

APROXIMACIÓN AL ESTADO DEL ARTE DE LA TEORÍA DE INHIBICIÓN ALELOPÁTICA DE ESPECIES VEGETALES

APPROACH TO THE STATE OF THE ART OF THE THEORY OF ALLELOPATHIC INHIBITION OF PLANT SPECIES

Por: Humberto Ramón Pérez-Figueroa y Germán Enrique Morales-Durán

(humbertoperezf@gmail.com / germanmoralesjr02@gmail.com)

Recepción: 06/08/2022.

Aprobado: 15/01/2023.

RESUMEN

En este artículo se presenta una revisión de la literatura sobre la aproximación de la teoría de inhibición alelopática en el crecimiento y desarrollo de las especies arvenses. Se desarrolló con el objetivo de revisar la literatura científica más relevante y actualizada sobre la misma, identificando las tendencias, patrones y vacíos en el conocimiento existente. Vinculada al Doctorado Ambiente y Desarrollo del Programa Estudios Avanzados de la UNELLEZ, impulsando nuevas hipótesis en relación con este fenómeno botánico en la comprensión de los procesos ecológicos, evolutivos y conservacionistas en la conducción del agroecosistema. Para ello se utilizó un método interpretativo, como el hermenéutico, ubicado en el paradigma cualitativo, cuyas bases ontológicas la constituyen las realidades múltiples de la actividad agrícola en el biocontrol de especies arvenses. Localizándose en la Línea de Investigación de Creación Intelectual, Bioinsumos y Biocontroladores, aportando al conocimiento científico una base para el desarrollo de nuevos modelos en relación con la inhibición alelopática. Esta investigación constituye un referente primordial para comprender la alelopatía como biocontrolador agroecológico. Los hallazgos obtenidos permiten entender la teoría del fenómeno relacionado con la inhibición de especies arvenses como alternativa para dar respuestas a diversos problemas ambientales en la producción agroalimentaria. No obstante, la alelopatía no es un fenómeno reciente, al contrario, data desde la antigüedad y a partir de allí los innumerables enunciados sobre su significado agroecológico. En este sentido, se concluye que las investigaciones en alelopatía, sugieren diseñar estrategias encaminadas a una mayor sustentabilidad en el manejo técnico en la producción agrícola.

Palabras clave: Alelopatía, inhibición, especies vegetales.

ABSTRACT

This article presents a review of the literature on the approach of the theory of allelopathic inhibition in the growth and development of weed species. It was developed with the aim of reviewing the most relevant and up-to-date scientific literature on it, identifying trends, patterns and gaps in existing knowledge. Linked to the Environment and Development Doctorate of the UNELLEZ Advanced Studies Program, promoting new hypotheses in relation to this botanical phenomenon in the understanding of ecological, evolutionary and conservationist processes in the management of the agroecosystem. For this, an interpretive method was used, such as the hermeneutic one, located in the qualitative paradigm, whose ontological bases are constituted by the multiple realities of agricultural activity in the biocontrol of weed species. Locating in the Research Line of Intellectual

Creation, Bioinputs and Biocontrollers, contributing to scientific knowledge a basis for the development of new models in relation to allelopathic inhibition. This research constitutes a fundamental reference to understand allelopathy as an agroecological biocontroller. The findings obtained allow us to understand the theory of the phenomenon related to the inhibition of weed species as an alternative to provide answers to various environmental problems in agri-food production. However, allelopathy is not a recent phenomenon, on the contrary, it dates back to antiquity and from there the innumerable statements about its agroecological significance. In this sense, it is concluded that research on allelopathy suggests designing strategies aimed at greater sustainability in technical management in agricultural production.

Key words: Allelopathy, inhibition, vegetable species.

INTRODUCCIÓN

La competencia entre plantas es un fenómeno común en la naturaleza, y una de las formas en que las plantas compiten es a través de la liberación de sustancias químicas que afectan el crecimiento y desarrollo de otras plantas cercanas. Esta capacidad se conoce como inhibición alelopática y ha sido objeto de estudio en diferentes contextos, incluyendo la agricultura y la ecología. En este artículo, forma parte de una investigación de Estudios Avanzados del Doctorado en Ambiente y Desarrollo de la UNELLEZ, donde se analiza la aproximación de la teoría de inhibición alelopática en el crecimiento y desarrollo de las especies arvenses, empleando los principios de la hermenéutica en un estudio cualitativo, verificando los aportes teóricos de diversos trabajos de investigación recientes sobre el objeto de estudio.

La inhibición alelopática se refiere a la capacidad de algunas plantas para liberar sustancias químicas que afectan el crecimiento y desarrollo de otras plantas cercanas. Estas sustancias pueden ser liberadas en el suelo o en el aire, y pueden afectar diferentes procesos fisiológicos de las plantas, como la germinación, la elongación del tallo, la formación de hojas y la floración. La inhibición alelopática puede ser un mecanismo importante en la competencia entre especies arvenses, ya que estas plantas se encuentran en un ambiente altamente competitivo y deben competir por los recursos para sobrevivir. En la literatura existen suficientes evidencias que citan esta virtud de la alelopatía, extendiendo su uso hacia el beneficio de una producción agrícola sostenible y acorde con el ambiente, fuera del alcance de los agroquímicos.

Esta investigación se realizó con el objetivo de revisar la literatura científica más relevante y actualizada sobre la teoría de la inhibición alelopática, identificando las tendencias, patrones y lagunas en el conocimiento existente sobre el estado del arte de esta teoría. Su justificación radica en la base del impulso de nuevas teorías en relación

con este fenómeno botánico, para la comprensión de los procesos ecológicos y evolutivos en la conservación y manejo del ecosistema; dentro de la Línea de Investigación Bioinsumos y Biocontroladores, dando un aporte al conocimiento científico como base para el desarrollo de nuevos modelos en relación con la inhibición alelopática, lo que podría tener implicaciones importantes para la comprensión de los procesos ecológicos, ambientales y evolutivos en las comunidades vegetales.

METODOLOGÍA

Esta investigación doctoral es concebida con un enfoque cualitativo hermenéutico, que consistió en interpretar los textos de investigaciones referentes a la teoría inhibición alelopática, permitiendo una comprensión más profunda del fenómeno, Esta revisión bibliográfica, consintió la búsqueda con palabras claves la muestra de diez (10) autores con publicaciones científicas, dentro en un lapso de los últimos cinco años, 2018 a 2022. Luego se sintetizaron los resultados en un orden del año distante al más reciente, para una evaluación crítica de cada autor. Finalmente, se concluyó sobre la teoría inhibición alelopática de especies vegetales, dando una visión clara con respecto a la situación actual de esta teoría identificando posibles áreas para mejorar futuras investigaciones y prácticas en este campo.

Para llevar a cabo esta revisión, se utilizaron los buscadores Google, Google Académico, Redalyc, Scielo, por su menor complejidad, mayor cobertura y rapidez, en la búsqueda de artículos sobre inhibición alelopática de especies arvenses, cuyos reportes científicos son limitados o escasos. Los criterios de inclusión con estos buscadores, consideraron todos los aspectos relacionados con el fenómeno alelopático por especies arvenses o cultivadas, tanto la literatura científica publicada en revistas especializadas como las tesis de grado relacionadas con el tema, a nivel nacional e internacional. De los resultados obtenidos se llevó a cabo una evaluación crítica de la literatura revisada, identificando posibles sesgos y limitaciones en los estudios presentados por cada uno de los autores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN CRÍTICA

Los hallazgos encontrados, de los autores estudiados, en esta revisión bibliográfica indican que la inhibición alelopática puede ser utilizada como una herramienta para reducir la competencia entre especies arvenses y mejorar el rendimiento de los cultivos agrícolas. Sin embargo, expresan que es importante tener en cuenta que la inhibición

alelopática puede tener efectos positivos o negativos en función de la dosis y la concentración, sugiriendo que se requieren más investigación para comprender mejor los mecanismos subyacentes y las implicaciones de la inhibición alelopática en la agricultura y la ecología para el biocontrol de las especies arvenses.

En términos de metodología, varios de los autores consultados han utilizado diferentes enfoques para evaluar el efecto alelopático, como pruebas de germinación, análisis químicos, la observación de los cambios en el crecimiento de las plantas y las interacciones entre diferentes especies vegetales. Los resultados de la revisión bibliográfica en el lapso 2018-2022, se presentan los 10 trabajos más recientes consultados con una breve interpretación crítica de sus investigaciones.

Pérez-Figueredo (2022), realizó una investigación doctoral, sobre “Biocontrol alelopático de arvenses en el cultivo de caña de azúcar”, en Venezuela, realizó ensayos en campo para evaluar el efecto de diferentes coberturas vegetales muertas con propiedades alelopáticas en la supresión de arvenses en de caña de azúcar. Los resultados obtenidos indican que esta cobertura de especies alelopáticas tiene un efecto inhibitorio sobre el crecimiento de arvenses, y afirma que esta técnica es una alternativa sostenible y eficiente al uso de herbicidas químicos.

Proporciona evidencia del efecto inhibitorio de la cobertura vegetal en el control de arvenses en caña de azúcar. El autor indica que el biocontrol alelopático de arvenses puede ser una práctica útil en la gestión integrada de plagas y enfermedades en sistemas agrícolas y en la reducción del impacto ambiental del uso de herbicidas químicos. Además, sugiere que se deben seguir realizando investigaciones en este campo para mejorar la comprensión de los mecanismos de interacción entre plantas y para desarrollar prácticas agrícolas sostenibles y eficientes que involucren el uso de la alelopatía.

El trabajo realizado por Carpio-Vásquez, Urbina y Sánchez (2021), se enfoca en un estudio sobre “Bases teóricas del efecto alelopático de la maleza (*Cyperus rotundus*), en la germinación y desarrollo en los cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)”, como parte de una tesis doctoral en la Universidad de El Salvador. El cual se basó en una revisión de la literatura existente sobre el efecto alelopático de *Cyperus rotundus* en los cultivos de maíz y frijol común, así como en experimentos de laboratorio para evaluar el efecto de extractos acuosos de esta arvense sobre la germinación y el desarrollo de estos cultivos agrícolas. En esta investigación se encontró que los extractos de esta arvense redujeron significativamente la tasa de germinación, la altura de las plantas y la producción de biomasa en ambos cultivos. Los

autores consideran importante este efecto al diseñar estrategias de manejo de arvenses en estos cultivos. Subrayan la importancia de estudiar el efecto alelopático de las arvenses para comprender mejor las interacciones entre especies vegetales y desarrollar métodos efectivos en manejo de cultivos.

En Venezuela Pérez-Figueroa (2021), realizó investigación doctoral en campo para evaluar el efecto del “Biocontrol de arvenses utilizando cobertura vegetal muerta de especies alelopáticas en musácea”. Los resultados obtenidos indican que la cobertura vegetal muerta de especies alelopáticas tiene un efecto inhibitorio sobre el crecimiento de malezas en cultivos de musácea, lo que sugiere que esta técnica puede ser una alternativa sostenible y eficiente al uso de herbicidas químicos; proporcionando evidencia del efecto inhibitorio de la cobertura vegetal muerta de especies alelopáticas en el control de arvenses en musácea. Esta investigación contribuye al conocimiento de la alelopatía en la agricultura y su potencial uso en prácticas de manejo integrado de cultivos para mejorar la sostenibilidad y eficiencia de la producción agrícola. Los resultados son relevantes para el desarrollo de prácticas de manejo integrado de cultivos que involucren la utilización de coberturas vegetales muertas con propiedades alelopáticas para el control de arvenses en cultivos de musácea y en la gestión de arvenses en sistemas agrícolas.

En Argentina, Soumoulou (2021), realizó un “Estudios preliminares sobre el efecto alelopático de cultivares de avena y centeno sobre el establecimiento inicial de malezas anuales”, evaluando el efecto de extractos de estos cultivos sobre la germinación y crecimiento de cuatro especies de arvenses anuales: *Chenopodium album*, *Portulaca oleracea*, *Amaranthus quitensis* y *Echinochloa colona*. Los hallazgos encontrados indican que los extractos de avena y centeno tienen efectos variables sobre la germinación y crecimiento de las especies de arvenses evaluadas, proporcionando evidencia preliminar del efecto alelopático de algunos cultivares de avena y centeno sobre el establecimiento inicial de arvenses anuales. Estos resultados son relevantes para comprender los mecanismos de interacción entre plantas y para el desarrollo de estrategias de manejo de cultivos y control de arvenses en sistemas agrícolas. Además, este estudio destaca la importancia de la alelopatía como un mecanismo de competencia entre plantas y su potencial papel en el desarrollo de estrategias más eficientes y sostenibles de manejo de cultivos en la agricultura.

Nieto-Ayala en 2021, desarrolló el estudio “Importancia de los agentes alelopáticos en el manejo integrado de cultivos”, en la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. La autora revisa la literatura existente acerca del papel de los compuestos alelopáticos en

la interacción entre plantas y su potencial uso en prácticas agrícolas sostenibles, enfatizando que los compuestos alelopáticos pueden tener efectos positivos o negativos sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas receptoras, dependiendo de la dosis, la especie vegetal emisora y la especie vegetal receptora. Además, afirma que los compuestos alelopáticos pueden afectar no solo a las plantas cercanas, sino también a través del suelo y el agua, lo que puede tener importantes implicaciones para el manejo de cultivos y la competencia con las arvenses. Destaca que el conocimiento de los mecanismos de interacción entre plantas y la identificación de los compuestos alelopáticos presentes en diferentes especies vegetales puede ayudar a desarrollar prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles, como la utilización de cultivos de cobertura y la selección de variedades de cultivos con propiedades alelopáticas para el control de arvenses.

El trabajo “Aproximación al estado del arte de la alelopatía: Antecedentes, precepto, uso y significado agroecológico”, de Pérez-Figueredo (2020), se realiza una revisión de la literatura existente acerca de la alelopatía y su importancia en la ecología y la agricultura. Señalando que la alelopatía es un mecanismo mediante el cual las plantas pueden influir en la germinación, crecimiento y supervivencia de otras plantas cercanas mediante la liberación de compuestos químicos en el ambiente. Indica que el conocimiento de los mecanismos de interacción entre plantas y la identificación de los compuestos alelopáticos presentes en diferentes especies vegetales puede ayudar a entender mejor la capacidad invasora de las especies vegetales y a desarrollar estrategias de manejo de especies invasoras en ecosistemas naturales y agrícolas. Sugiere que se deben seguir realizando investigaciones en este campo para mejorar la comprensión de los mecanismos de interacción entre plantas y desarrollar prácticas agrícolas sostenibles y eficientes que involucren el uso de la alelopatía, sus implicaciones en la agricultura para el control de arvenses y en la gestión ecológica de ecosistemas naturales y agrícolas.

El trabajo realizado por Oviedo-Moya (2020), se encauza en los “Progresos en la investigación del uso de alelopáticos en la agricultura”, se realizó como parte de un trabajo de grado en Biología en la Universidad de Jaén, España. Se basó en una revisión de la literatura sobre el uso de alelo químicos en la agricultura, incluyendo aspectos como los mecanismos de acción del alelo químico, los efectos sobre la germinación y el crecimiento de los cultivos, y las aplicaciones prácticas en la agricultura. Los resultados de la investigación indicaron que los alelos químicos pueden tener efectos importantes en la germinación y el crecimiento de los cultivos, y que su uso puede ser útil para mejorar

la productividad de los cultivos y reducir la competencia de las arvenses. La investigación también destaca la importancia de estudiar los efectos de los alelo químicos en diferentes cultivos y en diferentes condiciones ambientales, y sugiere desarrollar estrategias adecuadas para su aplicación en la agricultura. Enfatiza los progresos que se han hecho sobre el uso de alelo químico en la agricultura, lo que puede ser útil para desarrollar estrategias más efectivas en el manejo de cultivos.

El trabajo elaborado Sánchez-Moreno y Peco (2019), se enfoca en “La alelopatía como mecanismo para mantener la riqueza de especies en comunidades de plantas herbáceas”, se basó en un estudio de campo evaluando la influencia de alelo químicos producidos por diferentes especies herbáceas en la inhibición de otras plantas, mostrando que los fito químicos producidos por estas herbáceas tienen efecto inhibitorio en la germinación y crecimiento de otras plantas, mientras que otras especies pueden producir sustancias con efecto estimulante. Los autores expresan que la alelopatía puede ser un mecanismo importante para mantener la riqueza de la biodiversidad vegetal en las comunidades de las herbáceas, limitando la competencia entre ellas, y permiten la coexistencia de estas especies.

Proporciona evidencias significativas para inferir que la alelopatía puede ser un mecanismo importante en mantener la riqueza de especies de las comunidades de plantas herbáceas. Igualmente, la investigación destaca la importancia de estudiar la alelopatía en las comunidades vegetales para comprender mejor los procesos ecológicos que contribuyen a la diversidad de especies y para desarrollar estrategias más efectivas de conservación de la biodiversidad.

Por su parte, Lazo-Rodríguez (2018), desarrollo un estudio “Efecto alelopático de *Ruta graveolens*, *Baccharis alnifolia* y *Caesalpinia spinosa* en la germinación de semillas de *Chenopodium album*, *Amaranthus hybridus*, *Brassica rapa* y *Brassica oleracea*”, en la Universidad Nacional de San Agustín, Perú. Los resultados indican que los extractos de *Ruta graveolens* y *Baccharis alnifolia* tienen efectos inhibitorios sobre la germinación de semillas de las cuatro especies arvenses evaluadas, y los extractos de *Caesalpinia spinosa* tienen un efecto estimulante sobre la germinación. Sugiere que estos efectos podrían deberse a la presencia de compuestos alelopáticos en los extractos de estas especies vegetales. Este estudio permite entender mejor cómo los compuestos con propiedades alelopáticas presentes en extractos vegetales, afectan la germinación de diferentes especies de arvenses. Además, destaca la importancia de la alelopatía como un mecanismo de competencia entre plantas y su potencial papel en el desarrollo de

estrategias para mejorar la sostenibilidad y eficiencia de cultivos y control de arvenses en sistemas agrícolas.

Finalmente, Mallik y Mallik (2018), en su libro “Alelopatía: un proceso fisiológico con implicaciones ecológicas”, se enfocan en la alelopatía como un proceso fisiológico que tiene implicaciones importantes en la ecología de las plantas y en la interacción entre las especies vegetales. Los autores presentan una revisión detallada y actualizada de los conocimientos sobre la alelopatía, incluyendo aspectos como las bases fisiológicas y bioquímicas de la inhibición alelopática, los mecanismos de acción de los aleloquímicos, las interacciones entre las plantas y el medio ambiente, así como, las aplicaciones de la alelopatía en la agricultura y la silvicultura.

Además, incluyen capítulos que abordan temas específicos relacionados, con la inhibición en la germinación y el crecimiento de las plantas, y la conservación de la biodiversidad. . Igualmente, el libro destaca la importancia de la alelopatía como un proceso fisiológico que afecta la interacción entre las especies vegetales y su entorno, lo que puede tener implicaciones importantes para la comprensión de los procesos ecológicos y evolutivos en las comunidades vegetales y para la conservación de la biodiversidad.

CONCLUSIONES

La revisión bibliográfica de los autores consultados, sugiere que la alelopatía es un tema de investigación importante y dinámica en la agricultura y la ecología, y que se necesitan más estudios para comprender completamente los mecanismos involucrados en la inhibición alelopática, así como para desarrollar estrategias más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente en la agricultura y la silvicultura. Además, se hace necesario identificar y caracterizar nuevas sustancias alelopáticas naturales y su efecto sobre el crecimiento de las plantas. Esto puede ayudar en el desarrollo de nuevas técnicas y productos para controlar el crecimiento de las arvenses y otras plantas indeseables en la agricultura. En resumen, existen diversas áreas de investigación que pueden ayudar a comprender mejor el efecto de la inhibición alelopática en las plantas y su aplicación en la agricultura. Es importante continuar investigando y desarrollando nuevas técnicas y productos para controlar el crecimiento de las arvenses y otras plantas indeseables en la agricultura, y entender los efectos de la inhibición alelopática en la ecología del ecosistema.

La teoría de la inhibición alelopática plantea que las plantas tienen la capacidad de producir sustancias químicas que inhiben el crecimiento y la germinación de otras plantas cercanas, lo que puede ser utilizado para controlar el crecimiento de especies arvenses no deseadas en cultivos agrícolas y pueden afectar el crecimiento y desarrollo de otras especies vegetales cercanas. Los estudios sobre esta teoría se han centrado en identificar los aleloquímicos y su efecto sobre diferentes procesos biológicos los cuales, pueden tener efectos tanto positivos como negativos en los ecosistemas y varían dependiendo de diversos factores ambientales. La investigación sobre este fenómeno botánico, es importante para entender cómo las plantas interactúan en los ecosistemas y puede tener implicaciones prácticas en la agricultura, la silvicultura y el ambiente.

REFERENCIAS

- Carpio-Vásquez, J., Urbina, L., y Sánchez, J. (2021). Bases teóricas del efecto alelopático de la maleza (*Cyperus rotundus*), en la germinación y desarrollo en los cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Doctoral. El Salvador: Universidad de El Salvador.
- Lazo-Rodríguez, H. (2018). Efecto alelopático de *Ruta graveolens*, *Baccharis alnifolia* y *Caesalpinia spinosa* en la germinación de semillas de *Chenopodium album*, *Amaranthus hybridus*, *Brassica rapa* subsp. *campestris* y *Brassica oleracea* var. *italica* en la región de Arequipa, Perú. Tesis de Maestro en Ciencias en Agroecología. Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín.
- Mallik, A., y Mallik, M. (2018). Alelopatía: un proceso fisiológico con implicaciones ecológicas. (A. Mallik, y M. Mallik, Edits.) Suiza: Publicaciones internacionales de Springer.
- Nieto-Ayala, D. (2021). Importancia de los Agentes Alelopáticos en el Manejo Integrado de Cultivos. Trabajo de Grado en Ingeniera Agropecuaria. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Oviedo-Moya, M. (2020). Progresos en la investigación del uso de alelopáticos en la agricultura. Trabajo de Grado en Biología. Jaén, España: Universidad de Jaén.
- Pérez-Figueroa, H. (2020). Aproximación al estado del arte de la alelopatía: Antecedentes, precepto, uso y significado agroecológico. *Revista Politécnica y Territorial* 6(1): 191-203.

- Pérez-Figueroa, H. (2021). Biocontrol de arvenses utilizando cobertura vegetal muerta de especies alelopáticas en musácea. *Revista Politécnica y Territorial* 7(2): 100-118.
- Pérez-Figueroa, H. (2022). Biocontrol alelopático de arvenses en el cultivo de caña de azúcar. *Revista Politécnica y Territorial* 8(2): 121-118.
- Sánchez-Moreno, S., y Peco, B. (2019). La alelopatía como mecanismo para mantener la riqueza de especies en comunidades de plantas herbáceas. *Journal of Vegetation Science*, 30(1), 16-26.
- Soumoulou, M. (2021). Estudios preliminares sobre el efecto alelopático de cultivares de Avena y Centeno sobre el establecimiento inicial de malezas anuales. Trabajo de Ingeniero Agrónomo. Bahía Blanca, Argentina: Universidad Nacional del Sur.