 horas después de ser vaciados los tratamientos, se utilizó una aguja de disección previamente esterilizada.

5.5.1 Tratamientos

Cuadro 5. Tratamientos para evaluar nanoencapsulados y aceites esenciales en contra de *Fusarium spp in vitro*

Tratamientos	Concentraciones ppm	# Repeticiones
TA	0	4
PE	0	4
AC	2000	4
Bio Co	0	4
RC1	1000	4
RC2	1500	4
RC3	2000	4
NC1	1000	4
NC2	1500	4
NC3	2000	4

*(TA): Testigo absoluto. ((PE): Pesticida. (AC): Aceite de Canela. (Bio Co): Bio Copolímero. (RC1): Aceite de Romero 1. (RC2): Aceite de Romero concentración 2. (RC3): Aceite de Romero concentración 3. (NC1): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 1. (NC2): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 2. (NC3): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 3.

5.5.2 Variables evaluadas

Crecimiento micelial

El crecimiento micelial se midió con una regla cada 24 horas desde su siembra en la caja de Petri hasta que el testigo absoluto cubrió por completo la caja de Petri, las unidades de medida fueron en cm.

Tasa de crecimiento micelial diaria y curva ajustada

El crecimiento micelial diario (cm) fue evaluado con un modelo lineal mixto utilizando el paquete lme4 en R. La significancia de los efectos fijos fue evaluada mediante análisis de varianza (ANOVA) del modelo ajustado. Dado que la interacción

tratamiento x tiempo resultó significativa se procedió a estimar las pendientes de crecimiento (cm/día) para cada tratamiento utilizando el paquete Emmeans. Finalmente se generaron gráficos de las curvas de crecimiento ajustadas y de las pendientes estimadas con sus intervalos de confianza al 95%.

Efectividad

La efectividad de cada uno de los tratamientos se realizó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Inhibición} = \frac{R_c - R_t}{R_c} \times 100$$

R_c: Crecimiento del micelio en el testigo

R_t: Crecimiento del micelio en el tratamiento

Esporulación

La cantidad de esporas por tratamiento y repetición se determinó a los doce días cuando se alcanzó la máxima esporulación. Cada caja de Petri fue enjuagada con agua destilada, la superficie fue raspada con un asa bacteriológica. Con una aguja esterilizada se tomó 0.5 ml del agua de la caja de Petri y se colocó una gota en la cámara Neubauer para realizar el conteo de esporas, empleando un microscopio compuesto.

Características macroscópicas

Las características macroscópicas del hongo se evaluaron mediante la observación directa de las colonias desarrolladas a los doce días de siembra. Se consideraron variables como textura, forma, borde y presencia de pigmentación.

5.5.3 Análisis estadístico

El establecimiento del experimento se llevó a cabo bajo un diseño completamente al azar con 10 tratamientos y 4 repeticiones. Se hicieron análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de separación múltiple de medias (Tukey, $P < 0.05$). La tasa de crecimiento micelial se realizó mediante un modelo mixto lineal, todos los datos fueron analizados a través del programa R.

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Crecimiento micelial

En la Figura 2 se muestra el crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium* spp durante 12 días bajo diferentes tratamientos, se observó diferencia estadística entre tratamientos a través del tiempo. El testigo absoluto (TA), junto con RC2 presentaron el mayor crecimiento micelial. RC3 y RC1 mostraron un crecimiento micelial del patógeno ligeramente inferior a TA. León (2017) puso a prueba los aceites de pimienta negra, orégano y romero frente a *Fusarium solani* siendo mejor el aceite de orégano con un crecimiento de 0.5 cm a los 12 días de incubación, por la presencia de activos como el carvacrol creando una acción antifúngica y el crecimiento micelial con el aceite de romero fue de 6.4 cm siendo mínimo su efecto antifúngico a la concentración de 0.3%. Por su parte, los tratamientos NC1, NC2 y NC3 registraron un efecto inversamente proporcional lo que indica que a medida que aumentaron las concentraciones disminuyó el crecimiento del patógeno. Álvarez *et al* (2021), probaron que los nanoencapsulados de plata lograron una inhibición del crecimiento micelial del 70% sobre *Fusarium oxysporum* a una concentración de 2000 ppm a los 14 días.

El tratamiento PE logró limitar parcialmente el crecimiento conforme los días pasaron siendo superado por el tratamiento AC el cuál inhibió en su totalidad el crecimiento de *Fusarium* spp. Se conoce que los aceites esenciales pueden inhibir el crecimiento de patógeno debido a sus propiedades antibacterianas y antifúngicas, así como reducir su capacidad para reproducirse y propagarse (Pabon- Montoya *et al*, 2024). En un estudio realizado el aceite de canela inhibió totalmente el crecimiento y formación de conidas a una concentración del 0.05% y a una concentración de 0.01% redujo el 16.5% del crecimiento micelial del patógeno (Ramírez *et al*, 2016).

Cuadro 6. Crecimiento micelial de *Fusarium* spp a través del tiempo, bajo diferentes tratamientos a base de nanoencapsulados y aceites esenciales

Tratamientos	Días				
	1	4	7	10	12
TA	1.4 a	3.175 a	4.75 a	6.2 ab	7.25 a
PE	0 d	0.75 g	1.45 f	1.45 f	1.45 e
AC	0 d	0 h	0 g	0 g	0 f
Bio Co	1.05 b	2.05 d	3.6 c		
RC2	1.325 ab	2.85 ab	4.55 ab	6.375 a	7.475 a
RC1	1.025 b	2.375 c	3.575 c	4.9 c	5.9 b
RC3	1.05 b	2.75 bc	4.2 b	5.675 b	6.175 b
NC1	0.775 c	1.5 e	2.4 d	3.7 d	4.575 c
NC2	0.7 c	1.425 f	2.225 d	3.4 de	4.225 c
NC3	0 d	1.175 fg	1.85 e	2.875 e	3.575 d
Pr(>F)	3.3817E-15	1.75015E-25	4.28613E-26	8.4118E-23	7.8681E-25

Letras diferentes indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos (P=0.05).

(TA): Testigo absoluto. (RC2): Romero concentración 2. (RC1): Romero concentración 1. (NC2): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 2. (RC3): Romero concentración 3. (NC1): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 1. (NC3): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 3. (AC): Aceite de canela. (Bio Co): Bio copolímero. (PE): Pesticida

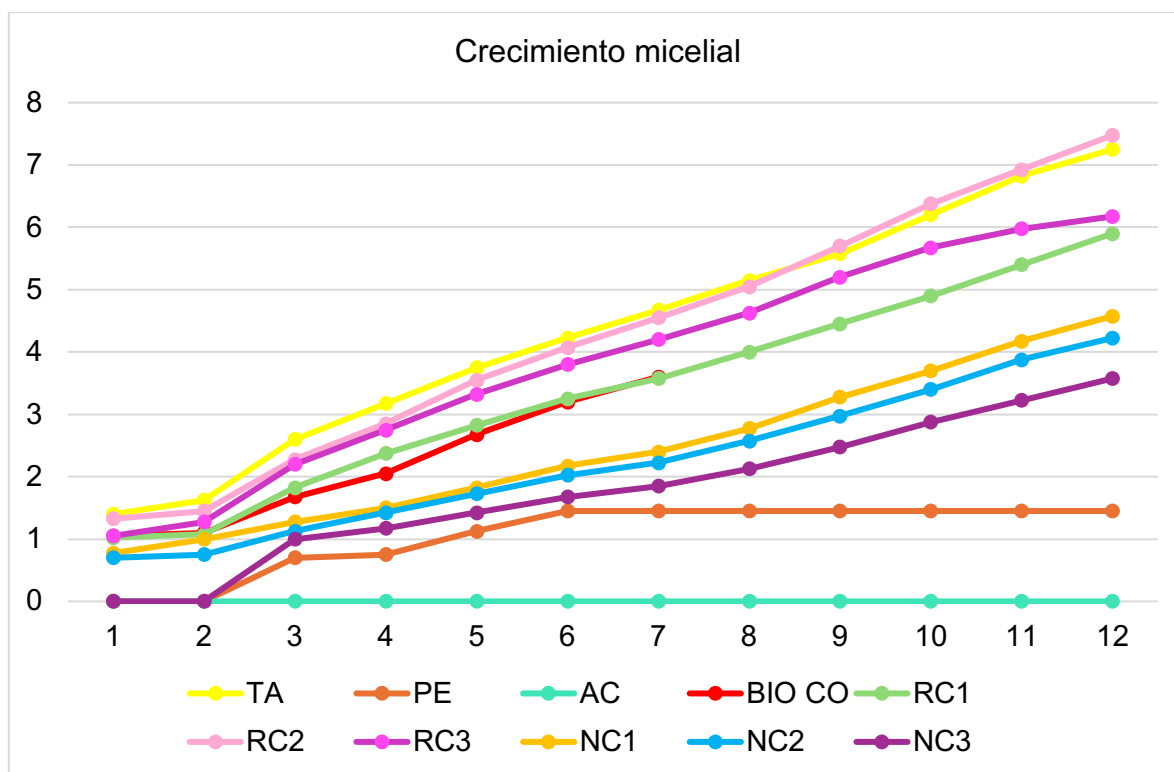


Figura 2. Crecimiento micelial de *Fusarium* spp bajo diferentes tratamientos *in vitro* (TA): Testigo absoluto. (RC2): Romero concentración 2. (RC1): Romero concentración 1. (NC2): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 2. (RC3): Romero concentración 3. (NC1): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 1. (NC3): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 3. (AC): Aceite de canela. (Bio Co): Bio copolímero. (PE): Pesticida

6.2 Tasa de crecimiento micelial diaria

La mayor tasa de crecimiento fue observada en el testigo absoluto en el cual se encontró un crecimiento diario de 0.6 cm (figura 3), seguido de RC2 con una tasa de crecimiento micelial del 0.53 cm/día. Entre los tratamientos RC1 y Bio Co no presentaron diferencia significativa entre ellos, pero si en comparación de TA. En cuanto a NC1 y NC2 no mostraron una diferencia significativa entre ellos, pero si con los demás tratamientos sobre el crecimiento micelial. El tratamiento PE mostró una tasa baja de crecimiento micelial, aun así, fue superado por el tratamiento AC, el cual inhibió en su totalidad el crecimiento del patógeno. Resultados similares fueron mostrados por González (2013) quien probó el aceite de canela para controlar *Penicillium digitatum* aislado de limón y obtuvo una tasa de crecimiento del 0.02 cm/día con una duración de 5 días a una concentración de 500 µL/L. Esto indica que este aceite esencial posee efecto antifúngico en contra de diferentes especie de hongos.

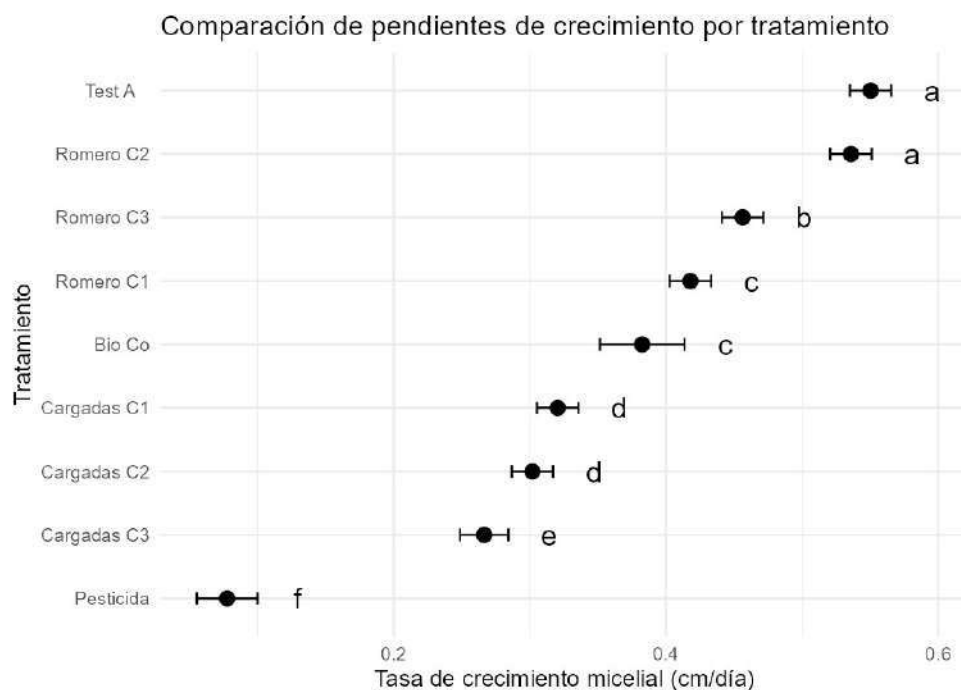


Figura 3. Tasa de crecimiento micelial diaria de *Fusarium* spp por tratamiento.

Letras diferentes indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos ($P=0.05$). (TA): Testigo absoluto. (RC2): Romero concentración 2. (RC1): Romero concentración 1. (NC2): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 2. (RC3): Romero concentración 3. (NC1): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 1. (NC3): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 3. (Bio Co): Bio copolímero.

6.2.1 Curva ajustada de crecimiento

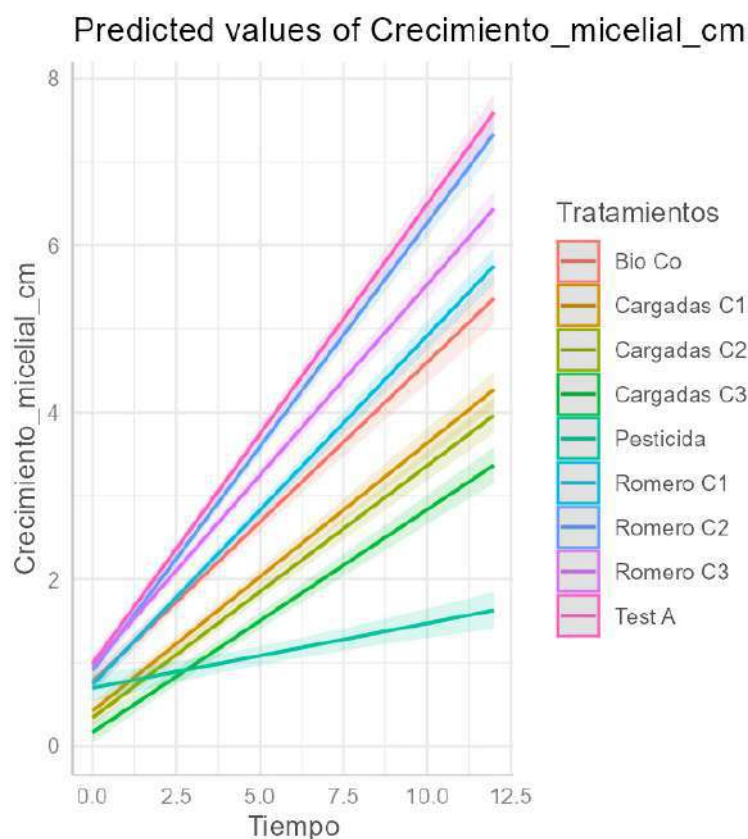


Figura 4. Curva ajustada de crecimiento micelial de *Fusarium* spp

(TA): Testigo absoluto. (RC2): Romero concentración 2. (RC1): Romero concentración 1. (NC2): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 2. (RC3): Romero concentración 3. (NC1): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 1. (NC3): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 3. (Bio Co): Bio copolímero.

El testigo absoluto fue el tratamiento que presentó una pendiente más pronunciada, indicando un mayor crecimiento de *Fusarium* spp (figura 4). De las concentraciones de romero, RC1 y RC3 demostraron un efecto inhibitorio sobre el hongo fitopatógeno, pero siendo menor que con nanoencapsulados y aceite de canela. Los tratamientos NC1, NC2 y NC3 mostraron una disminución más significativa en comparación del TA, demostrando un mayor efecto inhibitorio sobre el crecimiento micelial. Esto demuestra que los nanoencapsulados fueron capaces de proteger el aceite esencial de la degradación y favorecer su efectividad (Kapustova *et al*, 2021), siendo superado por el tratamiento PE con un ligero crecimiento. En el caso del tratamiento AC se demuestra que fue el mejor tratamiento con un nulo crecimiento del microorganismo.

6.3 Efectividad

El tratamiento RC1 no presentó disminución en el crecimiento a comparación del testigo absoluto. Por su parte, el PE presentó una efectividad del 80%, así como el tratamiento AC tuvo la mejor efectividad con una inhibición total del crecimiento micelial. Young *et al* (2017), aplicaron aceite de canela a una concentración de 0,5 µl/disco y obtuvo un 89.4 de efectividad en el crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* a los 6 días de la inoculación. Los tratamientos RC2 y RC3 registraron una efectividad similar, los tratamientos NC1, NC2 y NC3 incrementaron su efectividad a medida que aumentó la concentración.

Cuadro 7. Porcentaje de efectividad de los diferentes tratamientos.

Tratamiento	% de Efectividad
TA	0%
PE	80%
AC	100%

RC1	18.62%
RC2	0%
RC3	14.82%
NC1	36.89%
NC2	41.72%
NC3	50.68%
Bio Co	0%

(TA): Testigo absoluto. (PE): Pesticida. (AC): Aceite de canela (RC1): Romero concentración 2. (RC2): Romero concentración 1. (NC2): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 2. (RC3): Romero concentración 3. (NC1): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 1. (NC3): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 3. (Bio Co): Bio copolímero.

6.4 Esporulación

El número de esporas de *Fusarium* spp presentes en los diferentes tratamientos (cuadro 8) presentaron diferencia significativa a los doce días de incubación. Los tratamientos que presentaron una mayor esporulación fueron RC2 y TA, el tratamiento RC1 no registró diferencia significativa en comparación con el testigo absoluto, por lo que se considera un tratamiento no efectivo. Los aceites esenciales no tienen su modo de acción bien definido, normalmente está relacionado con las propiedades fisicoquímicas (estructura, tamaño molecular) de cada compuesto (Lugo, 2018). Por otro lado, RC3, NC1 y NC2 registraron un número menor de esporas, lo que sugiere una mayor inhibición de esporulación, aunque sin diferencia significativa entre ellos. El tratamiento NC3 presentó una menor esporulación, siendo estadísticamente diferente al resto de los tratamientos, indicando una mejor efectividad en la inhibición de la esporulación del hongo fitopatógeno. Los tratamientos con pesticida y aceite de canela no mostraron esporulación como consecuencia de la falta de crecimiento micelial. Alvarado *et al* 2011 comprobaron que los aceites de canela, tomillo y clavo a una concentración de 0.3 mg mL⁻¹ sobre *Rhizopus stolonifer* en frutos de tomate inhibieron totalmente la esporulación.

Cuadro 8. Prueba Tukey de esporulación de *Fusarium* spp. bajo diferentes tratamientos *in vitro*.

Tratamientos	Media de esporulación
TA	315.25a
RC2	312.75a
RC1	181.75abc
NC2	109.75bc
RC3	105.00bc
NC1	76.50bc
NC3	64.50c
AC	0d
PE	0d
Pr(>F) 0.00001204896	

Letras diferentes indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos (P=0.05). (TA): Testigo absoluto. (RC1): Aceite de Romero concentración 1. (RC2): Aceite de Romero concentración 2. (RC3): Aceite de Romero concentración 3. (NC1): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 1. (NC2): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 2. (NC3): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 3. (PE): Pesticida. (AC): Aceite de canela

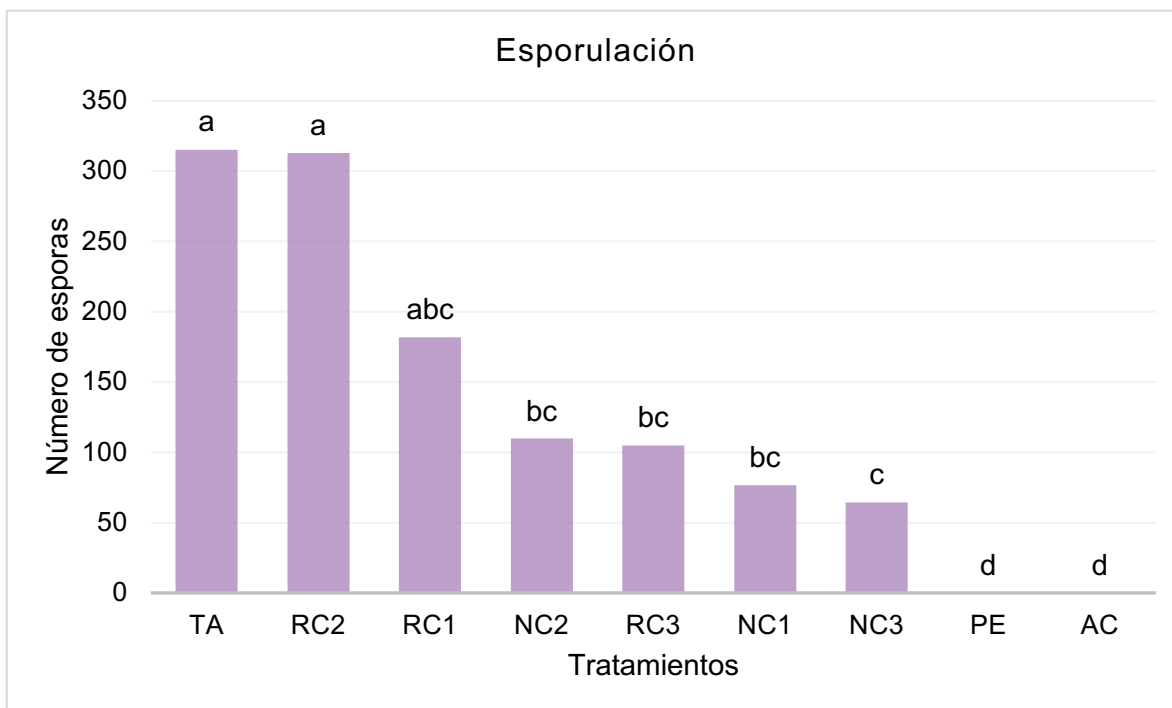


Figura 5. Esporulación de *Fusarium* spp *in vitro* bajo diferentes tratamientos. Letras diferentes indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos ($P=0.05$). (TA): Testigo absoluto. (RC2): Romero concentración 2. (RC1): Romero concentración 1. (NC2): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 2. (RC3): Romero concentración 3. (NC1): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 1. (NC3): Nanoencapsulados con aceite de canela concentración 3. (PE): Pesticida. (AC): Aceite de canela

6.5 Características macroscópicas

El testigo absoluto presentó un margen irregular comparado con el resto de los otros tratamientos y una coloración rojiza. RC2 y RC3 mostraron un halo algodonoso, limitando el crecimiento del hongo, esto comparado con las características del testigo absoluto demuestra que los tratamientos tuvieron un efecto en contra de *Fusarium* spp. Se destaca a RC1 debido a que presentó características similares al TA, pero sin la presencia de la coloración típica del patógeno. Ruiz y Ruales (2024) demostraron que el aceite de canela presentó que las características macroscópicas de *Fusarium* spp presente en el cultivo de banana a una

concentración de 200 ppm fueron de una coloración naranja-rojiza, forma circular y con textura algodonosa.

Los tratamientos NC1, NC2 y NC3 presentaron una textura algodonosa y aterciopelada con presencia de estriaciones radicales bien definidas que se originan del centro hacia afuera. Vesga (2018) utilizó nanoencapsulados de óxido de titanio para inhibir el crecimiento de *Fusarium* spp en palma de aceite, a una concentración de 400 ppm en medio de cultivo Agar Sabouraud, presentó una textura algodonosa y una coloración rojiza- amarilla. La coloración del crecimiento micelial del tratamiento Bio Co es de baja intensidad en comparación con el resto de los tratamientos. En cuanto a los tratamientos PE y AC no se pudieron hacer observaciones de la colonia ya que no se presentó suficiente o nulo crecimiento de micelio.

Cuadro 9. Descripción de características macroscópicas de *Fusarium* spp *in vitro* bajo diferentes tratamientos a los 12 días de incubación.

Tratamiento	Colonias			
	Color		Forma	Textura
	Centro	Borde		
TA	Blanco	Rojizo	Circular	Aterciopelada
PE	Blanco	Blanco	Circular	Lisa
AC	-	-	-	-
RC1	Blanco	Blanco	Circular	Aterciopelada
RC2	Blanco	Blanco	Circular	Algodonosa/ lisa
RC3	Blanco	Blanco	Circular	Aterciopelada
Bio Co	Blanco	Blanco	Circular	Aterciopelada
NC1	Blanco	Blanco	Circular	Algodonosa/ aterciopelada
NC2	Blanco	Blanco	Circular	Algodonosa/ aterciopelada
NC3	Blanco	Blanco	Circular	Algodonosa/ aterciopelada

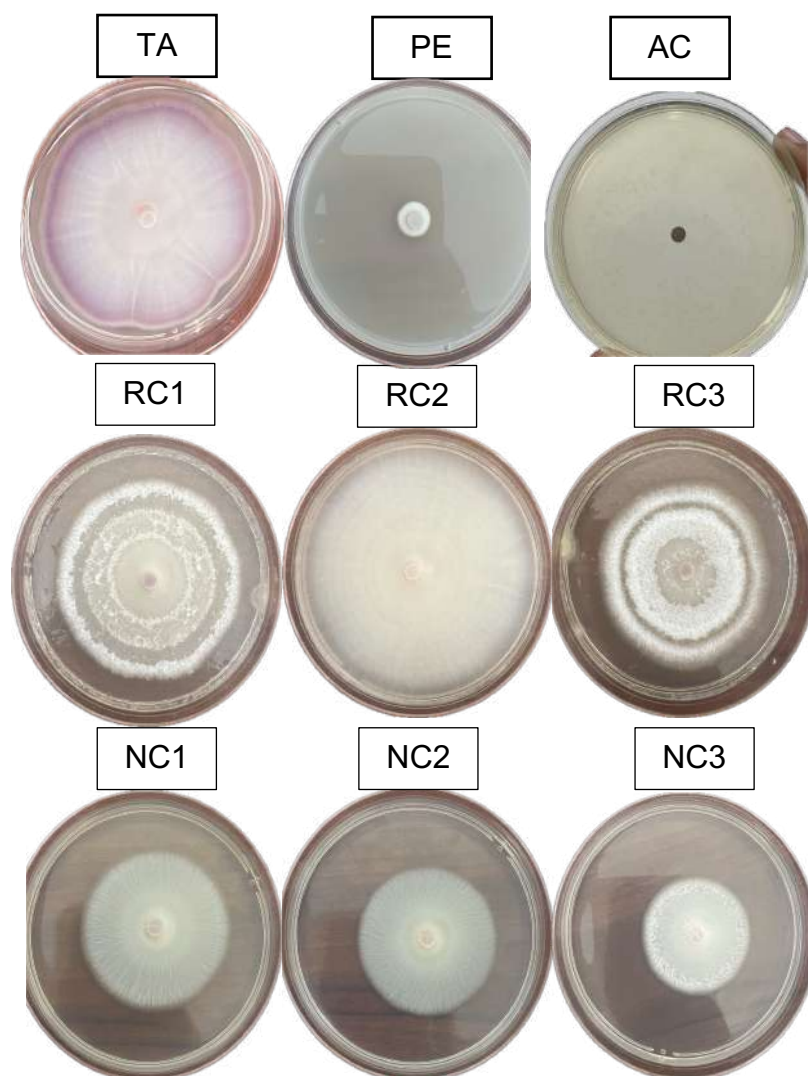


Figura 6. Características macroscópicas de *Fusarium* spp *in vitro* bajo diferentes tratamientos.

7 CONCLUSIONES

Los tratamientos con nanoencapsulados de aceite de canela tuvieron una disminución en el crecimiento micelial generando una diferencia significativa en comparación del testigo. Tuvo un efecto inversamente proporcional que a medida que se incrementó la concentración se disminuyó el crecimiento del patógeno.

Los tratamientos evaluados presentaron diferentes efectos sobre la tasa de crecimiento micelial de *Fusarium* spp. El TA presentó la mayor tasa de crecimiento, siendo el mejor tratamiento el AC, el cual inhibió en su totalidad el crecimiento patógeno.

El aceite de romero presentó un porcentaje de efectividad muy similar entre sí, los nanoencapsulados mediante se incrementó la concentración aumento el porcentaje de efectividad, siendo mejor AC con un porcentaje de efectividad del 100%.

El tratamiento NC3 presentó una menor esporulación, siendo estadísticamente diferente al resto de los tratamientos, indicando una mejor efectividad en la inhibición de la esporulación del hongo fitopatógeno. Los tratamientos AC y PE no mostraron esporulación como consecuencia de la falta de crecimiento micelial.

En los tratamientos AC y PE no se observaron características macroscópicas en comparación del TA. Los tratamientos con nanoencapsulados presentaron las mismas características macroscópicas entre sí y en los tratamientos con aceite de romero presentaron diferentes características macroscópicas entre sí, cambiando en la textura.

8 REFERENCIAS

Aamer, H; Al- Askar, A; Gaber, M; El-Tanbouly, R; Abdelkhalek, A; Behiry, S; Elsharkawy, M; Lukasz, P & E-Messeiry, S (2023) Extraction, phytochemical characterization, and antifungal activity of *Rosmarinus officinalis* extract <https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/chem-2023-0124/html>

Ali, A., Chua, B. L. & Chow, Y. H (2019) An insight into the extraction and fractionation technologies of the essential oils and bioactive compounds in *Rosmarinus officinalis* L.: Past, present and future. *Trends in Analytical Chemistry* https://www.researchgate.net/publication/333533871_An_insight_into_the_extraction_and_fractionation_technologies_of_the_essential_oils_and_bioactive_compounds_in_Rosmarinus_officinalis_L_Past_present_and_future

Allache, F., & Demnati, F. (2020) Monitoring and population changes of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) on tomato under greenhouse conditions in an arid expanse of south- eastern Algeria. *Acta Agriculturae Slovenica*, 115(2), 409–416. <https://doi.org/10.14720/aas.2020.115.2.324>

Alvarado, A; Barrera, L; Hernández, A y Velázquez M (2011) Actividad antifúngica del quitosano y aceites esenciales sobre *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.: Fr.) Vuill, agente causal de la pudrición blanda del tomate http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-34752011000200011&script=sci_arttext

Alvarez, F; González, T; Armenta, A; Méndez, R; Esquer, E; Juarez, J y Encinas, D (2021) Nanoencapsulados de plata recubiertas con quitosano contra la marchitez vascular causada por *Fusarium oxysporum* en plantúlas de tomate https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-14562020000300073

Araya-Matthey, J; Sandoval, J; Rojas-Carrillo, O (2024) Nanomateriales en aplicaciones agrícolas. Recientes avances en la agroindustria bananera. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, No 3. Julio-Setiembre Pág. 100-113. <https://doi.org/10.18845/tm.v37i2.6800>

Ayala, C (2025) Nanoencapsulados de aceites esenciales de plantas arbóreas <https://vinculate.concytec.gob.pe/wp-content/uploads/2025/06/fichatec-proyecto08.pdf>

Bedford, I (2020) Ficha técnica: mosquita blanca https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600965/Mosquita_blanca.pdf

Bunevičius, V., Morkeliūnė, A., Griauzdaitė, J., Valiuškaitė, A., y Rasiukevičiūtė, N (2025) The use of Clove and Rosemary plant extract against *Collectotrichum acutatum* and *Botrytis cinerea* <https://www.mdpi.com/2073-4395/15/7/1728>

Bush, E; Rideout, S; Higgins, D & Rodríguez L (2024) Late blight of tomato and potato: Virginia cooperative extension <https://www.pubs.ext.vt.edu/ANR/ANR-6/ANR-6.html>

Bustamante- Morales, K; Custode, A; Herrera, S; Jaramillo, E y Barrezueta, S (2023) Potencial antifúngico de extractos de plantas y aceites esenciales contra *Fusarium incarnatum* <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9205920>

Charccahuana, A (2023) Manejo integrado de plagas https://books.instituto-idema.org/sites/default/files/2023_12_06_14_58_48_albertocharccahuanagmail.com_PLAGAS.pdf

Cocco, A., Deliperi, S., Lentini, A., Mannu, R., & Delrio, G (2015) Seasonal phenology of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in protected and open-field

crops under Mediterranean climatic conditions. *Phytoparasitica*, 43(5), 713–724.
<https://doi.org/10.1007/s12600-015-0486-x>

Corrales, J (2021) Uso de depredadores, parasitoides y entomopatógenos para el control biológico de plagas y enfermedades de hortalizas con énfasis en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) <https://repositorio.utc.edu.ec/items/ece86f07-bb39-44d6-9b81-c03d75dfb744>

Coyotl, A; Flores, M; Ramírez, C y Villa, N (2025) Alternativas agroecológicas para contrarrestar enfermedades en cultivo de *Capsicum*
<https://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v43nspe/2007-8080-rmfi-43-04-RMEXFIT202420.pdf>

Cuesta G y Mondaca E (2014) Efecto de un biorregulador a base de auxinas sobre el crecimiento de plantines de tomate. Revista Chapingo Serie Horticultura 20: 215-222 <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2014.01.001>

Domingues, R; Töfoli, J y Takassaki, J (2019) Medidas adecuadas para gestionar la mancha foliar por septoria en tomates <https://revistacultivar-es.com/noticias/Medidas-apropiadas-para-controlar-la-mancha-foliar-por-septoria-en-tomates>.

Dorlhiac, G (2018) Control de tizón tardío en cultivo de papa a través de la utilización de biofungicida de *Furcraea* spp. http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-6500/UCC6880_01.pdf

Edel- Hermann, V & Lecomte, C (2019) Current status of *Fusarium oxysporum* formae speciales and races https://apsjournals-apsnet.org.translate.goog/doi/10.1094/PHYTO-08-18-0320-RVW?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc

Escalera- Mares, N; Lira- Morales, J; Salazar- Villa, E; Molina- Cárdenas, L y Rojo- Báez, I (2026) *Alternaria* en México: Caracterización morfológica y molecular, enfermedades asociadas y estrategias de manejo [https://www.researchgate.net/publication/399121729 Alternaria en Mexico Caracterizacion morfolologica y molecular enfermedades asociadas y estrategias de manejo](https://www.researchgate.net/publication/399121729_Alternaria_en_Mexico_Caracterizacion_morfologica_y_molecular_enfermedades_asociadas_y_estrategias_de_manejo)

Estay, P. (2018) Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. Obtenido de INIA: 11-15. https://web.inia.cl/mateo/files/2018/09/FICHA_INIA_08.pdf

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024) FAOSTAT, Cultivos y productos de ganadería- Tomates frescos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italy. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>

Fernández, J (2016) *Fusarium oxysporum* [https://virtual.cuautitlan.unam.mx/agrounam/Fitopatologia/Catalogo hongos fitopatogenos/pdf/12-Fusarium oxysporum.pdf](https://virtual.cuautitlan.unam.mx/agrounam/Fitopatologia/Catalogo_hongos_fitopatogenos/pdf/12-Fusarium_oxysporum.pdf)

Florencio, J (2022) Estrategias de manejo integrado de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza “1 o 2”, en México [http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/5023/Florencio A nastasio JG DC Ciencias Investigacion 2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/5023/Florencio_A_nastasio_JG_DC_Ciencias_Investigacion_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Flores, C; Buono, S y Giorgini, S (2012) Guía de consulta Enfermedades de Tomate <https://www.manualfitosanitario.com/InfoNews/GuiaConsultaEnfermedadesTomateWeb.pdf>

Flores, E; Sáenz, A; Castañeda, A y Narro, R (2020) Romero (*Rosmarinus officinalis*): su origen, importancia y generalidades de sus metabolitos secundarios. <https://tip.zaragoza.unam.mx/index.php/tip/article/view/266/317>

Francisco, N (2024) Tendencias en las alternativas de control de *Bemisia tabaci* en los cultivos agrícolas intensivos https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-81962024000200301&script=sci_arttext

García- Jaramillo, D; López, W; López, S y Ceballos- Aguirre (2021) Tomate (*Solanum lycopersicum*) y *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Una reseña http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262021000100006&script=sci_arttext#B69

González, R (2013) Aplicación de esenciales de canela y clavo como alternativa a los fungicidas de síntesis en el control de las podredumbres de limón [Trabajo de grado profesional] Escuela técnica superior de ingeniería agronómica <https://repositorio.upct.es/server/api/core/bitstreams/52778de6-16bc-4817-aeef-95fe5ee7913a/content>

Guathier, N; Leonberger K; Boince, M y Kaiser, C (2019) Enfermedades por *Botrytis* <https://plantpathology.mgcafe.uky.edu/files/PPFS-GEN-19-S.pdf>

Guzmán, N (2024) Nanoencapsulación: usos y aplicación en la industria de los alimentos <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/63698/Nmguzmanro.pdf>

Haddi, K; Faroni, L &. Oliveira, E (2017) Green Pesticides handbook. Essential oil for pest control https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=sDwPEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=lyC7kttVpM&sig=97IPa3iCDTyKdO8icpKC2y-XGnQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Hassan HA (2020) Biology and Integrated Control of Tomato Wilt Caused by *Fusarium oxysporum lycopersici*: A Comprehensive Review under the Light of Recent Advancements. J Bot Res 3(1):84-99

https://www.researchgate.net/profile/Hanan-Hasan-6/publication/343186611_Biology_and_Integrated_Control_of_Tomato_Wilt_Cause_d_by_Fusarium_oxysporum_lycopersici_A_Comprehensive_Review_under_the_Li ght_of_Recent_Advancements/links/60c291404585157774c7cba2/Biology-and-Integrated-Control-of-Tomato-Wilt-Caused-by-Fusarium-oxysporum-lycopersici-A-Comprehensive-Review-under-the-Light-of-Recent-Advancements.pdf

ICAMEX (2024) Producción sustentable de jitomate en agricultura protegida https://icamex.edomex.gob.mx/sites/icamex.edomex.gob.mx/files/files/publicacione s/2024/Producción%20de%20Jitomate%20ICAMEX%202024_compressed.pdf

Jehani, M; Mukhtar, J; Cheemala, S; Chandra, B; Khawlfelkim, E & Srivastava (2025) From pathogen to protection: Integrated disease management strategies for tomato late blight <https://microbiologyjournal-org.translate.goog/from-pathogen-to-protection-integrated-disease-management-strategies-for-tomato-late-blight/? x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es& x tr pto=tc>

Kapustova, M; Granata, G; Napoli, E; Puskarova, A; Buckova, M Pangallo, D & Geraci, C (2021) Nanoencapsulated essential oil with enhanced antifungal activity for potential application on agri- food, material an environmental fields <https://doi.org/10.3390/antibiotics10010031>

Kowalska, J; Tyburski, J; Matysiak, K; Jakubowska, M; Tukaszuk, J & Kryminska (2021) Cinnamon as a useful preventive substance for the care of human and plant health <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8433798/>

Kumar, V; Das, S; Kumar, A; Rathore, R & Kishore, D (2019) Assessment of chemical characterized nanoencapsulated *Ocimum sanctum* essential oil against aflatoxigenic fungi contaminating herbal raw materials and its novel mode of action as methyglyoxal inhibitor <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521418313309>

Lara, F (2020) Manejo integrado de la paratrioza (*Bactericera cockerelli*) en el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas (*Lycopersicum sculentum*), en la aldea llano grande, Salamá, Baja verapaz
<https://es.scribd.com/document/462896590/MANEJO-INTEGRADO-DE-PARATRIOZA-pdf>

Lejavitzer, A (2025) El tomate: Historia, coina y cultura. Cinco siglos entre América y Europa. RIVAR, 12(36), 102- 119 https://revistarivar.usach.cl/wp-content/uploads/2025/08/art07_102_119.pdf

León, C (2017) Determinación de la acción antifúngica de los aceites esenciales de pimienta negra (*Piper nigrum*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y orégano (*Origanum vulgare*) sobre hongos postcosecha en Aji paprika (*Capsicum annuum* L.) [Trabajo de grado profesional] Universidad Ricardo Palma Lima, Perú
<https://repositorio.urp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/347e37b5-170e-4084-b8d1-64c194053b3b/content>

Leyva, J; Bastidas, P; Rodríguez, B; Davizon, Y; Márquez, H; Amillano, J; Godínez, D; Lorente, R; González, L; Leyva, L y Salvatierra, V (2024) Evaluación del riesgo a la salud por la exposición a plaguicidas a través del consumo de tomate (*Solanum lycopersicum*), en Guasave, Sinaloa, México
<https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/55136/47520>

Leyva- Mir, S; González- Solano, C; Rodríguez- Pérez, J y Montalvo- Hernández, D (2013) Comprtamiento de líneas avanzadas de tomate (*Solanum lycopersicum*) a fitopatógenos en Chapingo, México
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2013000300004&script=sci_arttext

López, L (2016) Manual técnico del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*)
<https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>

López, M (2021) Manual de enfermedades Pre y Poscosecha en tomate (*Solanum lycopersicum*)
http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2021/MANUAL%20DE%20ENFERMEDADES%20POSCOSECHA_min_ed.pdf

Lugo, L (2018) Nanoencapsulación de aceites esenciales para el control de *Aedes aegypti* [Trabajo de grado profesional]. Universidad Autónoma de Nuevo León
<http://eprints.uanl.mx/17642/1/1080261206.pdf>

Martín, A y Alcazar, D (2021) Guía de gestión integrada de platas; Solanáceas
https://www.mapa.gob.es/dam/mapa/contenido/agricultura/temas/medios-de-produccion/productos-fitosanitarios/uso-sostenible-de-productos-fitosanitarios/guias-de-gestion-integrada-de-plagas/solanaceas_web_metadatos_v03_protegida.pdf

Matute, P (2019) Control biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) en cultivos de fresa (*Fragaria vesca* L.) mediante hongos filamentosos antagonistas
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18147/1/UPS-CT008620.pdf>

Mayens, L y Castaño, J (2017) Manejo integrado de la marchitez vascular del tomate [*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (SACC.) W.C. Snyder & H.N. HANSEN]: Una revisión
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262017000200014

Meadows I & Clabby, T (2016) *Septoria* leaf spot of tomato
<https://content.ces.ncsu.edu/septoria-leaf-spot-of-tomato>

Muacevic, A & Adler, J (2024) A scientific review of pesticides: classification, toxicity, health effects, sustainability and environmental impact <https://pmc-ncbi-nlm-nih-gov.translate.goog/articles/PMC11426366/? x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es& x tr pto=tc>

Nava, O (2022) Elaboración e implementación de un programa de manejo fitosanitario para jitomate bajo condiciones de invernadero <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/retrieve/3b0911f2-be16-42e6-9b9b-4799cc85207c/250947.pdf>

Naz, S; Javaid, S; Rehman, S & Razzaq (2025) Recent advances in polymer nanoencapsulation of essential oils for multifunctional textile finishing <https://pubs-rsc-org.translate.goog/en/content/articlehtml/2025/ma/d4ma01285b? x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es& x tr pto=tc#cit17>

Nieto, G; Ros, G & Castillo, J (2018) Antioxidant and antimicrobial properties of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*): A review <https://doi.org/10.3390/medicines5030098>

Okungbowa & Shittu (2012) *Fusarium* wilts: an overview https://www.researchgate.net/profile/Hakeem-Shittu/publication/292243135_Fusarium_Wilts_An_Overview/links/56b252c908ae795dd5c7b24f/Fusarium-Wilts-An-Overview.pdf

Olaniyan, O., Rodríguez, N., Cayla, N., Michaud, E. y Wratten, S (2020) *Bactericera cockerelli* (Sulc), a potential threat to China's potato industry https://www.researchgate.net/publication/338975790_Bactericera_cockerelli_Sulc_a_pot

Olivares, N; Morán, V y Guzmán, L (2017) Manejo de plagas en repollo, tomate y lechuga. Boletín INIA N°356. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación La Cruz, La Cruz, Chile. 138 p

Pabon- Montoya, B; Córdova- Chávez, M; Alban- Alcivar, J y Jaramilo- Robles, A (2024) Efecto antifúngico de extractos botánicos sobre el crecimiento micelial de *Colletotrichum* sp a nivel *in vitro*, causante de antracnosis en la fruta de aguacate <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9263036>

Pandya, R; Joshi, S & Kapadiya, I (2025) Major diseases of tomato <https://www.researchgate.net/publication/389758896> MAJOR DISEASES OF TOMATO

Panno, S; Davino, S; Caruso, A. G; Bertacca, S; Crnogorac, A; Mandić, A; Noris, E; & Matić, S (2021) A review of the most common and economically important diseases that undermine the cultivation of tomato crop in the mediterranean basin. *Agronomy*, 11(11), 2188. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112188>

Pavone, D (2020) *Botrytis cinerea*, un hongo patógeno de plantas que amenaza los cultivos agrícolas y la seguridad alimentaria <https://tecnovitaca.com/wp-content/uploads/2021/05/Botrytis-cinerea-PDF.pdf>

Perera, S; Santos, B; Sánchez, M y Hernández, A (2019) Manejo integrado de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otra_670_tuta.pdf

Pérez, R; Piñon, H; García, D; Ortiz, D; González, A; Chávez, A; Estrada K y Gutiérrez, J (2025) Uso agrícola de extractos vegetales nanoencapsulados en control fitopatológico y poscosecha <https://revistas.utn.ac.cr/index.php/agro/article/view/834/1503>

Piña- Barrera, A; Ramírez, M; Álvarez, R; Báez, J; Amaya, C y Galindo S (2021) Recubrimiento comestible a base de alginato en combinación con eugenol nanoencapsulado y su efecto conservador en la vida útil de tomate (*Solanum lycopersicum*) https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-14562021000300133&script=sci_arttext

Quespaz, A (2023) Propuesta de manejo integrado de Paratrioza *Bactericera cockerelli* en cultivo de papa *Solanum tuberosum*, variedad superchola en el Cantón Montúfar, provincia del Carchi <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d348a126-3021-4a3d-ac69-a977439c0da5/content>

Quirós, S (2022) Cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) guía técnica https://platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2021/Tomate_Edit.pdf

Quirós, S (2024) Tomate Manual de Buenas Prácticas Agrícolas con enfoque de adaptación al cambio climático <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-11142.pdf>

Ramírez, I; López, O; Espinosa, S y Wong, A (2016) Actividad antifúngica de hidrodestilados y aceites sobre *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporum* y *Colletotrichum gloesporioides* <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n8/2007-0934-remexca-7-08-1879.pdf>

Reza, M; Sun, X; Zhang, L; Li, X; Xie, G; Zhang, J & Wang, L (2014) Effect of cinnamaldehyde against *Sclerotinia sclerotiorum* on potato and induction of glutathione S-transferase genes <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0885576515300072>

Rodríguez- Castro, A; Torres- Herrera, S; Domínguez- Calleros, A; Romero- García, A y Silva- Flores, M (2020) Extractos vegetales para el control de *Fusarium*

oxysporum, *Alternaria solani* y *Rhizoctonia solani*, una alternativa sostenible para la agricultura <https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-agroforestal/article/view/265/506>

Ronga D, Zaccardelli M, Lovelli S, Perrone D, Francia E, Milc J, Ulrici A, Pecchioni N (2017) Biomass production and dry matter partitioning of processing tomato under organic vs conventional cropping systems in a Mediterranean environment. *Scientia Horticulturae* 224: 163-170. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.05.037>

Roy, C; Akter, N; Sarkar, M; Uddin, M; Begum, N; Zenat, E & Jahan, M (2019) Control of Early blight of tomato caused by *Alternaria solani* and screening of tomato varieties against the pathogen <https://www-openmicrobiologyjournal-com.translate.goog/VOLUME/13/PAGE/41/FULLTEXT/? x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es& x tr pto=tc>

Rueda, E (2013) Dosis de ácido indolbutrico en dos tipos de sustrato para la propagación vegetativa de estaquillas de canela (*Cinnamon sp.*) en cámaras de sub irrigación en la región San Martín- Perú <https://repositorio.unsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/fb200655-bca8-42bb-a7c4-63791ba6cbea/content>

Ruiz, M y Ruales J (2024) Aceites esenciales como alternativa antifúngica para controlar *Fusarium* spp, *Penicillium* spp, *Trichoderma* spp y *Aspergillus* spp <https://www.preprints.org/manuscript/202408.1987#Conclusions>

Salas, A; Osorio, E; Espinoza, C; Rodríguez, R; Segura, M; Neri, E y Estrada, B (2022) Principales enfermedades del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en condiciones de campo <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/1793/2549/>

SAGARPA (2019) Palomilla del tomate: Aviso público del riesgo y situación actual https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/466547/24_Aviso_publico_Palomilla_del_tomateV2.pdf

Sánchez, G (2022) Cultivo de nueve variedades silvestres de *Solanum lycopersicum* en invernadero <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/retrieve/3a267244-e305-43dd-81bb-f982eba346ab/251566.pdf>

Sandoval, C y Nuñez, F (2016) Control químico de tizón temprano y pudrición del fruto <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/6ec016c5-1ba0-4d2d-a102-863687dda239/content>

Santiago- Santiago, M; Sanchez- Viveros, G; Pariona, N; Hernández- Montiel, L y Chiquito- Contreras, R (2024) ¿La nueva terapia para las plantas? – Los aceites esenciales para control de enfermedades en agricultura [https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2024/120-2/\(116-132\)%20V101646.pdf](https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2024/120-2/(116-132)%20V101646.pdf)

Santos, B; Sánchez, M; Hinojosa, M y Perera, S (2020) Control de mosca blanca en cultivos jóvenes de tomate https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otra_704_mosca%20blanca%202020.pdf

Sarango, S; Cordovez, V; Oyeserman, B; Stopnisek, N; Raaijmakers, J & Van, P (2024) The tomato's tale: Exploring taxonomy, biogeography, domestication and microbiome for enhanced resilience <https://apsjournals-apsnet-org.translate.goog/doi/10.1094/PBIOMES-09-23-0091-MF? x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es& x tr pto=tc>

Schuh, M; Johnson A; Grabowski, M & Orshinsky A (2021) Late blight of tomato and potato: University of Minnesota extension <https://extension.umn.edu/disease-management/late-blight>

Segura, B y Torres, G (2020) Evaluación de planes de manejo de *Fusarium oxysporum* en plantas de tomate, bajo condiciones controladas <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36796/bsegurao.pdf?sequence=3>

Shantayya, M & Oluwasola, O (2022) Physicochemical characterisations of nanoencapsulated Eucalyptus globulus oil with gum *Arabic* and gum Arabic nanocapsule and their biocontrol effect on anthracnose disease of *Syzygium malaccense* Fuits <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468227622003271>

Smith, S y Urrea, K (2021) Clínica de plantas Noticias de la clínica. University of Arkansas system <https://www.uaex.uada.edu/yard-garden/plant-health-clinic/docs/2021-Plant-Health-Clinic-Newsletters/Plant%20Health%20Clinic%20Newsletter-Issue%20-17%202021-%20Spanish.pdf>

Srinivas, C; Nirmala, D; Narasimha, K; Dhananjaya, C; Pratap, B; Kumar, N; Niranjana, S; Bebe, T; Fathi, E; Nayaka, S & Srivastava, R (2019) *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* causal agent of vascular wilt disease of tomato: Biology to diversity- A review <https://www.sciencedirect.com.translate.goog/science/article/pii/S1319562X19301007? x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es& x tr pto=tc>

Stankevych, S; Horiainov, O & Horiainova, V (2023) The common tomato insect pest in greenhouses <https://repo.btu.kharkiv.ua/server/api/core/bitstreams/b1236779-82d1-432f-9778-50c4aa389e41/content>

Suriel, R y Victoriano, J (2020) Morfología y fisiología del Tomate <https://es.scribd.com/document/460943924/Fisiologia-y-morfologia-del-tomate>

Sutherland, R; Viljoen, A; Myburg, A & Den Berg, N (2013) Pathogenicity associated genes in *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* race 4
<https://sajs.co.za/article/view/3886>

Toledo, C y Sagastume, H (2019) Comportamiento de poblaciones de trips (Insecta: *Thysanoptera*) asociados al ejote (*Phaseolus vulgaris*) en Guatemala
<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7304350.pdf&ved=2ahUKEwj6lNzqk4qTAxU8J0QIHZFeD2EQFnoECDMQAQ&usg=AOvVaw0KZc7lflMuTaE8q4jYRTc5>

Toledo, M (2014) manejo integrado del insecto Paratrioza (*Bactericera cockerelli*)
<https://dicta.gob.hn/files/2014,-Manejo-integrado-del-insecto-Paratrioza,-G.pdf>

Vázquez, E (2023) Uso de nanomateriales en la agricultura y sus implicaciones ecológicas y ambientales
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-56912023000100301

Vesga, D (2018) Evaluación a escalalaboratorio, del efecto ejercido por nanopartículas de óxido de titanio, química y bioquímicamente sintetizadas, sobre el crecimiento del hongo *Fusarium solani* presente en el cultivo de palma de aceite
<https://repository.upb.edu.co/server/api/core/bitstreams/5fcdd74a-059c-43eb-8111-aba7b3807bf0/content>

Watt (2015) *Fusarium* spp, ficha técnica
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/633031/Fusarium_spp_ma_z_2020.pdf

Xing, F; Hua, H; Nimal, J; Zhao, Y; Zhou, L; Liu, X & Liu Y (2014) Growth inhibition and morphological alternations of *Fusarium verticillioides* by cinnamon oil and

cinnamaldehyde

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713514002345?via%3>

Dihub

Yossen, V y Conles M (2014) Eficacia de fungicidas *in vitro* para el control de *Fusarium oxysporum* y *F. proliferatum*, agentes causales de marchitamiento en el cultivo de orégano.

https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30182014000100003

Young, J; Hyeon, S; Hee, N; Woo, S; Jeun, Y & Kyu, J (2017) Differential inhibitory activities of four plant essential oils on in vitro growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Fragariae* causing *Fusarium* wilt in strawberry plants
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5720605/>

Yuan, T., Hua, Y., Zhang, D., Yang, C., Lai, Y., Li, M., Ding, S., Li, S., & Chen, Y (2024) Efficacy and Antifungal Mechanism of Rosemary Essential Oil against *Colletotrichum gloeosporioides*. *Forests*, 15(2), 377.
<https://doi.org/10.3390/f15020377>

Yursida, Y; Andrés, F; Agustina, K; Mareza, E; Kalsum, U; Ikhwan, I; Rahayuningsih, S; Yuniarti, E. & Rahmana, N (2025) Harnessing the power of cinnamon oil: A review of its potential as natural biopesticide and its implications for food security
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844025002075>

9 ANEXOS



Imagen 1. Equipo en donde se elaboraron los nanoencapsulados de canela.



Imagen 2. Elaboración de los medios de cultivo con los diferentes tratamientos.



Imagen 3. Colocación del aceite de romero al medio de cultivo.



Imagen 4. Vaciado de los tratamientos a las cajas de Petri.



Imagen 5. Medición del crecimiento micelial diario con una regla.

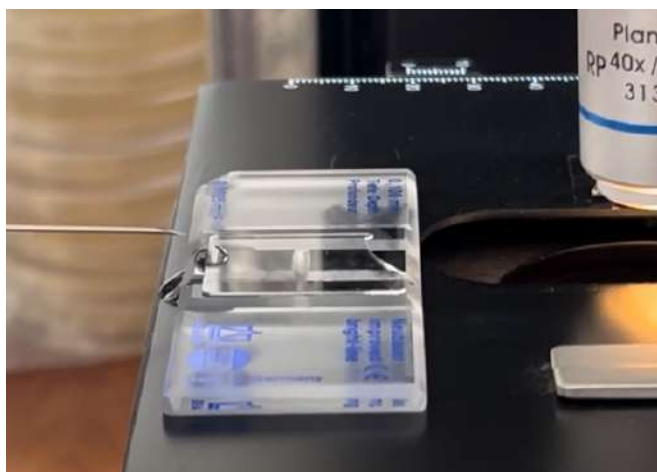


Imagen 6. Observación de esporulación con la cámara Neubauer bajo microscopio.

Corrida de datos obtenidos

	Repetición	Fechas	Crecimiento_micelial_cm	Esporulacion_unidades
TA	1	D1 (2024/12/05)	1.3	
TA	2	D1 (2024/12/05)	1.4	
TA	3	D1 (2024/12/05)	1.5	
TA	4	D1 (2024/12/05)	1.4	
PE	1	D1 (2024/12/05)		
PE	2	D1 (2024/12/05)		
PE	3	D1 (2024/12/05)		
PE	4	D1 (2024/12/05)		
AC	1	D1 (2024/12/05)		
AC	2	D1 (2024/12/05)		
AC	3	D1 (2024/12/05)		
AC	4	D1 (2024/12/05)		
Bio Co	1	D1 (2024/12/05)	1.1	
Bio Co	2	D1 (2024/12/05)	1	
Bio Co	3	D1 (2024/12/05)	1.1	
Bio Co	4	D1 (2024/12/05)	1	
RC1	1	D1 (2024/12/05)	1.1	
RC1	2	D1 (2024/12/05)	1	
RC1	3	D1 (2024/12/05)	1	
RC1	4	D1 (2024/12/05)	1	
RC2	1	D1 (2024/12/05)	1.3	
RC2	2	D1 (2024/12/05)	1.4	
RC2	3	D1 (2024/12/05)	1.3	
RC2	4	D1 (2024/12/05)	1.3	
RC3	1	D1 (2024/12/05)	1	
RC3	2	D1 (2024/12/05)	1	
RC3	3	D1 (2024/12/05)	1.1	
RC3	4	D1 (2024/12/05)	1.1	
NC1	1	D1 (2024/12/05)	0.8	
NC1	2	D1 (2024/12/05)	0.8	
NC1	3	D1 (2024/12/05)	0.8	
NC1	4	D1 (2024/12/05)	0.7	
NC2	1	D1 (2024/12/05)	0.7	
NC2	2	D1 (2024/12/05)	0.7	
NC2	3	D1 (2024/12/05)	0.7	
NC2	4	D1 (2024/12/05)	0.7	
NC3	1	D1 (2024/12/05)		
NC3	2	D1 (2024/12/05)		
NC3	3	D1 (2024/12/05)		
NC3	4	D1 (2024/12/05)		
TA	1	D2(2024/12/06)	1.5	
TA	2	D2(2024/12/06)	1.7	
TA	3	D2(2024/12/06)	1.7	
TA	4	D2(2024/12/06)	1.6	
PE	1	D2(2024/12/06)		
PE	2	D2(2024/12/06)		
PE	3	D2(2024/12/06)		
PE	4	D2(2024/12/06)		
AC	1	D2(2024/12/06)		
AC	2	D2(2024/12/06)		
AC	3	D2(2024/12/06)		
AC	4	D2(2024/12/06)		
Bio Co	1	D2(2024/12/06)	1.1	
Bio Co	2	D2(2024/12/06)	1.2	
Bio Co	3	D2(2024/12/06)	1.1	
Bio Co	4	D2(2024/12/06)	1	
RC1	1	D2(2024/12/06)	1.1	
RC1	2	D2(2024/12/06)	1	
RC1	3	D2(2024/12/06)	1	
RC1	4	D2(2024/12/06)	1.2	
RC2	1	D2(2024/12/06)	1.3	
RC2	2	D2(2024/12/06)	1.5	
RC2	3	D2(2024/12/06)	1.6	
RC2	4	D2(2024/12/06)	1.4	
RC3	1	D2(2024/12/06)	1.2	
RC3	2	D2(2024/12/06)	1.3	
RC3	3	D2(2024/12/06)	1.3	
RC3	4	D2(2024/12/06)	1.3	
NC1	1	D2(2024/12/06)	1	
NC1	2	D2(2024/12/06)	1	
NC1	3	D2(2024/12/06)	1.1	
NC1	4	D2(2024/12/06)	0.9	
NC2	1	D2(2024/12/06)	0.7	
NC2	2	D2(2024/12/06)	0.7	
NC2	3	D2(2024/12/06)	0.8	
NC2	4	D2(2024/12/06)	0.8	
NC3	1	D2(2024/12/06)	0.7	
NC3	2	D2(2024/12/06)	0.7	
NC3	3	D2(2024/12/06)	0.7	
NC3	4	D2(2024/12/06)	0.7	

TA	1	D3 (2024/12/07)	2.4
TA	2	D3 (2024/12/07)	2.7
TA	3	D3 (2024/12/07)	2.7
TA	4	D3 (2024/12/07)	2.6
PE	1	D3 (2024/12/07)	0.7
PE	2	D3 (2024/12/07)	
PE	3	D3 (2024/12/07)	0.7
PE	4	D3 (2024/12/07)	0.7
AC	1	D3 (2024/12/07)	
AC	2	D3 (2024/12/07)	
AC	3	D3 (2024/12/07)	
AC	4	D3 (2024/12/07)	
Bio Co	1	D3 (2024/12/07)	1.5
Bio Co	2	D3 (2024/12/07)	1.6
Bio Co	3	D3 (2024/12/07)	1.7
Bio Co	4	D3 (2024/12/07)	1.9
RC1	1	D3 (2024/12/07)	1.9
RC1	2	D3 (2024/12/07)	1.7
RC1	3	D3 (2024/12/07)	1.7
RC1	4	D3 (2024/12/07)	2
RC2	1	D3 (2024/12/07)	2.3
RC2	2	D3 (2024/12/07)	2
RC2	3	D3 (2024/12/07)	2.4
RC2	4	D3 (2024/12/07)	2.4
RC3	1	D3 (2024/12/07)	2.1
RC3	2	D3 (2024/12/07)	2.1
RC3	3	D3 (2024/12/07)	2.3
RC3	4	D3 (2024/12/07)	2.3
NC1	1	D3 (2024/12/07)	1.4
NC1	2	D3 (2024/12/07)	1.3
NC1	3	D3 (2024/12/07)	1.3
NC1	4	D3 (2024/12/07)	1.1
NC2	1	D3 (2024/12/07)	1
NC2	2	D3 (2024/12/07)	1.2
NC2	3	D3 (2024/12/07)	1.2
NC2	4	D3 (2024/12/07)	1.1
NC3	1	D3 (2024/12/07)	1
NC3	2	D3 (2024/12/07)	1
NC3	3	D3 (2024/12/07)	1
NC3	4	D3 (2024/12/07)	1

TA	1	D4(2024/12/08)	3
TA	2	D4(2024/12/08)	3.3
TA	3	D4(2024/12/08)	3.3
TA	4	D4(2024/12/08)	3.1
PE	1	D4(2024/12/08)	0.9
PE	2	D4(2024/12/08)	0.7
PE	3	D4(2024/12/08)	0.7
PE	4	D4(2024/12/08)	0.7
AC	1	D4(2024/12/08)	
AC	2	D4(2024/12/08)	
AC	3	D4(2024/12/08)	
AC	4	D4(2024/12/08)	
Bio Co	1	D4(2024/12/08)	1.9
Bio Co	2	D4(2024/12/08)	1.9
Bio Co	3	D4(2024/12/08)	2.1
Bio Co	4	D4(2024/12/08)	2.3
RC1	1	D4(2024/12/08)	2.3
RC1	2	D4(2024/12/08)	2.3
RC1	3	D4(2024/12/08)	2.4
RC1	4	D4(2024/12/08)	2.5
RC2	1	D4(2024/12/08)	2.8
RC2	2	D4(2024/12/08)	2.9
RC2	3	D4(2024/12/08)	2.8
RC2	4	D4(2024/12/08)	2.9
RC3	1	D4(2024/12/08)	2.6
RC3	2	D4(2024/12/08)	2.7
RC3	3	D4(2024/12/08)	2.9
RC3	4	D4(2024/12/08)	2.8
NC1	1	D4(2024/12/08)	1.6
NC1	2	D4(2024/12/08)	1.5
NC1	3	D4(2024/12/08)	1.5
NC1	4	D4(2024/12/08)	1.4
NC2	1	D4(2024/12/08)	1.3
NC2	2	D4(2024/12/08)	1.5
NC2	3	D4(2024/12/08)	1.5
NC2	4	D4(2024/12/08)	1.4
NC3	1	D4(2024/12/08)	1.2
NC3	2	D4(2024/12/08)	1.1
NC3	3	D4(2024/12/08)	1.2
NC3	4	D4(2024/12/08)	1.2

TA	1	D5(2024/12/09)	3.6
TA	2	D5(2024/12/09)	3.9
TA	3	D5(2024/12/09)	3.8
TA	4	D5(2024/12/09)	3.7
PE	1	D5(2024/12/09)	1.2
PE	2	D5(2024/12/09)	1
PE	3	D5(2024/12/09)	1.2
PE	4	D5(2024/12/09)	1.1
AC	1	D5(2024/12/09)	
AC	2	D5(2024/12/09)	
AC	3	D5(2024/12/09)	
AC	4	D5(2024/12/09)	
Bio Co	1	D5(2024/12/09)	2.6
Bio Co	2	D5(2024/12/09)	2.6
Bio Co	3	D5(2024/12/09)	2.7
Bio Co	4	D5(2024/12/09)	2.8
RC1	1	D5(2024/12/09)	2.9
RC1	2	D5(2024/12/09)	2.6
RC1	3	D5(2024/12/09)	2.9
RC1	4	D5(2024/12/09)	2.9
RC2	1	D5(2024/12/09)	3.5
RC2	2	D5(2024/12/09)	3.6
RC2	3	D5(2024/12/09)	3.5
RC2	4	D5(2024/12/09)	3.6
RC3	1	D5(2024/12/09)	3.2
RC3	2	D5(2024/12/09)	3.2
RC3	3	D5(2024/12/09)	3.5
RC3	4	D5(2024/12/09)	3.4
CC1	1	D5(2024/12/09)	2
CC1	2	D5(2024/12/09)	1.8
CC1	3	D5(2024/12/09)	1.8
CC1	4	D5(2024/12/09)	1.7
CC2	1	D5(2024/12/09)	1.8
CC2	2	D5(2024/12/09)	1.8
CC2	3	D5(2024/12/09)	1.7
CC2	4	D5(2024/12/09)	1.6
CC3	1	D5(2024/12/09)	1.4
CC3	2	D5(2024/12/09)	1.4
CC3	3	D5(2024/12/09)	1.5
CC3	4	D5(2024/12/09)	1.4

TA	1	D6(2024/12/10)	4.1
TA	2	D6(2024/12/10)	4.5
TA	3	D6(2024/12/10)	4.2
TA	4	D6(2024/12/10)	4.1
PE	1	D6(2024/12/10)	1.5
PE	2	D6(2024/12/10)	1.4
PE	3	D6(2024/12/10)	1.5
PE	4	D6(2024/12/10)	1.4
AC	1	D6(2024/12/10)	
AC	2	D6(2024/12/10)	
AC	3	D6(2024/12/10)	
AC	4	D6(2024/12/10)	
Bio Co	1	D6(2024/12/10)	3
Bio Co	2	D6(2024/12/10)	3.1
Bio Co	3	D6(2024/12/10)	3.3
Bio Co	4	D6(2024/12/10)	3.4
RC1	1	D6(2024/12/10)	3.2
RC1	2	D6(2024/12/10)	3
RC1	3	D6(2024/12/10)	3.4
RC1	4	D6(2024/12/10)	3.4
RC2	1	D6(2024/12/10)	4
RC2	2	D6(2024/12/10)	4.1
RC2	3	D6(2024/12/10)	4
RC2	4	D6(2024/12/10)	4.2
RC3	1	D6(2024/12/10)	3.6
RC3	2	D6(2024/12/10)	3.6
RC3	3	D6(2024/12/10)	4.1
RC3	4	D6(2024/12/10)	3.9
NC1	1	D6(2024/12/10)	2.3
NC1	2	D6(2024/12/10)	2.2
NC1	3	D6(2024/12/10)	2.2
NC1	4	D6(2024/12/10)	2
NC2	1	D6(2024/12/10)	2
NC2	2	D6(2024/12/10)	2.2
NC2	3	D6(2024/12/10)	2
NC2	4	D6(2024/12/10)	1.9
NC3	1	D6(2024/12/10)	1.7
NC3	2	D6(2024/12/10)	1.6
NC3	3	D6(2024/12/10)	1.7
NC3	4	D6(2024/12/10)	1.7

TA	1	D7(2024/12/11)	4.5
TA	2	D7(2024/12/11)	4.9
TA	3	D7(2024/12/11)	4.7
TA	4	D7(2024/12/11)	4.6
PE	1	D7(2024/12/11)	1.5
PE	2	D7(2024/12/11)	1.4
PE	3	D7(2024/12/11)	1.5
PE	4	D7(2024/12/11)	1.4
AC	1	D7(2024/12/11)	
AC	2	D7(2024/12/11)	
AC	3	D7(2024/12/11)	
AC	4	D7(2024/12/11)	
Bio Co	1	D7(2024/12/11)	3.5
Bio Co	2	D7(2024/12/11)	3.7
Bio Co	3	D7(2024/12/11)	3.5
Bio Co	4	D7(2024/12/11)	3.7
RC1	1	D7(2024/12/11)	3.7
RC1	2	D7(2024/12/11)	3.3
RC1	3	D7(2024/12/11)	3.7
RC1	4	D7(2024/12/11)	3.6
RC2	1	D7(2024/12/11)	4.5
RC2	2	D7(2024/12/11)	4.5
RC2	3	D7(2024/12/11)	4.5
RC2	4	D7(2024/12/11)	4.7
RC3	1	D7(2024/12/11)	3.9
RC3	2	D7(2024/12/11)	4
RC3	3	D7(2024/12/11)	4.5
RC3	4	D7(2024/12/11)	4.4
NC1	1	D7(2024/12/11)	2.6
NC1	2	D7(2024/12/11)	2.4
NC1	3	D7(2024/12/11)	2.4
NC1	4	D7(2024/12/11)	2.2
NC2	1	D7(2024/12/11)	2.2
NC2	2	D7(2024/12/11)	2.4
NC2	3	D7(2024/12/11)	2.2
NC2	4	D7(2024/12/11)	2.1
NC3	1	D7(2024/12/11)	1.9
NC3	2	D7(2024/12/11)	1.8
NC3	3	D7(2024/12/11)	1.9
NC3	4	D7(2024/12/11)	1.8

TA	1	D8(2024/12/12)	5
TA	2	D8(2024/12/12)	5.4
TA	3	D8(2024/12/12)	5.3
TA	4	D8(2024/12/12)	4.9
PE	1	D8(2024/12/12)	1.5
PE	2	D8(2024/12/12)	1.4
PE	3	D8(2024/12/12)	1.5
PE	4	D8(2024/12/12)	1.4
AC	1	D8(2024/12/12)	
AC	2	D8(2024/12/12)	
AC	3	D8(2024/12/12)	
AC	4	D8(2024/12/12)	
Bio Co	1	D8(2024/12/12)	
Bio Co	2	D8(2024/12/12)	
Bio Co	3	D8(2024/12/12)	
Bio Co	4	D8(2024/12/12)	
RC1	1	D8(2024/12/12)	4
RC1	2	D8(2024/12/12)	3.8
RC1	3	D8(2024/12/12)	4.1
RC1	4	D8(2024/12/12)	4.1
RC2	1	D8(2024/12/12)	4.9
RC2	2	D8(2024/12/12)	5
RC2	3	D8(2024/12/12)	5
RC2	4	D8(2024/12/12)	5.3
RC3	1	D8(2024/12/12)	4.1
RC3	2	D8(2024/12/12)	4.5
RC3	3	D8(2024/12/12)	5
RC3	4	D8(2024/12/12)	4.9
NC1	1	D8(2024/12/12)	3
NC1	2	D8(2024/12/12)	2.8
NC1	3	D8(2024/12/12)	2.7
NC1	4	D8(2024/12/12)	2.6
NC2	1	D8(2024/12/12)	2.5
NC2	2	D8(2024/12/12)	2.7
NC2	3	D8(2024/12/12)	2.6
NC2	4	D8(2024/12/12)	2.5
NC3	1	D8(2024/12/12)	2.1
NC3	2	D8(2024/12/12)	2.1
NC3	3	D8(2024/12/12)	2.2
NC3	4	D8(2024/12/12)	2.1

TA	1	D9(2024/12/13)	5.6
TA	2	D9(2024/12/13)	6
TA	3	D9(2024/12/13)	5.7
TA	4	D9(2024/12/13)	5
PE	1	D9(2024/12/13)	1.5
PE	2	D9(2024/12/13)	1.4
PE	3	D9(2024/12/13)	1.5
PE	4	D9(2024/12/13)	1.4
AC	1	D9(2024/12/13)	
AC	2	D9(2024/12/13)	
AC	3	D9(2024/12/13)	
AC	4	D9(2024/12/13)	
Bio Co	1	D9(2024/12/13)	
Bio Co	2	D9(2024/12/13)	
Bio Co	3	D9(2024/12/13)	
Bio Co	4	D9(2024/12/13)	
RC1	1	D9(2024/12/13)	4.7
RC1	2	D9(2024/12/13)	4
RC1	3	D9(2024/12/13)	4.7
RC1	4	D9(2024/12/13)	4.4
RC2	1	D9(2024/12/13)	5.5
RC2	2	D9(2024/12/13)	5.7
RC2	3	D9(2024/12/13)	5.7
RC2	4	D9(2024/12/13)	5.9
RC3	1	D9(2024/12/13)	4.7
RC3	2	D9(2024/12/13)	5.1
RC3	3	D9(2024/12/13)	5.6
RC3	4	D9(2024/12/13)	5.4
NC1	1	D9(2024/12/13)	3.5
NC1	2	D9(2024/12/13)	3.2
NC1	3	D9(2024/12/13)	3.3
NC1	4	D9(2024/12/13)	3.1
NC2	1	D9(2024/12/13)	2.9
NC2	2	D9(2024/12/13)	3.1
NC2	3	D9(2024/12/13)	3
NC2	4	D9(2024/12/13)	2.9
NC3	1	D9(2024/12/13)	2.4
NC3	2	D9(2024/12/13)	2.5
NC3	3	D9(2024/12/13)	2.6
NC3	4	D9(2024/12/13)	2.4

TA	1	D10(2024/12/14)	6
TA	2	D10(2024/12/14)	6.4
TA	3	D10(2024/12/14)	6.3
TA	4	D10(2024/12/14)	6.1
PE	1	D10(2024/12/14)	1.5
PE	2	D10(2024/12/14)	1.4
PE	3	D10(2024/12/14)	1.5
PE	4	D10(2024/12/14)	1.4
AC	1	D10(2024/12/14)	
AC	2	D10(2024/12/14)	
AC	3	D10(2024/12/14)	
AC	4	D10(2024/12/14)	
Bio Co	1	D10(2024/12/14)	
Bio Co	2	D10(2024/12/14)	
Bio Co	3	D10(2024/12/14)	
Bio Co	4	D10(2024/12/14)	
RC1	1	D10(2024/12/14)	5.4
RC1	2	D10(2024/12/14)	4.4
RC1	3	D10(2024/12/14)	5.1
RC1	4	D10(2024/12/14)	4.7
RC2	1	D10(2024/12/14)	6.3
RC2	2	D10(2024/12/14)	6.4
RC2	3	D10(2024/12/14)	6.2
RC2	4	D10(2024/12/14)	6.6
RC3	1	D10(2024/12/14)	5.1
RC3	2	D10(2024/12/14)	5.6
RC3	3	D10(2024/12/14)	6
RC3	4	D10(2024/12/14)	6
NC1	1	D10(2024/12/14)	3.9
NC1	2	D10(2024/12/14)	3.6
NC1	3	D10(2024/12/14)	3.8
NC1	4	D10(2024/12/14)	3.5
NC2	1	D10(2024/12/14)	3.3
NC2	2	D10(2024/12/14)	3.5
NC2	3	D10(2024/12/14)	3.5
NC2	4	D10(2024/12/14)	3.3
NC3	1	D10(2024/12/14)	2.8
NC3	2	D10(2024/12/14)	2.9
NC3	3	D10(2024/12/14)	3
NC3	4	D10(2024/12/14)	2.8

TA	1	D11(2024/12/15)	6.6
TA	2	D11(2024/12/15)	7.1
TA	3	D11(2024/12/15)	6.9
TA	4	D11(2024/12/15)	6.7
PE	1	D11(2024/12/15)	1.5
PE	2	D11(2024/12/15)	1.4
PE	3	D11(2024/12/15)	1.5
PE	4	D11(2024/12/15)	1.4
AC	1	D11(2024/12/15)	
AC	2	D11(2024/12/15)	
AC	3	D11(2024/12/15)	
AC	4	D11(2024/12/15)	
Bio Co	1	D11(2024/12/15)	
Bio Co	2	D11(2024/12/15)	
Bio Co	3	D11(2024/12/15)	
Bio Co	4	D11(2024/12/15)	
RC1	1	D11(2024/12/15)	5.6
RC1	2	D11(2024/12/15)	5
RC1	3	D11(2024/12/15)	5.7
RC1	4	D11(2024/12/15)	5.3
RC2	1	D11(2024/12/15)	6.6
RC2	2	D11(2024/12/15)	6.9
RC2	3	D11(2024/12/15)	6.9
RC2	4	D11(2024/12/15)	7.3
RC3	1	D11(2024/12/15)	5.4
RC3	2	D11(2024/12/15)	5.7
RC3	3	D11(2024/12/15)	6.5
RC3	4	D11(2024/12/15)	6.3
NC1	1	D11(2024/12/15)	4.4
NC1	2	D11(2024/12/15)	4.1
NC1	3	D11(2024/12/15)	4.3
NC1	4	D11(2024/12/15)	3.9
NC2	1	D11(2024/12/15)	3.8
NC2	2	D11(2024/12/15)	4
NC2	3	D11(2024/12/15)	4
NC2	4	D11(2024/12/15)	3.7
NC3	1	D11(2024/12/15)	3.1
NC3	2	D11(2024/12/15)	3.3
NC3	3	D11(2024/12/15)	3.4
NC3	4	D11(2024/12/15)	3.1

TA	1	D12(2024/12/16)	7.1	252
TA	2	D12(2024/12/16)	7.6	261
TA	3	D12(2024/12/16)	7.3	406
TA	4	D12(2024/12/16)	7	342
PE	1	D12(2024/12/16)	1.5	
PE	2	D12(2024/12/16)	1.4	
PE	3	D12(2024/12/16)	1.5	
PE	4	D12(2024/12/16)	1.4	
AC	1	D12(2024/12/16)		
AC	2	D12(2024/12/16)		
AC	3	D12(2024/12/16)		
AC	4	D12(2024/12/16)		
Bio Co	1	D12(2024/12/16)		
Bio Co	2	D12(2024/12/16)		
Bio Co	3	D12(2024/12/16)		
Bio Co	4	D12(2024/12/16)		
RC1	1	D12(2024/12/16)	6	117
RC1	2	D12(2024/12/16)	5.7	318
RC1	3	D12(2024/12/16)	6.1	106
RC1	4	D12(2024/12/16)	5.8	186
RC2	1	D12(2024/12/16)	7.2	355
RC2	2	D12(2024/12/16)	7.5	200
RC2	3	D12(2024/12/16)	7.4	310
RC2	4	D12(2024/12/16)	7.8	386
RC3	1	D12(2024/12/16)	5.7	62
RC3	2	D12(2024/12/16)	6	111
RC3	3	D12(2024/12/16)	6.5	101
RC3	4	D12(2024/12/16)	6.5	146
NC1	1	D12(2024/12/16)	4.7	73
NC1	2	D12(2024/12/16)	4.5	38
NC1	3	D12(2024/12/16)	4.8	130
NC1	4	D12(2024/12/16)	4.3	65
NC2	1	D12(2024/12/16)	4.1	67
NC2	2	D12(2024/12/16)	4.3	60
NC2	3	D12(2024/12/16)	4.4	202
NC2	4	D12(2024/12/16)	4.1	110
NC3	1	D12(2024/12/16)	3.5	30
NC3	2	D12(2024/12/16)	3.6	86
NC3	3	D12(2024/12/16)	3.7	102
NC3	4	D12(2024/12/16)	3.5	40