

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ÁREA ACADÉMICA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

Ingeniería en agronomía para la producción sustentable

"Eficacia biológica de una formulación de nanopartículas de selenio + extractos botánicos para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en duraznos"

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:

**Ingeniero en Agronomía para la Producción
Sustentable**

Presenta

José Eduardo Guzmán Pérez

Director: Dr. Abraham Monteón Ojeda

Co-director: Dr. Jaime Pacheco Trejo

Tulancingo de Bravo, Hidalgo, noviembre de 2025



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias Agropecuarias
Institute of Agricultural Sciences
Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales
Academic Area of Agricultural and Forestry Sciences

Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hgo., a 12 de noviembre de 2025

Asunto: Autorización de impresión

Mtra. Ojuky del Rocío Islas Maldonado

Directora de Administración Escolar de la UAEH

Por este conducto y con fundamento en el Título Cuarto, Capítulo I, Artículo 40 del Reglamento de Titulación, le comunico que el jurado que le fue asignado a él pasante de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía para la Producción Sustentable, José Eduardo Guzmán Pérez, quien presenta el trabajo de Tesis denominado "**Eficacia biológica de una formulación de nanopartículas de selenio + extractos botánicos para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en duraznos**", que después de revisarlo en reunión de sinodales, ha decidido autorizar la impresión de este, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los miembros del jurado:

PRESIDENTE

Dr. Jaime Pacheco Trejo

SECRETARIO

Dr. José Luis Martínez Salas

VOCAL 1

Dr. Abraham Monteón Ojeda

VOCAL 2

Dr. Sergio Rubén Pérez Ríos

VOCAL 3

Biol. Oscar Castelán López

Sin otro particular por el momento, me despido de usted.

ATENTAMENTE
"Amor, Orden y Progreso"

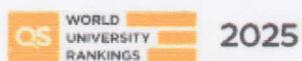
Dr. Sergio Rubén Pérez Ríos
Coordinador del PE de Ingeniería
en Agronomía para la Prod. Sust



c.c.p. Archivo.

"Amor, Orden y Progreso"

Avenida Universidad #133, Col. San Miguel Huatengo,
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo,
México. C.P. 43775.
Teléfono: 7717172001 Ext. 42173
profe_5566@uaeh.edu.mx



uaeh.edu.mx

AGRADECIMIENTOS

A la universidad Autónoma del Estado de Hidalgo por permitirme formar parte de comunidad estudiantil y brindarme los conocimientos y las bases necesarias para formarme y desarrollarme como profesional.

Al Dr. Abraham Monteon Ojeda, profesor y amigo, por su invaluable apoyo y contribución en la culminación de esta investigación.

A cada uno de mis profesores quienes fueron parte esencial de mi formación académica

Al comité de tesis por hacer revisión de mi trabajo y otorgarme su aprobación

Alas instituciones gubernamentales que me apoyaron para concluir mis estudios.

Al Ing. Israel María Balderas por su flexibilidad y comprensión al permitirme dedicar el tiempo necesario a mi investigación a pesar de la demanda laboral. Permitiéndome equilibrar mis responsabilidades académicas con mi crecimiento laboral.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto principalmente a dios y a mis padres por su apoyo incondicional, por inculcar en mi la importancia de continuar con mis estudios y vivir esta bonita etapa.

A mis hermanos por estar siempre a mi lado y ser una constante inspiración durante este proceso.

Al Dr. Abraham Monteon Ojeda por su valiosa colaboración y ser parte fundamental de este proyecto.

CONTENIDO

RESUMEN	8
SUMMARY.....	9
INTRODUCCIÓN	10
ANTECEDENTES	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
JUSTIFICACIÓN	14
OBJETIVOS	15
General	15
Específicos.....	15
HIPÓTESIS.....	15
REVISIÓN DE LITERATURA.....	16
MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
Ubicación del área de estudio	19
Establecimiento del ensayo.....	19
Elemento de prueba y patosistema evaluado	19
Diseño experimental.....	20
Aplicación de tratamientos	20
Evaluación de la efectividad biológica y fitotoxicidad	22
Métodos estadísticos y cálculo de eficacia.....	23
Calendario de actividades.....	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
Evaluación previa	25
Primera evaluación.....	25
Severidad.....	27
Segunda evaluación	30
Severidad.....	31
Tercera evaluación.....	34
Severidad.....	35
Fitotoxicidad	38

DISCUSIONES.....	39
CONCLUSIONES.....	40
LITERATURA CITADA.....	41
APÉNDICE	44
DATOS REGISTRADOS EN LABORATORIO	44
Evaluación previa	44
Primera evaluación.....	46
Segunda evaluación	48
Tercera evaluación.....	50
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	52
VARIABLES METEOROLÓGICAS DEL LUGAR DE ESTUDIOS	59

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.Tratamientos evaluados para el control de moho gris.	21
Cuadro 2. Calendario de actividades del estudio.	24
Cuadro 3. Evaluación previa.....	25
Cuadro 4. Primera evaluación de incidencia.	26
Cuadro 5. Primera evaluación de severidad.	28
Cuadro 6. Segunda evaluación de incidencia.	30
Cuadro 7. Segunda evaluación de severidad.....	32
Cuadro 8. Tercera evaluación de incidencia.....	34
Cuadro 9. Tercera evaluación de severidad.	36
Cuadro 10. Evaluación del posible efecto fitotóxico por tratamiento y fecha de muestreo	38

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Primera evaluación de incidencia.....	27
Gráfico 2. Primera evaluación de severidad.....	29
Gráfico 3. Segunda evaluación de incidencia.	31
Gráfico 4 Segunda evaluación de severidad.....	33
Gráfico 5. Tercera evaluación de incidencia.	35
Gráfico 6. Tercera evaluación de severidad.	37

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen satelital del sitio experimental.....	19
Figura 2. Instalación del experimento en laboratorio.	21
Figura 3. Unidades experimentales en la primera evaluación.	29
Figura 4. Unidades experimentales en la segunda evaluación.....	33
Figura 5. Unidades experimentales en la tercera evaluación.	37

Eficacia biológica de una formulación de nanopartículas de selenio + extractos botánicos para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en duraznos

RESUMEN

El moho gris, causado por *Botrytis cinerea*, constituye una de las principales enfermedades poscosecha que afecta al fruto de durazno, ocasionando pérdidas económicas significativas. Con el fin de evaluar alternativas ecológicas para su manejo, en el presente estudio se analizó la eficacia de un fungicida a base de nanopartículas de selenio en combinación con extractos vegetales, aplicado a tres dosis (25, 50 y 100 mL L⁻¹), comparadas con un fungicida sintético convencional (tiabendazol) y un testigo absoluto. El ensayo se desarrolló bajo condiciones controladas de poscosecha, evaluándose incidencia y severidad de la enfermedad en tres fechas de análisis. Los resultados mostraron que las dosis de 50 y 100 mL L⁻¹ del producto ecológico redujeron significativamente la incidencia y severidad del patógeno en comparación con el testigo, obteniendo eficacias superiores al 50%, mientras que la dosis de 100 mL L⁻¹ alcanzó los mayores porcentajes de control. El tratamiento químico presentó la mayor efectividad, aunque la formulación evaluada no mostró fitotoxicidad en ninguna de las dosis analizadas, lo que respalda su seguridad en el fruto. Además, los datos experimentales cumplieron con el supuesto de homogeneidad de varianzas según la prueba de Levene, validando la confiabilidad estadística del estudio. En conclusión, el bioproducto a base de nanopartículas de selenio representa una alternativa prometedora para el control poscosecha de *B. cinerea* en durazno, contribuyendo al desarrollo de estrategias sustentables para la conservación de la calidad del fruto. Se recomienda continuar con estudios en condiciones comerciales para fortalecer su aplicación práctica y evaluar su incorporación en programas integrados de manejo poscosecha.

Palabras clave: *Botrytis cinerea*, durazno, poscosecha, nanopartículas de selenio, control biológico, moho gris, fungicida ecológico, eficacia antifúngica, manejo integrado, sustentabilidad agrícola.

Biological efficacy of a selenium nanoparticle + botanical extract formulation for the control of gray mold (*Botrytis cinerea*) in peaches

SUMMARY

Gray mold, caused by *Botrytis cinerea*, is one of the main postharvest diseases affecting peach fruit, resulting in significant economic losses. To evaluate sustainable alternatives for its management, this study analyzed the antifungal efficacy of an eco-friendly fungicide based on selenium nanoparticles combined with plant extracts. Three doses (25, 50, and 100 mL L⁻¹) were compared with a conventional synthetic fungicide (thiabendazole) and an untreated control. The experiment was carried out under controlled postharvest conditions, assessing disease incidence and severity at three evaluation times. Results showed that the doses of 50 and 100 mL L⁻¹ significantly reduced incidence and severity of the pathogen compared to the control, achieving effectiveness values above 50%, with the 100 mL L⁻¹ dose showing the highest level of control. Although the synthetic fungicide displayed the greatest efficacy overall, the nanoparticle-based formulation did not cause phytotoxic effects at any evaluated concentration, demonstrating its safety for the fruit. The Levene's test confirmed homogeneity of variances, supporting the statistical reliability of the experiment. In conclusion, the selenium-nanoparticle-based bioproduct represents a promising alternative for the postharvest control of *B. cinerea* in peach, contributing to sustainable fruit preservation strategies. Further research under commercial storage and distribution conditions is recommended to validate its application and integration into postharvest management programs.

Keywords: *Botrytis cinerea*, peach, postharvest, selenium nanoparticles, biological control, gray mold, eco-friendly fungicide, antifungal efficacy, integrated management, agricultural sustainability.

INTRODUCCIÓN

El durazno (*Prunus persica*) es un árbol deciduo, originario del Oeste de China, que pertenece a la familia Rosaceae. En el mercado mundial el durazno se comercializa de forma fresca y en productos procesados, como conservas, pulpas, mermeladas, jugos y jaleas (Arahana, Borja, Salgado, Tobar, & Torres, 2012).

México se encuentra en la posición número 17 en la producción mundial con 225,125,64 toneladas al año (FAOSTAT., 2022.), de los cuales, el estado de Zacatecas ocupa el primer lugar de este frutal con 86,781 toneladas anuales, que representaron el 38,54% de la producción nacional en el año agrícola 2022, seguido de Puebla (10,7 %), Michoacán (9,98 %), Chihuahua (9,85 %) y estado de México (7,66%) (Ceballos-Chávez, y otros, 2023).

La presencia de hongos es una limitante de la producción de frutas, afectando la exportación de estos productos hacia nuevos mercados, causando pérdidas hasta de 42, 70 %, en las distintas regiones productoras (Castello, F.A, G., M., & R., 2019).

El duraznero presenta una serie de organismos asociados, tanto con insectos como con ácaros, algunos de los cuales constituyen plagas primarias, es decir, siempre están presentes en el huerto y su control es prioritario en el manejo integrado. Como es el caso de la escama de San José, la polilla del duraznero, pulgón del duraznero, en casos particulares la araña roja europea y el trips de California. Así mismo diversos estudios realizados por INIA, indican que las enfermedades producidas por hongos y bacterias más relevantes y frecuentes que afectan al duraznero, son: Cáncer Bacterial, Plateado, Tiro de munición o Corineo, Cloca, Monilia, Oídio. (Abarca R, Allende C, Antúnez B., & Carrasco J., 2017) y *Botrytis cinerea*.

Botrytis cinerea es el agente causal del moho gris que causa daños en más de 200 especies de cultivos. Es un patógeno versátil capaz de penetrar directamente en cualquier tejido u órgano de su hospedante en cualquier etapa de desarrollo de la planta, puede matar inmediatamente o permanecer sin ser detectado por un largo periodo (ADAMA, 2022).

Tradicionalmente el principal método de control de *B. cinerea* ha sido mediante el uso de fungicidas. El público evidencia un descontento con residuos de fungicidas en el follaje y frutos; asimismo, se percibe una animadversión de la población contra la aplicación de productos químicos que dañan al hombre y al ambiente. Aunque estos continúan siendo el soporte del manejo del moho gris, recientes estudios han constatado una menor efectividad en las aplicaciones, producto del abrupto aumento de la selección de poblaciones resistentes al patógeno a fungicidas benzimidazoles, como también un desarrollo paulatino de resistencia a dicarboximidas, por el uso repetitivo de estos grupos de fungicidas .La tendencia gubernamental a legislar restricciones en el uso de plaguicidas ha incentivado investigaciones orientadas a proporcionar nuevas alternativas de control efectivos y que disminuyan los residuos de agrotóxicos, incorporando medidas de manejo cultural y biológico (Molina Mercader, González Vargas, & Zaldúa Flores, 2006).

En este contexto, aparece como una alternativa viable la aplicación de un método ecológico, especialmente diseñado como una estrategia dentro del concepto de manejo integrado de *Botrytis cinerea*. Por ello el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la efectividad biológica de una formulación a base de nanopartículas de selenio sintetizadas con extractos vegetales y su posible incorporación en sistemas MIP para el control del moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno (*Prunus persica*) cv. diamante bajo condiciones de poscosecha.

ANTECEDENTES

Según Moncada(2017) realizo un estudio titulado “Evaluación in vitro del efecto de extractos vegetales de caminadora (*Rottboelia exaltata*), coquito (*Cyperus rotundus*), rosa de muerto (*Calendula officinalis*) y culantro (*Eryngium foetidun L.*), sobre el desarrollo del patógeno causante de la monilia (*Moniliophthora roreri*) del cacao (*Theobroma cacao L.*)”, con el objetivo de evaluar el efecto in vitro de extractos vegetales de caminadora (*Rottboelia exaltata*), coquito (*Cyperus rotundus*), rosa de muerto (*Calendula officinalis*) y culantro (*Eryngium foetidun L.*), sobre el desarrollo del patógeno causante de la Moniliasis M. roreri del cacao (*Theobroma cacao L.*). Obtuvo como resultado que al analizar el uso de 5 extractos vegetales se observa que en los tres tratamientos con extracto de Rosa de muerto (*C. officinalis*) se obtuvo un efecto inhibitorio sobre la germinación de las esporas de *M. roreri*. De las tres concentraciones, la concentración mayor (15%) de extracto de *C. officinalis* fue la más inhibitoria, la germinación de esporas del patógeno en este medio descendió hasta un 77%. En cambio, los extractos de caminadora (*R. exaltata*) y coquito (*C. rotundus*) mostraron valores de germinación cercanos al 100% en las tres concentraciones estudiadas, por lo que sus valores no difirieron estadísticamente del testigo (medio de cultivo sin enmendar) (Moncada Sánchez L. J., 2017). Esto acontece a mi estudio y a posteriores investigadores que el extracto de *C. officinalis* es eficiente como inhibidor de esporas.

Por otro lado, López (2019) en su estudio Efecto del selenito e inulina en la interacción *Capsicum annuum L.* - *Phytophthora capsici* en invernadero donde menciona Plántulas de 30 días después de la siembra se trataron dos veces con selenito (100 µM) (Se+PHC) o inulina (200 µM) (I+PHC) por aplicación a la base de las plantas: 10 días antes y al momento de la inoculación con *P. capsici* (PHC). Se incluyó un control PHC y un control absoluto sin tratar ni inocular. Después de dos semanas de tratamiento, las plántulas control permanecieron sin síntomas, mientras que las inoculadas con PHC, y las tratadas con selenito e inulina e inoculadas mostraron un índice de supervivencia de 0, 80 y 40%, respectivamente. La altura fue superior en las plántulas control. En las plantas tratadas con selenito e inoculadas se registró una masa fresca de plántula superior a los tratamientos PHC e I+PHC. La viabilidad de raíz fue similar en los tratamientos con selenito e inulina y disminuyó en las plántulas inoculadas con PHC. El selenito fue más efectivo que la inulina en reducir la incidencia de la enfermedad, incrementar la masa fresca y mantener la viabilidad del tejido vegetal. Los resultados sugieren el uso potencial del selenito y la inulina en manejo integral de *P. capsici* (López Velázquez, Navarro López, & Qui Zapata, 2019).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel global, la producción agrícola sufre una tensión creciente entre el problema de las enfermedades causadas por hongos que afectan casi a todos los vegetales cosechados. Las pérdidas de alimentos, particularmente de frutas y hortalizas, alcanzan en el mundo un promedio del 33 %, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, siendo las enfermedades poscosecha una de las principales causas. (Zapata, Cotes, Jijakli, & Wisniewski, 2018).

Las pérdidas infligidas a lo largo de la cadena de suministro debido a enfermedades inducidas por patógenos son el principal componente del desperdicio de alimentos. El ataque de patógenos puede tener lugar durante la cosecha y la posterior manipulación, almacenamiento, comercialización y después de la compra del consumidor. Entre estos patógenos, *Botrytis cinerea*, la causa del moho gris, se considera una de las pudriciones poscosecha más importantes de frutas y verduras frescas. Según una revisión reciente, *B. cinerea* ocupó el segundo lugar en la lista de los 10 principales patógenos fúngicos de plantas del mundo según su importancia científica y económica. *B. cinerea* es un patógeno poscosecha importante debido a las condiciones propicias que prevalecen a lo largo de la cadena de manejo poscosecha (Zapata, Cotes, Jijakli, & Wisniewski, 2018).

Además de ser un patógeno agresivo y polífago que tiene la capacidad de infectar más de 200 especies de plantas, además de dañar tejidos sanos, también es capaz de crecer y de reproducirse en tejidos dañados, senescentes y muertos. Aunque son diversas las especies de *Botrytis* que producen esta enfermedad denominada moho gris, como *B. patula* y *B. caroliniana*, *B. cinerea* es la única reportada en México (Huerta Olalde & Salgado Garciglia, 2025).

El tratamiento con fungicidas sintéticos convencionales ha sido la principal estrategia para el manejo de enfermedades poscosecha. Sin embargo, existen numerosos riesgos asociados con estos productos químicos, incluyendo el desarrollo de resistencia a los fungicidas , la creciente preocupación por la salud de los consumidores y las autoridades sanitarias, que ha llevado a la exigencia de reducir la exposición humana y ambiental a los productos químicos, y el aumento de las restricciones impuestas por las agencias reguladoras sobre agroquímicos específicos y/o sus límites permisibles (Romanazzi , Smilanick , Feliziani, & Droby, 2016).

JUSTIFICACIÓN

Botrytis cinerea es una enfermedad muy devastadora que afecta una infinidad de cultivos en cualquier etapa fenológica como es el durazno y se considera una de las pudriciones poscosecha más importantes de frutas y verduras frescas. Debido a su grado de ataque se puede estimar pérdidas económicas superiores a 10 mil millones de dólares anuales.

Tradicionalmente su control es con productos químicos, pero hay animadversión o descontento con la población por el daño que genera al ambiente, a la salud humana por residuos de fungicidas en el follaje y frutos. Ha desarrollado resistencia debido al uso repetitivo de diversos ingredientes activos como benzimidazoles y dicarboximidas.

Por esta razón es fundamental alternativas de productos amigables con el medio ambiente, la salud humana, así como no creen resistencia y residualidad en los frutos. En este caso el bioproducto a base de nanopartículas de selenio y extracto botánico representa una alternativa para el control poscosecha de *B. cinerea* en durazno, contribuyendo al desarrollo de estrategias sustentables para la conservación de la calidad del fruto.

Considerado este contexto la formulación de este producto puede tener resultados similares a los productos químicos y usarse como alternativa super efectiva dentro del control de *Botrytis cinerea*.

Este trabajo contribuye al desarrollo, evaluación y validación de estrategias o alternativas sustentables que se pueden usar dentro del manejo integrado de *B. cinerea*, impactando o ser de suma importancia para productores, empresas comercializadoras, almacenes entre otros para obtener productos sanos y de calidad en el mercado.

OBJETIVOS

General

Evaluar la efectividad biológica de una formulación a base de nanopartículas de selenio sintetizadas con extractos vegetales para el control del moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno (*Prunus persica*) cv. diamante bajo condiciones de poscosecha.

Específicos

- Comparar la efectividad biológica del fungicida formulado con nanopartículas y extractos botánicos con la de un fungicida químico sintético registrado y de uso común en el manejo del moho gris en durazno bajo condiciones de poscosecha.
- Evaluar el posible efecto fitotóxico del fungicida a base de nanopartículas y extractos botánicos sobre los frutos de durazno (*P. persica*) cv. diamante.

HIPÓTESIS

El fungicida formulado con nanopartículas de selenio y extractos botánicos presenta una efectividad biológica igual o superior a la de un fungicida químico sintético convencional para el control del moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno (*P. persica*) cv. diamante bajo condiciones de poscosecha, sin generar efectos fitotóxicos en los frutos tratados.

REVISIÓN DE LITERATURA

Taxonomía y morfología

Familia: Rosaceae

Género: *Prunus*

Especie: *Prunus persica* (L.)

Nombres comunes: Durazno, melocotón

Fuente: Nava Vega (2005).

El duraznero es un árbol caducifolio de porte pequeño, cuya copa alcanza entre 5 y 6 metros de altura, generalmente de forma ovalada. Presenta ramas divergentes que, conforme envejecen, cambian de tonalidades rojizas a pardas y tienden a resquebrajarse. El sistema radicular es superficial y muy ramificado, con marcada competencia entre plantas cercanas.

Las hojas son simples, lanceoladas y glabras, con márgenes finamente aserrados y glándulas en el pecíolo. El color otoñal de las hojas permite distinguir entre variedades de pulpa amarilla (hojas amarillo intenso o anaranjado claro) y pulpa blanca (hojas amarillo tenue).

Las flores, solitarias o en pares, son hermafroditas, de 2–3.5 cm de diámetro y con tonalidades rosa a rojo según la variedad. El fruto es una drupa grande, redonda u oblonga, con epidermis pubescente o lisa y pulpa blanca, amarilla o rojiza. La semilla puede adherirse o no al mesocarpo, dependiendo del cultivar (Nava Vega, 2005).

Importancia económica del durazno en México

El consumo de durazno en México ha mostrado un crecimiento sostenido (4.7 %), impulsado por su versatilidad y la apertura de nuevos mercados nacionales e internacionales. Se cultivan alrededor de 60 variedades distribuidas en más de 47 mil hectáreas, concentradas principalmente en Zacatecas, Michoacán, Puebla, Chihuahua y Estado de México, alcanzando una producción cercana a 200 mil toneladas anuales (Hidroponia, 2016).

Además, este cultivo genera aproximadamente cuatro millones de jornales por año, contribuye al arraigo en zonas rurales, disminuye la migración y favorece el uso agrícola continuo de la tierra (Sánchez, 2012).

Daño económico por *Botrytis cinerea*

Las enfermedades agrícolas ocasionadas por hongos, bacterias e insectos afectan directamente el rendimiento y la calidad de los cultivos (Silva Gaona, Villa Pinto y Zúñiga Castro, 2024). *Botrytis cinerea* es uno de los patógenos más relevantes en poscosecha de frutas y hortalizas, generando pérdidas económicas superiores a 10 mil millones de dólares anuales y ocupando el segundo lugar entre los patógenos vegetales de mayor importancia mundial debido a su amplio rango de hospedantes y su plasticidad biológica (Food Quality and Safety, 2018).

Principales enfermedades del duraznero

El duraznero es susceptible a diversas enfermedades fúngicas y bacterianas que afectan la calidad y cantidad del fruto, principalmente durante la formación y maduración:

- Torque del duraznero (*Taphrina deformans*): causa deformación foliar severa, engrosamiento, enrollamiento y caída prematura de hojas.
- Moniliosis (*Monilia* spp.): pudrición parda en frutos en maduración y poscosecha, marchitez floral y chancros en ramas.
- Sarna del durazno (*Cladosporium carpophilum*): manchas circulares en frutos y hojas que pueden provocar defoliación severa.
- Cáncer bacteriano: lesiones hundidas, exudación de resina, muerte regresiva de ramas y clorosis.
- Roya (*Tranzschelia discolor* f.sp. *persica*): pústulas amarillas o rojizas en hojas con clorosis y defoliación prematura.
- Tiro de munición (*Stigmina carpophila*): manchas necróticas y perforaciones foliares, acompañadas de defoliación y muerte de yemas (Oliveros Hernández & Tovar Quiroz, 2023).

Daños causados por *Botrytis cinerea* en durazno

Esta enfermedad aparece principalmente durante la maduración y bajo condiciones de alta humedad. Se manifiesta como lesiones color canela a gris con abundante esporulación. Los frutos afectados presentan pudrición y no permanecen en el árbol, pero sirven como fuente primaria de inóculo para nuevos ciclos de infección (UC IPM, 2015).

Manejo de *Botrytis cinerea*

Históricamente, su control se ha basado en fungicidas químicos; sin embargo, la creciente resistencia del patógeno, los impactos ambientales y las regulaciones sobre plaguicidas han impulsado el desarrollo de alternativas sostenibles, como métodos biológicos, inductores de resistencia y prácticas culturales (Molina Mercader, González Vargas, & Zaldúa Flores, 2006). El selenio ha demostrado mejorar la resistencia vegetal mediante el fortalecimiento de barreras físicas y bioquímicas, alteración de comunidades microbianas y efectos directos sobre el patógeno. Además, puede actuar contra insectos fitófagos al ser metabolizado en compuestos repelentes o tóxicos. El uso de extractos vegetales representa una estrategia complementaria dentro de la agricultura sostenible, destacando *Calendula officinalis* por sus propiedades antimicrobianas. Sus inflorescencias contienen aceites esenciales, flavonoides, carotenoides, taninos, saponinas y compuestos fenólicos con actividad bioactiva (Acosta de la Luz y Rodríguez Ferrada, 2001; Moncada Sánchez, 2017). En este estudio se utilizó extracto de *C. officinalis* como agente coadyuvante en el control de *B. cinerea*.

El selenio en las plantas

El selenio (Se) es un microelemento esencial para animales, humanos y algunos microorganismos; este elemento puede ser benéfico para las plantas, dependiendo de su concentración, estado de oxidación, método de aplicación, así como el tipo y edad de la planta. En la naturaleza, el Se existe en formas inorgánicas (selenito y selenato) y orgánicas (selenocisteína y selenometionina). Se ha demostrado que el Se inhibió fuertemente la germinación de las esporas, la elongación del tubo germinal y la extensión micelial de *Penicillium expansum*, en cultivo *in vitro*. Otras cualidades que tiene el Se es el potencial para controlar la pudrición del moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de tomate. Además, puede ofrecer un control integral postcosecha contra el moho gris de frutos y hortalizas. Así como el selenito reduce la severidad de las enfermedades causadas por el oomiceto *Phytophthora capsici* en las plantas de chile y de la bacteria *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis* (Cmm) en plantas de tomate (García Morales, Garza García, , & Hernández Díaz, 2018).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

El estudio se llevó a cabo durante el periodo primavera–verano de 2024, en condiciones de poscosecha en el laboratorio de manejo postcosecha del Colegio de Postgrados, campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. Los ensayos se realizaron en laboratorio bajo condiciones controladas de humedad relativa ($50 \pm 5\%$), temperatura ($23 \pm 2^{\circ}\text{C}$) y luminosidad simulando condiciones comerciales de almacenamiento.

Establecimiento del ensayo

El experimento se desarrolló en el laboratorio de manejo poscosecha del Colegio de Postgrados, campus Montecillo, Estado de México, localizado en las coordenadas $19^{\circ}27'46.0''\text{ N}$ y $98^{\circ}54'15.4''\text{ O}$ (equivalente a $19.462763, -98.904279$) (Figura 1). El ensayo se estableció utilizando contenedores plásticos de tipo comercial, con el propósito de simular las condiciones normales de almacenamiento poscosecha.



Figura 1. Imagen satelital del sitio experimental.

Elemento de prueba y patosistema evaluado

El estudio se llevó a cabo sobre frutos de durazno cv. diamante (*Prunus persica*) en madurez comercial, procedentes de Coatepec Harinas, principal municipio productor de durazno del Estado de México. Los frutos fueron obtenidos de huertos comerciales bajo condiciones de manejo convencional. Para el desarrollo del experimento, se evaluaron tres dosis del fungicida formulado con nanopartículas de selenio y extracto botánico de *Calendula officinalis*, un fungicida químico sintético de uso común y un testigo absoluto (sin

aplicación). Posteriormente, los contenedores plásticos se cerraron herméticamente con sus tapas y se mantuvieron bajo condiciones similares a las de los almacenes comerciales. Las evaluaciones de incidencia y severidad de la enfermedad se realizaron a los 0, 7, 14 y 21 días después de la aplicación de los tratamientos (dda).

El fungicida evaluado (elemento de prueba) es una formulación en solución acuosa a base de nanopartículas de selenito de sodio (0.128 %), ácido ascórbico (0.704 %) y extracto de *Calendula officinalis* (0.12 %). Este producto se clasifica como fungicida misceláneo debido a su bajo o nulo impacto ambiental y a su reducida toxicidad en mamíferos. Fue empleado para evaluar su efecto sobre el moho gris, enfermedad causada por el hongo *Botrytis cinerea*, patógeno asociado frutos de durzano (*P. persica*).

La identificación de la enfermedad se realizó en laboratorio mediante inspección visual. Se colectaron muestras para el establecimiento de aislamientos monospóricos e identificación con base en las características morfológicas típicas de los ascomicetos, de acuerdo con Bailey y Jeger (1992), Barnett y Hunter (1998).

Diseño experimental

Se empleó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, lo que conformó un total de 20 unidades experimentales (UE). Cada unidad experimental consistió en un contenedor plástico con 10 frutos, manteniendo separación entre ellos, para un total de 40 frutos por tratamiento y 200 frutos en todo el experimento.

Aplicación de tratamientos

Se seleccionaron frutos aparentemente sanos para asegurar un porcentaje de incidencia inicial de enfermedad del 0 % en todas las unidades experimentales. Los frutos se lavaron durante tres minutos en una solución de hipoclorito de sodio a 200 ppm y, posteriormente, se sumergieron por tres minutos en agua destilada estéril. Luego se dejaron secar a temperatura ambiente y se distribuyeron en cinco lotes correspondientes a los tratamientos de control. Cada lote se colocó en contenedores plásticos con toallas de papel secas en el fondo, utilizando el procedimiento estadístico “aleatorio” del software estadístico Excel.

A continuación, la superficie de cada fruto se inoculó individualmente con 100 µL de una suspensión de *Botrytis* sp. a una concentración de 1×10^4 conidios mL⁻¹. Posteriormente, se aplicaron los tratamientos experimentales mediante aspersión, consistentes en tres dosis del fungicida formulado con nanopartículas de selenio y extractos vegetales de *Calendula officinalis*, un testigo regional (tiabendazol) y un testigo absoluto (sin aplicación). Se realizó únicamente una aplicación de los tratamientos, los cuales se enlistan en el Cuadro 1.

Finalmente, los contenedores plásticos se cerraron con sus respectivas tapas y se mantuvieron bajo condiciones similares a las de los almacenes comerciales. Las evaluaciones de incidencia y severidad se realizaron a los 0, 7, 14 y 21 días después de la aplicación de los tratamientos (dda).



Figura 2. Instalación del experimento en laboratorio.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno cv. diamante (*Prunus persica*) bajo condiciones de poscosecha controladas, México, 2024

Tratamientos	Dosis
T1. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	25 mL L ⁻¹ de agua
T2. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	50 mL L ⁻¹ de agua
T3. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	100 mL L ⁻¹ de agua
T4. Tiabendazol	1.5 mL L ⁻¹ de agua
T5. Testigo absoluto	-----

* Se seleccionó tiabendazol como testigo regional debido a que su ingrediente activo está registrado para el control en poscosecha de diversos patosistemas, incluyendo afectaciones por moho gris (*Botrytis spp.*) en manzano, peral, tejocote y membrillo, así como por *Penicillium spp.* en cítricos. Además, controla enfermedades como pudrición de la corona (*Ceratocystis paradoxa*, *Fusarium roseum*), antracnosis (*Colletotrichum musae*) y pudrición del fruto (*Deightoniella torulosa*) en durazno. Cabe mencionar que tanto el manzano como el durazno pertenecen al orden Rosales y a la familia Rosaceae, por lo que están estrechamente emparentados. El testigo regional es un producto ampliamente utilizado en pre y poscosecha en regiones productoras de durazno en Puebla, Morelos y Michoacán.

Evaluación de la efectividad biológica y fitotoxicidad

La evaluación se centró en el monitoreo de la incidencia y severidad de moho gris en las unidades experimentales. Inicialmente, se seleccionaron frutos sanos para asegurar un porcentaje de incidencia inicial del 0 % en todas las unidades. Posteriormente, se realizaron evaluaciones de eficacia de control a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación de los tratamientos (dda).

De cada unidad experimental se revisaron diez frutos, evaluándose tanto la incidencia como la severidad de la enfermedad, lo que resultó en un tamaño de muestra de 40 frutos por tratamiento y 200 frutos en total para todo el ensayo.

Los datos obtenidos de porcentaje de incidencia y severidad se sometieron a análisis de varianza y a prueba de comparación de medias mediante el método de Tukey ($\alpha = 0.05$), utilizando el programa estadístico SAS v. 9.1. El análisis se realizó de forma independiente para cada evaluación.

Severidad

Los frutos de durazno con síntomas de moho gris (*Botrytis cinerea*) en cada contenedor se evaluaron individualmente utilizando la escala de ocho clases validada por Huang et al. (2011), como se muestra a continuación:

Clase	Porcentaje de daño (%)
0	0
1	<12.5
2	12.6 a 25.0
3	25.1 a 37.5
4	37.6 a 50.0
5	50.1 a 62.5
6	62.6 a 75.0
7	75.1 a 87.5
8	87.6 a 100%

El porcentaje de severidad se calculó mediante la fórmula de Vanderplank (1968):

$$s(\%) \frac{\sum i}{N(V_{max})} \times 100$$

Donde:

s = Porcentaje de severidad

$\sum i$ = Sumatoria de los valores observados

N = Número de frutos evaluados

V_{\max} = Valor máximo de la escala

Incidencia promedio (IP): La incidencia promedio (IP) se evaluó mediante la presencia o ausencia de signos del patógeno en los frutos y se calculó con la siguiente fórmula (Molina et al., 2006):

$$IP = \frac{\sum_{j=1}^J \frac{n_j}{N_j}}{R}$$

Donde n_j corresponde a la cantidad de frutos con presencia moho gris (*B. cinerea*) en la repetición j , N_j cantidad total de frutos en la repetición j y R cantidad de repeticiones por tratamiento (Molina et al., 2006).

Fitotoxicidad. Dado que el estudio se realizó en frutos bajo condiciones controladas de poscosecha, la fitotoxicidad se registró con base en la presencia de efectos adversos de los tratamientos sobre los frutos.

Para determinar la fitotoxicidad, se evaluaron síntomas como necrosis o cambios de coloración en los frutos, incluyendo blanqueamiento, oscurecimiento, enrojecimiento o decoloración localizada (manchas internas o externas). Estos efectos se compararon entre los frutos tratados y el testigo absoluto.

Métodos estadísticos y cálculo de eficacia

Los datos de incidencia y severidad obtenidos en cada unidad experimental y por fecha se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias múltiples utilizando la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$), empleando el paquete estadístico SAS v. 9.1. Previamente, se verificaron los supuestos de los análisis: homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene, normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la independencia de las observaciones, asegurada por la aleatorización de los tratamientos en las unidades experimentales.

El porcentaje de eficacia de los tratamientos se calculó mediante la fórmula de Abbott:

$$\% \text{eficacia} = \frac{IT - it}{IT} \times 100$$

donde:

- IT = Incidencia o severidad en el testigo absoluto
- it = Incidencia o severidad en el tratamiento evaluado

Debido al incremento de la senescencia de los frutos en las etapas finales del estudio y con el fin de obtener datos de calidad, se consideraron únicamente tres evaluaciones para el cálculo de eficacia.

Calendario de actividades

Cuadro 2. Calendario de actividades del estudio sobre la efectividad biológica de una formulación a base de nanopartículas de selenio y extractos vegetales para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno cv. diamante (*Prunus persica*) bajo condiciones de poscosecha, México, 2024.

Actividad	Fecha
Evaluación previa y aplicación de tratamientos	01 – abril - 2024
Primera evaluación	08 – abril - 2024
Segunda evaluación	15 – abril - 2024
Tercera evaluación	22 – abril - 2024

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación previa

En el Cuadro 3 se aprecia los resultados obtenidos en la evaluación previa. En la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) realizada a la incidencia, se observa la conformación de una sola agrupación para todos los tratamientos debido a que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre ellos, esto se debe a que la distribución inicial de la enfermedad es homogénea en todas las unidades experimentales. La incidencia inicial de la enfermedad observada en los frutos al momento de la instalación del experimento fue de 0%. Con respecto de la prueba de comparación múltiple de medias por el método de Tukey, todos los tratamientos fueron conjuntados en un mismo grupo estadístico, el cual fue denominado “A”.

Cuadro 3. Evaluación previa. Resultados del análisis realizado a la información recolectada durante la evaluación previa para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno en postcosecha bajo condiciones controladas. México, 2024.

TRATAMIENTOS	DOSIS	% de incidencia	
		Tukey ($\alpha=0.05$)	Promedio
T1. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	25 mL L ⁻¹ de agua	A	0
T2. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	50 mL L ⁻¹ de agua	A	0
T3. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	100 mL L ⁻¹ de agua	A	0
T4. Tiabendazol	1.5 mL L ⁻¹ de agua	A	0
T5. Testigo absoluto	-----	A	0
PR>F		---	

Lo anterior indica que el nivel de incidencia es similar en todas las unidades experimentales, lo que propicia condiciones adecuadas para el establecimiento del experimento en un diseño completamente al azar.

Primera evaluación

Incidencia

Los resultados de la primera evaluación de incidencia se muestran en el Cuadro 4. En la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) se observan diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Los tratamientos con la misma letra o agrupación son estadísticamente iguales. Bajo el criterio anterior se tienen cinco agrupaciones diferentes. El tratamiento que presentó menor incidencia fue el T4 (TECTO 500 SC, 1.5 mL/L de agua) que registró un promedio de porcentaje de incidencia de 3% y

fue ubicado en la literal D. Segundo, los tratamientos T3 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 100 mL/L de agua) y T2 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 50 mL/L de agua) obtuvieron 10 y 20 % de incidencia por lo que se agruparon en la literal DC y BC respectivamente. Por último, el tratamiento T1 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 25 mL/L de agua) registró un promedio de 33% de incidencia por unidad experimental y fue agrupado en la literal BA. El testigo absoluto obtuvo la mayor incidencia con un promedio de 43% y se ubicó en la agrupación A.

Cuadro 4. Primera evaluación de incidencia. Resultados del análisis realizado a la información de incidencia recolectada durante la primera evaluación de tratamientos para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno en postcosecha bajo condiciones controladas. México, 2024.

TRATAMIENTOS	DOSIS	Incidencia		
		Tukey ($\alpha=0.05$)	% promedio	Eficacia (%)
T1. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	25 mL L ⁻¹ de agua	BA	33%	24%
T2. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	50 mL L ⁻¹ de agua	BC	20%	53%
T3. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	100 mL L ⁻¹ de agua	DC	10%	76%
T4. Tiabendazol	1.5 mL L ⁻¹ de agua	D	3%	94%
T5. Testigo absoluto	-----	A	43%	0%
PR>F		<.0001		
Levene's Test		0.1847		

En el gráfico 1 se muestra la gráfica obtenida en la primera evaluación, en las cuales se observa el efecto de los tratamientos sobre la incidencia de la enfermedad.

T4 (TECTO 500 SC, 1.5 mL/L de agua) registro la mejor eficacia con un 94%, seguido los tratamientos tratamientos T3 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 100 mL/L de agua) y T2 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 50 mL/L de agua) quienes obtuvieron 76 y 53% respectivamente, por otro lado, el T1 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 25 mL/L de agua) obtuvo 24% de eficacia; finalmente se agrega que todos los tratamientos superaron significativamente el control de la enfermedad en comparación con testigo absoluto.

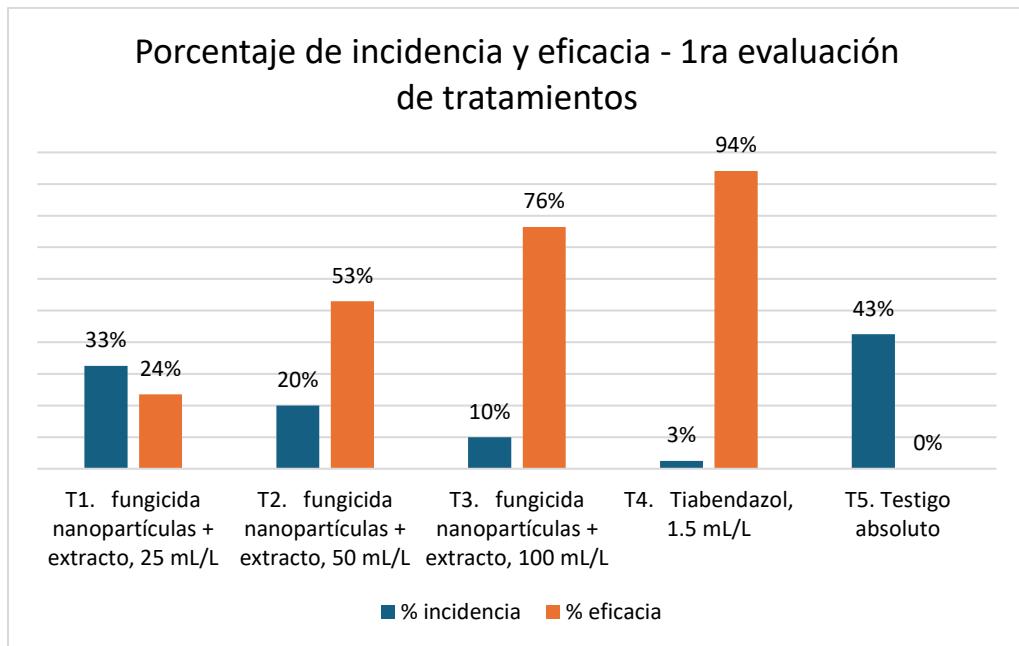


Gráfico 1. Primera evaluación de incidencia. Promedio de incidencia y eficacias de control en la primera evaluación de tratamientos para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno en postcosecha bajo condiciones controladas. México, 2024.

Severidad

Los resultados de la primera evaluación de severidad se muestran en el Cuadro 5. En la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) se observan diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Los tratamientos con la misma letra o agrupación son estadísticamente iguales. Bajo el criterio anterior se tienen cuatro agrupaciones diferentes. El tratamiento que presentó menor severidad fue el T4 (TECTO 500 SC, 1.5 mL/L de agua) que registró un promedio de 0.1 de la escala de severidad y fue ubicado en la literal C.

Segundo, los tratamientos T3 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 100 mL/L de agua) y T2 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 50 mL/L de agua) que obtuvieron 0.33 y 0.58 de la escala de severidad por lo que se agruparon en la literales CB y B respectivamente. Por último, el tratamiento T1 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 25 mL/L de agua) registró un promedio de 0.68 de severidad y también fue agrupado en la literal B. El testigo absoluto obtuvo la mayor severidad con un promedio de 1.15 y se ubicó en la agrupación A.

Cuadro 5. Primera evaluación de severidad. Resultados del análisis realizado a la información de severidad recolectada durante la primera evaluación de tratamientos para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno en postcosecha bajo condiciones controladas. México, 2024.

TRATAMIENTOS	DOSIS	Severidad		
		Tukey ($\alpha=0.05$)	promedio	Eficacia (%)
T1. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	25 mL L ⁻¹ de agua	B	0.68	41%
T2. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	50 mL L ⁻¹ de agua	B	0.58	50%
T3. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	100 mL L ⁻¹ de agua	CB	0.33	72%
T4. Tiabendazol	1.5 mL L ⁻¹ de agua	C	0.10	91%
T5. Testigo absoluto	-----	A	1.15	0%
PR>F			<.0001	
Levene's Test			0.5090	

En el gráfico 2, se muestra la gráfica obtenida en la primera evaluación de severidad, en las cuales se observa el efecto de los tratamientos sobre el desarrollo de la enfermedad. T4 (TECTO 500 SC, 1.5 mL/L de agua) registro la mejor eficacia con un 91%, seguido los tratamientos tratamientos T3 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 100 mL/L de agua) y T2 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 50 mL/L de agua) obtuvieron 72 y 50% respectivamente, por otro lado, T1 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 25 mL/L de agua) el obtuvo 41% de eficacia; finalmente se agrega que todos los tratamientos superaron significativamente el control de la enfermedad en comparación con testigo absoluto.

Porcentaje de severidad y eficacia - 1ra evaluación de tratamientos

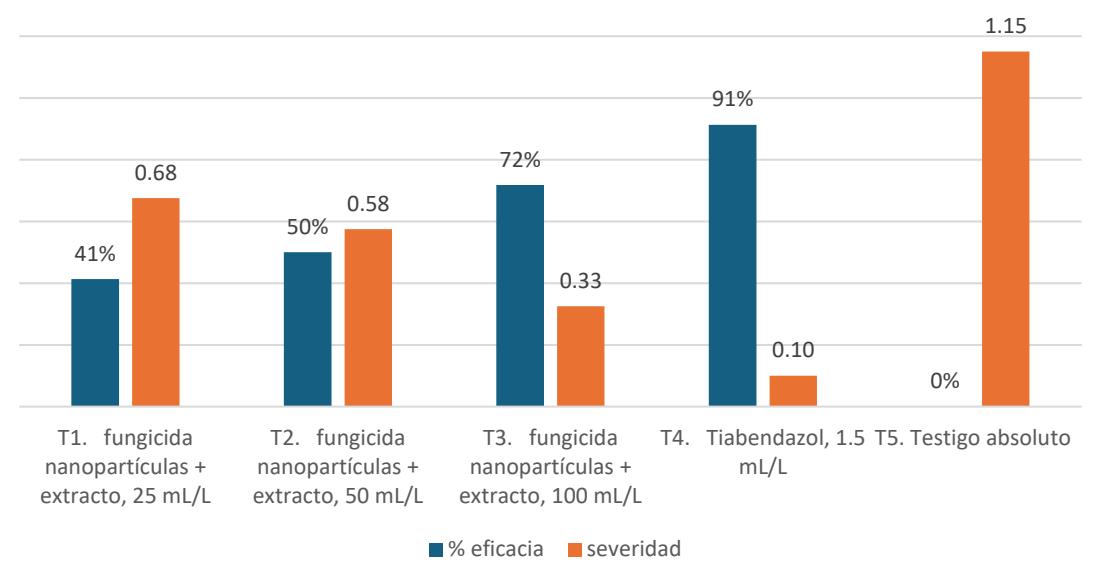


Gráfico 2. Primera evaluación de severidad. Promedio de severidad y eficacias de control en la primera evaluación de tratamientos para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno en postcosecha bajo condiciones controladas. México, 2024.



Figura 3. Unidades experimentales en la primera evaluación.

Segunda evaluación

Incidencia

Los resultados de la segunda evaluación de incidencia se muestran en el Cuadro 6. En la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) se observan diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Los tratamientos con la misma letra o agrupación son estadísticamente iguales. Bajo el criterio anterior se tienen cuatro agrupaciones diferentes. El tratamiento que presentó menor incidencia fue el T4 (TECTO 500 SC, 1.5 mL/L de agua) que registró un promedio de porcentaje de incidencia de 8% y fue ubicado en la literal C. Segundo, los tratamientos T3 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 100 mL/L de agua) y T2 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 50 mL/L de agua) obtuvieron 13 y 20% de incidencia por lo que se agruparon en la literal C y CB. Por último, el tratamiento T1 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 25 mL/L de agua) registró un promedio de 30% de incidencia por unidad experimental y fue agrupado en la literal B. El testigo absoluto obtuvo la mayor incidencia con un promedio de 48% y se ubicó en la agrupación A.

Cuadro 6 Segunda evaluación de incidencia. Resultados del análisis realizado a la información de incidencia recolectada durante la segunda evaluación de tratamientos para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno en postcosecha bajo condiciones controladas. México, 2024.

TRATAMIENTOS	DOSIS	Incidencia		
		Tukey ($\alpha=0.05$)	% promedio	Eficacia (%)
T1. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	25 mL L ⁻¹ de agua	B	30%	37%
T2. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	50 mL L ⁻¹ de agua	CB	20%	58%
T3. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	100 mL L ⁻¹ de agua	C	13%	74%
T4. Tiabendazol	1.5 mL L ⁻¹ de agua	C	8%	84%
T5. Testigo absoluto	-----	A	48%	0%
PR>F		<.0001		
Levene's Test		0.6127		

En el grafico 3, se muestra la gráfica obtenida en la segunda evaluación, en las cuales se observa el efecto de los tratamientos sobre la incidencia de la enfermedad.

T4 (TECTO 500 SC, 1.5 mL/L de agua) registro la mejor eficacia con un 84%, seguido los tratamientos tratamientos T3 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 100 mL/L de agua) y T2 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 50 mL/L de agua) obtuvieron 74 y 58% respectivamente, por otro lado, el T1 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 25 mL/L de agua) obtuvo 37% de eficacia; finalmente se agrega que todos los tratamientos superaron significativamente el control de la enfermedad en comparación con testigo absoluto.

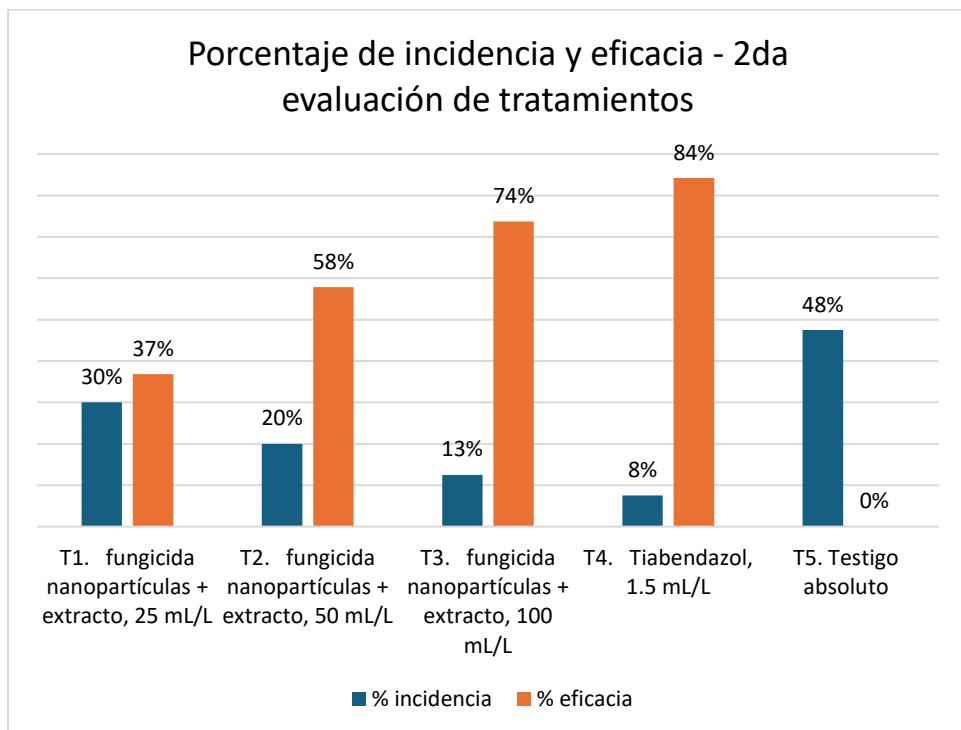


Gráfico 3. Segunda evaluación de incidencia. Promedio de incidencia y eficacias de control en la segunda evaluación de tratamientos para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno en postcosecha bajo condiciones controladas. México, 2024.

Severidad

Los resultados de la segunda evaluación de severidad se muestran en el Cuadro 7. En la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) se observan diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Los tratamientos con la misma letra o agrupación son estadísticamente iguales. Bajo el criterio anterior se tienen cuatro agrupaciones diferentes.

El tratamiento que presentó menor severidad fue el T4 (TECTO 500 SC, 1.5 mL/L de agua) que registró un promedio de 0.25 de la escala de severidad y fue ubicado en la literal C; de forma similar, el T3 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*),

100 mL/L de agua) alcanzó una severidad de 0.45 y se ubicó en la misma literal (C). Después, los tratamientos T2 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 50 mL/L de agua) y T1 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 25 mL/L de agua) registraron un promedio de 0.80 y 1.05 de severidad y fueron agrupados en las literales CB y B respectivamente. El testigo absoluto obtuvo la mayor severidad con un promedio de 2.43 y se ubicó en la agrupación A.

Cuadro 7 Segunda evaluación de severidad. Resultados del análisis realizado a la información de severidad recolectada durante la segunda evaluación de tratamientos para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno en postcosecha bajo condiciones controladas. México, 2024.

TRATAMIENTOS	DOSIS	Severidad		
		Tukey ($\alpha=0.05$)	promedio	Eficacia (%)
T1. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	25 mL L ⁻¹ de agua	B	1.05	57%
T2. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	50 mL L ⁻¹ de agua	CB	0.80	67%
T3. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	100 mL L ⁻¹ de agua	C	0.45	81%
T4. Tiabendazol	1.5 mL L ⁻¹ de agua	C	0.25	90%
T5. Testigo absoluto	-----	A	2.43	0%
PR>F		<.0001		
Levene's Test		0.3435		

En el gráfico 4, se muestra la gráfica obtenida en la segunda evaluación de severidad, en las cuales se observa el efecto de los tratamientos sobre el desarrollo de la enfermedad. T4 (TECTO 500 SC, 1.5 mL/L de agua) registro la mejor eficacia con un 90%, seguido los tratamientos T3 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 100 mL/L de agua) y T2 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 50 mL/L de agua) quienes obtuvieron eficacias del 81 y 67% respectivamente. Finalmente, el tratamiento T1 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 25 mL/L de agua) obtuvo 57% de eficacia. Todos los tratamientos superaron significativamente al testigo absoluto.

Porcentaje de severidad y eficacia - 2da evaluación de tratamientos

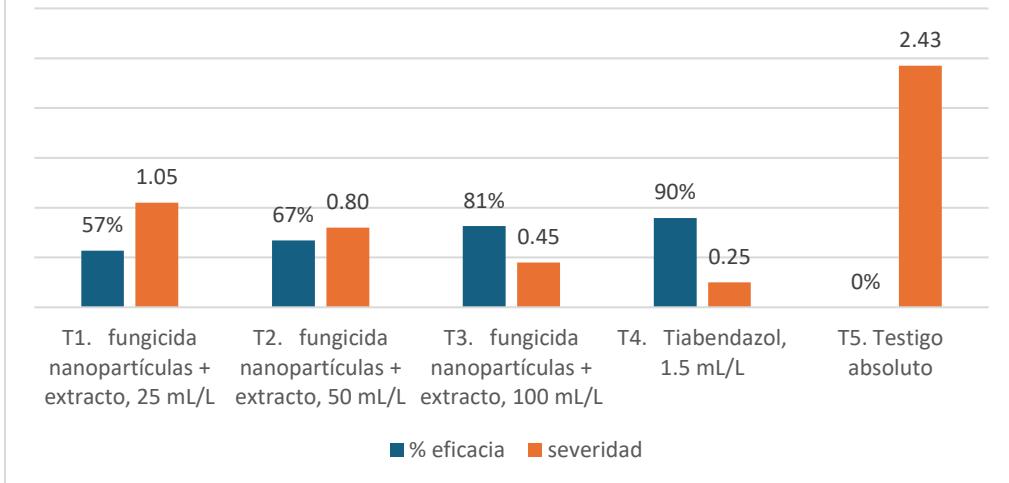


Gráfico 4 Segunda evaluación de severidad. Promedio de severidad y efficacias de control en la segunda evaluación de tratamientos para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno en postcosecha bajo condiciones controladas. México, 2024.



Figura 4. Unidades experimentales en la segunda evaluación.

Tercera evaluación

Incidencia

Los resultados de la tercera evaluación de incidencia se muestran en el Cuadro 8. En la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) se observan diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Los tratamientos con la misma letra o agrupación son estadísticamente iguales. Bajo el criterio anterior se tienen cinco agrupaciones diferentes.

El tratamiento que presentó menor incidencia fue el T4 (TECTO 500 SC, 1.5 mL/L de agua) que registró un promedio de porcentaje de incidencia de 18% y fue ubicado en la literal D. Segundo, los tratamientos T3 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 100 mL/L de agua) y T2 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 50 mL/L de agua) y obtuvieron 28 y 38 % de incidencia por lo que se agruparon en la literal CD y CB respectivamente. Por último, el tratamiento T1 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 25 mL/L de agua) registró un promedio de 55% de incidencia por unidad experimental y fue agrupado en la literal B. El testigo absoluto obtuvo la mayor incidencia con un promedio de 90% y se ubicó en la agrupación A.

Cuadro 8. Tercera evaluación de incidencia. Resultados del análisis realizado a la información de incidencia recolectada durante la tercera evaluación de tratamientos para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno en postcosecha bajo condiciones controladas. México, 2024.

TRATAMIENTOS	DOSIS	Incidencia		
		Tukey ($\alpha=0.05$)	% promedio	Eficacia (%)
T1. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	25 mL L ⁻¹ de agua	B	55%	39%
T2. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	50 mL L ⁻¹ de agua	CB	38%	58%
T3. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	100 mL L ⁻¹ de agua	CD	28%	69%
T4. Tiabendazol	1.5 mL L ⁻¹ de agua	D	18%	81%
T5. Testigo absoluto	-----	A	90%	0%
PR>F		<.0001		
Levene's Test		0.0710		

En el grafico 5, se muestra la gráfica obtenida en la tercera evaluación de incidencia, en las cuales se observa el efecto de los tratamientos sobre la incidencia de la enfermedad.

T4 (TECTO 500 SC, 1.5 mL/L de agua) registro la mejor eficacia con un 81%, seguido los tratamientos T3 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 100 mL/L de agua) y T2 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 50 mL/L de agua) obtuvieron 69 y 58% respectivamente, por otro lado, el T1 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 25 mL/L de agua) obtuvo 39% de eficacia; finalmente se agrega que todos los tratamientos superaron significativamente el control de la enfermedad en comparación con testigo absoluto.

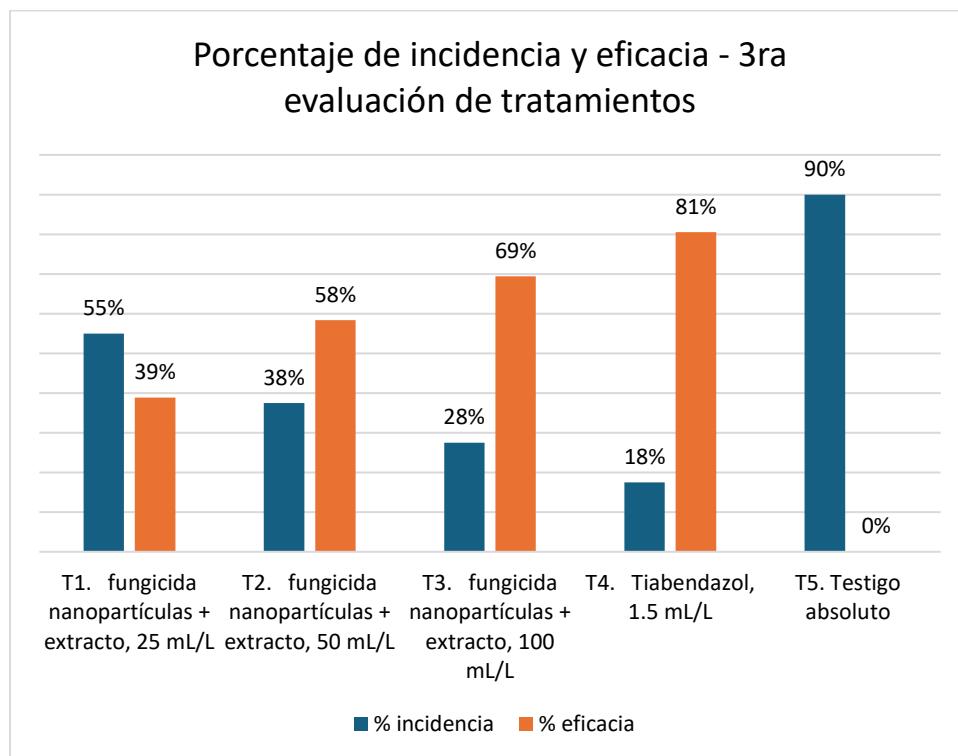


Gráfico 5. Tercera evaluación de incidencia. Promedio de incidencia y eficacias de control en la tercera evaluación de tratamientos para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno en postcosecha bajo condiciones controladas. México, 2024.

Severidad

Los resultados de la tercera evaluación de severidad se muestran en el Cuadro 9. En la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) se observan diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Los tratamientos con la misma letra o agrupación son estadísticamente iguales. Bajo el criterio anterior se tienen cuatro agrupaciones diferentes.

El tratamiento que presentó menor severidad fue el T4 (TECTO 500 SC, 1.5 mL/L de agua) que registró un promedio de 0.68 de la escala de severidad y fue ubicado en la literal C; de forma similar, el T3 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 100 mL/L de agua) alcanzó una severidad de 0.93 y se ubicó en literal (C). Después, los tratamientos T2 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 50 mL/L de agua) y T1 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 25 mL/L de agua) registraron un promedio de 1.68 y 2.43 de severidad y fueron agrupados en las literales CB y B respectivamente. El testigo absoluto obtuvo la mayor severidad con un promedio de 5.33 y se ubicó en la agrupación A.

Cuadro 9. Tercera evaluación de severidad. Resultados del análisis realizado a la información de severidad recolectada durante la tercera evaluación de tratamientos para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno en postcosecha bajo condiciones controladas. México, 2024.

TRATAMIENTOS	DOSIS	Severidad		
		Tukey ($\alpha=0.05$)	promedio	Eficacia (%)
T1. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	25 mL L ⁻¹ de agua	B	2.43	54%
T2. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	50 mL L ⁻¹ de agua	CB	1.68	69%
T3. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	100 mL L ⁻¹ de agua	C	0.93	83%
T4. Tiabendazol	1.5 mL L ⁻¹ de agua	C	0.68	87%
T5. Testigo absoluto	-----	A	5.33	0%
PR>F		<.0001		
Levene's Test		0.0186		

En el grafico 6, se muestra la gráfica obtenida en la tercera evaluación de severidad, en las cuales se observa el efecto de los tratamientos sobre el desarrollo de la enfermedad.

T4 (TECTO 500 SC, 1.5 mL/L de agua) registro la mejor eficacia con un 87%, seguido los tratamientos T3 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 100 mL/L de agua) y T2 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 50 mL/L de agua) quienes obtuvieron eficacias del 83 y 69% respectivamente. Finalmente, el tratamiento T1 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 25 mL/L de agua) obtuvo 54% de eficacia. Todos los tratamientos superaron significativamente al testigo absoluto.

Porcentaje de severidad y eficacia - 3ra evaluación de tratamientos

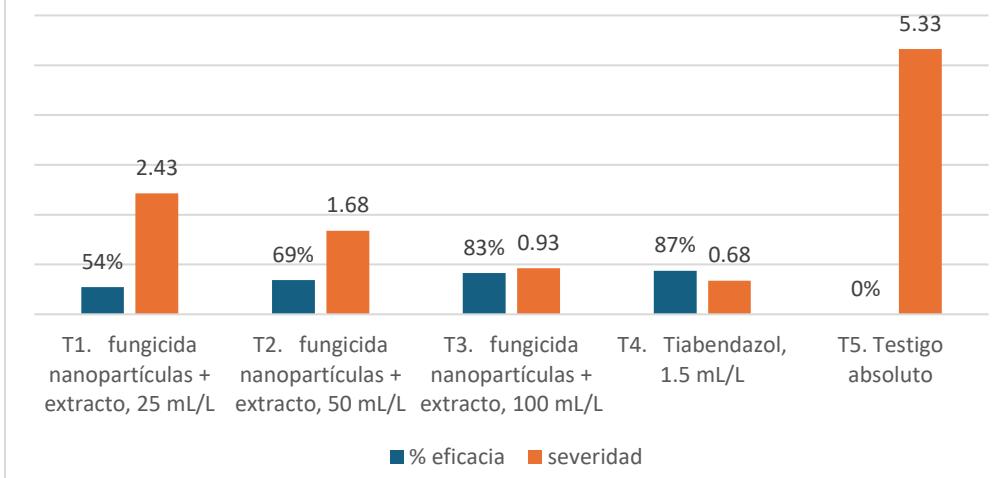


Gráfico 6. Tercera evaluación de severidad. Promedio de severidad y eficacias de control en la tercera evaluación de tratamientos para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno en postcosecha bajo condiciones controladas. México, 2024.



Figura 5. Unidades experimentales en la tercera evaluación.

Fitotoxicidad

En cada fecha de evaluación de la eficacia, se valoró el posible efecto fitotóxico provocado por la aplicación del producto fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*) para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en durazno, para tal fin, se utilizó la escala propuesta por la EWRS. Las observaciones en campo permitieron concluir que la aplicación del producto citado a dosis de 25, 50 y 100 mL/L de agua, no ejercieron ningún efecto fitotóxico en el cultivo de durazno, en las condiciones en las que se realizó el presente estudio (Cuadro 10).

Cuadro 10. Evaluación del posible efecto fitotóxico por tratamiento y fecha de muestreo, en el estudio de evaluación de la efectividad biológica del fungicida fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*) para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de durazno en postcosecha bajo

Tratamiento	Dosis	1ra evaluación	2da evaluación	3ra evaluación
T1. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	25 mL L ⁻¹ de agua	0	0	0
T2. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	50 mL L ⁻¹ de agua	0	0	0
T3. fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de <i>Calendula officinalis</i>)	100 mL L ⁻¹ de agua	0	0	0
T4. Tiabendazol	1.5 mL L ⁻¹ de agua	0	0	0
T5. Testigo absoluto	-----	0	0	0

DISCUSIONES

Debido a su alta eficiencia, actividad antimicrobiana de amplio espectro, resistencia mínima y excelente seguridad, compuestos a base de nanopartículas se han utilizado ampliamente para el control de enfermedades de las plantas en los últimos años (Tian *et al.*, 2018). Compuestos a base de nanopartículas han demostrado eficaces en contra el crecimiento de hongos patógenos en postcosecha como *Pyricularia* sp., *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea* y *Fusarium* sp. (Li *et al.*, 2022). Los mecanismos antifúngicos de las NP se atribuyen principalmente a la inhibición del crecimiento micelial y la germinación de conidios, la degradación de las paredes y membranas celulares, la eliminación de proteínas, la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), la influencia en el metabolismo energético y de sustancias de los patógenos, la transducción de señales y el procesamiento de información genética (Al-Otibi *et al.*, 2022). El uso de nanopartículas es una opción ecológica como alternativa al uso de fungicidas químicos sintéticos.

En el presente estudio, las tres dosis de los tratamientos sobre cada una de las unidades experimentales ocasionaron que los porcentajes de efectividad contaran con valores constantes en comparación con el testigo sin aplicación. Así mismo, se apreció que la dosis de 100 mL/L de agua del fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 100 mL/L a los 10 días registró los valores más altos de eficacias en relación a los demás tratamientos; cabe destacar que los tratamientos T2 (fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 50 mL/L de agua) y T3 fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 100 mL/L de agua) presentaron una efectividad superior al 50 % en la severidad e incidencia de la enfermedad de forma constante en las tres evaluaciones realizadas, esto para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en durazno y bajo las condiciones en las que se desarrolló este estudio. El T3 fungicida (nanopartículas de selenio + extracto de *Calendula officinalis*), 100 mL/L de agua) no superó al tratamiento T4 (Tiabendazol 1.5 mL L⁻¹ de agua), debido a ser un producto sistémico efectivo que actúa durante el ensamblaje de la β-tubulina en el proceso de la mitosis, inhibiendo la división, por lo tanto, lo cual el T3 es efectuar o evaluar su eficacia que tiene y demostrar que es una alternativa al uso de Tiabendazol.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio y bajo las condiciones específicas en las que se desarrolló el experimento, se concluye que el fungicida ecológico a base de nanopartículas de selenio, aplicado a dosis de 25, 50 y 100 mL/L de agua, no generó efectos fitotóxicos en el cultivo de durazno, de acuerdo con la escala EWRS, lo que evidencia su compatibilidad con la planta. Asimismo, las dosis de 50 y 100 mL/L mostraron eficacias superiores al 50 % en la reducción de la incidencia y severidad de la enfermedad evaluada, manteniendo este comportamiento en las tres fechas de evaluación, lo que resalta su potencial como alternativa de manejo fitosanitario. Finalmente, el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas según la prueba de Levene demuestra la confiabilidad estadística y solidez metodológica del ensayo, respaldando la validez de los resultados obtenidos.

LITERATURA CITADA

- Arahana, V., Borja, E., Salgado, C., Tobar, J., & Torres, M. (30 de junio de 2012). *Evaluación in vitro de fungicidas para el control de Monilinia spp. que afecta el cultivo del durazno (Prunus persica) en provincias de la Sierra Ecuatoriana.* 1-3. Obtenido de <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/80/82>
- FAOSTAT. (2022.). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Obtenido de <https://www.fao.org/faostat/es>
- Ceballos-Chávez, Á., Lizárraga-Sánchez, G., Leyva-Madrigal, K., Chávez-García3, L., Espinoza, M., Valenzuela-Escoboza, F., & López-Valenzuela, B. (14 de MARZO de 2023). *HOSPEDANTES EN FRUTALES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA ASOCIADOS A PATÓGENOS FOLIARES DEL DURAZNERO (Prunus persica L.).* 1-3. doi: <http://www.doi.org/10.51372/bioagro353.9>
- Castello, G., F.A, P., G., M., M., & R., M. (2019). *Prospección y patogenicidad de hongos patógenos para el control de carpocapsa en frutales.* 43-43. Obtenido de <https://revistas.uclave.org/index.php/bioagro/article/view/4579/2926>
- Abarca R, P., Allende C, M., Antúnez B., A., & Carrasco J., J. (2017). *Manual de manejo del cultivo de Duraznero.* Santiago, Chile: Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/27c0ab76-850c-4fd3-b536-3c6444f4ecce/content>
- ADAMA. (23 de septiembre de 2022). *Manejo integrado del Moho gris (Botrytis cinerea) en cultivos de agroexportación.* Obtenido de <https://www.adama.com/peru/es/tips/manejo-integrado-del-moho-gris-botrytis-cinerea-en-cultivos-de-agroexportacion>
- Molina Mercader, G., González Vargas, G., & Zaldúa Flores, S. (31 de julio de 2006). *Selección de hongos antagonistas para el control biológico de Botrytis cinerea en viveros forestales en Chile.* Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002006000200007
- Moncada Sánchez, L. J. (2017). “*Evaluación in vitro del efecto de extractos vegetales de caminadora (Rottboelia exaltata), coquito (Cyperus rotundus), rosa de muerto (Calendula officinalis) y culantro (Eryngium foetidum L.), sobre el desarrollo del patógeno causante de la monilia.* Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/dcf894b8-638c-4fa5-bde8-1c61c4ee241b/content>
- López Velázquez, J. C., Navarro López, D. E., & Qui Zapata, J. A. (Marzo de 2019). *Efecto del selenito e inulina en la interacción Capsicum annuum L. - Phytophthora capsici en invernadero.* 25-34. Obtenido de <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/598/pdf>

Zapata, Y., Cotes, A., Jijakli, H., & Wisniewski, M. (2018). *Control biológico de patógenos en poscosecha*. 4. Corporacion Colombiana de Investigacion Agropecuaria. Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/d3aaaf9aa-8c8f-444c-85cb-d1a2cfb4ba95/content>

Huerta Olalde, A. M., & Salgado Garciglia, R. (2025). *El moho gris que ataca a las plantas*. Obtenido de <https://www.sabermas.umich.mx/secciones/articulos/1567-el-moho-gris-que-ataca-a-las-plantas.html>

Romanazzi , G., Smilanick , J., Feliziani, E., & Droby, S. (2016). *Manejo integrado del moho gris poscosecha en cultivos frutales*. 69-76. doi:<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.11.003>

Nava Vega, A. (DICIEMBRE de 2005). *CULTIVO Y MANEJO DEL DURAZNO*. Buenavista Saltillo, Coahuila, México: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA NARRO.

Hidropónia. (14 de MARZO de 2016). *IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE DURAZNO EN MÉXICO*. Obtenido de <https://hidroponia.mx/importancia-del-cultivo-de-durazno-en-mexico/#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20se%20producen%20cerca,ayudan%20a%20favorecer%20su%20desarrollo>.

Sánchez, T. B. (diciembre de 2012.). *Producción y comercialización del durazno criollo de Zacatecas*. 10. Obtenido de <http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/proComDurCriollo.pdf>

Silva Gaona, D. F., Villa Pinto, L. O., & Zúñiga Castro, L. P. (2024). *Detección de las enfermedades Torque y Podredumbre Morena que afectan a los cultivos*. 42. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Food Quality and Safety. (24 de JULY de 2018). *Pathogenic mechanisms and control strategies of Botrytis cinerea causing post-harvest decay in fruits and vegetables*. Pages 111–119, doi:<https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyy016>

Oliveros Hernández, L., & Tovar Quiroz, A. (2023). *Detección de plagas y enfermedades de durazno mediante Machine Learning*. Servicio Nacional de Aprendizaje. Colombia. Obtenido de https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/8378/Deteccion_de_plagas_y_enfermedades_de_durazno.pdf?sequence=1&isAllowed=y

UC IPM. (SEPTEMBER de 2015). *Ripe Fruit Rot*. Obtenido de <https://ipm.ucanr.edu/agriculture/peach/ripe-fruit-rot/#gsc.tab=0>

Molina Mercader, G., González Vargas, G., & Zaldúa Flores, S. (31 de julio de 2006). *Selección de hongos antagonistas para el control biológico de Botrytis cinerea en viveros forestales en Chile*. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002006000200007

Acosta de la luz, L., & Rodriguez Ferrada, C. (2001). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962001000100006

García Morales, S., Garza García, , J., & Hernández Díaz, A. (2018). *El selenio en la producción de cultivos*. Obtenido de <https://mexico.infoagro.com/el-selenio-en-la-produccion-de-cultivos/>

Bailey, J. A., and Jeger, M. J. 1992. *Colletotrichum: Biology, Pathology and Control*. CAB International, Wallingford, UK.

Barnett, H.L., and Hunter, B.B. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. 4th Ed. The American Phytopathological Society. St Paul, Minnesota, USA. 218 p.

Huang, R., Li, G. Q., Zhang, J., Yang, L., Che, H. J., Jiang, D. H., & Huang, H. C. (2011). *Control of postharvest Botrytis fruit rot of strawberry by volatile organic compounds of Candida intermedia*. *Phytopathology*, 101(7), 859-869.

Vanderplank JE, 1968. *Disease Resistance in Plants*. New York, NY, USA: Academic Press.

Molina M., G., Zaldúa Flores, S., González Vargas, G., & Sanfuentes Von, E. (2006). *Selección de hongos antagonistas para el control biológico de Botrytis cinerea en viveros forestales en Chile*. *Bosque (Valdivia)*, 27(2), 126-134.

Abbott, W. S. (1925). *A method of computing the effectiveness of an insecticide*. *J. econ. Entomol*, 18(2), 265-267.

Tian, X., Jiang, X., Welch, C., Croley, T. R., Wong, T. Y., Chen, C., ... & Yin, J. J. (2018). *Bactericidal effects of silver nanoparticles on lactobacilli and the underlying mechanism*. *ACS applied materials & interfaces*, 10(10), 8443-8450.

Li, L., Pan, H., Deng, L., Qian, G., Wang, Z., Li, W., & Zhong, C. (2022). *The antifungal activity and mechanism of silver nanoparticles against four pathogens causing kiwifruit post-harvest rot*. *Frontiers in Microbiology*, 13, 988633.

Al-Otibi, F., Alfuzan, S. A., Alharbi, R. I., Al-Askar, A. A., Al-Otaibi, R. M., Al Subaie, H. F., & Moubayed, N. M. (2022). *Comparative study of antifungal activity of two preparations of green silver nanoparticles from Portulaca oleracea extract*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(4), 2772-2781.

APÉNDICE
DATOS REGISTRADOS EN LABORATORIO

Evaluación previa

Datos de incidencia registrados. evaluación previa (01 – marzo - 2024).

UE	TRAT	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		LV
2	T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T1	0.00
1	T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.00
4	T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.00
3	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.00
10	T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T5	0.00
5	T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T1	0.00
7	T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.00
6	T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.00
15	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.00
12	T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T5	0.00
8	T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T1	0.00
14	T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.00
9	T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.00
18	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.00
13	T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T5	0.00
11	T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T1	0.00
16	T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.00
17	T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.00
19	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.00
20	T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T5	0.00

Datos de severidad registrados. evaluación previa (01 – marzo - 2024).

UE	TRAT	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		LV
2	T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T1	0.00
1	T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.00
4	T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.00
3	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.00
10	T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T5	0.00
5	T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T1	0.00
7	T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.00
6	T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.00
15	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.00
12	T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T5	0.00
8	T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T1	0.00
14	T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.00
9	T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.00
18	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.00
13	T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T5	0.00
11	T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T1	0.00
16	T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.00
17	T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.00
19	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.00
20	T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T5	0.00

Primera evaluación

Datos de incidencia registrados. primera evaluación (04 – marzo - 2024).

UE	TRAT	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		LV
2	T1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	T1	0.20
1	T2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.20
4	T3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.10
3	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.00
10	T5	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	T5	0.40
5	T1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	T1	0.40
7	T2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.30
6	T3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.10
15	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.00
12	T5	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	T5	0.50
8	T1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	T1	0.30
14	T2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.10
9	T3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.10
18	T4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.10
13	T5	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	T5	0.40
11	T1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	T1	0.40
16	T2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.20
17	T3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.10
19	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.00
20	T5	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	T5	0.40

Datos de severidad registrados. primera evaluación (04 – marzo - 2024).

UE	TRAT	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		LV
2	T1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	T1	0.50
1	T2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.60
4	T3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.30
3	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.00
10	T5	2	2	3	2	0	0	0	0	0	0	T5	0.90
5	T1	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	T1	0.80
7	T2	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.80
6	T3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.30
15	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.00
12	T5	2	3	3	3	2	0	0	0	0	0	T5	1.30
8	T1	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	T1	0.60
14	T2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.40
9	T3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.30
18	T4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.40
13	T5	3	3	2	3	0	0	0	0	0	0	T5	1.10
11	T1	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	T1	0.80
16	T2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.50
17	T3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.40
19	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.00
20	T5	3	3	4	3	0	0	0	0	0	0	T5	1.30

Segunda evaluación

Datos de incidencia registrados. segunda evaluación (06 - marzo - 2024)

UE	TRAT	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		LV
2	T1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	T1	0.40
1	T2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.20
4	T3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.10
3	T4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.10
10	T5	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	T5	0.50
5	T1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	T1	0.30
7	T2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.30
6	T3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.20
15	T4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.10
12	T5	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	T5	0.40
8	T1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	T1	0.20
14	T2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.10
9	T3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.10
18	T4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.10
13	T5	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	T5	0.50
11	T1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	T1	0.30
16	T2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.20
17	T3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.10
19	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.00
20	T5	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	T5	0.50

datos de severidad registrados. segunda evaluación (06 - marzo - 2024)

UE	TRAT	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		LV
2	T1	3	2	3	4	0	0	0	0	0	0	T1	1.20
1	T2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.60
4	T3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.30
3	T4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.30
10	T5	4	5	5	4	6	0	0	0	0	0	T5	2.40
5	T1	3	4	4	0	0	0	0	0	0	0	T1	1.10
7	T2	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	T2	1.30
6	T3	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.80
15	T4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.40
12	T5	5	6	5	5	0	0	0	0	0	0	T5	2.10
8	T1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	T1	0.70
14	T2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.40
9	T3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.30
18	T4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.30
13	T5	5	6	5	6	4	0	0	0	0	0	T5	2.60
11	T1	3	4	5	0	0	0	0	0	0	0	T1	1.20
16	T2	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.90
17	T3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.40
19	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.00
20	T5	5	6	6	4	5	0	0	0	0	0	T5	2.60

Tercera evaluación

datos de incidencia registrados. tercera evaluación (11 – marzo - 2024)

UE	TRAT	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		LV
2	T1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	T1	0.50
1	T2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.30
4	T3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.20
3	T4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.20
10	T5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	T5	0.80
5	T1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	T1	0.50
7	T2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	T2	0.30
6	T3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.20
15	T4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.10
12	T5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	T5	1.00
8	T1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	T1	0.60
14	T2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	T2	0.50
9	T3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.30
18	T4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.20
13	T5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	T5	0.80
11	T1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	T1	0.60
16	T2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	T2	0.40
17	T3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	T3	0.40
19	T4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.20
20	T5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	T5	1.00

datos de severidad registrados. tercera evaluación (11 – marzo - 2024)

UE	TRAT	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		LV
2	T1	3	5	5	4	5	0	0	0	0	0	T1	2.20
1	T2	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	T2	1.30
4	T3	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.70
3	T4	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.90
10	T5	5	6	6	7	5	5	6	6	0	0	T5	4.60
5	T1	5	4	4	3	5	0	0	0	0	0	T1	2.10
7	T2	5	6	4	0	0	0	0	0	0	0	T2	1.50
6	T3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.70
15	T4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.50
12	T5	5	6	6	6	7	5	5	6	6	5	T5	5.70
8	T1	3	5	4	4	5	5	0	0	0	0	T1	2.60
14	T2	4	4	5	4	3	0	0	0	0	0	T2	2.00
9	T3	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	T3	0.90
18	T4	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.70
13	T5	5	4	4	6	4	5	5	7	0	0	T5	4.00
11	T1	5	5	4	4	6	4	0	0	0	0	T1	2.80
16	T2	6	4	5	4	0	0	0	0	0	0	T2	1.90
17	T3	4	4	3	3	0	0	0	0	0	0	T3	1.40
19	T4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	T4	0.60
20	T5	5	7	6	7	8	8	6	7	8	8	T5	7.00

Análisis estadístico

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Ev1

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4 0.42300000	0.10575000	25.38	<.0001
Error	15 0.06250000	0.00416667		
Total correcto	19 0.48550000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Ev1 Media
0.871267	30.02313	0.064550	0.215000

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4 0.42300000	0.10575000	25.38	<.0001	Sistema SAS 19:53 Monday, May 17, 2024 27

Procedimiento ANOVA

Test de Levene para homogeneidad de la varianza Ev1
ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo

Fuente	DF	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4 0.000122	0.000030	1.78	0.1847
Error	15 0.000256	0.000017	Sistema SAS 19:53 Monday, May 17, 2024 28	

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudiantizado de Tukey (HSD) para Ev1

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	15
Error de cuadrado medio	0.004167
Valor crítico del rango estudiantizado	4.36699
Diferencia significativa mínima	0.1409

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	0.42500	4	T5
A			
B A	0.32500	4	T1
B			
B C	0.20000	4	T2
C			

D	C	0.10000	4	T3
D				
D		0.02500	4	T4

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Ev2

Fuente	Suma de cuadrado de	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	0.40300000	0.10075000	24.18	<.0001	
Error	15	0.06250000	0.00416667			
Total correcto	19	0.46550000				

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Ev2 Media
0.865736	27.46797	0.064550	0.235000

Fuente	Cuadrado de	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	0.40300000	0.10075000	24.18	<.0001	
		Sistema SAS		19:53 Monday, May 17, 2024	41	

Procedimiento ANOVA

Test de Levene para homogeneidad de la varianza Ev2
ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo

Fuente	Cuadrado	Suma de	de la	DF	cuadrados	media	F-Valor	Pr > F
trat	4	0.000047	0.000012		0.69	0.6127		
Error	15	0.000256	0.000017	Sistema SAS		19:53 Monday, May 17, 2024	42	

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudiantizado de Tukey (HSD) para Ev2

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	15
Error de cuadrado medio	0.004167
Valor crítico del rango estudiantizado	4.36699
Diferencia significativa mínima	0.1409

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	0.47500	4	T5
B	0.30000	4	T1
B			

C	B	0.20000	4	T2
C				
C		0.12500	4	T3
C				
C		0.07500	4	T4

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Ev3

Fuente	Suma de Cuadrado de				
	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	1.29700000	0.32425000	43.23	<.0001
Error	15	0.11250000	0.00750000		
Total correcto	19	1.40950000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Ev3 Media
0.920184	19.03353	0.086603	0.455000

Fuente	Cuadrado de				
	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	1.29700000	0.32425000	43.23	<.0001
		Sistema SAS		19:53 Monday, May 17, 2024	55

Procedimiento ANOVA

Test de Levene para homogeneidad de la varianza Ev3
ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo

Fuente	Cuadrado				
	Suma de	de la	media	F-Valor	Pr > F
trat	DF	cuadrados	media	F-Valor	Pr > F
trat	4	0.000184	0.000046	2.70	0.0710
Error	15	0.000256	0.000017		
		Sistema SAS		19:53 Monday, May 17, 2024	56

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudiantizado de Tukey (HSD) para Ev3

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	15
Error de cuadrado medio	0.0075
Valor crítico del rango estudiantizado	4.36699
Diferencia significativa mínima	0.1891

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento Media N trat

A	0.90000	4	T5
---	---------	---	----

B	0.55000	4	T1	
B				
C	B	0.37500	4	T2
C				
C	D	0.27500	4	T3
D				
D		0.17500	4	T4

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Ev1

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	2.51300000	0.62825000	24.01 <.0001
Error	15	0.39250000	0.02616667	
Total correcto	19	2.90550000		

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Ev1 Media
0.864911	28.63029	0.161761	0.565000

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	2.51300000	0.62825000	24.01 <.0001
		Sistema SAS		19:41 Monday, May 17, 2024 83

Procedimiento ANOVA

Test de Levene para homogeneidad de la varianza Ev1
ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	0.00199	0.000497	0.86 0.5090
Error	15	0.00866	0.000577	
		Sistema SAS		19:41 Monday, May 17, 2024 84

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudiantizado de Tukey (HSD) para Ev1

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	15
Error de cuadrado medio	0.026167
Valor crítico del rango estudiantizado	4.36699
Diferencia significativa mínima	0.3532

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento Media N trat

A	1.1500	4	T5
---	--------	---	----

B	0.6750	4	T1	
B				
B	0.5750	4	T2	
B				
C	B	0.3250	4	T3
C				
C		0.1000	4	T4

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Ev2

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	11.75200000	2.93800000	41.67 <.0001
Error	15	1.05750000	0.07050000	
Total correcto	19	12.80950000		

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Ev2 Media
0.917444	26.68526	0.265518	0.995000

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	11.75200000	2.93800000	41.67 <.0001
		Sistema SAS	19:41 Monday, May 17, 2024	97

Procedimiento ANOVA

Test de Levene para homogeneidad de la varianza Ev2
ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	0.0205	0.00512	1.22 0.3435
Error	15	0.0629	0.00419	
		Sistema SAS	19:41 Monday, May 17, 2024	98

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudiantizado de Tukey (HSD) para Ev2

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	15
Error de cuadrado medio	0.0705
Valor crítico del rango estudiantizado	4.36699
Diferencia significativa mínima	0.5798

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento Media N trat

A	2.4250	4	T5
B	1.0500	4	T1
B			
C	0.8000	4	T2
C			
C	0.4500	4	T3
C			
C	0.2500	4	T4

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Ev3

Fuente	DF	Suma de	Cuadrado de	F-Valor	Pr > F
		cuadrados	la media		
Modelo	4	56.17200000	14.04300000	33.45	<.0001
Error	15	6.29750000	0.41983333		
Total correcto	19	62.46950000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Ev3 Media
0.899191	29.38528	0.647945	2.205000

Fuente	DF	Cuadrado de	F-Valor	Pr > F
		Anova SS		
trat	4	56.17200000	14.04300000	33.45 <.0001
		Sistema SAS		19:41 Monday, May 17, 2024 111

Procedimiento ANOVA

Test de Levene para homogeneidad de la varianza Ev3
ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo

Fuente	DF	Cuadrado	media	F-Valor	Pr > F
		Suma de			
trat	4	4.9311	1.2328	4.14	0.0186
Error	15	4.4642	0.2976		

Sistema SAS 19:41 Monday, May 17, 2024 112

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudiantizado de Tukey (HSD) para Ev3

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	15
Error de cuadrado medio	0.419833
Valor crítico del rango estudiantizado	4.36699
Diferencia significativa mínima	1.4148

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	5.3250	4	T5
B	2.4250	4	T1
B			
C	1.6750	4	T2
C			
C	0.9250	4	T3
C			
C	0.6750	4	T4

VARIABLES METEOROLÓGICAS DEL LUGAR DE ESTUDIOS

El estudio se realizó en condiciones controladas

Fecha	temp media	tmin	tmax
01 – marzo - 2024	13.5	12	15
2 – marzo - 2024	15.7	14.2	17.2
3 – marzo - 2024	15.3	13.8	16.8
4 – marzo - 2024	14.5	13	16
5 – marzo - 2024	14	12.5	15.5
6 – marzo - 2024	13.5	12	15
7 – marzo - 2024	14.7	13.2	16.2
8 – marzo - 2024	13.1	11.6	14.6
9 – marzo - 2024	14.8	13.3	16.3
10 – marzo - 2024	15.7	14.7	16.7
11 – marzo - 2024	15	13.5	16.5