

GESTIÓN DE UN PROYECTO EXPERIMENTAL PARA CONTROL NATURAL DE PLAGAS EN TOMATE



Diseño y gestión de un proyecto experimental para la evaluación de controladores naturales de plagas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).

Carlos Alfredo González Gómez

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

diciembre de 2025

GESTIÓN DE UN PROYECTO EXPERIMENTAL PARA CONTROL NATURAL DE PLAGAS EN TOMATE

Diseño y gestión de un proyecto experimental para la evaluación de controladores naturales de plagas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).

Carlos Alfredo González Gómez

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesora
Doris Amanda Rosero García
Microbióloga, M.Sc., PhD.
Posdoctorado en Microbiología Ambiental

Corporación Universitaria Minuto de Dios
Rectoría Virtual
Programa Especialización en Gerencia de Proyectos
diciembre de 2025

Contenido

Lista de tablas	5
Lista de figuras	6
Lista de anexos.....	7
Resumen	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1 Descripción del problema.....	11
1.2. La pregunta de investigación.....	12
1.3. Los objetivos de investigación	12
1.3.1. Objetivo general.....	12
1.3.2. Objetivos específicos.....	12
1.4. Justificación de la investigación.....	13
2. MARCO DE REFERENCIA.....	14
2.1. Marco de Antecedentes.....	14
2.2. Marco Teórico	16
2.2.1. El cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) y su importancia agrícola.....	16
2.2.2. Plagas agrícolas y su impacto en el cultivo de tomate.....	17
2.2.3. Control químico de plagas: ventajas y limitaciones	18
2.2.4. Controladores naturales de plagas como alternativa sostenible.....	18
2.2.5. Gerencia de proyectos aplicada a sistemas agrícolas	19
2.3. Marco normativo	19
3. METODOLOGÍA	21
3.1. Enfoque y alcance de la investigación	21
3.2. Población y muestra.....	21
3.2.1. Definición de la población	21
3.2.2. Cálculo y selección de la muestra.....	22
3.3. Instrumentos.....	22

Diseño y gestión de un proyecto experimental para la evaluación de controladores naturales de plagas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*)

3.4. Descripción de procedimientos	23
3.5. Consideraciones éticas.....	23
3.5.1. Análisis de consideraciones éticas.....	24
3.5.2. Instrumentos de aceptación y autorización	24
4. HIPÓTESIS.....	25
4.1. Las variables	25
4.1.1. Variables independientes	25
4.1.2. Variables dependientes	25
4.2. Planteamiento de hipótesis	25
5. RESULTADOS	26
6. DISCUSIÓN	29
7. CONCLUSIONES.....	31
8. RECOMENDACIONES.....	32
Referencias.....	33
Anexos.....	36

Diseño y gestión de un proyecto experimental para la evaluación de controladores naturales de plagas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*)

Lista de tablas

Tabla 1. Incidencia de plagas antes y después de la aplicación de los tratamientos.....	26
Tabla 2. Análisis de varianza	27
Tabla 3. Resumen del modelo.....	28
Tabla 4. Análisis de Tukey	28

Diseño y gestión de un proyecto experimental para la evaluación de controladores naturales de plagas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*)

Lista de figuras

Figura 1. Cantidad de plagas antes y después de la aplicación de los tratamientos	27
Figura 2. Reducción porcentual de plagas obtenida para cada tratamiento evaluado	29

Diseño y gestión de un proyecto experimental para la evaluación de controladores naturales de plagas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*)

Lista de anexos

Anexo 1. Evidencias fotográficas. 36

Resumen

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) es una actividad agrícola de gran importancia económica y alimentaria en Colombia; sin embargo, su producción se ve afectada por la alta incidencia de plagas, lo que ha llevado al uso intensivo de pesticidas químicos. Aunque estos productos ofrecen resultados rápidos, su aplicación indiscriminada genera impactos negativos a nivel ambiental, sanitario y económico, lo que ha impulsado la búsqueda de alternativas de manejo más sostenibles. El presente trabajo tuvo como objetivo diseñar y gestionar un proyecto experimental para evaluar la efectividad de controladores naturales de plagas en el cultivo de tomate, integrando principios de gerencia de proyectos en la planificación, ejecución y evaluación del estudio. El proyecto se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y diseño experimental, utilizando un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos: control (T1), extracto de Neem (T2), trampas de feromonas (T3) y aceite de horticultura (T4), con un total de 80 plántulas (20 por tratamiento). La incidencia de plagas se evaluó antes y después de la aplicación de los tratamientos. Los resultados evidenciaron que el extracto de Neem presentó la mayor efectividad (80 %), seguido por el aceite de horticultura (60 %) y las trampas de feromonas (58 %) y por último el control (16 %). Los hallazgos del estudio demuestran que los controladores naturales evaluados constituyen alternativas viables y sostenibles para el manejo de plagas en el cultivo de tomate. Asimismo, el enfoque de gerencia de proyectos permitió estructurar de manera eficiente el proceso experimental, optimizar el uso de recursos y generar información técnica confiable para la toma de decisiones en proyectos agrícolas orientados a la sostenibilidad.

Palabras clave: Cultivo de tomate, controladores naturales, plagas, gerencia de proyectos.

Abstract

Tomato cultivation (*Solanum lycopersicum*) is an agricultural activity of great economic and nutritional importance in Colombia; however, its production is affected by the high incidence of pests, which has led to the intensive use of chemical pesticides. Although these products offer rapid results, their indiscriminate application has negative environmental, health and economic impacts, which has prompted the search for more sustainable management alternatives. The objective of this study was to design and manage an experimental project to evaluate the effectiveness of natural pest control agents in tomato cultivation, integrating project management principles into the planning, execution and evaluation of the study. The project was developed using a quantitative and experimental design approach, employing a randomized block design with four treatments: control (T1), neem extract (T2), pheromone (T3) traps and horticultural oil (T4), with a total of 80 seedlings (20 per treatment). The incidence of pests was assessed before and after the application of the treatments. The results showed that Neem extract was the most effective (80%), followed by horticultural oil (60%) and pheromone traps (58%), with the control group coming last (16%). The study's findings demonstrate that the natural control agents evaluated are viable and sustainable alternatives for pest management in tomato cultivation. Likewise, the project management approach allowed for the efficient structuring of the experimental process, optimized the use of resources, and generated reliable technical information for decision-making in agricultural projects aimed at sustainability.

Keywords: Tomato cultivation, natural controllers, pests, project management.

Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es uno de los cultivos más relevantes dentro de la agricultura colombiana, debido a que es una fuente significativa de vitaminas A y C, minerales y compuestos antioxidantes, lo que hace de esta hortaliza un alimento básico en la dieta humana (Ramírez-Ojeda et al., 2021). En Colombia, el tomate se produce tanto en sistemas de campo abierto como en invernaderos, destacándose departamentos como Boyacá y Antioquia por su alta productividad. No obstante, el éxito del cultivo depende en gran medida de la implementación de un manejo fitosanitario adecuado, que garantice la calidad del fruto y la sostenibilidad del sistema productivo (Castañé et al., 2020; Ramírez-Ojeda et al., 2021).

Tradicionalmente, el control de plagas se ha basado en el uso de pesticidas químicos; sin embargo, su aplicación indiscriminada ha generado impactos negativos en el ambiente, la salud humana y la biodiversidad, además de favorecer la resistencia de las plagas (Urrutia et al., 2020). Ante este panorama, el uso de controladores naturales surge como una alternativa sostenible dentro de los sistemas agrícolas modernos (Chirinos et al., 2020). Entre las estrategias de control natural más utilizadas se encuentran el extracto de Neem, reconocido por su acción repelente y reguladora del crecimiento de insectos (Ravelo Pimentel et al., 2022a); las trampas de feromonas, empleadas como herramienta clave para el monitoreo y control de poblaciones de insectos dentro del Manejo Integrado de Plagas (MIP) y otras prácticas de control biológico que contribuyen a reducir la dependencia de insumos químicos (Heredia, 2022). Estas alternativas permiten un manejo más eficiente y ambientalmente responsable del cultivo de tomate.

En este contexto, resulta necesario evaluar de manera sistemática la efectividad de los controladores naturales de plagas, no solo desde un enfoque técnico, sino también desde la gestión de proyectos agrícolas, que permita optimizar recursos, planificar actividades y apoyar la toma de decisiones (Ravelo Pimentel et al., 2022a; Urrutia et al., 2020). Por ello, el presente trabajo tiene como propósito diseñar y gestionar un proyecto experimental orientado a evaluar la efectividad de diferentes controladores naturales de plagas en el cultivo de tomate, generando información técnica que contribuya a la implementación de prácticas agrícolas sostenibles y eficientes.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

En la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*), el manejo de plagas continúa siendo uno de los principales retos para los sistemas agrícolas, debido a su impacto directo sobre el rendimiento y la calidad del cultivo. Si bien los productos químicos agrícolas ofrecen una respuesta rápida y ampliamente utilizada para el control de plagas, su uso sin una adecuada planificación y control ha generado diversas repercusiones desfavorables, tales como el aumento de la resistencia de las plagas, el daño a insectos benéficos, la contaminación del suelo y de los cuerpos de agua, riesgos para la salud humana y un incremento progresivo en los costos de producción (Urrutia et al., 2020).

Adicionalmente, el sector agrícola enfrenta una creciente demanda del mercado por productos obtenidos mediante prácticas más sostenibles, con menor uso de insumos químicos y métodos de producción que sean ambientalmente responsables (Sotelo-Cardona et al., 2021). Esta tendencia obliga a los productores a replantear las estrategias tradicionales de manejo fitosanitario y a considerar alternativas que respondan tanto a criterios técnicos como ambientales y económicos.

Otra problemática es la implementación de métodos naturales para el control de plagas en tomate, debido a factores como la falta de capacitación, el desconocimiento técnico, la baja disponibilidad local de estos insumos y la ausencia de proyectos estructurados que orienten su uso de manera eficiente y sostenible (Ravelo Pimentel et al., 2022a). Esta situación evidencia una brecha entre las necesidades del sector agrícola y la gestión adecuada de soluciones agroecológicas.

En consecuencia, se identifica como problema central la ausencia de un diseño y una gerencia de proyecto que integren de forma efectiva el uso de controladores naturales de plagas en la producción de tomate. Esta limitación dificulta la evaluación sistemática de su efectividad, la optimización de recursos y la reducción de los impactos ambientales y económicos asociados al uso excesivo de agroquímicos. Abordar esta problemática resulta fundamental para avanzar hacia

sistemas productivos más sostenibles, competitivos y alineados con las exigencias actuales del mercado agrícola.

1.2.La pregunta de investigación

¿Cuál es la efectividad de los controladores naturales de plagas (Neem, trampas de feromonas y aceite de horticultura) en la reducción de la incidencia de plagas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) durante su etapa de desarrollo?

1.3.Los objetivos de investigación

1.3.1. Objetivo general

Diseñar y gestionar un proyecto experimental para evaluar la efectividad de los controladores naturales de plagas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).

1.3.2. Objetivos específicos

I. Evaluar la efectividad de los controladores naturales en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).

II. Establecer la reducción porcentual de plagas en el cultivo de tomate mediante el uso de controladores naturales.

1.4. Justificación de la investigación

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) es de gran importancia para la agricultura colombiana; sin embargo, su producción se ve afectada por la alta incidencia de plagas, lo que ha llevado al uso intensivo de pesticidas químicos. Aunque estos productos ofrecen resultados inmediatos, su uso indiscriminado ha generado problemas ambientales, sanitarios y económicos, como la resistencia de las plagas, la afectación de organismos benéficos y el incremento de los costos de producción (Urrutia et al., 2020).

Ante esta problemática, surge la necesidad de evaluar alternativas sostenibles para el control de plagas, como los controladores naturales, que permitan reducir la dependencia de agroquímicos y responder a la creciente demanda del mercado por productos obtenidos mediante prácticas más responsables con el ambiente. No obstante, la implementación de estas alternativas continúa siendo limitada debido a la falta de información experimental comparativa y de proyectos estructurados que orienten su uso eficiente.

Desde el punto de vista científico, esta investigación aporta evidencia experimental sobre la efectividad de diferentes controladores naturales de plagas en el cultivo de tomate, contribuyendo al fortalecimiento del conocimiento en el área del manejo integrado de plagas. A nivel metodológico, el estudio integra principios de gerencia de proyectos en la planificación, ejecución y evaluación del experimento, lo que permite optimizar recursos y apoyar la toma de decisiones en proyectos agrícolas.

Los resultados del proyecto benefician al sector productivo, al ofrecer información técnica útil para mejorar el manejo fitosanitario del cultivo; a la comunidad, al promover prácticas agrícolas más sostenibles; y a los estudiantes y programas académicos, al fortalecer competencias investigativas y de gestión. Asimismo, la investigación aporta valor a UNIMINUTO y a su modalidad virtual, al evidenciar la pertinencia de la investigación aplicada orientada a las necesidades del contexto agrícola nacional.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco de Antecedentes

Graciano-Obeso et al., (2022) en su trabajo estudiaron el efecto de diferentes dosis de insecticida a base de Neem sobre la densidad poblacional de moscas blancas. Se estableció un diseño completamente aleatorio para evaluar la densidad poblacional de moscas blancas adultas. Se utilizaron 5 concentraciones, (T1) control, (T2) 200 g, (T3) 300 g, (T4) 400 g y (T5) 500 g. Los extractos de Neem tuvieron un efecto sobre la densidad de población ($p \leq 0,05$), al reducir la población a medida que aumentaba la concentración de los extractos. T5 presentó la mayor reducción con un 43,56 % mientras que T4 presentó una reducción del 39,27 % en comparación con el control. Sin embargo, la aplicación de T5 causa daños a la planta, por lo que se puede considerar que T4 es más adecuado para su aplicación. Por lo tanto, los extractos de Neem tuvieron un efecto en el control de la población de mosca blanca.

(Prijočić et al., 2020) investigaron la eficacia biológica de tres insecticidas de origen natural (Azadiractina, *B. bassiana*, insecticida sintético y control) El ensayo se llevó a cabo en un invernadero comercial en plantas de tomate. El ensayo se realizó en cuatro réplicas con un diseño de bloques aleatorios. La eficacia se evaluó siete, catorce y veintiún días después del tratamiento. La azadiractina alcanzó una eficacia del 55,4-67 % (dosis más baja) y del 68,1-87 % (dosis más alta) en el control de adultos, mientras que la eficacia en el control de larvas fue del 71,9-91,3 %, es decir, del 67,1-92,2 %. La eficacia de *B. bassiana* en el control de adultos fue del 63,2-81,7 % (tasa más baja) y del 62,7-87,1 % (tasa más alta), mientras que en el control de larvas se registró una eficacia del 73,2-87,7 %, es decir, del 82,6-94,6 %. La eficacia del insecticida sintético fue del 80,4-84,8 % (adultos) y del 40-62,3 % (larvas). Los resultados obtenidos indican que los insecticidas naturales investigados son una buena alternativa potencial a los insecticidas sintéticos en el control de los adultos y las larvas de la mosca blanca en tomates cultivados en invernaderos.

(Mangrio et al., 2023) Evaluaron la implementación de trampas de feromonas de tipo delta que contienen 0,8 mg de feromona sintética junto con trampas de luz de varios colores, es decir, rojo, azul, dorado, blanco y verde, para el monitoreo y manejo de *T. absoluta*. Sus resultados

arrojaron que todas las trampas resultaron eficaces para atraer a las polillas *T. absoluta*, pero varían en su eficacia para capturarlas. Las trampas de feromonas solo capturan machos, mientras que las trampas luminosas atraen a ambos sexos.

Ataide et al., (2024) en su investigación sobre el control de *Thrips parvispinus* (Karny) es una plaga invasora y polífaga en cultivos de tomate, usando aceites hortícolas (biorracionales) y otros tratamientos contra plagas de insectos en cultivos, destacando que los aceites vegetales y esenciales pueden repeler o provocar mortalidad en las plagas por contacto, actuando como alternativas frente a insecticidas químicos. En particular, se observó que aceites como tomillo (*Thymus vulgaris*) y otros derivados botánicos mostraron efectos repelentes y letales en plagas tipo tripses, resaltando su potencial como herramientas dentro de estrategias de manejo integrado (MIP) en horticultura. El estudio sugiere que tales aceites pueden ser parte de programas de rotación de plaguicidas para mitigar la resistencia y reducir el impacto ambiental de los métodos convencionales.

Ivezić et al., (2025) revisaron diferentes agentes de control biológico (BCAs) como una alternativa sostenible a los pesticidas químicos en la producción de tomate bajo cubierta. Destaca que la dependencia de pesticidas tradicionales ha generado impactos negativos, tales como reducción de eficacia y residuos en producto y ambiente, lo que hace necesario incorporar métodos amigables con la salud y el entorno. El texto analiza los BCAs comerciales disponibles (depredadores, parasitoides y microorganismos antagonistas), sus ventajas y limitaciones, y cómo su aplicación puede fomentar la expansión de la producción de tomate con prácticas agrícolas sostenibles. También enfatiza la integración de estos agentes dentro de marcos de Manejo Integrado de Plagas (MIP) y su alineación con objetivos globales de sostenibilidad, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Chakraborti & Das, (2020) evaluaron diversas alternativas para proteger plantas de tomate frente a plagas en condiciones de campo. Entre las estrategias evaluadas se incluyeron extractos botánicos, el uso de trampas (incluyendo feromonas y otros métodos físicos), aplicaciones de aceites esenciales (como aceite de menta) y herramientas de manejo agronómico como barreras físicas o tratamientos culturales. El trabajo documenta que estas opciones reducen poblaciones y

daños de plagas de forma más respetuosa con enemigos naturales y polinizadores, además de ser potencialmente más económicas y menos nocivas al ambiente que los pesticidas sintéticos.

2.2.Marco Teórico

2.2.1. El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) y su importancia agrícola

El tomate pertenece a la familia *de las solanáceas*, históricamente, se sabe que los tomates son originarios de América, particularmente, de América Central y Sur, desde México hasta Perú, y el sur de América del Norte (Asiry et al., 2022). Es ampliamente conocido por ser la segunda fruta vegetal más famosa y comestible a nivel comercial, después de la papa (*S. tuberosum L.*) en cuanto a rendimiento y se cultiva ampliamente para obtener fruta fresca y alimentos procesados gracias a sus abundantes componentes nutricionales (Liu et al., 2022)

El tomate es considerado como dieta saludable ya que tiene el potencial de reducir el riesgo de cáncer, osteoporosis y enfermedades cardiovasculares (Kumar et al., 2020). Las personas que integran el tomate a sus dietas, de forma regular tienen un riesgo reducido de aumentar el nivel de colesterol, enfermedades cardíacas, presión arterial, daño celular y azúcar en la sangre. Se ha demostrado que la ingesta dietética de tomates y productos de tomate que contienen licopeno está asociada con un menor riesgo de enfermedades crónicas, como el cáncer y las enfermedades cardiovasculares (Kumar et al., 2020).

En Colombia, el cultivo de tomate representa una fuente relevante de ingresos para pequeños y medianos productores, desarrollándose tanto en sistemas de campo abierto como bajo invernadero. No obstante, su productividad se ve afectada por diversos factores bióticos, entre los cuales las plagas constituyen una de las principales limitantes del rendimiento y la calidad del fruto (Adedayo et al., 2022; Liu et al., 2022).

Sin embargo, el cultivo del tomate está expuesto a riesgos a nivel mundial debido a factores biológicos y no biológicos que resultan en cosechas deficientes y una productividad reducida por ello es importante un manejo fitosanitario adecuado para garantizar la

sostenibilidad del cultivo, ya que la presencia de plagas puede ocasionar daños directos al tejido vegetal y afectar la comercialización del producto (Liu et al., 2022).

2.2.2. Plagas agrícolas y su impacto en el cultivo de tomate

Las plagas agrícolas se definen como organismos que, al alimentarse o desarrollarse sobre las plantas cultivadas, generan daños económicos significativos. En el cultivo de tomate, se ha informado de que alrededor de 100 especies de plagas de insectos y 25 especies de plagas no insectos, incluyendo hongos, bacterias, nematodos, virus y otros microorganismos dañinos afectan las plantaciones de tomate, en diversas etapas de su desarrollo, lo que disminuye la tasa de cosecha y la calidad del vegetal (Adedayo et al., 2022).

Las plagas de mayor impacto en los cultivos de tomate son: mosca blanca, *Bemisia tabaci* (*Gennadius*) (*Hemiptera: Aleyrodidae*); jassid, *Empoasca fabae* (*Harris*) (*Homoptera: Cicadellidae*); minador de la hoja del tomate, *Tuta absoluta* (*Meyrick*) (*Lepidoptera: Gelechiidae*); gusano africano, *Helicoverpa armigera* (*Hubner*) (*Lepidoptera: Noctuidae*); trips, *Thrips tabaci* (*Haliday*) (*Thysanoptera: Thripidae*); y áfidos (*Hemiptera: Aphidoidea*) (Asiry et al., 2022; Wade et al., 2020)

Las plagas chupadoras, como la mosca blanca y los pulgones, causan graves daños a los cultivos al transmitir enfermedades víricas más que por su alimentación directa; El barrenador del tomate, *Helicoverpa armigera* (*Hubner*), es una plaga clave y causa hasta un 40-50 % de daños en los cultivos de tomate (Wade et al., 2020).

Se ha informado que la abundancia de las poblaciones de plagas de insectos se ve afectada por el espaciamiento de las plantas de cultivo, y se ha descubierto que la gravedad de la infestación de plagas de insectos aumenta con el aumento de la densidad de plantación (Wade et al., 2020)

El impacto de las plagas se manifiesta en la reducción del rendimiento, el deterioro de la apariencia del fruto y el aumento de los costos de producción asociados a su control. Además, infestaciones severas pueden comprometer la viabilidad económica del cultivo, lo

que resalta la necesidad de implementar estrategias de manejo eficientes y sostenibles (Kumar et al., 2020).

2.2.3. Control químico de plagas: ventajas y limitaciones

Actualmente, el control de plagas de insectos depende exclusivamente de pesticidas, que se han utilizado en la agricultura durante más de un siglo para asegurar la producción de alimentos y han demostrado su capacidad para aumentar la producción mundial de alimentos, a pesar de que representan riesgos conocidos para la salud humana y el medio ambiente (Asiry et al., 2022). El uso continuo de pesticidas químicos también ha provocado el desarrollo de resistencia de las plagas y la aniquilación de insectos beneficiosos, su uso intensivo y repetido ha contribuido al desarrollo de poblaciones de plagas resistentes (Asiry et al., 2022; Wade et al., 2020)

2.2.4. Controladores naturales de plagas como alternativa sostenible

Para superar los problemas de salud humana por el uso de pesticidas para asegurar el crecimiento y la productividad del tomate, se ha optado por seguir una producción sostenible de tomates en campo abierto y bajo agricultura controlada, por lo que la aplicación de pesticidas solo sería como último recurso (Ivezić et al., 2025). Una estrategia de Manejo Integrado de Plagas (MIP) es un problema global que depende del tiempo, que incluye: la aplicación combinada de control cultural, control físico, control mecánico, cultivos trampa, control biológico y el uso adecuado de pesticidas selectivos (Chakraborti & Das, 2020). Uno de los procedimientos de MIP prometedores y sostenibles para controlar las plagas de insectos es la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en los campos de tomate (Ivezić et al., 2025) son los usos de metodologías sostenibles como el uso de feromonas, aceites de Neem o el uso de microorganismos entomopatógenos.

Para adaptarse a las tendencias mundiales en materia de seguridad alimentaria, es esencial implementar avances sistemáticos en las prácticas de cultivo y las estrategias de manejo de plagas (Kumar et al., 2020). El impacto del cambio climático en la productividad agrícola subraya aún más la necesidad de soluciones respetuosas con el medio ambiente para la protección de plagas,

con la finalidad de abordar estos desafíos y mitigar los efectos perjudiciales de los pesticidas químicos (Ivezić et al., 2025).

2.2.5. Gerencia de proyectos aplicada a sistemas agrícolas

La gerencia de proyectos aplicada a la agricultura permite estructurar de manera ordenada los procesos de planificación, ejecución y evaluación de intervenciones productivas (Ivezić et al., 2025). La integración de principios de gerencia de proyectos en estudios experimentales facilita la optimización de recursos, el control de riesgos y la generación de resultados confiables que apoyen la toma de decisiones (Liu et al., 2022). La aplicación de un enfoque de gerencia de proyectos permite evaluar de manera sistemática la efectividad de los controladores naturales de plagas, contribuyendo al desarrollo de prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles en el cultivo de tomate.

Adicionalmente, la gerencia de proyectos en el área agrícola favorece la alineación de los objetivos técnicos con criterios de sostenibilidad económica, ambiental y social, permitiendo que las intervenciones productivas sean viables en el corto y largo plazo. A través de herramientas como la definición de alcances, cronogramas, indicadores de desempeño y matrices de riesgos, es posible anticipar desviaciones, optimizar el uso de insumos y garantizar el cumplimiento de los resultados esperados. En proyectos experimentales, este enfoque fortalece la trazabilidad de las actividades y la reproducibilidad de los ensayos, asegurando que los datos obtenidos sean comparables y útiles para su posterior escalamiento o transferencia al sector productivo. De esta manera, la gerencia de proyectos se consolida como un eje estratégico para la innovación agrícola y la adopción de tecnologías limpias en sistemas de producción como el cultivo de tomate.

2.3. Marco normativo

El desarrollo del presente proyecto se enmarca en la normativa nacional e internacional relacionada con la producción agrícola sostenible, el manejo de plagas y el uso responsable de insumos agrícolas, así como en los lineamientos institucionales de investigación académica.

En Colombia, el Instituto Colombiano Agropecuario es la entidad encargada de regular y supervisar el uso de plaguicidas y controladores biológicos en los sistemas productivos agrícolas. El ICA promueve el uso de alternativas de control biológico y biorracional, en concordancia con los principios del Manejo Integrado de Plagas (MIP), con el fin de reducir los riesgos ambientales y sanitarios asociados al uso indiscriminado de agroquímicos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024).

De igual manera, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural fomenta la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), orientadas a garantizar la inocuidad de los alimentos, la protección del ambiente y la sostenibilidad de los sistemas productivos. Estas prácticas incluyen el manejo adecuado de plagas mediante estrategias preventivas y el uso racional de insumos, priorizando alternativas de bajo impacto ambiental (Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, 2025).

A nivel internacional, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura establece directrices para la producción agrícola sostenible, recomendando la adopción del MIP y el uso de métodos alternativos de control de plagas, como extractos botánicos, trampas de feromonas y control biológico, como estrategias clave para reducir la dependencia de pesticidas químicos y proteger los ecosistemas agrícolas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2025).

En el ámbito académico, el proyecto se rige por los lineamientos éticos y metodológicos establecidos por UNIMINUTO, los cuales promueven la investigación responsable, la integridad científica y la generación de conocimiento pertinente para el desarrollo social y productivo del país. El estudio cumple con los principios institucionales de investigación formativa y aplicada, garantizando la transparencia en la recolección y análisis de la información.

3. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque y alcance de la investigación

El proyecto se desarrolló bajo un enfoque metodológico cuantitativo, la investigación cuantitativa se basa en la recolección de datos cuantificables que permiten un análisis de datos (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018), en la presente investigación se evaluar el porcentaje de reducción de plagas por la aplicación de los controladores naturales de plagas, mediante medición numérica y permitiendo la comparación objetiva entre los tratamientos evaluados.

Igualmente, en este estudio se logró un alcance descriptivo y comparativo, ya que se describe cómo se comportan cada uno de los controladores naturales con la disminución de plagas en tomate, y se compararon los resultados obtenidos entre los diferentes tratamientos y el tratamiento control.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Definición de la población

Para este proyecto se utilizó como unidad experimental las plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*), estas fueron establecidas en el invernadero donde se ejecutó el proyecto. Estas plántulas estaban susceptibles a plagas.

3.2.2. Cálculo y selección de la muestra

Para seleccionar la cantidad de plantas necesarias para el experimento se utilizó el método no probabilístico por conveniencia, considerando las plántulas de tomate disponibles en el invernadero donde se llevó a cabo el trabajo experimental.

En este experimento se seleccionaron 20 plantas para aplicar cada uno de los tratamientos para un total de 80 plántulas utilizadas en este trabajo.

Para poder seleccionar las plántulas adecuadas en este trabajo se establecieron criterios de inclusión y exclusión que se mencionan a continuación

Como criterio de inclusión se usó que las plántulas debían contar con las mismas condiciones de desarrollo al inicio de los experimentos (riego, edad, fertilización). También incluimos como criterio que las plantas no debían contar con tamaño previo o con enfermedades.

Como criterios de exclusión usamos que las plantas tuvieran plagas, que su tamaño estuviera fuera de la media, que creciera fuera de las condiciones climáticas del invernadero utilizado.

3.3. Instrumentos

El instrumento de recolección de información de este trabajo fue la observación directa, usando principalmente una ficha de observaciones para cada plántula en donde se evidenciaba la incidencia de plagas. Como instrumento complementario se utilizó un diario de campo para el registro de observaciones importantes. La ficha de observación de las incidencias se puede observar en el anexo A (tabla 6).

3.4.Descripción de procedimientos

Para la evaluación de la efectividad de los controladores naturales evaluados en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), se inició por rotular las plántulas en el invernadero para cada uno de los tratamientos (Ver Anexo F). Para cada tratamiento se utilizaron 20 plántulas, bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar.

Cuando las plántulas contaban con un mes y medio de edad se realizó un muestreo inicial, en el cual se registró la cantidad de plagas presentes en cada planta sin aplicación de tratamientos, con el propósito de establecer una línea base. A los dos meses de edad se efectuó la aplicación de los tratamientos correspondientes a cada grupo experimental, siguiendo las dosis y métodos definidos en la planificación.

Durante el desarrollo del experimento se llevó a cabo un seguimiento sistemático del cultivo. Finalmente, a los tres meses de edad de las plantas, se realizó un muestreo final, registrando nuevamente la cantidad de plagas por planta.

Los datos recolectados durante los muestreos inicial y final fueron organizados y sistematizados en una base de datos de Excel. Posteriormente, se realizó un análisis comparativo de medias de la incidencia de plagas entre los tratamientos. Para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, utilizando el paquete estadístico Minitab® versión 19. Previamente, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. El nivel de significancia considerado fue de $\alpha = 0,05$ y, en caso de encontrarse diferencias significativas, se realizaron pruebas post hoc para identificar el tratamiento con mayor efectividad en la reducción de la incidencia de plagas.

3.5.Consideraciones éticas

En este estudio no involucro a seres humanos ni animales, por lo que no requirió consentimiento informado ni aval de un comité de ética.

3.5.1. Análisis de consideraciones éticas

El proyecto se desarrolló conforme a los principios éticos establecidos por Uniminuto y la comunidad científica, garantizando la integridad, transparencia y responsabilidad en la gestión del proyecto y en el manejo de la información. La recolección y análisis de los datos se realizaron de manera honesta y objetiva, utilizando los resultados exclusivamente con fines académicos.

3.5.2. Instrumentos de aceptación y autorización

No se utilizaron instrumentos de autorización ni de consentimiento de participación en la investigación.

4. HIPÓTESIS

4.1.Las variables

4.1.1. Variables independientes

En esta investigación se definió como variable independiente al tipo de controlador natural de plagas aplicado al cultivo, el cual tiene cuatro niveles: control, extracto de Neem, trampas de feromonas y aceite de horticultura.

4.1.2. Variables dependientes

En esta investigación se definió como variable dependiente la eficiencia de disminución de plagas de los tratamientos en tomate (%).

4.2. Planteamiento de hipótesis

La aplicación de controladores naturales de plagas (Neem, trampas de feromonas y aceite de horticultura) reduce la incidencia de plagas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en comparación con el tratamiento control.

5. RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan los resultados de la incidencia de plagas antes y después de la aplicación de los tratamientos evaluados en el cultivo de tomate. En el muestreo inicial, la incidencia de plagas fue parecida entre los tratamientos, con valores promedio entre 14 y 15 plagas por planta, lo que indica condiciones comparables antes de la intervención con los tratamientos naturales.

Tabla 1. Incidencia de plagas antes y después de la aplicación de los tratamientos

Tratamiento	n	Antes	Después	Reducción de plagas (%)
Control	20	15 ± 3	12 ± 3	16
Neem	20	14 ± 2	3 ± 2	80
Trampa de feromonas	20	15 ± 1	7 ± 2	58
Aceite de horticultura	20	14 ± 1	6 ± 1	60

Tras la aplicación de los tratamientos, se observó una reducción en la incidencia de plagas en todos los casos, se observó que todos los tratamientos naturales aplicados tuvieron mayor efecto en la reducción de plagas, comparado con el tratamiento control. El tratamiento con extracto de Neem paso de 14 ± 2 a 3 ± 2 plagas por planta, lo que evidencia un alto nivel de efectividad.

En la figura 1 se muestra la cantidad de plagas antes y después de la aplicación de los tratamientos. Después de la aplicación de los tratamientos, se observa una disminución en el número de plagas en todos los tratamientos naturales aplicados. El tratamiento con extracto de Neem presentó la mayor disminución en la incidencia de plagas, seguido por el aceite de horticultura y las trampas de feromonas. En contraste, el tratamiento control mostró una reducción menor en comparación con los demás tratamientos.

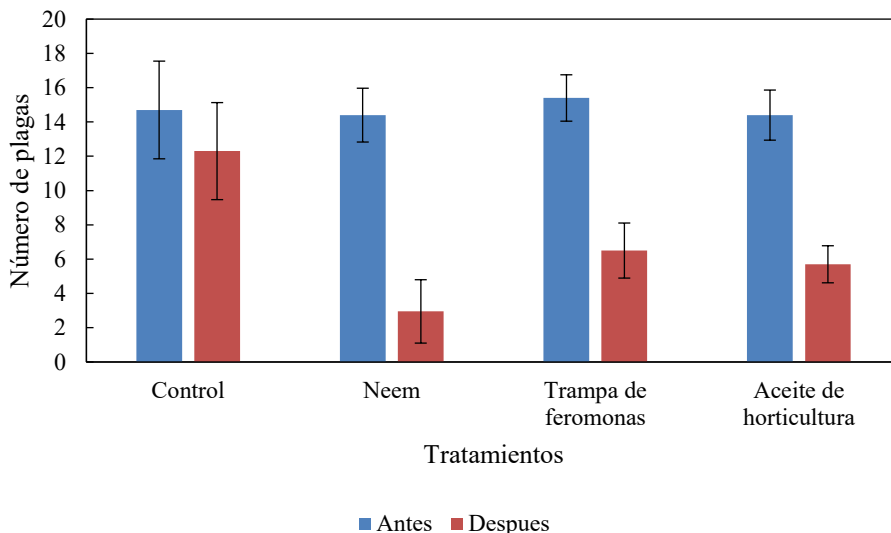


Figura 1. Cantidad de plagas antes y después de la aplicación de los tratamientos

Estos resultados indican que los controladores naturales evaluados fueron más efectivos que el tratamiento control, destacándose el extracto de Neem como el tratamiento con mayor impacto en la reducción de la incidencia de plagas en el cultivo de tomate.

Con la finalidad de determinar el mejor tratamiento en la eliminación de plagas se realiza un análisis de varianza, los cuales se muestran en la tabla 3, la cual muestra que el factor tratamientos tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre la incidencia de plagas en el cultivo de tomate. Se obtuvo un valor F de 161,19 con un valor p de 0,000, lo que indica la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados. Estos resultados permiten rechazar la hipótesis nula y confirman que el tipo de controlador natural aplicado influye de manera significativa en la reducción de plagas.

Tabla 2. Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	42733	14244.3	161.19	0
Error	76	6716	88.4		
Total	79	49449			

En la tabla 3, se presenta el resumen del modelo, esta evidencia un adecuado ajuste estadístico, con un coeficiente de determinación de 86,42 %, lo que indica que una alta proporción

de la variabilidad observada en la incidencia de plagas es explicada por el factor tratamientos. El valor de R² ajustado (85,88 %) confirma la consistencia del modelo, mientras que el R² predictivo (84,95 %) sugiere una buena capacidad de predicción, respaldando la confiabilidad del análisis realizado.

Tabla 3. Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad.	
(ajustado)	R-cuad.		
(pred)			
9.40047	86.42%	85.88%	84.95%

La prueba de Tukey permitió identificar diferencias significativas entre los tratamientos (tabla 4). El tratamiento con extracto de Neem presentó la mayor reducción promedio de plagas (79,65 %), conformando un grupo estadísticamente diferente (grupo A) con respecto a los otros tratamientos. El aceite de horticultura (60,32 %) y las trampas de feromonas (58,07 %) se ubicaron en el mismo grupo estadístico (grupo B), sin diferencias significativas entre ellos. Por su parte, el tratamiento control mostró la menor reducción (16,28 %), lo que conformó un grupo independiente (grupo C).

Tabla 4. Análisis de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación
Neem	20	79.65	A
A. Horticultura	20	60.32	B
T. Feromonas	20	58.07	B
Control	20	16.28	C

La figura 2 muestra la reducción porcentual de plagas obtenida para cada tratamiento evaluado. Se observa que el extracto de Neem presentó la mayor reducción de plagas, seguido por el aceite de horticultura y las trampas de feromonas, mientras que el tratamiento control evidenció una reducción considerablemente menor. Las letras sobre las barras representan los grupos estadísticos obtenidos en la prueba de Tukey, confirmando visualmente las diferencias significativas entre tratamientos y reforzando la superioridad del Neem como controlador natural en el manejo de plagas en el cultivo de tomate.

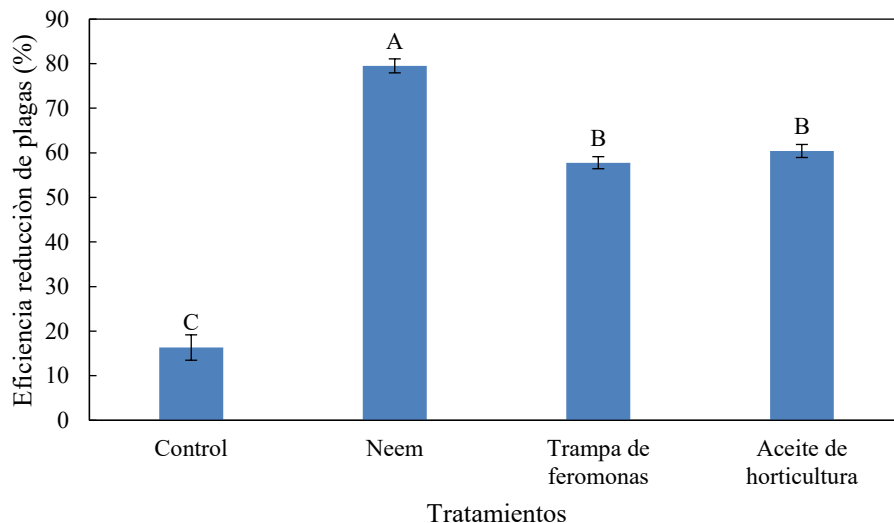


Figura 2. Reducción porcentual de plagas obtenida para cada tratamiento evaluado

6. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente proyecto experimental evidencian que la aplicación de controladores naturales de plagas tiene un efecto significativo en la reducción de la incidencia de plagas en el cultivo de tomate. El análisis de varianza confirmó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, lo que demuestra que el tipo de controlador natural aplicado influye directamente en el comportamiento de las poblaciones de plagas. Estos resultados son comparados con los obtenidos por (Asiry et al., 2022) en su investigación encontraron mejores resultados en la reducción de plagas al aplicar tratamientos naturales como trampa de feromonas.

El extracto de Neem presentó la mayor efectividad en la reducción de plagas, alcanzando una disminución promedio cercana al 80 %. Este comportamiento puede atribuirse a los compuestos bioactivos del Neem, como la azadiractina, los cuales actúan como repelentes, inhibidores de la alimentación y reguladores del crecimiento de los insectos. Estos resultados son consistentes con lo reportado en la literatura, donde el Neem ha demostrado una alta eficacia en el manejo integrado de plagas en cultivos hortícolas, incluyendo el tomate, por ejemplo Ravelo

Pimentel et al., (2022b) obtuvo en su investigación eficiencias del 85 % en la reducción de mosca blanca en todos los estadios de desarrollo en tomate aplicando extractos de Neem.

Por su parte, las trampas de feromonas y el aceite de horticultura mostraron una efectividad intermedia, con reducciones superiores al 50 %. En el caso de las trampas de feromonas, la disminución de la incidencia de plagas se asocia a la interrupción del ciclo reproductivo y a la reducción de poblaciones adultas, lo que explica una respuesta gradual pero consistente (Asiry et al., 2022). El aceite de horticultura, en cambio, actúa principalmente por asfixia y contacto directo, lo que puede limitar su efectividad en comparación con tratamientos de acción sistémica o múltiple como el Neem (Adedayo et al., 2022).

El tratamiento control presentó una reducción mínima en la incidencia de plagas, lo cual puede explicarse por factores naturales como variaciones ambientales, mortalidad natural de los insectos o cambios en el desarrollo del cultivo. Sin embargo, esta reducción fue significativamente menor frente a los tratamientos con controladores naturales, lo que refuerza la importancia de implementar estrategias activas de manejo de plagas (Adedayo et al., 2022; Wade et al., 2020).

Estos resultados obtenidos en este estudio confirman que los controladores naturales evaluados representan alternativas viables y efectivas para el manejo de plagas en el cultivo de tomate, destacándose el extracto de Neem como la opción con mayor impacto, lo que coincide con los principios de sostenibilidad y eficiencia promovidos por la gestión moderna de proyectos agrícolas.

7. CONCLUSIONES

La ejecución del proyecto experimental evidenció que la aplicación de controladores naturales de plagas genera una reducción significativa en la incidencia de plagas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), en comparación con el tratamiento control, lo que confirma la pertinencia de estas alternativas dentro del manejo de plagas. Se logró identificar que el tratamiento con mayor efecto sobre la incidencia de plagas fue el tratamiento T2, aceite de Neem con un 79.65 % de reducción de plagas

La aplicación de un enfoque de gerencia de proyectos permitió estructurar de manera ordenada el desarrollo del proyecto, facilitando la definición del alcance, la asignación de recursos, el cumplimiento del cronograma y el control de las actividades durante las diferentes fases del estudio.

8. RECOMENDACIONES

Implementar el extracto de Neem como alternativa prioritaria para el control de plagas en el cultivo de tomate, debido a su mayor efectividad demostrada en la reducción de la incidencia de plagas.

Considerar el uso combinado o complementario de aceite de horticultura y trampas de feromonas como estrategias de manejo integrado de plagas, especialmente en etapas tempranas del cultivo o como medidas preventivas.

Incluir los controladores naturales de plagas evaluados en futuros proyectos agrícolas, como parte de programas de manejo sostenible, reduciendo la dependencia de agroquímicos convencionales y el impacto ambiental.

Para proyectos similares, se recomienda ampliar el periodo de evaluación y realizar muestreos en diferentes etapas fenológicas del cultivo, con el fin de analizar la estabilidad del efecto de los tratamientos a lo largo del ciclo productivo.

Desde la perspectiva de la gerencia de proyectos, se sugiere integrar la evaluación técnica de los tratamientos con análisis de costos y disponibilidad de recursos, facilitando la selección de alternativas de control más eficientes y viables para su implementación a mayor escala.

Referencias

- Adedayo, A. A., Babalola, O. O., Prigent-Combaret, C., Cruz, C., Stefan, M., Kutu, F., & Glick, B. R. (2022). The application of plant growth-promoting rhizobacteria in *Solanum lycopersicum* production in the agricultural system: a review. *PeerJ*, *10*, e13405. <https://doi.org/10.7717/peerj.13405>
- Asiry, K. A., Huda, M. N., & Mousa, M. A. A. (2022). Abundance and Population Dynamics of the Key Insect Pests and Agronomic Traits of Tomato (*Solanum lycopersicon* L.) Varieties under Different Planting Densities as a Sustainable Pest Control Method. *Horticulturae*, *8*(10). <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100976>
- Ataide, L. M. S., Vargas, G., Velazquez-Hernandez, Y., Reyes-Arauz, I., Villamarin, P., Canon, M. A., Yang, X., Riley, S. S., & Revynthi, A. M. (2024). Efficacy of Conventional and Biorational Insecticides against the Invasive Pest Thrips parvispinus (Thysanoptera: Thripidae) under Containment Conditions. *Insects*, *15*(1). <https://doi.org/10.3390/insects15010048>
- Castañé, C., van der Blom, J., & Nicot, P. C. (2020). Tomatoes. In *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops* (pp. 487–511). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22304-5_17
- Chakraborti, S., & Das, A. (2020). Protecting tomato plants in safer ways. *Journal of Entomological Research*, *44*(4), 529–534. <https://doi.org/10.5958/0974-4576.2020.00089.4>
- Chirinos, D. T., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Bravo, S. P., Solis, L., & Geraud-Pouey, F. (2020). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Ciencia Tecnología Agropecuaria*, *21*(1). https://doi.org/10.21930/RCTA.VOL21_NUM1_ART:1276
- Graciano-Obeso, A., Polloreña-López, G., & Humarán-Sarmiento, V. (2022). The insecticidal potential of neem extracts (*Azadirachta indica* JUUS) against whiteflies (*B. tabaci*) in tomato crops. *Journal of Applied Biotechnology & Bioengineering*, *9*(4), 101–103. <https://doi.org/10.15406/jabb.2022.09.00294>
- Heredia, N. (2022). *Uso de trampeo masivo con feromonas sexuales sintéticas para el manejo agroecológico de Plutella xylostella (Linnaeus)(Lepidoptera: Plutellidae) en el cultivo del repollo (Brassica oleracea L.), en el cantón de Alvarado, Cartago, costa rica, Universidad Nacional*. <https://repositorio.una.ac.cr/items/dd3140a5-c558-4e09-b6cb-6bca3e4b28c7>

- Hernández Sampieri, Roberto., & Mendoza Torres, C. Paulina. (2018). *Metodología de la investigación : las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. (2025). *Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)*. 2025. <https://www.ica.gov.co/areas/agricola-pecuaria/bpa-bpg.aspx>
- Ivezic, A., Popovic, T., Trudic, B., Krndija, J., Barosevic, T., Sarajlic, A., Stojacic, I., & Kuzmanovic, B. (2025). Biological Control Agents in Greenhouse Tomato Production (*Solanum lycopersicum* L.): Possibilities, Challenges and Policy Insights for Western Balkan Region. In *Horticulturae* (Vol. 11, Issue 2). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/horticulturae11020155>
- Kumar, A., Kumar, V., Gull, A., & Nayik, G. A. (2020). Tomato (*Solanum Lycopersicon*). In *Antioxidants in Vegetables and Nuts - Properties and Health Benefits* (pp. 191–207). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7470-2_10
- Liu, W., Liu, K., Chen, D., Zhang, Z., Li, B., El-Mogy, M. M., Tian, S., & Chen, T. (2022). *Solanum lycopersicum*, a Model Plant for the Studies in Developmental Biology, Stress Biology and Food Science. In *Foods* (Vol. 11, Issue 16). MDPI. <https://doi.org/10.3390/foods11162402>
- Mangrio, G. Q., Gilal, A. A., Rajput, L. B., Hajano, J. U. D., & Gabol, A. H. (2023). Performance of pheromone and light traps in monitoring and management of tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 22(5), 288–297. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2023.01.004>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Escobar Ocampo, D. , N., Cuéllar, C., López Miranda, C., Alarcón Mora, R., & Uscátegui Ruiz. (2024). *Guía Ambiental para la Gestión de los Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola (PQUA) en Colombia*. <https://quimicos.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/07/GUIA-GESTION-PQUA-EN-COLOMBIA-Final.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2025). *Alimentación y agricultura sostenibles* . 2025. <https://www.fao.org/sustainability/es/>
- Prijović, M., Drobnjaković, T., Marčić, D., Perić, P., Petronijević, S., & Stamenković, S. (2020). *Efficacy of insecticides of natural origin in whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) control in tomato*. https://www.actahort.org/books/960/960_52.htm
- Ramírez-Ojeda, G., Peralta, I. E., Rodríguez-Guzmán, E., Chávez-Servia, J. L., Sahagún-Castellanos, J., & Rodríguez-Pérez, J. E. (2021). Climatic diversity and ecological descriptors of wild tomato species (*Solanum* sect. *lycopersicon*) and close related species

- (*solanum* sect. *juglandifolia* y sect. *lycopersicoides*) in Latin America. *Plants*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/plants10050855>
- Ravelo Pimentel, K., Miranda Pérez, D., Elena Toledo Peña, L., Sánchez Pérez, T., & Martínez Revol, M. (2022a). *use of extract obtained from Azadirachta indica seeds for the control of Bemisia tabaci in tomato*. <https://orcid.org/0000-0002-1378-3572>
- Ravelo Pimentel, K., Miranda Pérez, D., Elena Toledo Peña, L., Sánchez Pérez, T., & Martínez Revol, M. (2022b). *uso de extracto obtenido de semillas de Azadirachta indica para el control de Bemisia tabaci en tomate*. <https://orcid.org/0000-0002-1378-3572>
- Sotelo-Cardona, P., Lin, M.-Y., & Srinivasan, R. (2021). Growing Tomato under Protected Cultivation Conditions: Overall Effects on Productivity, Nutritional Yield, and Pest Incidences. *Crops*, 1(2), 97–110. <https://doi.org/10.3390/crops1020010>
- Urrutia, G., Alfonso, A., Ramos, M., & Janeth, K. (2020). *manejo integrado de cultivos (MIC) de tomate, bajo dos sistemas de producción agrícola (agroecológico y con productos químicos)*.
- Wade, Wankhede, Hatwar, Shinde, & Sanp. (2020). Seasonal incidence of major pests infesting tomato (*Solanum lycopersicum* L.). ~ 1546 ~ *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(3). <http://www.entomoljournal.com>

Anexos

Anexo 1. Evidencias fotográficas.



Evidencias fotográficas de los cultivos de tomate en el area experimental, invernaderos en Santa Elena, Medellin-Antioquia.



Filas de las plántulas según los tratamientos aplicados.