REVISTA DE INVESTIGACIÓN UNICAMACHO

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

FUNGICIDAS E INSECTICIDAS NATURALES. ESTUDIO PILOTO EN CULTIVOS DE LIMÓN EN PARCELAS DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA

NATURAL FUNGICIDES AND INSECTICIDES. PILOT STUDY IN LEMON CROPS IN VALLE DEL CAUCA DEPARTAMENT PLOTS

Katty Julieth Batioja Castillo
kbatioja@estudiante.uniajc.edu.co
Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Colombia

Kelly Daniela Garcés Cortés
kdgarces@estudiante.uniajc.edu.co
https://orcid.org/0009-0005-9734-4575
Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Colombia

Jairo José Castillo Ramos
https://orcid.org/0009-0002-8230-6785
jjcastillo@profesores.uniajc.edu.co
Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Colombia

James Alberto García Marulanda
0009-0004-8855-862X
jamesagarcia@profesores.uniajc.edu.co
Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Colombia

Oswaldo Medaglia Zapata
https://orcid.org/0009-0008-3112-9620
omedaglia@profesores.uniajc.edu.co
Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Colombia

Carlos Javier Henao Pérez
https://orcid.org/0009-0005-7762-7607
cjhenao@admon.uniajc.edu.co
Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Colombia

Lizeth Castro Mercado
https://orcid.org/0000-0002-7163-6714
lizethcastro@admon.uniajc.edu.co
Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Colombia

Semillero de Investigación SEGESTOP
Grupo de Investigación INTELIGO
Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Colombia

REVISTA DE INVESTIGACIÓN UNICAMACHO

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

Para citar este artículo: Batioja Castillo K. J., Garces Cortés K.D., Castillo Ramos J.J., García Marulanda J. A., Medaglia Zapata O., Henao Pérez, C. J. y Castro Mercado, L. (2025). Fungicidas e Insecticidas Naturales: Estudio Piloto en Cultivos de Limón en Parcelas del Departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Revista Sapientía, 17(34),* 00-00. DOI: 10.54278/sapientia.v17i34.180

Recibido/Received: 08/12/2023

Aceptado/Accepted: 17/03/2025

RESUMEN

El uso de fungicidas naturales en la agricultura ha surgido como respuesta a las preocupaciones sobre los efectos negativos de los fungicidas químicos en la salud humana y en el medio ambiente. El objetivo de este estudio piloto es evaluar la efectividad del uso de fungicidas e insecticidas naturales a base de ajo (*Allium sativum*) y ají (*Capsicum spp)* en el control de plagas y enfermedades en cultivos de limón en parcelas del departamento del Cauca. Se desarrollaron fungicidas a diferentes concentraciones y se aplicaron a la capa foliar de los árboles y se recopilaron experiencias de agricultores mediante entrevistas semiestructuradas y análisis de contenido. Los hallazgos mostraron que estos fungicidas naturales ayudan a controlar el piojo rojo y piojo blanco posiblemente debido a sus propiedades antimicrobianas y su bajo impacto ambiental. Si bien, aunque visualmente se observó que lograron repeler las plagas, no eliminaron completamente la infestación, lo que sugiere la necesidad de ajustar las concentraciones para una erradicación más efectiva, para estandarizar su producción en la etapa de escalamiento industrial. Su implementación podría generar cambios en las prácticas agrícolas y promover su uso como alternativa sostenible. Estos hallazgos son relevantes en el control de hongos y microorganismos de forma orgánica, ya que fomenta el uso de fungicidas naturales y apoya a los agricultores en la transición hacia métodos más ecológicos.

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

Palabras clave: fungicida natural, ajo, ají, control de hongos, agricultura sostenible

ABSTRACT

The use of natural fungicides in agriculture has emerged as a response to concerns about the negative effects of chemical fungicides on human health and the environment. The objective of this pilot study is to evaluate the effectiveness of using natural fungicides and insecticides based on garlic (Allium sativum) and chili pepper (Capsicum spp.) for the control of pests and diseases in lemon crops in plots located in the department of Cauca. Fungicides were prepared at different concentrations and applied to the foliage of the trees. Experiences from farmers were gathered through semi-structured interviews and content analysis. The findings showed that these natural fungicides help control red scale and white scale insects, possibly due to their antimicrobial properties and low environmental impact. Although the pests were visibly repelled, the infestation was not completely eliminated, suggesting the need to adjust concentrations for more effective eradication. Their implementation could lead to changes in agricultural practices and promote their use as a sustainable alternative. These findings are relevant for the organic control of fungi and microorganisms, as they encourage the use of natural fungicides and support farmers in transitioning toward more environmentally friendly methods.

Keywords: natural fungicide, garlic, chili, fungal control, sustainable agriculture

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la investigación sobre fungicidas y repelentes biológicos de origen natural ha sido de interés para el ámbito agrícola, en respuesta a la creciente preocupación por los efectos adversos que los pesticidas sintéticos generan sobre el medio ambiente y la salud humana (Gold *et al.*, 2001). Estos productos químicos, al no ser biodegradables, tienden a acumularse en el suelo, el agua y el aire, afectando

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

a organismos que no eran el objetivo inicial y alterando los ecosistemas. Además, su uso persistente puede provocar afecciones graves en los seres vivos, como alergias, dermatitis, trastornos respiratorios y, en algunos casos, incluso la muerte (Gupta *et al.*, 2024).

Frente a estas limitaciones, los fungicidas naturales representan una alternativa prometedora, tales como derivados de plantas, hongos o bacterias, estos compuestos suelen presentar menor toxicidad, ser biodegradables y más respetuosos con la biodiversidad. A diferencia de los productos químicos, no dejan residuos contaminantes, no generan resistencia en los patógenos y, en general, son menos agresivos con las plantas cultivadas. Algunos ingredientes naturales como el ajo (*Allium sativum*) y el ají (*Capsicum spp.*) han demostrado eficacia en el control de diversas enfermedades fúngicas, incluyendo el mildiú polvoroso, la roya blanca y el tizón por Alternaria (Ngegba *et al.*, 2022). Estudios recientes reportan niveles de inhibición de entre el 35% y el 80%, lo que evidencia su potencial en el manejo fitosanitario sostenible (Gupta *et al.*, 2024; Hossain *et al.*, 2017).

Aunque su eficacia puede no igualar en todos los casos a la de los fungicidas sintéticos, el uso de extractos vegetales como el ajo, el chile o el neem ha mostrado una inhibición significativa del crecimiento micelial de patógenos, especialmente cuando se combinan con otros métodos o productos (Benelli *et al.*, 2017). Además, presentan un perfil toxicológico más favorable, con concentraciones letales considerablemente más bajas para los organismos no objetivo en comparación con sus contrapartes químicas (Gold *et al.*, 2001).

Pese a estos beneficios, persisten desafíos importantes en cuanto a la formulación, estandarización y comercialización de estos productos naturales. La variabilidad en su eficacia, atribuida a factores como el tipo de planta, la concentración de principios activos y el tipo de patógeno, limita su adopción masiva. No obstante, su inclusión

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

en programas de manejo integrado de plagas (MIP) puede contribuir a prácticas agrícolas más sostenibles y seguras.

Es por ello que este estudio se enmarca en dicho enfoque y fue desarrollado por el semillero de investigación SEGESTOP, adscrito al grupo INTELIGO de la Institución Universitaria Antonio José Camacho, en el programa de Ingeniería Industrial. El objetivo principal es evaluar a escala piloto la efectividad de fungicidas naturales elaborados a partir de ajo y ají en el control de enfermedades y plagas en cultivos de limón en parcelas del departamento del Cauca. Esta investigación busca aportar al conocimiento sobre alternativas fitosanitarias ecológicas que contribuyan a la transición hacia una agricultura más respetuosa con la salud humana y el entorno natural.

MARCO TEÓRICO

Las enfermedades en los cultivos son causadas principalmente por organismos fitopatógenos, los cuales afectan las funciones fisiológicas normales de las plantas, comprometiendo su desarrollo, rendimiento y, en algunos casos, llevándolas a la muerte. Entre estos patógenos, los hongos representan una de las principales causas de pérdida en la producción agrícola a nivel mundial, con impactos negativos directos sobre los agricultores y la seguridad alimentaria (Ngegba *et al.*, 2022; Sánchez *et al.*, 2016).

Hongos fitopatógenos

Los hongos que atacan plantas se clasifican, según su modo de colonización, en:

- **Epifitos:** Crecen sobre la superficie de la planta, formando estructuras visibles como masas algodonosas (micelio). Aunque parte del micelio puede penetrar tejidos superficiales para absorber nutrientes, la mayor parte se mantiene externa. Un ejemplo representativo son los *oidios*. Su control se

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

realiza generalmente mediante fungicidas de contacto aplicados de forma foliar.

- **Endófitos:** Colonizan el interior de los tejidos vegetales. En estos casos, los síntomas pueden ser menos evidentes y confundirse con deficiencias nutricionales (clorosis, manchas, necrosis o pudriciones). Requieren el uso de fungicidas sistémicos, capaces de penetrar la planta y actuar internamente (Julián & Restrepo, 2015).

Ambos tipos de hongos inician su ciclo infectivo con la deposición de esporas en la planta, que germinan bajo condiciones ambientales favorables, como alta humedad y temperaturas templadas. Su estructura vegetativa es el **micelio**, compuesto por filamentos que les otorgan una apariencia algodonosa, útil para distinguirlos de otros patógenos como las bacterias (Julián & Restrepo, 2015).

Principales grupos de hongos fitopatógenos según lo planteado por Cifuentes (2006).

- **Ascomycetes.** Incluyen patógenos como *Ceratocystis sp.* (cáncer del tallo), *Erysiphe sp.* (mildiu polvoriento) y *Mycosphaerella sp.* (sigatoka).
- **Basidiomycetes.** Responsables de enfermedades como la roya del maíz (*Puccinia sp.*) y la marchitez del frijol (*Thanatephorus cucumeris*).
- **Oomycetes.** Aunque no son hongos verdaderos, se agrupan por su comportamiento fitopatógeno. Incluyen a *Phytophthora infestans* (tizón tardío), *Peronospora sp.* (mildiu velloso) y *Pythium sp.* (mal del talluelo).
- **Deuteromycetes.** Incluyen especies como *Alternaria solani* (tizón temprano), *Botrytis cinerea* (moho gris), *Colletotrichum sp.* (antracnosis) y *Fusarium sp.*

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

Clasificación de fungicidas

Los fungicidas son sustancias químicas, biológicas o naturales utilizadas para inhibir o eliminar hongos fitopatógenos. Según su modo de acción y forma de aplicación, se clasifican en:

- **Fungicidas protectores.** Se aplican antes de la infección, creando una barrera superficial que impide el ingreso del hongo. Son preventivos y de acción localizada.
- **Fungicidas curativos.** Actúan después de la infección, deteniendo el desarrollo del patógeno en etapas tempranas de colonización.
- **Fungicidas erradicadores.** Eliminar hongos ya establecidos, incluso en fases avanzadas de infección. Estos suelen usarse como último recurso.
- **Fungicidas de contacto.** Permanecen en la superficie de la planta. No penetran tejidos vegetales, por lo que su acción es limitada al sitio de aplicación. Se degradan fácilmente con el agua y requieren reaplicación frecuente.
- **Fungicidas sistémicos.** Penetran los tejidos vegetales y se translocan internamente a través del xilema o floema, permitiendo protección más prolongada. Pueden actuar de manera preventiva y curativa (Ghassan Al-Samarrai, 2012).

Ahora bien, estas categorías no son mutuamente excluyentes dado que un fungicida puede ser sistémico y curativo a la vez.

Mecanismos de acción de los fungicidas

Los fungicidas actúan interfiriendo con funciones vitales del hongo. Sus principales mecanismos, de acuerdo con Bayer (2025), incluyen:

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

- **Inhibición de la síntesis de ácidos nucleicos.** Interfieren en la replicación del ADN y ARN del patógeno.
- **Alteración de la mitosis y división celular.** Impiden la multiplicación celular.
- **Interferencia en la respiración mitocondrial.** Inhiben la cadena de transporte de electrones, afectando la producción de energía.
- **Inhibición de la biosíntesis de membranas.** Evitan la formación de ergosterol, componente esencial de las membranas celulares fúngicas.
- **Alteración de la permeabilidad de membranas.** Provocan la pérdida de integridad celular y fuga de componentes vitales.
- **Interferencia en el transporte de electrones en citocromos o flavoproteínas**
- **Inhibición de enzimas clave**

Fungicidas naturales

El uso de extractos vegetales como alternativas a fungicidas sintéticos ha ganado interés por su bajo impacto ambiental, fácil obtención y menor riesgo para la salud humana (Martín *et al.*, 2006). Entre ellos, se destacan:

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

Ajo (*Allium sativum***).** Contiene compuestos activos como alicina, ajoeno y compuestos azufrados, los cuales exhiben propiedades antimicrobianas y antifúngicas. Estudios han demostrado su efectividad contra hongos como *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum sp.* y *Sclerotinia sclerotiorum*. Su mecanismo de acción se relaciona con la alteración de la membrana celular del hongo, provocando pérdida de integridad, inhibición de enzimas y bloqueo de la síntesis de lípidos y proteínas (Ngegba *et al.*, 2022).

Ají (*Capsicum annuum***).** Sus compuestos fenólicos, flavonoides y capsaicinoides poseen acción antimicrobiana. Se ha reportado su efecto inhibidor sobre *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* y *Alternaria alternata*, principalmente mediante la alteración de la permeabilidad de la membrana celular y la inhibición de enzimas involucradas en el metabolismo del hongo (Martín *et al.*, 2006; Ngegba *et al.*, 2022).

El empleo de extractos naturales, además de ser eficaz en el control de patógenos, reduce la contaminación de suelos y aguas, contribuye al manejo integrado de plagas y es compatible con sistemas de agricultura orgánica.

METODOLOGÍA

Este estudio se basa en las experiencias y conocimientos de agricultores del Valle del Cauca, quienes han expresado su deseo de evitar el uso de productos sintéticos o agroquímicos. En particular, se ha prestado atención a los cultivadores de ají en el corregimiento de San Marcos y el municipio de Vijes. A partir de sus experiencias, se ha iniciado un proceso de aprendizaje de carácter artesanal. Asimismo, se ha trabajado de forma conjunta con la población indígena del municipio de Silvia, Cauca, quienes han compartido sus saberes sobre el cultivo y uso del ajo.

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

Se llevaron a cabo experimentos empleando un pesticida a base oleatos de ajo y ají, con una concentración inicial de 370g/litro y 493g/litro, respectivamente, la cual fue mezclada, para después tomar una alícuota de 50 ml, la cual fue diluida en un litro de agua, dirigido al control de *Planococcus citri*.

Recopilación de Datos sobre la Evaluación del Uso de Productos Naturales en el Control de Plagas:

- Se iniciaron evaluaciones conjuntas utilizando ají molido diluido junto con el macerado de ajo.

El marco del estudio se centra en el control del piojo blanco de los cítricos (*Pinnaspis aspidistrae*) y el piojo rojo (*Aonidiella aurantii*), en zonas de cultivo de cítricos de limón de los municipios de Vijes (3500 árboles) y su área de influencia, especialmente en la vereda La Fresneda del municipio de Vijes, Valle del Cauca (Finca El Abuelo).

El *Piojo rojo* (*Aonidiella aurantii*) es una de las plagas más significativas que afectan los cultivos de cítricos. Sus diferentes estados de desarrollo presentan distintos niveles de tolerancia. Su temperatura umbral de desarrollo es de aproximadamente 12 °C, siendo los climas secos y cálidos los más favorables para su reproducción, permitiendo hasta cuatro generaciones al año (ver Figura 1).

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

Figura 1. *Cultivos sin tratar con presencia de Piojo rojo*

El *Piojo blanco de los cítricos* (*Pinnaspis aspidistrae*), también conocido como cochinilla blanca de la hoja, es una especie de insecto escama de la familia Diaspididae. Se adhiere a la planta para alimentarse, generando zonas cloróticas o necróticas en las hojas afectadas (ver Figura 2).

Figura 2. *Cultivos sin tratar con presencia de Piojo blanco*

Siguiendo las recomendaciones de los cultivadores, se realizaron macerados o concentrados de bulbos de ajo mediante molienda hidratada con alcohol natural y agua destilada. En los ensayos, se emplearon concentraciones del 12 % de hidratado o macerado de ajo natural.

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

El objetivo principal del estudio es aprovechar el efecto repelente del pesticida para evitar la aproximación de insectos a los cultivos, así como su capacidad de permanencia en las plantas mediante un efecto de anclaje. Este enfoque se sustenta en lo reportado por Aguirre & Delgado (2010) en pesticidas e insecticidas naturales, así como en el estudio de Juárez *et al.* (2019), donde analizaron el efecto de extractos crudos de ajo (*Allium sativum*) sobre el desarrollo in vitro de hongos como *Aspergillus parasiticus* y *Aspergillus niger*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ajo ha demostrado ser un pesticida natural altamente efectivo, con una acción plaguicida de amplio espectro (Juárez *et al.*, 2019). Sus principios activos afectan directamente el sistema vital de los insectos sin comprometer las funciones esenciales de las plantas, incluso en bajas concentraciones (Aguirre Yela y Delgado, 2010).

Inicialmente, el pesticida logró repeler las plagas, aunque sin eliminarlas por completo, lo que generaba una posible reinfestación. Para enfrentar este desafío, se usaron las concentraciones a 370g/l / 493g/l, para tomar una alícuota de 100 ml y se diluyó en un litro de agua. Con este ajuste, se logró una erradicación rápida y eficaz de *Planococcus citri*, lo que demuestra la importancia de optimizar las concentraciones para lograr resultados eficientes. Algunos factores iniciales fueron:

- **Condiciones climáticas adversas**. Las lluvias redujeron la eficacia de las primeras aplicaciones.
- **Propagación de plagas**. Se observaron nuevos focos de infestación, especialmente de Piojo blanco.
- **Falta de anclaje del macerado**: El producto no se adhería adecuadamente a las plantas, perdiendo efectividad.

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

Para ello, se optó por unas estrategias de superación de estos desafíos, y se obtuvieron los resultados de las figuras 3 y 4:

- **Introducción de goma arábiga**. Se incorporó goma arábiga diluida al 5% en el macerado para mejorar el anclaje del producto. Posteriormente, se ajustó la concentración al 10 %, obteniendo mejores resultados.
- **Ajuste del ají**. Tras un proceso de maceración y fermentación, se obtuvo una concentración del 8 %. Las aspersiones se realizaron con 6 ml por litro de agua.
- **Control efectivo**. Se logró un control eficaz del Piojo blanco y se redujo significativamente el ataque del Piojo rojo.
- **Conservación del producto**. Para alargar la vida útil del macerado, se añadieron limoneno, ácido cítrico y vinagre, logrando una conservación de más de seis meses.

Figura 3. *Esporas desprendidas de cáscaras tratadas*

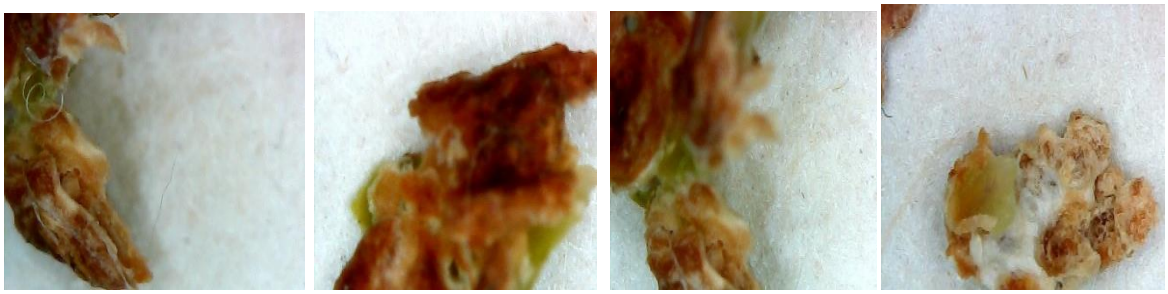

Figura 4. *Cultivos sanos tratados con fungicida a base de ajo y ají*

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Los fungicidas naturales a base de ajo y ají desempeñan un papel importante en la agricultura orgánica, proporcionando una alternativa sostenible a los productos químicos convencionales. Su uso no solo favorece la salud del suelo y la seguridad alimentaria, sino que también plantea desafíos prácticos que requieren atención.

La experiencia en cultivos de cítricos como el limón demostró que el uso de insecticidas biológicos produce una disminución notable en la presencia de plagas. Este efecto ha sido particularmente significativo en la protección de cultivos como los de la Finca El Abuelo.

Se recomienda ampliar la muestra de aplicación de los insecticidas y abordar en otros cultivos que tengan ataque de plagas de Piojo rojo y Piojo blanco, además de realizar pruebas de laboratorio para identificar la efectividad del producto en función de diferentes concentraciones de fungicida e insecticida natural.

Asimismo, avanzar en el desarrollo y la estandarización del insecticida y fungicida para un escalado industrial, mediante procesos de investigación en el semillero SEGESTOP.

Por último, realizar actividades de apropiación social del conocimiento con agricultores vecinos de la zona donde se desarrolló el estudio, como estrategia para

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

generar aportes significativos que mejoren las condiciones agrícolas del país, impulsando prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍAS

Investigación: Katty Julieth Batioja Castillo y Kelly Daniela Garcés Cortés

Supervisión: Jairo José Castillo Ramos, James Alberto García Marulanda, James Alberto García Marulanda, Oswaldo Medaglia Zapata, Carlos Javier Henao y Lizeth Castro Mercado

Redacción – borrador original: Katty Julieth Batioja Castillo y Kelly Daniela Garcés Cortés

Redacción – revisión y edición: Katty Julieth Batioja Castillo, Kelly Daniela Garcés Cortés, Jairo José Castillo Ramos, James Alberto García Marulanda, James Alberto García Marulanda, Oswaldo Medaglia Zapata, Carlos Javier Henao y Lizeth Castro Mercado

REFERENCIAS

Aguirre Yela, V. y Delgado, V.. (2010). Pesticidas Naturales yY Sinteticos. *Revista Ciencia, 13(1), 43-53*. https://www.academia.edu/7497645/PESTICIDAS_NATURALES_Y_SINTETICOS.

Al-Samarrai, G., Singh, H., & Syarhabil, M. (2012). Evaluating eco-friendly botanicals (natural plant extracts) as alternatives to synthetic fungicides. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine, 19(4)*, 673–676. http://www.aaem.pl/pdf-71842-9068?filename=Evaluating eco_friendly.pdf

Bayer Crop Science United States. (2025). *Fungicide Modes of Action*. https://www.cropscience.bayer.us/articles/bayer/fungicide-modes-action

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

Benelli, G., Canale, A., Toniolo, C., Higuchi, A., Murugan, K., Pavela, R., & Nicoletti, M. (2017). Neem (Azadirachta indica): towards the ideal insecticide? *Natural Product Research, 31(4)*, 369–386. https://doi.org/10.1080/14786419.2016.1214834

Cifuentes, G. (2006). *Módulo Curso Fitopatología*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. https://pdfcoke.com/documents/modulo-curso-fitopatologiapdf-d378w6450ezx

Gold, L.S., Slone, T.H., Ames, B.N., & Manley, N.B. (2001). CHAPTER 38 – Pesticide Residues in Food and Cancer Risk: A Critical Analysis. In *Handbook of Pesticide Toxicology* (pp. 799–843). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-012426260-7.50041-0

Gupta, S., Dash, P. P., Mishra, A., & Gupta, R. K. (2024). Exploring the Efficacy and Sustainability of Natural Pesticides in Plant Protection. *Current Functional Foods*, *03*(2). https://doi.org/10.2174/0126668629301079240816072818

Hossain, L., Rahman, R., & Khan, M. S. (2017). Alternatives of Pesticides. *Pesticide Residue in Foods: Sources, Management, and Control*, 147–165. https://doi.org/10.1007/978-3-319-52683-6_9

Juárez-Segovia, K.G., Díaz-Darcía, E.J., Méndez-López, M.D., Pina-Canseco, M.S., Pérez-Santiago, A.D., & Sánchez-Medina, M.A.. (2019). Efecto de extractos crudos de ajo (Allium sativum) sobre el desarrollo in vitro de Aspergillus parasiticus y Aspergillus niger. *Polibotánica*, (47), 99-111. https://doi.org/10.18387/polibotanica.47.8

Martìn J, Lenis L., Orozco M, Solarte C. (2006). Extracción de pigmento del fruto del ají (Capsicum spp.) y cuantificación de los carotenoides mayoritarios capsantina y capsorubina. *El hombre y la máquina, 27, 94-99.* http://red.uao.edu.co:8080/bitstream/10614/154/1/T0003242.pdf

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

Ngegba, P. M., Cui, G., Khalid, M. Z., & Zhong, G. (2022). Use of Botanical Pesticides in Agriculture as an Alternative to Synthetic Pesticides. *Agriculture (Switzerland)*, *12*(5). https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE12050600

Rojas Restrepo, J. (2015). *Fertilidad de suelos en plantaciones forestales del trópico colombiano* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55674

Sánchez-Bayo, F., Goulson, D., Pennacchio, F., Nazzi, F., Goka, K., & Desneux, N. (2016). Are bee diseases linked to pesticides? - A brief review. *Environment international*, *89-90*, 7–11. https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.01.009

AUTORES

Katty Julieth Batioja Castillo

Estudiante de Ingeniería Industrial en octavo semestre, participante e investigador junior en el semillero de investigación SEGESTOP de la Institución Universitaria Antonio José Camacho.

Kelly Daniela Garcés Cortés

Estudiante de Ingeniería Industrial en octavo semestre, participante e investigador junior en el semillero de investigación SEGESTOP de la Institución Universitaria Antonio José Camacho.

Jairo José Castillo Ramos

Docente ocasional tiempo completo. Ingeniero Mecánico, Maestrante en Automática. Especialista en Gerencia de Proyectos. Docente investigador semillero SEGESTOP de la Institución Universitaria Antonio José Camacho.

Revista Sapientía Vol. 17. No. 34 (2025)
ISSN: 1909-0811 ISSN: 2805-9204 (En línea)

James Alberto García Marulanda

Docente hora cátedra. Ingeniero Industrial, Tecnólogo en producción industrial. Maestrante en Educación Superior mediada por las TIC. Docente investigador semillero SEGESTOP de la Institución Universitaria Antonio José Camacho.

Oswaldo Medaglia Zapata

Docente ocasional tiempo completo, PhD. en Educación, Magister en Gestión de la Tecnología de la Educación, Ingeniero Industrial. Docente investigador semillero SEGESTOP de la Institución Universitaria Antonio José Camacho.

Carlos Javier Henao

Docente ocasional tiempo completo. Ingeniero Industrial. Maestría en Administración de Empresas. Docente investigador semillero SEGESTOP de la Institución Universitaria Antonio José Camacho.

Lizeth Castro Mercado

Docente ocasional tiempo completo. Ingeniera de Alimentos. Mg. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Ph.D Ingeniería con énfasis Ingeniería Industrial. Docente investigador semillero SEGESTOP de la Institución Universitaria Antonio José Camacho.