



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN DE CARÁCTER COMPLEXIVO

MODALIDAD: “ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO”

**ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO SOBRE ESTRATEGIAS DE
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES
EN MAÍZ, PAPA, CAFÉ Y ARROZ (2015 – 2025)**

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Steven Alfredo Sojos Figueroa.

LA LIBERTAD, 2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN DE CARÁCTER COMPLEXIVO

MODALIDAD: “ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO”

**ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO SOBRE ESTRATEGIAS DE
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES
EN MAÍZ, PAPA, CAFÉ Y ARROZ (2015 – 2025)**

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor/a: Steven Alfredo Sojos Figueroa.

Tutor/a: Ing. Agron. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D

LA LIBERTAD, 2025

TRIBUNAL DE GRADO

Componente práctico de examen complejo presentado por **STEVEN ALFREDO SOJOS FIGUEROA** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 07/07/2025

Ing. Zoot. Verónica Andrade Yucailla,
Ph.D.

**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Blgo. Javier Soto Valenzuela, Ph.D.

**PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Agron. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D.

**PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Agron. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D.

**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Com. Washington Perero Vera,
Mgtr.

**ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO**

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo Práctico de Examen de Grado de carácter complejo Titulado **“ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO SOBRE ESTRATEGIAS DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN MAÍZ, PAPA, CAFÉ Y ARROZ (2015 – 2025)”** y elaborado por **Steven Alfredo Sojos Figueroa**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

Firma del estudiante

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con profundo amor y gratitud a mis padres Janeth Figueroa, José Figueroa y mi abuelita Norma Muñoz, quienes con su esfuerzo, sacrificio y apoyo incondicional han sido el pilar fundamental en cada etapa de mi vida. Gracias por enseñarme el valor de la perseverancia y la humildad.

A mi hermana Stefany Villón y mis sobrinos Alexis, Mathias y Valentina, por su cariño, motivación y por enseñarme las virtudes como la paciencia, bondad y el amor.

A mis hermanos de otra madre, Juan Gavilanes, Richard Cobeña y Valentín Ávila, por nunca dejarme solo, por apoyarme en cada etapa y momento dentro y fuera de la universidad, confiar en mí y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles.

Y sobre todo a Dios, por darme la fortaleza, salud y sabiduría para alcanzar esta meta, sin la bendición de él no podría haber llegado tan lejos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco enormemente a la Universidad Estatal Península de Santa Elena por facilitar el acceso a recursos y plataformas que hicieron posible el análisis bibliométrico de esta investigación.

A mi tutora de tesis, Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D., por su guía constante, paciencia y valiosos aportes que enriquecieron este trabajo. Su compromiso con la investigación y la excelencia académica ha sido una inspiración.

A los docentes de la carrera de Agropecuaria, por compartir sus conocimientos y motivarme a superarme cada día.

A mis amigos y compañeros, quienes me brindaron su apoyo emocional y académico durante esta etapa, especialmente a Juan Gavilanes y Richard Cobeña, con quienes compartí aprendizajes y experiencias que llevaré siempre conmigo.

También quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de esta tesis.

Finalmente, gracias a mi familia y a todas las personas que, de una u otra manera, fueron parte de este proceso. Cada palabra de aliento, cada gesto de apoyo y cada momento compartido contribuyeron a la culminación de este proyecto.

RESUMEN

El Manejo Integrado de Plaga (MIP) ha tomado gran importancia en la agricultura actual como estrategia para el control de plagas y enfermedades en cultivos de importancia económica. Este estudio analiza las estrategias del MIP aplicadas en maíz, papa, café y arroz durante el período 2015 – 2025. Para ello se utilizaron bases de datos de Scopus y el software VOSviewer, permitiendo identificar las tendencias principales, regiones de investigación y agentes más estudiados.

Los resultados mostraron un aumento en las publicaciones hasta el 2024, precedido de una disminución entre 2020 y 2023, posiblemente atribuida a la pandemia por COVID-19. Se determinó que el control biológico fue el método más utilizado (49%), destacándose *Trichoderma spp.*, *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis*. También se identificaron relaciones entre cultivos, agentes biológicos y patógenos controlados, siendo esto clave para mejorar la implementación del MIP. De mismo modo, el control cultural mostró un rol complementario mediante prácticas como rotación de cultivos y compostaje.

Los resultados apoyan el papel creciente del MIP como una opción oportuna contra el uso de plaguicidas tradicionales, y propone líneas futuras de investigación enfocadas en fortalecer el uso de microorganismos benéficos.

Palabras clave: agentes biológicos, control cultural, enfermedades, plagas, sostenibilidad

ABSTRACT

Integrated Pest Management (IPM) has taken on great importance in today's agriculture as a strategy for the control of pests and diseases in crops of economic importance. This study analyzes the IPM strategies applied in maize, potato, coffee and rice during the period 2015 – 2025. To do this, Scopus databases and VOSviewer software were used, allowing the identification of the main trends, research regions and most studied agents. The results showed an increase in publications through 2024, preceded by a decrease between 2020 and 2023, attributed to the covid-19 pandemic. It was determined that biological control was the most used method (49%), highlighting *Trichoderma spp.*, *Beauveria bassiana* and *Bacillus thuringiensis*. Relationships between crops, biological agents and controlled pathogens were also identified, this being key to improving IPM implementation. Similarly, cultural control showed a complementary role through practices such as crop rotation and composting. The results support the growing role of IPM as a timely option against the use of traditional pesticides and propose future lines of research focused on strengthening the use of beneficial microorganisms.

Keywords: biological agents, cultural control, diseases, pests, sustainability

ÍNDICE

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| | Problema: | 2 |
| | Objetivos..... | 2 |
| | Objetivo general: | 2 |
| | Objetivos Específicos:..... | 2 |
| 2 | METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO | 3 |
| 2.1 | Tácticas de búsqueda de fuentes de información | 3 |
| 2.1.1 | Software VOSviewer | 3 |
| 2.1.2 | Palabras clave y criterios de búsqueda para la organización de la información..... | 4 |
| 3 | REVISIÓN DE LA LITERATURA | 5 |
| 3.1 | Definición y principios del MIP..... | 5 |
| 3.2 | Estrategias de control en el MIP | 5 |
| 3.2.1 | Control biológico | 5 |
| 3.2.2 | Control cultural | 6 |
| 3.2.3 | Control químico | 6 |
| 3.3 | Implementación del MIP en cultivos | 7 |
| 3.4 | Principales enfermedades en los cultivos..... | 7 |
| 3.4.1 | Maíz | 7 |
| 3.4.2 | Papa..... | 8 |
| 3.4.3 | Café..... | 8 |
| 3.4.4 | Arroz | 8 |
| 3.5 | Relación entre el MIP y el control de enfermedades agrícolas..... | 8 |
| 4 | RESULTADOS..... | 9 |
| 4.1 | Distribución de documentos según el año de publicación..... | 9 |
| 4.2 | Distribución de publicaciones por país..... | 10 |
| 4.3 | Documentos por afiliación | 11 |
| 4.4 | Métodos de control más utilizados en el MIP | 11 |
| 4.5 | Agentes biológicos más investigados en el MIP | 12 |
| 4.6 | Tendencias de investigación por cultivo | 13 |
| 5 | DISCUSIÓN..... | 15 |
| 6 | CONCLUSIONES..... | 17 |
| | RECOMENDACIONES | 18 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 19 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Relación entre cultivos, agentes de control biológico más estudiados y los organismos fitopatógenos o plagas que controlan (2015 – 2025). | 14 |
|---|----|

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Herramienta de software VOSviewer | 4 |
| Figura 2. Distribución anual de publicaciones científicas sobre Manejo Integrado de Plagas (MIP) registradas en la base de datos Scopus durante el período 2015 – 2025. | 9 |
| Figura 3. Mapa de densidad de países con mayor producción científica sobre MIP elaborado con VOSviewer (2015 – 2025). | 10 |
| Figura 4. Principales instituciones y universidades con publicaciones sobre MIP en el periodo 2015 – 2025. | 11 |
| Figura 5. Métodos de control más utilizados en los cultivos de maíz, papa, café y arroz según la literatura científica (2015 – 2025). | 12 |
| Figura 6. Agentes biológicos más investigados en literatura científica sobre MIP (2015 – 2025). | 13 |

1 INTRODUCCIÓN

El uso de plaguicidas químicos continúa siendo la estrategia dominante en el manejo de plagas agrícolas a nivel mundial. Según el informe de la FAO and la OMS (2023), se utilizan más de 4 millones de toneladas de plaguicidas al año, lo que genera una creciente preocupación por sus efectos ambientales y en la salud humana. Aunque algunos sectores sostienen que los plaguicidas son esenciales para garantizar la producción de alimentos frente al incremento poblacional, organizaciones ambientalistas y académicas cuestionan esta dependencia, señalando que su uso intensivo es promovido por intereses comerciales más que por necesidad agronómica real PAN Internacional (2023). Este debate ha impulsado la búsqueda de alternativas sostenibles que permitan reducir la aplicación de agroquímicos sin comprometer la productividad agrícola.

El Manejo Integrado de plagas (MIP) surgió como una estrategia que busca equilibrar la eficiencia productiva de la mano con la sostenibilidad ambiental. Este enfoque promueve la combinación de métodos de control biológico, cultural, físico y químico, donde se prioriza la prevención y el uso racional de insumos agrícolas. Concretamente, el control biológico ha tomado protagonismo en los últimos años por su capacidad para reducir el uso de plaguicidas sintéticos, preservar los enemigos naturales y proteger la biodiversidad (Cerón and Almaraz-Valle, 2025).

Según datos de la FAO (2024), alrededor del 40% de las cosechas globales se pierden de manera anual, debido a la intervención de plagas y enfermedades, poniendo en riesgo a la seguridad alimentaria de millones de personas. En este contexto, el MIP se posiciona como una estrategia clave para lograr una agricultura más resiliente y sostenible. Del mismo modo, el uso de agentes biológicos ha crecido en un 12% anual en la última década, según informes de Shields *et al.* (2019).

En Latinoamérica, la implementación de estrategias de MIP han mostrado resultados prometedores en diversos cultivos de importancia económica como el maíz, la papa, el café, y el arroz. En estas especies, el uso de agentes biológicos como hongos entomopatógenos, bacterias promotoras del crecimiento y prácticas culturales como el compostaje o la rotación de cultivos han demostrado ser herramientas eficaces para el manejo de enfermedades y plagas. No obstante, la aplicación de estas estrategias varía significativamente entre regiones

y cultivos, debido a diferencias de acceso tecnológico, conocimiento local y políticas de fomento (Zhang and Wang, 2024).

Con el crecimiento de la producción científica en relación con estas prácticas y la necesidad de organizar la información existente, este estudio bibliométrico tiene como objetivo analizar las tendencias de investigación sobre el manejo de plagas y enfermedades en los cultivos mencionados, durante el período 2015 – 2025.

Problema:

¿Qué tendencias, enfoques predominantes y vacíos de conocimiento se evidencian en la literatura científica entre 2015 y 2025 sobre el manejo integrado de plagas y enfermedades en maíz, papa, café y arroz, con énfasis en métodos de control, uso de agentes biológicos y prácticas de manejo del suelo?

Objetivos

Objetivo general:

Analizar la producción científica sobre estrategias de manejo integrado de plagas y enfermedades en maíz, papa, café y arroz entre 2015 y 2025, con énfasis en los métodos de control utilizados, agentes biológicos aplicados y prácticas de manejo del suelo orientadas a la producción agrícola sustentable.

Objetivos Específicos:

1. Clasificar los métodos de control más estudiados en el contexto del manejo integrado de plagas y enfermedades en los cultivos seleccionados.
2. Identificar los agentes de control biológico más reportados en la literatura científica y su aplicación en estrategias sustentables de manejo fitosanitario.
3. Examinar el papel de las prácticas de manejo del suelo en la prevención y control de plagas y enfermedades, en el marco del manejo integrado aplicado a los cultivos de maíz, papa, café y arroz.

2 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

El presente estudio es de carácter bibliométrico, partiendo del análisis de estrategias integrales en el manejo de plagas y enfermedades para desarrollar una producción sustentable establecidas en cultivos de alto valor.

2.1 Tácticas de búsqueda de fuentes de información

La principal base de datos utilizada fue Scopus, una de las bases de datos más reconocidas a nivel internacional. El criterio de búsqueda para la información fue el uso de palabras claves como “*crop*”, “*pest*” y “*disease*” en inglés. El uso de VOSviewer no solo respondió a su capacidad de visualización, sino a su potencial en generar mapas de co-ocurrencia, densidad de términos y redes de colaboración entre autores y países. Estas visualizaciones permitieron identificar patrones y tendencias de investigación de manera estructurada, facilitando la interpretación de grandes cantidades de información científica.

VOSviewer ha sido validado como herramienta metodológica en estudios bibliométricos por autores como van Eck and Waltman (2010), quienes destacan su utilidad para el análisis de textos académicos y visualización de redes científicas.

2.1.1 Software VOSviewer

VOSviewer es un software gratuito desarrollado por Nees Jan van Eck y Ludo Waltman del *CWTS Leiden University (The Netherlands)* para construir y visualizar redes bibliométricas (Figura 1). Estas redes pueden ser de revistas científicas, investigaciones o publicaciones individuales, basadas en la citación, la co-citación o las relaciones de coautoría. VOSviewer también ofrece una funcionalidad de minería de textos que puede emplearse para construir y visualizar redes de concurrencia de términos extraídos de textos de la literatura científica. Este último aspecto, es una herramienta muy interesante para poder hacer un artículo de revisión sobre una determinada temática.

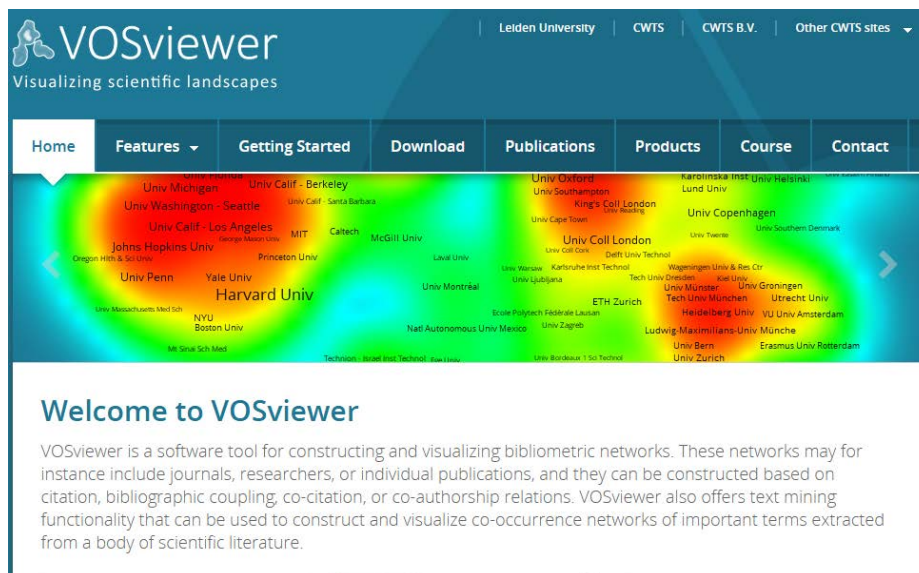


Figura 1. Herramienta de software VOSviewer

2.1.2 Palabras clave y criterios de búsqueda para la organización de la información

Para el análisis se recurrió a la base de datos de Scopus, debido a su amplia cobertura internacional en literatura científica. Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión:

- Publicaciones entre los años 2015 – 2025
- Estudios enfocados en controladores biológicos
- Artículos relacionados con prácticas de manejo de plagas y enfermedades en los cultivos seleccionados
- Estudios empíricos, revisiones bibliográficas y análisis comparativos con sustento científico en el área agrícola

Con respecto a los criterios de exclusión, se descartaron aquellos documentos que:

- No incluían metadatos básicos (autor, año, título de la revista)
- No estaban relacionados directamente con el ámbito agrícola
- Carecían de datos relevantes

De un total de 12 754 documentos obtenidos en la búsqueda inicial, se depuraron 12 051 documentos al no cumplir con los criterios previamente mencionados, resultando 703 artículos válidos para el análisis bibliométrico.

3 REVISIÓN DE LA LITERATURA

3.1 Definición y principios del MIP

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) se define como un conjunto de prácticas que permiten mantener las poblaciones de plagas -maleza, enfermedades, insectos y vertebrados- por debajo de los umbrales de daño económico. El MIP combina distintas estrategias, priorizando la prevención y el uso responsable de insumos (Vivas-Carmona, 2017).

Según la FAO (2025), los principios del MIP incluyen: (1) Emplear un enfoque ecosistémico para prevenir o suprimir organismos nocivos. (2) Realizar una planificación de emergencia ante amenazas significativas. (3) Identificar la causa de los brotes de plagas cuando surjan problemas y crear estrategias acordes. (4) Monitorear en tiempo real para adaptar estrategias de acuerdo con la evolución del problema.

3.2 Estrategias de control en el MIP

3.2.1 Control biológico

El control biológico consiste en el uso de organismos vivos para reducir la población de plagas (Shields *et al.*, 2019). *Trichoderma spp.* destaca como uno de los agentes más estudiados y empleado en la agricultura por su capacidad para competir con hongos fitopatógenos y activar mecanismos de defensa en las plantas (Medrano and Ortuño, 2007). Arévalo *et al.* (2017) resaltan su eficacia en cultivos como arroz, maíz, cebolla y tomate, al controlar patógenos como *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Sclerotium* y *Phytophthora*.

Otros estudios como el de Cerón and Almaraz-Valle (2025a), destacan la creciente implementación de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, por su eficacia en el control de insectos plaga, especialmente en café. Estos ejemplos muestran como la elección del agente biológico depende del cultivo y del patógeno a controlar.

En Ecuador, los controladores biológicos han tomado importancia y actualmente existe una actitud favorable por parte de los agricultores para utilizar bioinsumos y reducir la aplicación de agroquímicos, puesto que, los resultados obtenidos en el Proyecto *Biocontrol for Sustainable Farming Systems* ha permitido generar confianza y credibilidad en los agricultores sobre el uso de microorganismos en la agricultura como un componente del manejo integrado de cultivos (Viera-Arroyo *et al.*, 2020).

3.2.2 Control cultural

El control cultural comprende prácticas agrícolas orientadas a modificar el ambiente para reducir la incidencia de plagas, como la rotación de cultivos, el uso de barreras vivas, el manejo de residuos y la siembra en fechas estratégicas. Su principal ventaja es la compatibilidad con otras estrategias del MIP, especialmente con el control biológico (Neuenschwander, 1982).

Sin embargo, ciertos métodos culturales pueden tener efectos contraproducentes si no se aplican adecuadamente. Por ejemplo, la quema total de residuos agrícolas, como se aplica en plantaciones de caña de azúcar en India, conlleva la pérdida de hábitats para parasitoides benéficos (Sankararaman and Manickavasagam, 2020). Casos como estos demuestran que las prácticas culturales deben ser planificadas, considerando tanto los beneficios como los riesgos inesperados.

3.2.3 Control químico

El control químico ha sido una de las herramientas más utilizadas en la agricultura moderna. Su apogeo se relaciona con la necesidad de incrementar la productividad agrícola frente a la creciente demanda de alimentos durante el siglo XX. Autores como Gutiérrez and Meza (2012) y Ceccon (2008) reconocen que la efectividad inicial de los plaguicidas generó una dependencia significativa hacia los productos, que aún persisten en muchos sistemas agrícolas.

No obstante, el uso indiscriminado de plaguicidas ha generado consecuencias negativas para la salud humana y el ambiente. Estudios como los de Potti *et al.* (2003) y Martínez and Gómez (2007) alertan sobre los efectos negativos de estas sustancias, incluyendo intoxicaciones, neuropatías y cáncer. Además la acumulación de residuos tóxicos en suelos y cuerpos de agua ha contribuido a la pérdida de biodiversidad y resistencia de plagas.

El uso de químicos se considera dentro del MIP, pero solo cuando los métodos preventivos no son suficientes. El objetivo es reducir la aplicación sistemática y calendarizada, sustituyéndola por un enfoque basado en el monitoreo de umbrales de daño en la integración con métodos más sostenibles. Este cambio de paradigma implica no solo

una transformación técnica, sino también institucional y educativa, especialmente en contextos donde el acceso a alternativas aún es muy limitado (Lahlali *et al.*, 2022).

3.3 Implementación del MIP en cultivos

La implementación del MIP en el campo implica la combinación de varias estrategias adaptadas a las condiciones agroecológicas del cultivo y la región. Jara Calvo (2014) clasifica las prácticas del MIP en seis tipos: control cultural, biológico, etológico, mecánico-físico, genético y químico. Cada uno de estos ofrece ventajas específicas, pero su eficacia depende de su uso en conjunto.

Por ejemplo, el control cultural incluye prácticas como la rotación de cultivos y manejo de rastrojos, las cuales reducen la disponibilidad de hospederos para las plagas. El control biológico, mediante la liberación o conservación de enemigos naturales, puede completar estas acciones al limitar el desarrollo de poblaciones de insectos y fitopatógenos. El control etológico, a través de trampas de feromonas o luz, permite monitorear o capturar plagas de bajo impacto ambiental.

A nivel genético, la selección de variedades resistentes y el uso de semillas certificadas constituyen una barrera preventiva que reduce la incidencia de enfermedades. Por otro lado, el control mecánico-físico y el control químico, aunque son los más tradicionales, deben aplicarse de forma puntual y racional.

Un aspecto crítico en la implementación del MIP es la adaptación local. Las estrategias deben considerar la realidad sociotécnica del agricultor: acceso a insumos, conocimientos disponibles y asistencia técnica. Según Vargas-Abasolo *et al.*, (2023), el éxito del MIP depende tanto del diseño técnico como de su aceptación y apropiación por parte de los productores.

3.4 Principales enfermedades en los cultivos

3.4.1 Maíz

El maíz enfrenta una amplia gama de enfermedades de origen viral, fúngico y bacteriano. Varón de Agudelo *et al.*, (2022) destacan como problemas frecuentes el achaparramiento causado por *Dalbulus maidis*, y la roya del maíz (*Puccinia sorghi*). Además, enfermedades del suelo como la pudrición de raíz y tallo causadas por *Fusarium spp.* y *Rhizoctonia solani* afectan al desarrollo temprano del cultivo.

3.4.2 Papa

Las enfermedades en papa se agrupan en dos grandes categorías: aquellas que afectan al tubérculo (como la sarna común, sarna plateada y pudriciones) y las que atacan al follaje, como el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y el temprano (*Alternaria solani*). Galdames (2017) subraya que las enfermedades de la piel tienen impacto directo en la comercialización, mientras que las foliares reducen el rendimiento.

3.4.3 Café

El café es altamente susceptible a enfermedades fúngicas como la roya (*Hemileia vastatrix*), el mal de hilachas (*Ceratobasidium noxium*) y la cercosporiosis (*Cercospora coffeicola*) (Moreira-Morrillo *et al.*, 2023). A diferencia del maíz y la papa, estas enfermedades afectan directamente las hojas y frutos, impactando la calidad del grano.

3.4.4 Arroz

El cultivo de arroz es afectado por un amplio espectro de enfermedades, mayormente de origen fúngico: piricularia o quemazón (*Pyricularia oryzae*), tizón de la vaina y pudriciones. También enfrenta enfermedades virales como el entorchamiento y la hoja blanca, y bacterias como el añublo de la panícula (Paz Carrasco, 2023).

3.5 Relación entre el MIP y el control de enfermedades agrícolas

El MIP se ha consolidado como una herramienta clave en gestión de enfermedades agrícolas, ofreciendo un enfoque integral que prioriza prevención, sostenibilidad y resiliencia productiva. Tradicionalmente, el control de enfermedades se ha centrado en el uso de plaguicidas sintéticos, los cuales han sido efectivos en el corto plazo, pero han generado problemas de la resistencia, contaminación ambiental y afectaciones a la salud humana (Gutiérrez and Meza, 2012; García Hernández *et al.*, 2018).

Alternativas como los bioplaguicidas han emergido como estrategias más sostenibles y específicas (Nava Pérez *et al.*, 2010). Estas herramientas no solo reducen los riesgos ambientales, sino que también fortalecen la soberanía alimentaria al depender de menos productos importados (Carazo and Blair, 2000). Además, se integran de forma sinérgica con otras prácticas del MIP, como el uso de cultivos resistentes y el manejo del suelo.

4 RESULTADOS

4.1 Distribución de documentos según el año de publicación

La Figura 2 muestra la distribución de documentos publicados en los últimos 10 años (2015 – 2025). En ese lapso, se observa un crecimiento en el número de publicaciones hasta alcanzar su punto más alto en el 2024 con 100 documentos publicados. En contraste, durante el periodo 2020 – 2023 donde se evidencia una caída significativa, siendo 2023 uno de los años con menor productividad relativa.

Este comportamiento puede estar influenciado por el impacto de la pandemia COVID-19, que limitó el acceso a campo, la ejecución de proyectos experimentales y la finalización de investigaciones, especialmente en países en desarrollo (Hernández Sarango, 2022; Rodríguez-Baeza *et al.*, 2025).

Desde el enfoque bibliométrico, este patrón coincide con lo señalado por Lahlali *et al.* (2022), quienes argumentan que las crisis ambientales y sanitarias suelen generar una mayor atención hacia alternativas sustentables como el MIP.

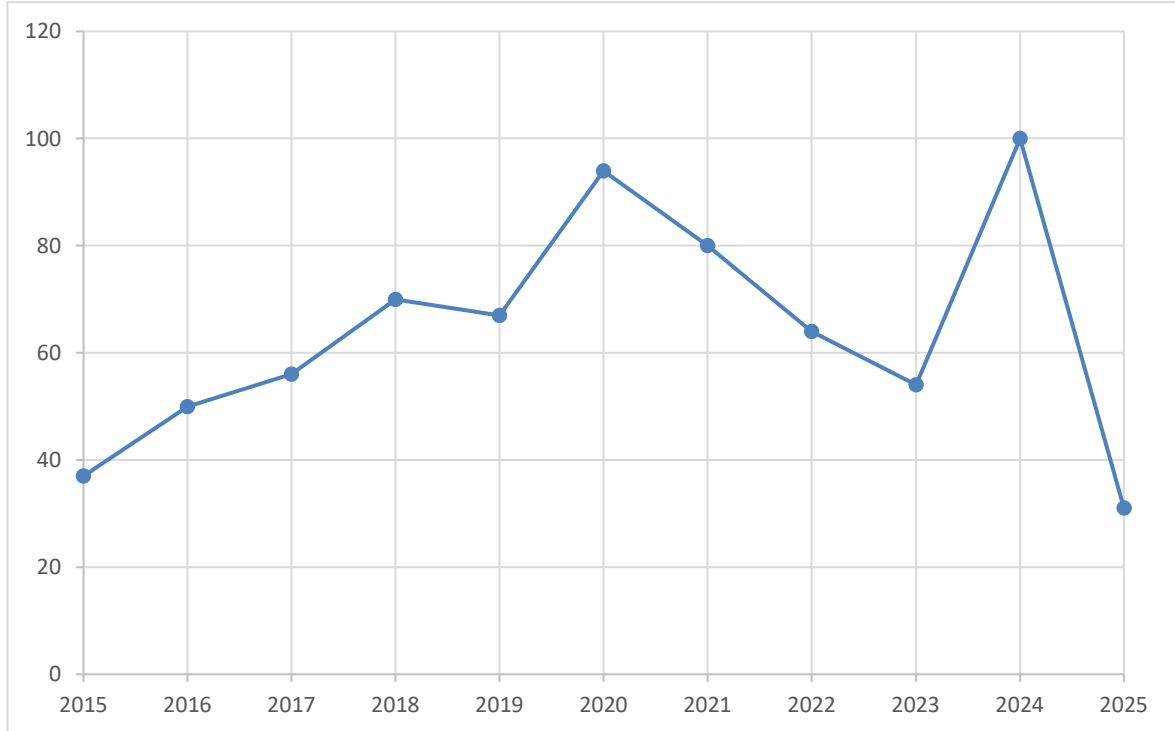


Figura 2. Distribución anual de publicaciones científicas sobre Manejo Integrado de Plagas (MIP) registradas en la base de datos Scopus durante el período 2015 – 2025.

4.2 Distribución de publicaciones por país

En el mapa de densidad presentado en la Figura 3 se muestra la producción científica por países relacionados con el MIP, elaborado mediante VOSviewer. Estados Unidos, China y España lideran la producción de documentos, seguidos por Francia, Alemania y Reino Unido. En Latinoamérica, destacan Ecuador, Perú y Colombia, lo cual demuestra una participación creciente en las prácticas agrícolas sostenibles en estas regiones.

Este panorama confirma lo señalado por Mujica and Whu (2020), quienes documentan una expansión en el uso de controladores biológicos en Latinoamérica, con más de 177 especies introducidas en Perú para el control de plagas.

Cabe señalar que, aunque Ecuador aparece en el mapa, su número de publicaciones es bajo en comparación con potencias científicas. Este hallazgo resalta un vacío importante: la necesidad de fortalecer redes de colaboración científica que potencien el desarrollo del MIP adaptado a las condiciones agroecológicas locales.

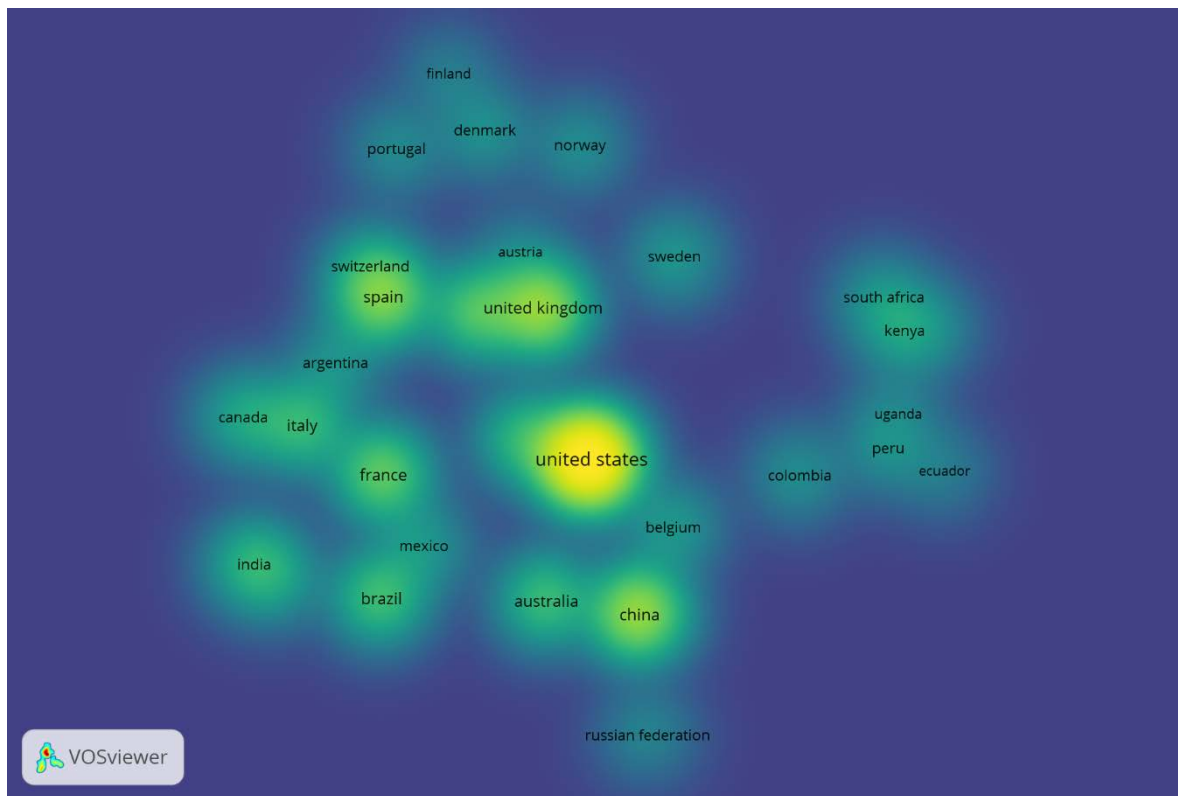


Figura 3. Mapa de densidad de países con mayor producción científica sobre MIP elaborado con VOSviewer (2015 – 2025).

4.3 Documentos por afiliación

Las instituciones con mayor producción científica en el Manejo Integrado de Plagas. El USDA (*United States Department of Agriculture*) lidera con 63 documentos, seguido de la INRAE con 32 documentos, y la Universidad de California, Davis, con 20 publicaciones. También destaca la Wageningen University, el CIRAD, y el CNRS como se puede observar en la Figura 4.

Este patrón de afiliación reafirma lo observado en la sección anterior: la producción científica sobre el MIP está altamente centralizada en países con mayores capacidades institucionales y de financiamiento (Cerón and Almaraz-Valle, 2025).

Estos datos también exponen la necesidad de fortalecer los vínculos entre instituciones locales y centros de investigación internacionales, para facilitar la transferencia de tecnología y el desarrollo de soluciones adaptadas a contextos diversos.

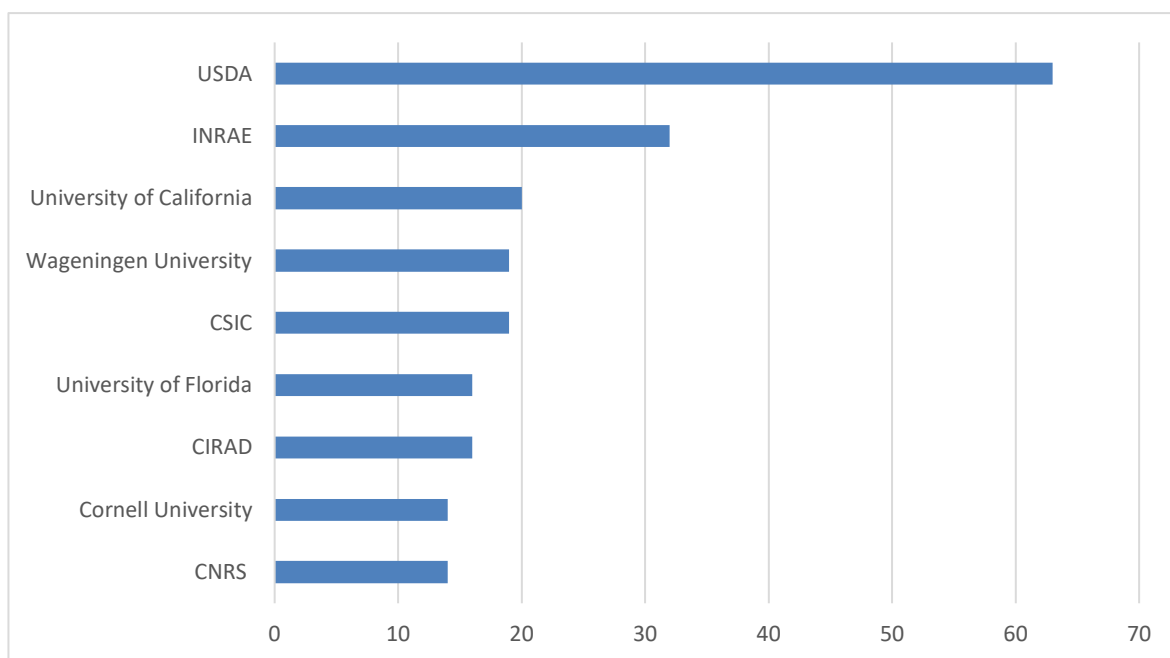


Figura 4. Principales instituciones y universidades con publicaciones sobre MIP en el periodo 2015 – 2025.

4.4 Métodos de control más utilizados en el MIP

La Figura 5 muestra la frecuencia de uso de diferentes métodos de control, según la revisión bibliográfica. El control biológico fue el más mencionado, presente en el 49% de

los estudios, seguido del control cultural (30%), el control químico (15%) y el control mecánico/físico (6%).

El predominio del control biológico confirma una tendencia global hacia estrategias sostenibles, en concordancia con los planteamientos de Shields *et al.* (2019). Cabe destacar que el control químico también se encuentra relacionado siempre y cuando ya no haya otro modo de controlar la plaga, como es el caso de chinche marrón tratado en las investigaciones de Contreras-Miranda *et al.* (2020).

En países con limitada capacitación técnica, el uso de agroquímicos sigue siendo una práctica dominante debido a su inmediatez y disponibilidad, aunque se ha demostrado que su aplicación excesiva genera resistencias (Potti *et al.*, 2003; Martínez and Gómez, 2007).

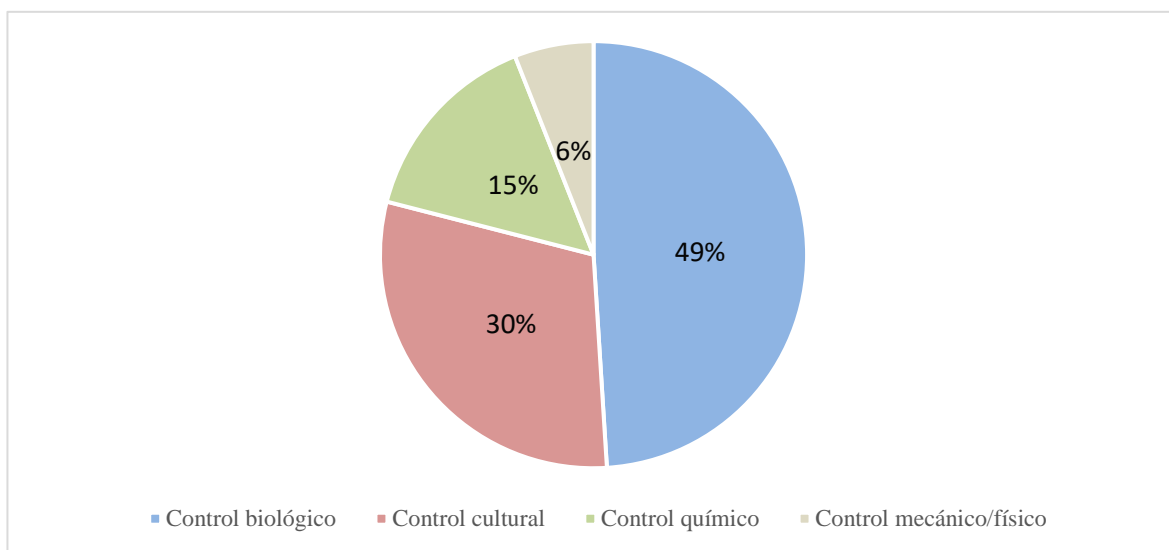


Figura 5. Métodos de control más utilizados en los cultivos de maíz, papa, café y arroz según la literatura científica (2015 – 2025).

4.5 Agentes biológicos más investigados en el MIP

En la Figura 6 se presenta los agentes biológicos más estudiados en el MIP. Destacan *Trichoderma spp.*, *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Metarhizium anisopliae* como los organismos más citados.

Trichoderma spp. sobresale por su capacidad de colonización de rizosistema y activación de respuestas sistémicas en las plantas (Medrano and Ortuño, 2007). Mientras tanto, *Bacillus thuringiensis* ha sido una alternativa ampliamente utilizada en el maíz para el

control de larvas de lepidópteras, debido a su acción específica sobre el intestino de los insectos plaga sin afectar organismos benéficos (Shields *et al.*, 2019).

Sin embargo, se detecta un vacío en la evaluación comparativa de su eficacia en condiciones edafoclimáticas locales. La mayoría de los estudios se concentran en experimentos de laboratorio o invernadero, lo que limita la deducción de los resultados a condiciones reales de campo.

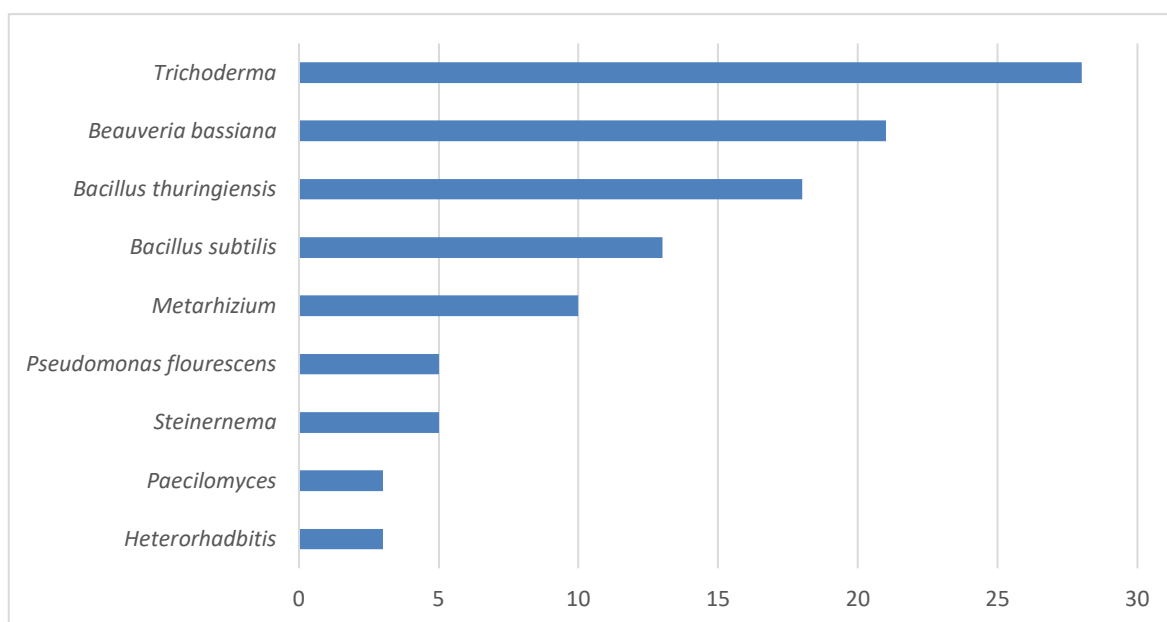


Figura 6. Agentes biológicos más investigados en literatura científica sobre MIP (2015 – 2025).

4.6 Tendencias de investigación por cultivo

La Tabla 1 resume la vinculación entre los cultivos analizados, los agentes de control biológico más investigados y las principales plagas que controlan, según la literatura científica recopilada entre 2015 – 2025.

Se observa que en maíz y arroz predominan agentes fúngicos como *Trichoderma spp.* y *Beauveria bassiana*, empleados para el control de patógenos del suelo como *Rhizoctonia solani* y *Fusarium spp.* Esto tiene relación con lo que dicen Drouet Candell (2018) y Beltrán Gomez *et al.* (2022), donde destacan la influencia de liberaciones de *Trichoderma spp.* y la aplicación de *Bacillus thuringiensis* para el control efectivo de *Spodoptera frugiperda*.

En papa, se destaca el uso de *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas fluorescens* por su acción antibacteriana y antifúngica, especialmente como el tizón tardío. Por su parte, en café, los agentes más utilizados son hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, eficaces frente a insectos como el barrenador del fruto.

Este análisis revela que los agentes seleccionados están claramente influenciados por el tipo de amenaza predominante en cada cultivo. Este patrón coincide con lo revisado en el capítulo 3, donde se destacan enfoques diferenciados por cultivo según el patógeno dominante (Moreira-Morrillo *et al.*, 2023).

Sin embargo, la tabla también deja en evidencia la falta de investigaciones sobre el efecto combinado de múltiples agentes biológicos en un mismo sistema agrícola, así como la baja representación de agentes nativos adaptados a regiones específicas. Además, los datos disponibles muestran un enfoque mayor en bacterias y hongos, dejando de lado nemátodos y virus entomopatógenos.

Tabla 1. Relación entre cultivos, agentes de control biológico más estudiados y los organismos fitopatógenos o plagas que controlan (2015 – 2025).

| Cultivo | Agentes biológicos predominantes | Organismo controlado |
|----------------|--|---|
| Maíz | <i>Trichoderma spp.</i> , <i>Bacillus thuringiensis</i> | <i>Fusarium spp.</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Ostrinia nubilalis</i> |
| Papa | <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Beauveria bassiana</i> | <i>Phytophthora infestans</i> , <i>Alternaria solani</i> |
| Café | <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Paecilomyces lilacinus</i> | <i>Hemileia vastatrix</i> , <i>Cercospora coffeicola</i> |
| Arroz | <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Trichoderma spp.</i> | <i>Pyricularia oryzae</i> , <i>Sclerotium oryzae</i> , <i>Nilaparvata lugens</i> |

5 DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio permiten trazar un panorama general sobre tendencias y dinámicas de investigaciones relacionadas al Manejo Integral de Plagas durante el período 2015 – 2025. En términos generales se evidencia un crecimiento sostenido en la producción científica, especialmente en el 2023. Este comportamiento coincide con lo señalado por Lahlali *et al.* (2022), quienes sostienen que el aumento de plagas resistentes han revalorizado enfoques como el MIP en la agenda científica global.

Particularmente, el predominio del control biológico como estrategia más bordada (49% de los documentos) refleja un cambio progresivo hacia la sustitución parcial de plaguicidas químicos. Este hallazgo reafirma lo discutido en capítulos anteriores, donde autores como Medrano and Ortuño (2007) y Shields *et al.* (2019) destacan el papel de *Trichoderma spp.*, *Bacillus thuringiensis* y *Beauveria bassiana* en el control efectivo de hongos e insectos sin comprometer la salud ambiental.

Hablando de la distribución geográfica, Estados Unidos, China y España fueron los líderes en la producción científica, destacando también la participación de países latinoamericanos como Ecuador, Perú y Colombia, aunque estas presenten menos producción científica. Esta brecha reafirma lo expuesto por Cerón and Almaraz-Valle (2025a), quienes advierten sobre la falta de financiamiento, infraestructura y redes de cooperación regionales como limitantes para el desarrollo de soluciones.

Al analizar la relación entre agentes biológicos y organismos controlados por cultivo, se identificaron asociaciones que permiten optimizar la aplicación del MIP. En el caso del maíz, *Trichoderma* y *Bacillus thuringiensis* se emplean contra patógenos como *Fusarium spp.* y plagas como el gusano del maíz (*Ostrinia nubilalis*).

En papa, el control se enfocó en enfermedades como el tizón tardío mediante el uso de *Bacillus subtilis* y *Beauveria*. En el caso de la papa, la plaga causada por *Phytophthora infestans* es una de las enfermedades más devastadoras (Tello Torres *et al.*, 2015). Llagua A. (2020), también indica que, hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* han sido utilizados en el manejo de plagas que afectan este cultivo.

Para controlar la roya y otros patógenos en el café, se utilizaron agentes como *Paecilomyces* y *Beauveria*, del mismo modo Hernández *et al.* (2021) afirman que, el uso de

los biocontroladores previamente mencionados, han mostrado una eficacia en la reducción de incidencia de la enfermedad. Por su parte, en arroz se destacó el uso de *Trichoderma* y *Metarhizium*, para manejar enfermedades como piricularia y plagas como la chinche del arroz (*Nilaparvata lugens*), este resultado corresponde a lo que expresaron Silva *et al.* (2022), mencionando que su uso ha sido efectivo para el manejo de estos patógenos, mejorando la salud del cultivo y reduciendo la dependencia de productos químicos.

Finalmente, el análisis de términos relacionados al manejo del suelo dio como resultado que prácticas como la aplicación de compost y el uso de enmiendas orgánicas son reconocidas como estrategias complementarias dentro del manejo integral de plagas, aunque su representación en la literatura no es tan amplia como lo es con respecto al uso de agentes biológicos. Investigaciones como la de Lahlali *et al.* (2022) han demostrado que la aplicación de compost y enmiendas orgánicas mejoran la estructura del suelo, aumenta la biodiversidad de la microbiota y reduce la incidencia de enfermedades.

En general, los datos sugieren una transición hacia prácticas agrícolas más sostenibles basadas en el MIP.

6 CONCLUSIONES

El análisis bibliométrico evidenció que el control biológico es el método más estudiado dentro del Manejo Integrado de Plagas (MIP), representando el 49% de las publicaciones revisadas. Le siguen el control cultural y en menor medida el control químico y físico-mecánico. Esta clasificación refleja una tendencia hacia métodos más sostenibles.

Los agentes biológicos más representativos fueron *Trichoderma spp.*, *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Metarhizium anisopliae*. Su uso se relaciona con el tipo de cultivo y patógeno objetivo, mostrando mayor aplicación en sistemas de maíz, arroz y café. Estos microorganismos presentaron su relevancia en la formulación de estrategias fitosanitarias más ecológicas.

Las prácticas de manejo del suelo, como el compostaje, la rotación de cultivos y la eliminación de residuos, fueron mencionadas como elementos complementarios al control biológico. Sin embargo, se encontró baja frecuencia de estudios que integren estas prácticas en un enfoque global.

Aunque el MIP ha ganado terreno como estrategia sostenible, aún existen vacíos por abordar. No obstante, persisten oportunidades de investigación en prácticas de manejo del suelo y en estrategias específicas para cultivos de importancia económica.

RECOMENDACIONES

Las prácticas como el compostaje, la rotación de cultivos y el uso de enmiendas orgánicas deben integrarse sistemáticamente a los programas de MIP, considerando su potencial para mejorar la salud del suelo y reducir la incidencia de enfermedades.

Es necesario fomentar alianzas entre universidades, centros de investigación y gobiernos locales, para potenciar la producción científica y la transferencia de tecnología sobre MIP.

Se sugiere estudiar e implementar microorganismos autóctonos como agentes de control, ya que podrían estar mejor adaptados a las condiciones agroecológicas locales y ofrecer soluciones más sostenibles.

Para estudios futuros, sería valioso segmentar el análisis por regiones o países, con el fin de identificar enfoques diferenciados y adaptar las estrategias del MIP según las particularidades de cada zona agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arévalo, E., Cayotopa, J., Olivera, D., Gárate, M., Trigoso, E. and Leon, B. (2017) 'Optimización de sustratos para la producción de conidias de *Trichoderma harzianum* por fermentación sólida en la región de San Martín, Perú', *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 19(2), pp. 135–144. Available at: <https://doi.org/10.18271/ria.2017.272>.
- Beltrán Gomez, A., Ortega Maldonado, L., Santistevan Méndez, M. and Quevedo Pinos, N. (2022) 'Efecto de la densidad y tiempo de liberación de *Trichogramma* sp sobre *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz en la comuna San Marcos', *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 9(1), pp. 10–17. Available at: <https://doi.org/10.26423/rctu.v9i1.645>.
- Carazo, R. and Blair, T. (2000) *La tercera vía: es posible en nuestra América?* Editorial Tecnológica de CR.
- Ceccon, E. (2008) 'La revolución verde: tragedia en dos actos', *Ciencias* [Preprint], (091). Available at: <https://www.revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/12160> (Accessed: 8 April 2025).
- Cerón, D.R. and Almaraz-Valle, V.M. (2025) 'EL CONTROL BIOLÓGICO UNA HERRAMIENTA EN EL MANEJO DE PLAGAS AGRÍCOLAS', *Revista de Ciencias Agroalimentarias y Biotecnología*, 2(1), pp. 9–15. Available at: <https://doi.org/10.29105/rcab2.1-23>.
- Contreras-Miranda, J.A., Ramírez Marin, M.Á., Contreras-Miranda, J.A. and Ramírez Marin, M.Á. (2020) 'Insecticidas sintéticos para el control del chinche marrón (*Euschistus heros* F.) (Hemíptera: Pentatomidae)', *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 7(1), pp. 8–13. Available at: <https://doi.org/10.26423/rctu.v7i1.505>.
- Drouet Candell, A. (2018) 'Efecto de la aplicación de *Bacillus thuringiensis* en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) del híbrido de Maíz (*Zea mays*) INIAP H-551 en la comuna Río Verde provincia de Santa Elena', *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 5(1), pp. 47–56. Available at: <https://doi.org/10.26423/rctu.v5i1.312>.

- van Eck, N.J. and Waltman, L. (2010) 'Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping', *Scientometrics*, 84(2), pp. 523–538. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>.
- FAO (2024) *Plagas mundiales que afectan a los cultivos, la silvicultura y los ecosistemas*. Available at: <https://doi.org/10.4060/cb4769es>.
- FAO (2025) *Principios y prácticas | Manejo integrado de plagas y plaguicidas | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura | IPM and Pesticide Risk Reduction | Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Available at: <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/principles-and-practices/es/> (Accessed: 21 March 2025).
- FAO and OMS (2023) *Report 2022 - Pesticide residues in food*. FAO; Available at: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc4115en> (Accessed: 26 May 2025).
- Galdames G., R. (2017) 'Fitopatología - Enfermedades de la papa: Virus Y de la papa'. Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/67011> (Accessed: 8 April 2025).
- Garcia Hernandez, J., Leyva Morales, J.B., Martinez Rodriguez, I.E., Hernandez Ochoa, M.I., Aldana Madrid, M.L., Rojas Garcia, A.E., Betancourt Lozano, M., Perez Hernandez, N.E. and Perera Rios, J.H. (2018) 'ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACION SOBRE PLAGUICIDAS EN MEXICO', <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA.2018.34.esp01.03/46727> [Preprint]. Available at: <http://dspace.uan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/1085> (Accessed: 8 April 2025).
- Gutiérrez, C.G. and Meza, G.D.R. (2012) 'Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa', *Revista Ra Ximhai*, 8(4 Especial), pp. 1–10. Available at: <https://doi.org/10.35197/rx.08.03.e2.2012.01.cg>.
- Hernández, C., López, L. and Sánchez, L. (2021) 'Agentes de control biológico de la roya del café ¿Cómo funcionan y qué tan efectivos son?'
- Hernández Sarango, O.F. (2022) *COVID-19 y su impacto en la agricultura*. bachelorThesis. Available at: <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/33306> (Accessed: 18 May 2025).

- Jara Calvo, T.W. (2014) 'Manejo integrado del cultivo y las plagas del maíz'. Available at: <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/112> (Accessed: 13 March 2025).
- Lahlali, R., Ezrari, S., Radouane, N., Kenfaoui, J., Esmaeel, Q., El Hamss, H., Belabess, Z. and Barka, E.A. (2022) 'Biological Control of Plant Pathogens: A Global Perspective', *Microorganisms*, 10(3), p. 596. Available at: <https://doi.org/10.3390/microorganisms10030596>.
- Llagua A., J.F. (2020) *Evaluación de Bacillus subtilis y Brevibacillus brevis para el control de tizón tardío Phytophthora infestans en papa Solanum tuberosum L. bajo condiciones controladas*. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2020. Available at: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6952> (Accessed: 18 May 2025).
- Martínez-Valenzuela, C. and Gómez-Arroyo, S. (2007) 'Riesgo genotóxico por exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas', *Revista internacional de contaminación ambiental*, 23(4), pp. 185–200.
- Medrano Echalar, A.M. and Ortuño, N. (2007) 'Control del Damping off mediante la aplicación de bioinsumos en almácigos de cebolla en el Valle Alto de Cochabamba - Bolivia', *Acta Nova*, 3(4), pp. 660–679.
- Moreira-Morrillo, A.A., Vélez-Zambrano, J.P., Moreira, S.I., Garcés-Fiallos, F.R., Moreira-Morrillo, A.A., Vélez-Zambrano, J.P., Moreira, S.I. and Garcés-Fiallos, F.R. (2023) 'Enfermedades que afectan el cultivo de café: Elucidando el ciclo de vida de Roya, Mal de Hilachas y Cercosporiosis', *Scientia Agropecuaria*, 14(3), pp. 395–412. Available at: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.035>.
- Mujica, N. and Whu, M. (2020) 'Biological control in Peru.', in *Biological control in Latin America and the Caribbean: its rich history and bright future*. (CABI Invasives Series), pp. 369–389. Available at: <https://doi.org/10.1079/9781789242430.0369>.
- Nava Pérez, E., Gastélum Hurtado, P., Camacho Báez, J.R., Valdez Torres, B., Bernal Ruiz, C.R. and Herrera-Flores, R. (2010) 'Utilización de extractos de plantas para el control de gorgojo pardo acanthoscelides obtectus (Say) en frijol almacenado', *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 6(1), pp. 37–44.

- Neuenschwander, P. (1982) 'Beneficial Insects Caught by Yellow Traps Used in Mass-Trapping of the Olive Fly, *Dacus Oleae*', *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 32(3), pp. 286–296. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1982.tb03220.x>.
- PAN Internacional (2023) 'PAN International | Pesticides don't respect national borders'. Available at: <https://pan-international.org/es/> (Accessed: 26 May 2025).
- Paz Carrasco, L. (2023) 'Enfermedades comunes en el cultivo de arroz en Ecuador'. Available at: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6095> (Accessed: 8 April 2025).
- Potti, A., Panwalkar, A.W. and Langness, E. (2003) 'Prevalence of pesticide exposure in young males (≤ 50 years) with adenocarcinoma of the prostate', *Journal of Carcinogenesis*, 2(1), p. 4. Available at: <https://doi.org/10.1186/1477-3163-2-4>.
- Rodríguez-Baeza, M.F., Castruita-Esparza, L.U., Legarreta-González, M.A., Olivas-García, J.M. and Álvarez, C.L. (2025) 'Impacto socioeconómico del Covid-19 en sistemas agrícolas y agroforestales del Distrito de Riego 005, Chihuahua', *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 16(1), p. e3388. Available at: <https://doi.org/10.29312/remexca.v16i1.3388>.
- Sankararaman, H., Naveenadevi, G. and Manickavasagam, S. (2020) 'Occurrence of *Fulgoraecia* (= *Epiricania*) *melanoleuca* (Lepidoptera: Epipyropidae) as a parasitoid of sugarcane lophopid planthopper *Pyrilla perpusilla* in Tamil Nadu (India) with brief notes on its life stages', *Journal of Threatened Taxa*, 12(8), pp. 15927–15931. Available at: <https://doi.org/10.11609/jott.5033.12.8.15927-15931>.
- Shields, M.W., Johnson, A.C., Pandey, S., Cullen, R., González- Chang, M., Wratten, S.D. and Gurr, G.M. (2019) 'History, current situation and challenges for conservation biological control', *Biological Control*, 131, pp. 25–35. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.12.010>.
- Silva, G.B. da, Rêgo, M.C.F., França, S.K.S. de, Sousa, T.P. de, Nascente, A.S., Lanna, A.C., Filippi, M.C.C. de, Souza, A.C.A. de and Bezerra, G. de A. (2022) *Uso de Trichoderma en el cultivo de arroz*. In: MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. da (ed.). *Trichoderma: su uso en la agricultura*. Brasília, DF: Embrapa, 2022. Available at: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1146363> (Accessed: 19 May 2025).

- Tello Torres, C.M., Sierra Osejos, E.N., Realpe, J., Cuvi Cuvi, L.M., Sevillano, C., Suquillo, J., Taípe, A., Rivadeneira Ruales, J.E., Cuesta Subía, H.X. and Ochoa L., J. (2015) *Principios de manejo de control químico del tizón tardío de la papa en Ecuador*. Ibarra, EC: INIAP/CIP, 2015. Available at: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3061> (Accessed: 18 May 2025).
- Vargas-Abasolo, R., Rivera, J.D., Almaraz-Valle, V.M., Mejia-Mandujano, M., Aguilar-Mandujano, L. and Córdoba-Aguilar, A. (2023) 'Thinking Green: Insecticidal Effect of Biorational Solutions Against *Triatoma Pallidipennis* Stal (Hemiptera: Triatominae)'. Rochester, NY: Social Science Research Network. Available at: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4628388>.
- Varón de Agudelo, F., Rodríguez Chalarca, J., Villalobos-Saa, J.C. and Parody-Restrepo, J. (2022) *Manual de enfermedades y plagas del maíz*. Advanta Seed International. Available at: <https://hdl.handle.net/10568/119166> (Accessed: 8 April 2025).
- Viera-Arroyo, W.F., Tello-Torres, C.M., Martínez-Salinas, A.A., Navia-Santillán, D.F., Medina-Rivera, L.A., Delgado-Párraga, A.G., Perdomo-Quispe, C.E., Pincay-Verdezoto, A.K., Báez-Cevallos, F.J., Vásquez-Castillo, W.A. and Jackson, T. (2020) 'Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador', *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), pp. 128–149.
- Vivas-Carmona, L.E. (2017) 'El Manejo Integrado de Plagas (MIP): Perspectivas e importancia de su impacto en nuestra región', *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(2), pp. 67–69.
- Zhang, X. and Wang, G. (2024) 'Role of Biopesticides in Integrated Pest Management for Maize', *Molecular Entomology*, 15(0). Available at: <https://emtoscipublisher.com/index.php/me/article/view/3819> (Accessed: 19 May 2025).