

**Caolín en el Control de Plagas Agrícolas: Un Estudio Bibliométrico Global de Tendencias, Colaboraciones y Aplicaciones en la Agricultura Sostenible**

**Kaolin in Agricultural Pest Control: A Global Bibliometric Study of Trends, Collaborations and Applications in Sustainable Agriculture**

**Caulim no controle de pragas agrícolas: um estudo bibliométrico global de tendências, colaborações e aplicações na agricultura sustentável**

Herrera-Feijoo, Robinson J.  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
[rherreraf2@uteq.edu.ec](mailto:rherreraf2@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-3205-2350>



Vélez-Ruiz, Mayra Carolina  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
[mvelez@uteq.edu.ec](mailto:mvelez@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-4407-2965>



 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v4/n2/233>

**Como citar:**

*Herrera-Feijoo, R. J. & Vélez, M. (2023). Caolín en el Control de Plagas Agrícolas: Un Estudio Bibliométrico Global de Tendencias, Colaboraciones y Aplicaciones en la Agricultura Sostenible, 4(2), 88-114.*

**Recibido:** 01/12/2023

**Aceptado:** 25/12/2023

**Publicado:** 31/12/2023

## Resumen

El caolín ha emergido como una herramienta vital en la gestión sostenible de plagas, destacando por su contribución a prácticas agrícolas menos dependientes de insecticidas sintéticos. A través de un análisis bibliométrico, empleando la extensa base de datos de Scopus y seleccionando términos como 'caolín', 'kaolin', 'pests', e 'insects', esta investigación ha cuantificado y evaluado la extensión de la literatura sobre el caolín. Mediante el paquete 'bibliometrix' en R, se realizó un análisis detallado que incluyó la tendencia de la producción científica por año, la procedencia geográfica de los autores, la frecuencia de las palabras clave, las redes de colaboración, los documentos más citados y las revistas de mayor impacto en este campo. Los hallazgos indican un creciente volumen de investigaciones y un amplio entramado de cooperación internacional, con Estados Unidos, Italia y España a la vanguardia de las publicaciones. Se confirmó que el caolín es eficaz en una gama diversa de cultivos y contra múltiples plagas, causantes de importantes pérdidas económicas. Las conclusiones de este estudio subrayan el potencial del caolín para fortalecer la resiliencia de la agricultura global, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y promoviendo la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental.

**Palabras claves:** Polvo, Entomología, Pesticidas, Bibliometría, Agroecología.

## Abstract

Kaolin has emerged as an important tool in the sustainable management of pests, contributing to agricultural practices that are less dependent on synthetic insecticides. Through a bibliometric analysis, using the extensive Scopus database and selecting terms such as 'kaolin', 'kaolins', 'pests' and 'insects', this research has quantified and evaluated the extent of the literature on kaolin. Using the 'bibliometrix' package in R, a detailed analysis was carried out, including the trend of scientific output by year, geographical origin of authors, keyword frequency, collaborative networks, most cited papers and highest impact journals in the field. The results show a growing volume of research and a broad network of international collaboration, with the United States, Italy and Spain at the forefront of publications. Kaolin was confirmed to be effective on a wide range of crops and against a variety of pests, which cause significant economic losses. The results of this study underline the potential of kaolin to strengthen the resilience of global agriculture, in line with the Sustainable Development Goals, promoting food security and environmental sustainability.

**Keywords:** Dust, Entomology, Pesticides, Bibliometrics, Agroecology.

## Resumo

O caulim surgiu como uma ferramenta vital no manejo sustentável de pragas, com sua contribuição para práticas agrícolas menos dependentes de inseticidas sintéticos. Por meio de uma análise bibliométrica, usando o extenso banco de dados Scopus e selecionando termos como 'kaolin', 'kaolin', 'pests' e 'insects', esta pesquisa quantificou e avaliou a extensão da literatura sobre o caulim. Usando o pacote 'bibliometrix' no R, foi realizada uma análise detalhada, incluindo a tendência da produção científica por ano, a origem geográfica dos autores, a frequência de palavras-chave, as redes de colaboração, os artigos mais citados e as revistas de maior impacto na área. Os resultados indicam um volume crescente de pesquisas e uma ampla rede de cooperação internacional, com os Estados Unidos, a Itália e a Espanha na vanguarda das publicações. Foi confirmado que o caulim é eficaz em uma ampla gama de

culturas e contra várias pragas, responsáveis de importantes perdas económicas. As descobertas desse estudo destacam o potencial do caulim para fortalecer a resiliência da agricultura global, alinhando-se com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e promovendo a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental.

**Palavras-chave:** Pó, Entomologia, Pesticidas, Bibliometria, Agroecologia.

## **Introducción**

La agricultura moderna enfrenta desafíos significativos en la gestión sostenible de plagas, siendo crucial la búsqueda de alternativas eficientes que contribuyan a la soberanía alimentaria (Dara, 2019; Singh et al., 2020; Souto et al., 2021). El control de plagas es esencial para asegurar la producción agrícola y, por ende, la disponibilidad de alimentos a nivel global (Pérez Vázquez et al., 2018). En este contexto, es necesario la búsqueda de alternativas para el control de plagas que permitan la reducción del uso de insecticidas altamente tóxicos los cuales generan riesgos en la salud humana, en el funcionamiento del ecosistema y los servicios que proporcionan (Chagnon et al., 2015; Thompson et al., 2020).

El caolín es un tipo de arcilla multifuncional y respetuoso con el medio ambiente. Su capacidad para formar una película protectora sobre las plantas no solo ayuda en el control de insectos y enfermedades, sino que también actúa sobre la fisiología de la planta mejorando procesos de la fotosíntesis y reduciendo el estrés térmico en las plantas (Cantore et al., 2009). El caolín, ha demostrado ser efectivo en el control de diversas plagas agrícolas como áfidos, chinches de encaje, moscas de la fruta, trips, psílidos, moscas blancas y saltahojas, proporcionando una alternativa menos dañina en comparación con los pesticidas químicos tradicionales (Glenn et al., 1999; Kuhar et al., 2019).

Para consolidar la información del uso de caolín dentro de un marco de gestión integrada de plagas, es crucial comprender la trayectoria y el impacto de la investigación en este campo. La bibliometría, como herramienta de análisis, permite realizar una retrospectiva histórica y evaluar los avances recientes en cualquier campo de estudio (Torres et al., 2023).

En el ámbito del control de plagas utilizando caolín, un análisis bibliométrico puede revelar tendencias, patrones y brechas en la investigación, facilitando la identificación de direcciones futuras para estudios adicionales (Donthu et al., 2021).

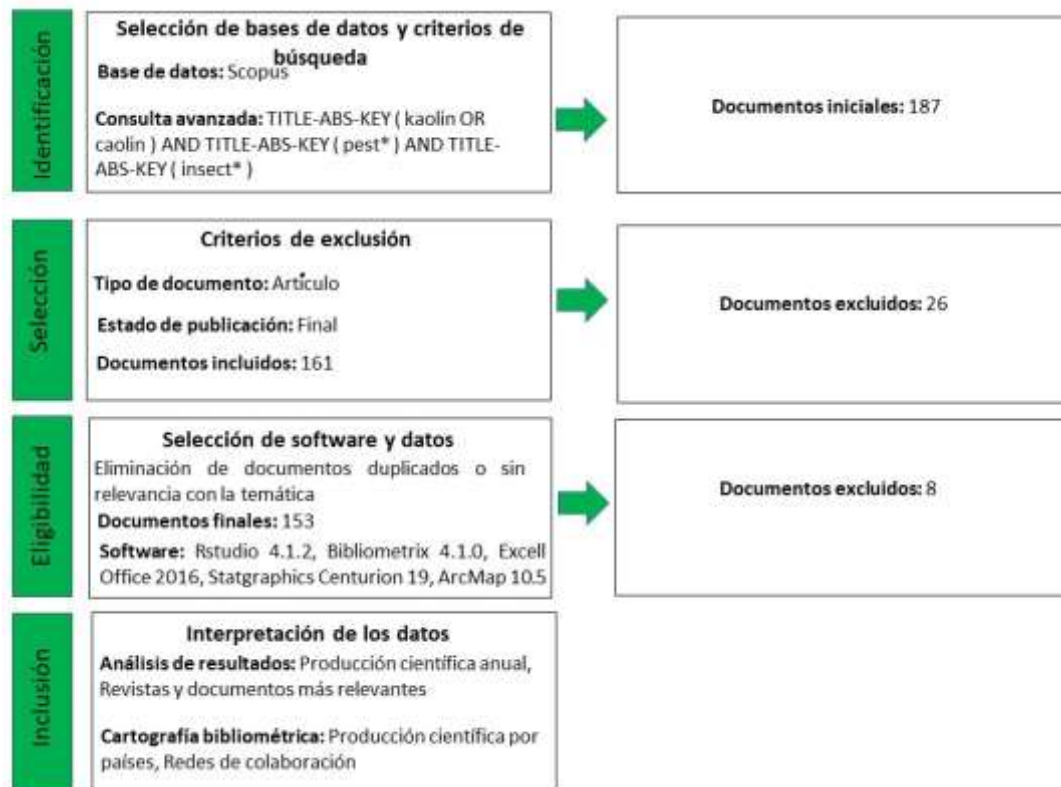
En este artículo, es presentado un análisis bibliométrico exhaustivo para comprender la trayectoria de la investigación sobre el uso del caolín en el control de plagas. Este análisis no solo destaca la creciente popularidad de esta alternativa, sino también de sus aplicaciones prácticas y la eficacia que posee, proporcionando una visión integral de su potencial en la mejora de la soberanía alimentaria.

### **Metodología**

Se llevó a cabo un análisis bibliométrico siguiendo la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), la cual se caracteriza por proporcionar un enfoque eficaz, eficiente y transparente en la evaluación de los documentos científicos recopilados (Page et al., 2021). En este contexto, este estudio fue dividido en cuatro etapas con el propósito de implementar un análisis óptimo de la producción científica a nivel global (ver Figura 1): (1) selección de bases de datos y criterios de búsqueda; (2) aplicación de criterios de exclusión; (3) elección de software y recolección de datos; y (4) interpretación de los datos obtenidos.

**Figura 1**

Diagrama basado en la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), que representa las cuatro fases de la metodología de investigación bibliométrica



**Nota:** Autores (2023)

### Selección de bases de datos y criterios de búsqueda

El éxito de un análisis bibliométrico se sustenta en la recopilación de información científica a partir de datos de investigación académica exhaustivos y confiables (Saltelli et al., 2008). En el ámbito académico, dos de las bases de datos científicas más ampliamente utilizadas y accesibles en las últimas décadas son Web of Science (WOS) y Scopus (Pranckutė, 2021). Scopus, establecida en 2004 bajo la supervisión de Elsevier Science, se destaca actualmente como una de las bases de datos científicas más preeminentes (Zhu & Liu, 2020). Su reconocimiento se basa en su capacidad para abarcar una amplia gama de disciplinas y proporcionar información científica que se puede analizar posteriormente mediante

herramientas bibliométricas (Baas et al., 2020; Singh et al., 2021). A diferencia de WOS, que ofrece servicios comparables, Scopus sobresale al proporcionar una cobertura más amplia de diversas disciplinas académicas (Thelwall, 2018). Además, Scopus entrega detalles adicionales, como la afiliación del autor, información sobre las revistas, palabras clave e índices de calidad de la producción científica, como el Scimago Journal Rank (SJR) (Baas et al., 2020; Pranckutė, 2021). Por lo tanto, en este estudio, se optó por emplear Scopus para crear una base de datos que incluyera el mayor número posible de documentos relacionados al tema de búsqueda.

Realizamos la búsqueda y recopilación de documentos en Scopus en septiembre de 2023, utilizando información de títulos, resúmenes y palabras clave. Para realizar este proceso, utilizamos la siguiente sintaxis con la configuración de búsqueda avanzada en la base de datos científica Scopus: (TITLE-ABS-KEY (kaolin OR caolin) AND TITLE-ABS-KEY (pest\*) AND TITLE-ABS-KEY (insect\*)). La búsqueda arrojó 187 documentos.

### **Criterios de exclusión**

Inicialmente, se consideró la selección de documentos basada en su tipología, enfocándose exclusivamente en aquellos documentos científicos clasificados como artículos científicos. Además, para fines del análisis, fue colocada especial atención a documentos que ya habían superado exitosamente el proceso de revisión por pares y que habían sido publicados, es decir, documentos que ostentaban el estatus de publicación definitiva. En virtud de estos criterios, fueron excluidos un total de 34 documentos, lo que resultó en una colección final de 153 documentos seleccionados para su análisis.

### **Selección de software y datos**

En la presente revisión bibliográfica, se emplearon cuatro aplicaciones de software con el propósito de analizar y procesar la información científica acumulada. Estas herramientas informáticas se describen a continuación:

**RStudio 4.1.2:** Se utilizó RStudio en su versión 4.1.2, una plataforma de código abierto que se destaca por su capacidad para el análisis y procesamiento de grandes conjuntos de datos (big data). Este software facilitó la manipulación y exploración de la información recopilada.

**Bibliometrix 4.1.0:** En este estudio, se empleó el paquete Bibliometrix en su versión 4.1.0, diseñado específicamente para el entorno R (Aria & Cuccurullo, 2017). Bibliometrix es una herramienta de vanguardia que posibilita la extracción de índices bibliométricos a partir de conjuntos bibliográficos diversos obtenidos de bases de datos científicas. Su funcionalidad se extiende a la realización de análisis bibliométricos detallados, teniendo en cuenta una amplia gama de atributos presentes en artículos científicos.

**Microsoft Excel Office 16:** Microsoft Excel Office 16, una aplicación ampliamente utilizada en el análisis y la interpretación de datos. Se empleó para gestionar información extensa provenientes de bases de datos científicas. La capacidad de manejo de datos de la aplicación permitió una gestión eficiente de la información bibliométrica.

**ArcMap 10.5:** Para el diseño y la interpretación de datos geográficos, se recurrió a la aplicación ArcMap en su versión 10.5. Esta herramienta permitió la representación cartográfica de las contribuciones por país y la visualización de las redes de colaboración a nivel global, consolidando así la dimensión geográfica de este estudio.

Una vez que se obtuvieron los datos de la base Scopus, se procedió a exportarlos en formatos CSV y BibTex. El formato BibTex se caracteriza por incluir información bibliográfica detallada, citas, resúmenes, palabras clave y referencias. Por otro lado, el formato CSV se utilizó en una hoja de cálculo de Microsoft Excel Office 16.

### **Interpretación de datos**

#### **Análisis del rendimiento**

En una primera etapa, se empleó el formato de archivo BibTex en conjunto con el paquete Bibliometrix 4.1.0, operando dentro del entorno Rstudio (Aria & Cuccurullo, 2017).

Este enfoque permitió la adquisición y manipulación de datos bibliométricos fundamentales. A continuación, se procedió a recopilar datos sobre la producción científica anual, incluyendo la cantidad de documentos publicados y las citas obtenidas por año. Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de las revistas científicas que presentaron una mayor cantidad de artículos publicados. Con el propósito de enriquecer el análisis, se tomaron en consideración diversas características de las revistas científicas, tales como el nombre de la publicación, el país de origen, la editorial correspondiente, el índice SJR (Scimago Journal Rank) para el año 2021 y su cuartil de relevancia. Subsecuentemente, se procedió a la identificación de los artículos científicos más sobresalientes de las últimas décadas relacionados con la temática en cuestión. Como resultado de este proceso, se elaboró un ranking que incluyó información detallada, como los nombres de los autores, el título del artículo, el nombre de la revista y el número de citas acumuladas por cada artículo seleccionado.

### **Cartografía Bibliométrica:**

Para llevar a cabo la cartografía bibliométrica, se recopilaron datos relativos a la producción científica a nivel de país, determinada a través del país de afiliación de cada autor, según lo revelado por el análisis realizado mediante Bibliometrix. Los datos obtenidos se sometieron a un proceso de procesamiento mediante el software ArcMap en su versión 10.5, permitiendo la creación de representaciones cartográficas geoespaciales. Con el objetivo de efectuar un análisis global, se exploraron las colaboraciones entre autores procedentes de distintos países, para así determinar la frecuencia de dichas colaboraciones en el ámbito científico. La visualización de esta información se materializó a través de un mapa de red de frecuencias, implementado en la interfaz gráfica de usuario de Bibliometrix.



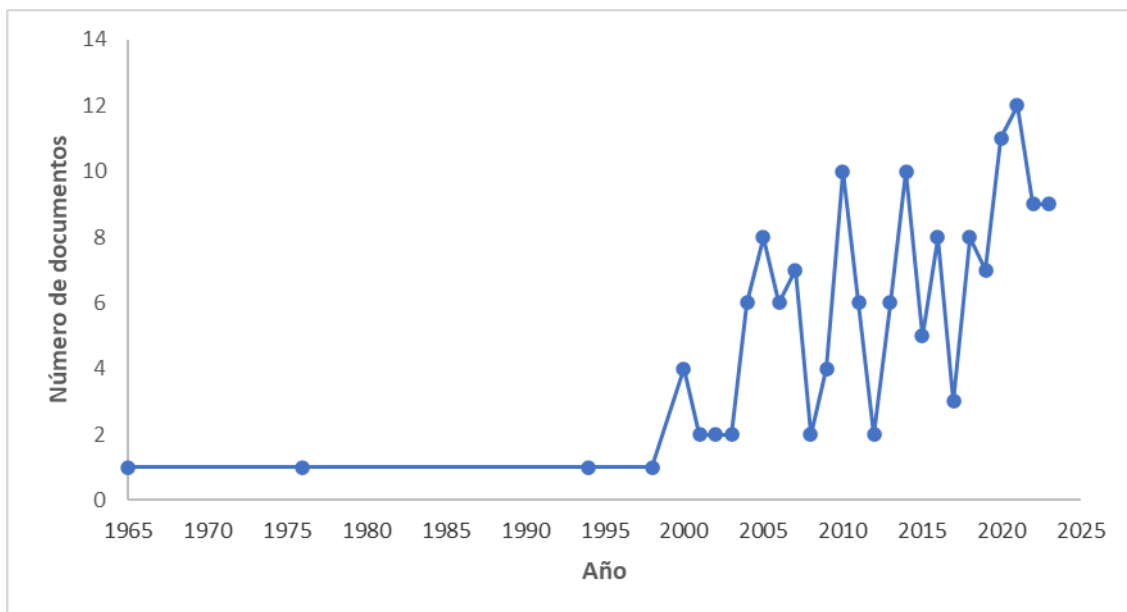
## Resultados

### Evolución de la producción científica

Las publicaciones científicas centradas en el uso de caolín a nivel global comprenden 153 artículos durante los últimos 58 años (1965-2023) (Figura 2). Inicialmente los estudios sobre el tema fueron escasos; sin embargo, con el tiempo, el mundo académico aumentó su interés por el tema. Este interés se evidencia en 2010, cuando se inició el 97,4% de las investigaciones sobre el tema. Para fines de análisis, la producción científica se dividió en tres períodos de tiempo: Período I (1965- 1996), Período II (1997-2010) y Período III (2011-2023). Esta división por décadas facilita la comprensión del campo de desarrollo del estudio (Donthu et al., 2021).

### Figura 2

*Evolución de las publicaciones científicas desde 1965 al 2023 sobre el uso de caolín en el control de plagas*



*Nota:* Autores (2023)

### Período I (1965- 1996)

Los primeros quince años del período de estudio marcaron el comienzo de la producción científica en este campo, con un total de 3 publicaciones, lo que representa el 2% del total de artículos analizados. Durante este intervalo, se destacaron investigaciones como la de Swamiappan et al. (1976), que evaluaron el efecto de la arcilla caolinítica activada en insectos plaga de granos almacenados. Este estudio reveló que el tratamiento de la arcilla caolinítica activada con ácidos y calor resultó en una mortalidad del 100% en plagas como *Tribolium castaneum*, *Rhizopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* y *Callosobruchus chinensis* en un lapso de 24 horas utilizando dosis de 10 mg/caja petri.

Por otro lado, un estudio pionero realizado por Giles (1965), se centró en los insectos que infestan el sorgo almacenado en el norte de Nigeria. Los hallazgos de Giles indicaron que las formulaciones de malatión al 0,5% en caolín mostraron una estabilidad reducida. Este conjunto de investigaciones iniciales sienta las bases para comprender el alcance y la eficacia del caolín en el control de diferentes plagas, especialmente en contextos de plagas de granos almacenados.

### Período III (1997-2010)

Durante este período, se evidenció un incremento en la producción científica, con 54 publicaciones que representan el 35,3% del total de contribuciones analizadas. Este intervalo se caracterizó por estudios que evaluaron los efectos del caolín en diferentes etapas de desarrollo del enrollador de hojas oblicuas (*Choristoneura rosaceana*) así como sus efectos fisiológicos y comportamentales (Knight et al., 2000). Asimismo, Saour & Makee (2004), investigaron su eficacia en el control de las infestaciones de campo de la mosca del olivo (*Bactrocera oleae*) en el noroeste de Siria. Los autores Pascual et al. (2010), destacaron en sus estudios los beneficios de la aplicación de caolín contra plagas como *B. oleae* y la cochinilla negra del olivo (*Saissetia oleae*). Por otro lado, Mazor & Erez (2004), se enfocaron en ensayos

tanto de laboratorio como de campo, empleando el caolín procesado 'Surround WP' en nectarinas, manzanas y caquis, demostrando su eficacia en la protección contra las infestaciones de la mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitis capitata*). Adicionalmente, Lalancette et al. (2005), extendieron el espectro de investigación al explorar el uso de caolín en el control de plagas como la polilla oriental de la fruta (*Grapholita molesta*), el curculionido de la ciruela (*Conotrachelus nenuphar*), el escarabajo japonés (*Popillia japonica*), y varias especies de chinches como *Lygus lineolaris*, *Acrosternum hilare*, *Euschistus servus* y *E. tristigmus* en árboles de durazno (*Prunus persica*).

#### Período III (2011-2022)

En este período, se registraron un total de 96 publicaciones científicas, lo que representa el 62,7% del total de estudios analizados. Esta fase de investigación se caracterizó por una diversidad de enfoques y aplicaciones del caolín en el control de plagas. Entre los estudios notables, se encuentran los desarrollados por Peng et al. (2011), quienes examinaron la repelencia de las partículas de caolín contra el psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*) en tomate, tanto en condiciones de laboratorio como de campo. De forma similar, Silva & Ramalho (2013), se enfocaron en la protección conferida por la aspersion foliar de arcilla de caolín en plantas de algodón contra el daño del picudo del algodón (*Anthonomus grandis*).

Por otra parte, Butler et al. (2011), investigaron los efectos de diferentes productos insecticidas como imidacloprid y caolín sobre el comportamiento de adultos de *Bactericera cockerelli*. Mientras tanto, Campolo et al. (2014), exploraron los efectos del caolín y la tierra de diatomeas, aplicados solos y en combinación con aceite esencial de cáscara de naranja dulce (*Citrus sinensis*), contra poblaciones de *Rhyzopertha dominica*. Chaieb et al. (2018), estudiaron la composición química y la actividad insecticida de los aceites esenciales de cáscara de naranja amarga, así como la eficacia de una formulación a base de caolín en cuatro especies de pulgones (*Acyrtosiphon pisum*; *Rhopalosiphum padi*, *Aphis fabae* y *Macrosiphum euphorbiae*).

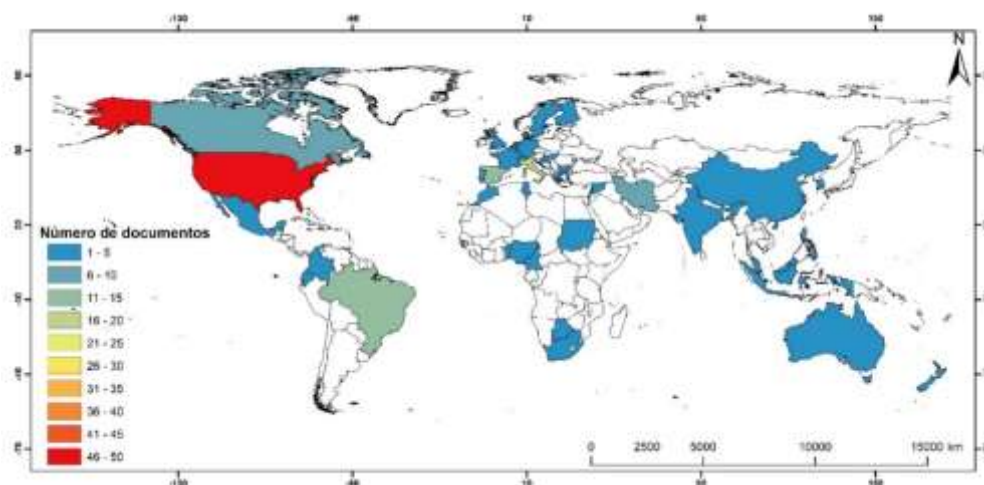
En este mismo contexto, Lee et al. (2014), evaluaron el impacto de los insecticidas orgánicos en la supervivencia y movilidad del chinche marrón *Halyomorpha halys* en condiciones de laboratorio. Finalmente, Bengochea et al. (2013), investigaron los efectos letales y subletales de las arcillas de caolín sobre cuatro enemigos naturales encontrados en los olivares: *Anthocoris nemoralis*, *Chelonus inanitus*, *Chilocorus nigritus* y *Scutellysta cyanea* y dos especies plaga *Bactrocera oleae* y *Prays oleae*.

### Distribución de publicaciones por países

La Figura 3, muestra un mapa de los aportes científicos mundiales en los últimos 58 años en temas relacionados con el uso de caolín en el control de plagas. La gama de colores utilizada en el mapa diferencia el número de artículos científicos de cada país, países marcados en blanco reportaron cero publicaciones. Los diez países principales con mayor cantidad de aportes científicos incluyen tres países de América (Estados Unidos, Canadá y Brasil), tres países asiáticos (China, India e Irán), cuatro países europeos (España, Italia, Suiza y Reino Unido) y un país de Oceanía (Nueva Zelanda). El país con mayor número de publicaciones fue Estados Unidos con 49 documentos, Italia ocupa el segundo lugar con 16 y España se sitúa en el tercer lugar con 14 contribuciones científicas.

### Figura 3

Distribución de publicaciones relacionadas al uso de caolín en el control de plagas por países



**Nota:** Autores (2023)

En Estados Unidos, las contribuciones científicas han sido notables en términos de evaluar la eficacia del caolín en el control de plagas. Inicialmente, Albacete et al. (2023), se enfocaron en verificar la eficacia de las partículas de arcilla como agente de recubrimiento en mazorcas de cacao y como portador del entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* para controlar el mórdo del cacao (*Helopeltis bakeri*). Por otro lado, Nottingham et al. (2022), implementaron programas de manejo integrado de plagas para el psílido del peral (*Cacopsylla pyricola*), utilizando arcilla de caolín y mantillo plástico reflectante. De forma similar, Pierre et al. (2021), demostraron que el caolín teñido de blanco y rojo puede reducir las poblaciones del psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*), retrasando la infección de la enfermedad conocida como enverdecimiento de los cítricos causada por la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* y fomentando el crecimiento de los cítricos. De igual manera, Werle et al. (2017), integraron la arcilla de caolín en el manejo del escarabajo ambrosía en el cultivo ornamental de *Cercis canadensis*. Mientras tanto, Amalin et al. (2015), evaluaron la efectividad de la película de partículas de arcilla de caolín en el manejo de *Helopeltis collaris*, una plaga significativa del cacao. Finalmente, Tyler-Julian et al. (2014), investigaron el uso de caolín mediante la evaluación de una estrategia push-pull para el manejo de *Frankliniella bispinosa* en pimiento morrón.

En lo que respecta a Italia, los investigadores han mostrado un enfoque notable en el uso del caolín en el control de plagas. Inicialmente, Salerno et al. (2021), realizaron estudios comparativos sobre la reducción en la capacidad de adhesión de *Nezara viridula* a superficies de vidrio tratados con nanopartículas de caolín, zeolita y carbonato de calcio. Tirello et al. (2021), se enfocaron en el uso de caolín para el control del saltahoja americano (*Erasmoneura vulnerata*) en viñedos europeos. El estudio mostró que el caolín puede ser considerado como alternativa a los insecticidas piretroides. Por otro lado, Palma et al. (2020), investigaron los efectos del caolín sobre los parámetros fisiológicos, nutricionales y nutraceuticos, así como en

las infestaciones por *Ceratitis capitata* en duraznos, tanto en la cosecha y después del almacenamiento. En otro estudio realizado por Salerno et al. (2020), estudiaron el efecto del nanopolvo de caolín sobre la capacidad de fijación de insectos. Mientras tanto, Tacoli et al. (2019), analizaron la eficacia y el modo de acción del caolín, especialmente en su interacción con el deshoje en la zona del racimo, contra *Lobesia botrana* en viñedos. D’Aquino et al. (2011), evaluaron los efectos del caolín en el control de infestaciones y pudriciones poscosecha de *Ceratitis capitata* en cítricos y frutas de hueso. Adicionalmente, Lo Verde et al. (2011), se enfocaron en evaluar la efectividad del caolín arcilloso en laboratorio y en campo para reducir el daño causado por *Ophelimus maskelli* en plántulas de eucalipto. Finalmente, Reitz et al. (2008), determinaron los efectos de aceites esenciales de plantas y películas de partículas a base de caolín en la incidencia de la marchitez manchada del tomate y la dinámica poblacional de *Frankliniella* spp.

En relación con España, la investigación en el campo del caolín ha mostrado una clara concentración en la citricultura. Inicialmente, Eduardo et al. (2023), abordaron la aplicación de caolín procesado en cultivos de cítricos como repelente contra *Diaphorina citri*. Por otra parte, Hernández-Suárez et al. (2023), compararon la eficacia de siete insecticidas biorracionales en el manejo del psílido africano de los cítricos (*Trioza erytreae*) en la citricultura orgánica europea. Los autores Oliveira et al. (2022), se enfocaron en el efecto del caolín sobre el comportamiento de aterrizaje, asentamiento y alimentación de *Trioza erytreae* en plantas de limón. Mientras tanto, Lago et al. (2022), analizaron los efectos letales y subletales de seis productos comerciales, incluido el caolín, en *Philaenus spumarius*. Dáder et al. (2019), examinaron diversos insecticidas contra ninfas de *P. spumarius* en condiciones de laboratorio y de invernadero. Sánchez-Ramos et al. (2017), descubrieron que la aplicación de caolín y sales potásicas de ácidos grasos combinadas con aceite esencial de tomillo redujo la abundancia de *Monsteira uncostata* en almendros. Por otro lado, Pérez-Guerrero & Molina (2016), probaron

formulaciones de azufre en polvo y caolín en arándanos. Finalmente, Marcotegui et al. (2015) y Sánchez-Ramos et al. (2014), evaluaron la eficacia del caolín y otros compuestos en el control de *Monosteira unicastata* y otras plagas.

### **Revistas con mayor número de publicaciones**

La Tabla 1, muestra los índices de desempeño y calidad de las diez revistas líderes con mayor número de artículos que colaboraron para generar conocimiento relacionado al uso de caolín en plagas. Estas revistas contienen 76 de las 153 publicaciones analizadas, lo que representa el 49,7% de la producción científica.

La revista Journal Of Economic Entomology se destaca como líder en publicaciones científicas relacionadas con el uso de caolín en el control de plagas, con 17 artículos que representan el 11,1% del total de trabajos publicados. Esta revista posee un índice SJR de 0,7 y se clasifica en el Q1 según la última evaluación de 2022. Inicialmente, el artículo más relevante de esta revista fue publicado por Unruh et al. (2000), citado 95 veces en la literatura científica. Esta investigación se centró en evaluar los efectos de tres formulaciones de películas de partículas que incluyen caolín y adyuvantes en larvas neonatas, hembras adultas que ponen huevos y huevos de la polilla de la manzana (*Cydia pomonella*). Uno de los hallazgos clave fue que las tasas de infestación de frutas se redujeron significativamente en árboles tratados con película de partículas en comparación con los no tratados, tanto para la primera como para la segunda generación de la polilla de la manzana, esto en pruebas de campo en huertos de manzanos y perales. Entre las recomendaciones del estudio, se sugiere el uso de caolín como un método de control complementario prometedor en huertos con alta densidad de polillas.

Por otro lado, Pest Management Science ocupa el segundo lugar con 11 artículos y un índice SJR de 1,02, situándose también en el Q1. Su investigación más citada (41 citas) fue realizada por Peng et al. (2011), quienes evaluaron la repelencia de la película de partículas de caolín en adultos de *Bactericera cockerelli* en plantas de tomate. Los resultados indicaron que,

en condiciones de campo, se encontraron menos adultos, huevos y ninfas en las plantas tratadas con película de partículas de caolín que en las tratadas con agua, sugiriendo que este tratamiento puede ser una alternativa útil para el manejo de psílidos de la papa.

Finalmente, Crop Protection se posiciona como la tercera revista con mayor producción científica en este campo, con 11 artículos publicados, un índice SJR de 0,71 y una clasificación en el Q1. Una de sus contribuciones más relevantes fue la de Mazor & Erez (2004), con 68 citas, centrada en evaluar el caolín procesado 'Surround WP' en nectarinas, manzanas y caquis contra las infestaciones de la mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitis capitata*).

### Tabla 1

*Revistas destacadas con mayor número de contribuciones científicas relacionadas al uso de caolín en plagas*

Revista	Editorial	País	SJR	Cuartil	Número de documentos
Journal Of Economic Entomology	Oxford University Press	Reino Unido	0,7	Q1	17
Pest Management Science	Wiley	Reino Unido	1,02	Q1	11
Crop Protection	Elsevier	Reino Unido	0,71	Q1	11
Journal of Applied Entomology	Wiley	Reino Unido	0,57	Q2	10
Journal Of Pest Science	Springer	Alemania	1,31	Q1	6
Insects	MDPI	Suiza	0,79	Q1	6
Hortscience	American Society for Horticultural Science	Estados Unidos	0,44	Q2	5
International Journal Of Pest Management	Taylor and Francis	Reino Unido	0,36	Q2	4
Journal Of Stored Products Research	Elsevier	Reino Unido	0,72	Q1	3
Florida Entomologist	Florida Entomological Society	Estados Unidos	0,34	Q3	3

*Nota:* Autores (2023)



### Los 10 documentos citados con más frecuencia

Para destacar los temas de mayor interés en el ámbito global, identificamos las publicaciones más citadas en el uso de caolín, abarcando un total de 153 documentos con 2863 citaciones. La Tabla 2, ilustra los 10 artículos más citados, acumulando 743 citas, lo que representa el 25,95% del total de citaciones. Entre los documentos analizados, los más antiguos datan del año 2000, siendo publicados por Puterka et al. (2000) y Knight et al. (2000).

En relación al estudio de Puterka et al. (2000), se comparó la eficacia de las aplicaciones de caolín en polvo y líquido, así como de películas de partículas hidrofóbicas e hidrofílicas, en el control de plagas clave de la pera. Los autores, Knight et al. (2000), se centraron en evaluar los efectos de la formulación de película de partículas a base de caolín M96-018 en adultos, huevos y larvas del enrollador de hojas oblicuas (*Choristoneura rosaceana*).

Por otra parte, los artículos más recientes y citados incluyen investigaciones de Glenn (2012), Pascual et al. (2010) y Wise et al. (2010). Glenn (2012), se enfocó en los mecanismos de mitigación del estrés de las plantas a través de películas de partículas a base de caolín, aplicadas en cultivos hortícolas y agrícolas. De manera similar, Pascual et al. (2010), se propusieron evaluar la eficacia de un producto a base de caolín (Surround WP) en el control de *B. oleae*, la cochinilla negra del olivo y el psílido del olivo. Por otro lado, Wise et al. (2010), centraron su investigación en analizar cómo el tipo de pulverizador y el volumen de agua afectan la deposición de pesticidas y el control de plagas y enfermedades en uvas destinadas a la producción de jugo. Estos estudios más recientes ofrecen una visión ampliada sobre las aplicaciones innovadoras y efectivas del caolín en diversos contextos agrícolas, reflejando la evolución continua y la relevancia del caolín en la investigación científica contemporánea en el control de plagas.

**Tabla 2**

*Lista de artículos científicos más citados en los últimos 58 años (1965-2023) en relación al uso de caolín en plagas*

<b>Autores</b>	<b>Título del artículo</b>	<b>Revista</b>	<b>Número de citas</b>
(Puterka et al., 2000)	Progress toward liquid formulations of particle films for insect and disease control in pear	Environmental Entomology	145
(Unruh et al., 2000)	Particle films for suppression of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and pear orchards	Journal of Economic Entomology	95
(Knight et al., 2000)	Effects of a kaolin-based particle film on obliquebanded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae)	Journal of Economic Entomology	90
(Saour & Makee, 2004)	A kaolin-based particle film for suppression of the olive fruit fly <i>Bactrocera oleae</i> Gmelin (Dip., Tephritidae) in olive groves	Journal of Applied Entomology	82
(Pascual et al., 2010)	Effects of processed kaolin on pests and non-target arthropods in a Spanish olive grove	Journal of Pest Science	70
(Mazor & Erez, 2004)	Processed kaolin protects fruits from Mediterranean fruit fly infestations	Crop Protection	68
(Michael Glenn, 2012)	The mechanisms of plant stress mitigation by kaolin-based particle films and applications in horticultural and agricultural crops	HortScience	57
(Lapointe, 2000)	Particle film deters oviposition by <i>Diaprepes abbreviatus</i> (Coleoptera: Curculionidae)	Journal of Economic Entomology	55
(Peng et al., 2011)	Repellency of a kaolin particle film to potato psyllid, <i>Bactericera cockerelli</i> (Hemiptera: Psyllidae), on tomato under laboratory and field conditions	Pest Management Science	41
(Karagounis et al., 2006)	Organic farming-compatible insecticides against the aphid <i>Myzus persicae</i> (Sulzer) in peach orchards	Journal of Applied Entomology	40

**Nota:** Autores (2023)

### **Términos relevantes usadas como palabras claves**

En la Figura 4, se aprecia la representación de una nube de 250 palabras clave, donde el número de veces que una palabra clave aparece en las publicaciones con su tamaño proporcional en la nube. La nube de palabras clave emergente de nuestro análisis bibliométrico destaca 'kaolin' como la palabra más prominente, registrando 127 menciones, lo que subraya su relevancia como foco principal de la investigación. 'Pest control' y 'insect control', con 41 y 38 frecuencias respectivamente, reflejan el enfoque crítico del caolín en estrategias de manejo de plagas. Las palabras 'Hemiptera' y 'hexapoda', ambas con 40 menciones, indican un interés específico en el estudio del caolín relacionado con estas dos grandes categorías de artrópodos. 'Insecticide', mencionado 36 veces, subraya la importancia del caolín como una alternativa potencial o complemento a los métodos de control químico. La presencia de 'larva' y 'female', con 25 y 21 apariciones, respectivamente, sugiere una atención particular en las etapas de desarrollo y los individuos reproductores dentro del ciclo de vida de las plagas. 'Adsorption', con 19 menciones, resalta el papel del caolín en la adhesión a superficies, un mecanismo clave en su función como barrera contra las plagas. Finalmente, 'physiology', con 18 frecuencias, refleja la investigación en la influencia del caolín en la fisiología de los insectos, proporcionando perspectivas valiosas en su aplicación y efectividad.

**Figura 4**

*Palabras clave más utilizadas en investigaciones centradas en el uso de caolín en el control de plagas desde 1965-2023*



**Nota:** Autores (2023)

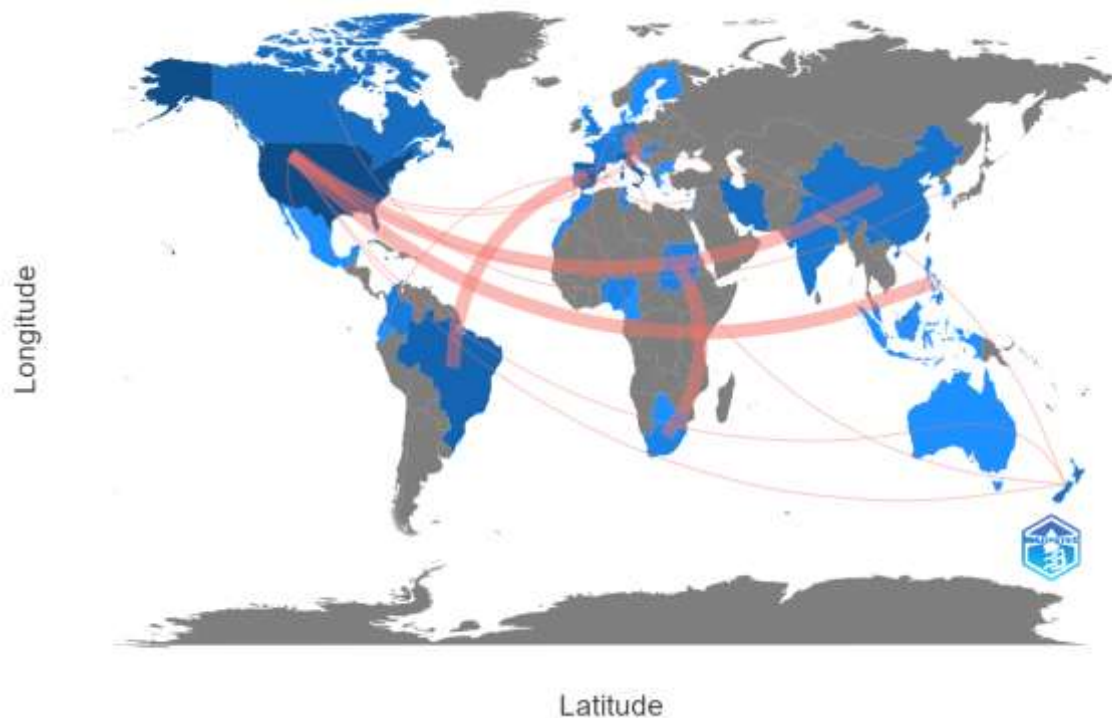
**Redes de colaboración entre países relacionados con las investigaciones enfocadas en el uso de caolín para el control de plagas.**

La figura 5, despliega un análisis de redes de colaboración entre un total de 43 países, ilustrando la estructura de la cooperación científica a nivel global. Este mapeo revela los principales nodos de colaboración y sus interconexiones, destacando las sinergias en la investigación del caolín. Se observan relaciones de coautoría que oscilan entre 1 y 2 publicaciones conjuntas, señalando la naturaleza del trabajo colaborativo en el campo. Las asociaciones más fecundas se observan entre Italia y Alemania, Sudáfrica y Sudán, España y Brasil, así como Estados Unidos con China y Filipinas, cada una reportando 2 artículos en coautoría. De manera más amplia, Estados Unidos emerge como el epicentro de las redes colaborativas, con lazos a 10 países, seguido por Italia y España, cada uno con conexiones a 4 países. Este patrón resalta el papel dominante de Estados Unidos como una potencia científica,

mientras que países como Italia y España también se perfilan como actores clave con una intensa actividad investigativa en el estudio del caolín y su aplicación en la agronomía y la gestión de plagas

### Figura 5

*Redes de colaboración entre países sobre el uso de caolín en el control de plagas durante el periodo comprendido entre 1965-2023*



*Nota:* Autores (2023)

### Conclusiones

- El propósito principal de esta investigación fue llevar a cabo un análisis bibliométrico exhaustivo para discernir la aplicación y la efectividad del caolín en el control de plagas en diversas especies agrícolas. Los hallazgos bibliométricos revelaron que el caolín ha sido estudiado ampliamente en cultivos de alto valor económico y nutricional, como los cítricos, la uva, el manzano y el tomate, mostrando un significativo impacto en la

mitigación de plagas, incluyendo la mosca mediterránea de la fruta y la polilla de la manzana. La frecuencia de términos como 'larva' y 'Hemiptera' dentro de los estudios analizados resalta el caolín como un método de control eficaz para distintas etapas de vida y órdenes de insectos. Desde una óptica económica, el análisis apunta hacia el caolín como una estrategia de control de plagas costo-eficiente, reduciendo la necesidad de insecticidas químicos.

- El caolín se presenta como un aliado potencial para agricultores, organizaciones no gubernamentales enfocadas en la sostenibilidad agrícola, y tomadores de decisiones en el ámbito de la política agropecuaria. El empleo del caolín alinea la práctica agrícola con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente aquellos relacionados con la producción y el consumo responsables. Su aplicación promueve la sostenibilidad al reducir la huella tóxica de los pesticidas y mejorar la salud de los ecosistemas agrícolas.
- Para futuras investigaciones, es crucial profundizar en el estudio de los mecanismos de acción del caolín a nivel fisiológico en las plagas y su efecto en los ciclos de vida de los insectos, abordando también el impacto a largo plazo en la salud del suelo y las plantas. La exploración de la combinación de caolín con otros métodos biológicos podría abrir nuevas vías para sistemas integrados de manejo de plagas. En términos de tendencias, la creciente necesidad de métodos de producción agrícola sostenibles y de bajo impacto ambiental probablemente elevará la demanda de soluciones como el caolín. Este panorama sugiere que el caolín no solo continuará siendo una herramienta valiosa en la protección de cultivos, sino que también será una pieza clave en la transición hacia prácticas agrícolas más verdes y sostenibles.

### **Referencias bibliográficas**

Albacete, S. C., Amalin, D. M., Carvajal, T. M., & Wise, J. C. (2023). Evaluation of Philippine-sourced clay particles as coating agents of cacao pods and carrier of entomopathogen

- against cacao pest, *Helopeltis bakeri* Poppius. *Frontiers in Agronomy*, 5. <https://doi.org/10.3389/fagro.2023.1213131>
- Amalin, D. M., Averion, L., Bihis, D., Legaspi, J. C., & David, E. F. (2015). Effectiveness of kaolin clay particle film in managing *Helopeltis collaris* (Hemiptera: Miridae), a major pest of cacao in the Philippines. *Florida Entomologist*, 98(1), 354–355. <https://doi.org/10.1653/024.098.0156>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975.
- Baas, J., Schotten, M., Plume, A., Côté, G., & Karimi, R. (2020). Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies. *Quantitative Science Studies*, 1(1), 377–386.
- Bengochea, P., Amor, F., Saelices, R., Hernando, S., Budia, F., Adán, A., & Medina, P. (2013). Kaolin and copper-based products applications: Ecotoxicology on four natural enemies. *Chemosphere*, 91(8), 1189–1195. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.01.034>
- Butler, C. D., Byrne, F. J., Keremane, M. L., Lee, R. F., & Trumble, J. T. (2011). Effects of insecticides on behavior of adult *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) and transmission of *Candidatus Liberibacter psyllaurous*. *Journal of Economic Entomology*, 104(2), 586–594. <https://doi.org/10.1603/EC10285>
- Campolo, O., Romeo, F. V., Malacrinò, A., Laudani, F., Carpinteri, G., Fabroni, S., Rapisarda, P., & Palmeri, V. (2014). Effects of inert dusts applied alone and in combination with sweet orange essential oil against *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) and wheat microbial population. *Industrial Crops and Products*, 61, 361–369. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.07.028>
- Cantore, V., Pace, B., & Albrizio, R. (2009). Kaolin-based particle film technology affects tomato physiology, yield and quality. *Environmental and Experimental Botany*, 66(2), 279–288.
- Chagnon, M., Kreutzweiser, D., Mitchell, E. A. D., Morrissey, C. A., Noome, D. A., & Van der Sluijs, J. P. (2015). Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 119–134.
- Chaieb, I., Zarrad, K., Sellam, R., Tayeb, W., Hammouda, A. B., Laarif, A., & Bouhachem, S. (2018). Chemical composition and aphicidal potential of *Citrus aurantium* peel essential oils. *Entomologia Generalis*, 37(1), 63–75. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2017/0317>
- D'Aquino, S., Cocco, A., Ortu, S., & Schirra, M. (2011). Effects of kaolin-based particle film to control *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) infestations and postharvest decay in citrus and stone fruit. *Crop Protection*, 30(8), 1079–1086. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.03.019>
- Dáder, B., Viñuela, E., Moreno, A., Plaza, M., Garzo, E., Del Estal, P., & Fereres, A. (2019). Sulfoxaflor and natural pyrethrin with piperonyl butoxide are effective alternatives to neonicotinoids against juveniles of *Philaenus spumarius*, the european vector of xylella fastidiosa. *Insects*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/insects10080225>
- Dara, S. K. (2019). The new integrated pest management paradigm for the modern age. *Journal of Integrated Pest Management*, 10(1), 12.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296.

- Eduardo, W. I., Silva, A. C., Volpe, H. X. L., Alquézar, B., Peña, L., & Miranda, M. P. (2023). Push-pull and kill strategy for *Diaphorina citri* control in citrus orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 171(4), 287–299. <https://doi.org/10.1111/eea.13273>
- Giles, P. H. (1965). Control of insects infesting stored sorghum in Northern Nigeria. *Journal of Stored Products Research*, 1(2), 145–158. [https://doi.org/10.1016/0022-474X\(65\)90015-9](https://doi.org/10.1016/0022-474X(65)90015-9)
- Glenn, D. M., Puterka, G. J., Vanderzwet, T., Byers, R. E., & Feldhake, C. (1999). Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *Journal of Economic Entomology*, 92(4), 759–771.
- Hernández-Suárez, E., Arjona-López, J. M., Rizza, R., Perera, S., Siverio, F., Hervalejo, A., & Arenas-Arenas, F. J. (2023). Comparative efficacy of seven biorational insecticides to manage African citrus psyllid (*Trioza erythrae*) in European organic citriculture. *Biological Agriculture and Horticulture*, 39(3), 194–206. <https://doi.org/10.1080/01448765.2023.2197855>
- Karagounis, C., Kourdoumbalos, A. K., Margaritopoulos, J. T., Nanos, G. D., & Tsitsipis, J. A. (2006). Organic farming-compatible insecticides against the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) in peach orchards. *Journal of Applied Entomology*, 130(3), 150–154. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2006.01048.x>
- Knight, A. L., Unruh, T. R., Christianson, B. A., Puterka, G. J., & Glenn, D. M. (2000). Effects of a kaolin-based particle film on obliquebanded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology*, 93(3), 744–749. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0034200305&partnerID=40&md5=c098d41ccc1ee8d310138f797ea5877c>
- Kuhar, T. P., Morehead, J. A., & Formella, A. J. (2019). Applications of kaolin protect fruiting vegetables from brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Entomological Science*, 54(4), 401–408.
- Lago, C., Cornara, D., Minutillo, S. A., Moreno, A., & Fereres, A. (2022). Feeding behaviour and mortality of *Philaenus spumarius* exposed to insecticides and their impact on *Xylella fastidiosa* transmission. *Pest Management Science*, 78(11), 4841–4849. <https://doi.org/10.1002/ps.7105>
- Lalancette, N., Belding, R. D., Shearer, P. W., Frecon, J. L., & Tietjen, W. H. (2005). Evaluation of hydrophobic and hydrophilic kaolin particle films for peach crop, arthropod and disease management. *Pest Management Science*, 61(1), 25–39. <https://doi.org/10.1002/ps.943>
- Lapointe, S. L. (2000). Particle film deters oviposition by *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology*, 93(5), 1459–1463. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0034294695&partnerID=40&md5=9726243836d77cb59bb8652c5daaffb0>
- Lee, D.-H., Short, B. D., Nielsen, A. L., & Leskey, T. C. (2014). Impact of organic insecticides on the survivorship and mobility of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) in the Laboratory. *Florida Entomologist*, 97(2), 414–421. <https://doi.org/10.1896/054.097.0211>
- Lo Verde, G., Rizzo, R., Barraco, G., & Lombardo, A. (2011). Effects of kaolin on *Ophelimus maskelli* (Hymenoptera: Eulophidae) in laboratory and nursery experiments. *Journal of Economic Entomology*, 104(1), 180–187. <https://doi.org/10.1603/EC10164>



- Marcotegui, A., Sánchez-Ramos, I., Pascual, S., Fernández, C. E., Cobos, G., Armendáriz, I., Cobo, A., & González-Núñez, M. (2015). Kaolin and potassium soap with thyme essential oil to control *Monosteira unicastata* and other phytophagous arthropods of almond trees in organic orchards. *Journal of Pest Science*, 88(4), 753–765. <https://doi.org/10.1007/s10340-015-0659-x>
- Mazor, M., & Erez, A. (2004). Processed kaolin protects fruits from Mediterranean fruit fly infestations. *Crop Protection*, 23(1), 47–51. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(03\)00169-8](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00169-8)
- Michael Glenn, D. (2012). The mechanisms of plant stress mitigation by kaolin-based particle films and applications in horticultural and agricultural crops. *HortScience*, 47(6), 710–711. <https://doi.org/10.21273/hortsci.47.6.710>
- Nottingham, L. B., Orpet, R. J., & Beers, E. H. (2022). Integrated Pest Management Programs for Pear Psylla, *Cacopsylla pyricola* (Förster) (Hemiptera: Psyllidae), Using Kaolin Clay and Reflective Plastic Mulch. *Journal of Economic Entomology*, 115(5), 1607–1619. <https://doi.org/10.1093/jee/toac121>
- Oliveira, D. F., Benhadi-Marín, J., Neto, J., Sanz, L., Garzo, E., Aguiar, A., Fereres, A., & Pereira, J. A. (2022). Kaolin particle films disrupt landing, settling behavior and feeding of *Trioza erytrae* on lemon plants. *Pest Management Science*, 78(11), 4753–4763. <https://doi.org/10.1002/ps.7095>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., & Brennan, S. E. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic Reviews*, 10(1), 1–11.
- Palma, A., Cicilloni, A. M., Satta, D., De Pau, L., & D'aquino, S. (2020). Effects of kaolin-based particle film on physiological, nutritional, nutraceuticals parameters and *Ceratitidis capitata* infestations in peach fruit at harvest and after storage. *Advances in Horticultural Science*, 34(1 Special Issue), 81–88. <https://doi.org/10.13128/ahsc-7669>
- Pascual, S., Cobos, G., Seris, E., & González-Núñez, M. (2010). Effects of processed kaolin on pests and non-target arthropods in a Spanish olive grove. *Journal of Pest Science*, 83(2), 121–133. <https://doi.org/10.1007/s10340-009-0278-5>
- Peng, L., Trumble, J. T., Munyaneza, J. E., & Liu, T.-X. (2011). Repellency of a kaolin particle film to potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae), on tomato under laboratory and field conditions. *Pest Management Science*, 67(7), 815–824. <https://doi.org/10.1002/ps.2118>
- Pérez Vázquez, A., Leyva Trinidad, D. A., & Gómez Merino, F. C. (2018). Desafíos y propuestas para lograr la seguridad alimentaria hacia el año 2050. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(1), 175–189.
- Pérez-Guerrero, S., & Molina, J. M. (2016). Laboratory approach to the use of sulphur and kaolin as preventive control against *Drosophila suzukii*. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14(2). <https://doi.org/10.5424/sjar/2016142-8592>
- Pierre, M. O., Salvatierra-Miranda, J., Rivera, M. J., Etxeberria, E., Gonzalez, P., & Vincent, C. I. (2021). White and red-dyed kaolin particle films reduce Asian citrus psyllid populations, delay huanglongbing infection, and increase citrus growth. *Crop Protection*, 150. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105792>
- Pranikutè, R. (2021). Web of Science (WoS) and Scopus: The titans of bibliographic information in today's academic world. *Publications*, 9(1), 12.

- Puterka, G. J., Glenn, D. M., Sekutowski, D. G., Unruh, T. R., & Jones, S. K. (2000). Progress toward liquid formulations of particle films for insect and disease control in pear. *Environmental Entomology*, 29(2), 329–339. <https://doi.org/10.1093/ee/29.2.329>
- Reitz, S. R., Maiorino, G., Olson, S., Sprengel, R., Crescenzi, A., & Momol, M. T. (2008). Integrating plant essential oils and kaolin for the sustainable management of thrips and tomato spotted wilt on tomato. *Plant Disease*, 92(6), 878–886. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-6-0878>
- Salerno, G., Reborá, M., Kovalev, A., Gorb, E., & Gorb, S. (2020). Kaolin nano-powder effect on insect attachment ability. *Journal of Pest Science*, 93(1), 315–327. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01151-3>
- Salerno, G., Reborá, M., Piersanti, S., Saitta, V., Kovalev, A., Gorb, E., & Gorb, S. (2021). Reduction in insect attachment caused by different nanomaterials used as particle films (kaolin, zeolite, calcium carbonate). *Sustainability (Switzerland)*, 13(15). <https://doi.org/10.3390/su13158250>
- Saltelli, A., Ratto, M., Andres, T., Campolongo, F., Cariboni, J., Gatelli, D., Saisana, M., & Tarantola, S. (2008). Introduction to sensitivity analysis. *Global Sensitivity Analysis. The Primer*, 1–51.
- Sánchez-Ramos, I., Marcotegui, A., Pascual, S., Fernández, C. E., Cobos, G., & González-Núñez, M. (2017). Compatibility of organic farming treatments against *Monosteira unicastata* with non-target arthropod fauna of almond trees canopy. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 15(2). <https://doi.org/10.5424/sjar/2017152-10515>
- Sánchez-Ramos, I., Pascual, S., Marcotegui, A., Fernández, C. E., & González-Núñez, M. (2014). Laboratory evaluation of alternative control methods against the false tiger, *Monosteira unicastata* (Hemiptera: Tingidae). *Pest Management Science*, 70(3), 454–461. <https://doi.org/10.1002/ps.3593>
- Saour, G., & Makee, H. (2004). A kaolin-based particle film for suppression of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmelin (Dip., Tephritidae) in olive groves. *Journal of Applied Entomology*, 128(1), 28–31. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.2003.00803.x>
- Silva, C. A. D., & Ramalho, F. S. (2013). Kaolin spraying protects cotton plants against damages by boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Pest Science*, 86(3), 563–569. <https://doi.org/10.1007/s10340-013-0483-0>
- Singh, A., Dhiman, N., Kar, A. K., Singh, D., Purohit, M. P., Ghosh, D., & Patnaik, S. (2020). Advances in controlled release pesticide formulations: Prospects to safer integrated pest management and sustainable agriculture. *Journal of Hazardous Materials*, 385, 121525.
- Singh, V. K., Singh, P., Karmakar, M., Leta, J., & Mayr, P. (2021). The journal coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis. *Scientometrics*, 126(6), 5113–5142.
- Souto, A. L., Sylvestre, M., Tölke, E. D., Tavares, J. F., Barbosa-Filho, J. M., & Cebrián-Torrejón, G. (2021). Plant-derived pesticides as an alternative to pest management and sustainable agricultural production: Prospects, applications and challenges. *Molecules*, 26(16), 4835.
- Swamiappan, M., Jayaraj, S., Chandy, K. C., & Sundaramurthy, V. T. (1976). Effect of activated kaolinitic clay on some storage insects. *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie*, 80(1–4), 385–389. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1976.tb03341.x>

- Tacoli, F., Cargnus, E., Kiaeian Moosavi, F., Zandigiaco, P., & Pavan, F. (2019). Efficacy and mode of action of kaolin and its interaction with bunch-zone leaf removal against *Lobesia botrana* on grapevines. *Journal of Pest Science*, 92(2), 465–475. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-1029-2>
- Thelwall, M. (2018). Dimensions: A competitor to Scopus and the Web of Science? *Journal of Informetrics*, 12(2), 430–435.
- Thompson, D. A., Lehmler, H.-J., Kolpin, D. W., Hladik, M. L., Vargo, J. D., Schilling, K. E., LeFevre, G. H., Peeples, T. L., Poch, M. C., & LaDuca, L. E. (2020). A critical review on the potential impacts of neonicotinoid insecticide use: current knowledge of environmental fate, toxicity, and implications for human health. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 22(6), 1315–1346.
- Tirello, P., Marchesini, E., Gherardo, P., Raniero, D., Rossetto, F., Pozzebon, A., & Duso, C. (2021). The control of the american leafhopper *Erasmoneura vulnerata* (Fitch) in european vineyards: Impact of synthetic and natural insecticides. *Insects*, 12(2), 1–14. <https://doi.org/10.3390/insects12020085>
- Torres, B., Herrera-Feijoo, R., Torres, Y., & García, A. (2023). Global Evolution of Research on Silvopastoral Systems through Bibliometric Analysis: Insights from Ecuador. *Agronomy*, 13(2), 479.
- Tyler-Julian, K., Funderburk, J., Frantz, G., & Mellinger, C. (2014). Evaluation of a push-pull strategy for the management of *Frankliniella bispinosa* (Thysanoptera: Thripidae) in bell peppers. *Environmental Entomology*, 43(5), 1364–1378. <https://doi.org/10.1603/EN14048>
- Unruh, T. R., Knight, A. L., Upton, J., Glenn, D. M., & Puterka, G. J. (2000). Particle films for suppression of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and pear orchards. *Journal of Economic Entomology*, 93(3), 737–743. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0034204367&partnerID=40&md5=9a47346b4e457c3d1f28d868b344c054>
- Werle, C. T., Adesso, K. M., Sampson, B. J., Oliver, J. B., & Adamczyk, J. J. (2017). Integrating kaolin clay for *Ambrosia beetle* management in ornamental crops of eastern redbud. *HortScience*, 52(1), 94–98. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI11351-16>
- Wise, J. C., Jenkins, P. E., Schilder, A. M. C., Vandervoort, C., & Isaacs, R. (2010). Sprayer type and water volume influence pesticide deposition and control of insect pests and diseases in juice grapes. *Crop Protection*, 29(4), 378–385. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.11.014>
- Zhu, J., & Liu, W. (2020). A tale of two databases: The use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, 123(1), 321–335.