

**ESTUDIO DE CASO HACIA EL ABORDAJE DE BIOPLAGUICIDAS EN LA
FLORICULTURA POR MEDIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ENSEÑANZA
PARA LA COMPRESIÓN**

CARLOS ANDRES PINZON OYOLA

**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
LICENCIATURA EN QUIMICA**

2025

**ESTUDIO DE CASO HACIA EL ABORDAJE DE BIOPLAGUICIDAS EN LA
FLORICULTURA POR MEDIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ENSEÑANZA
PARA LA COMPRESIÓN**

CARLOS ANDRES PINZON OYOLA

TRABAJO DE GRADO

DIRECTORA: DORA LUZ GOMEZ AGUILAR

Dra. En Desarrollo Sostenible

Grupo de investigación Didáctica y sus ciencias

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE QUIMICA

LICENCIATURA EN QUIMICA

BOGOTÁ

2025

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por la sabiduría propiciada al ser humano para comprender los misterios de su creación, por medio de esta rama tan hermosa de la ciencia como la Química y por las fuerzas para sostenerme.

A mi familia en general, más aún mi núcleo familiar, las cuatro mujeres que más amo: mi amada esposa, madre y hermanas, mujeres valientes, virtuosas y resilientes, que han sido mi apoyo, fuerza e inspiración para afrontar los desafíos de la vida.

A mi amado padre, con quien espero compartir con alegría lo que ha sucedido a lo largo de mi vida en la eternidad.

A la Universidad Pedagógica Nacional por su legado, formación, excelentes docentes y la huella imborrable que deja en todos nosotros.

A mi querida docente directora Dora Luz Gómez, por su paciencia, su enseñanza y su apoyo moral a través de varios espacios académicos.

A todos los amigos, mentores, compañeros y compañeras que de alguna forma estuvieron involucrados en mi formación profesional, fueron apoyo moral, emocional y académico.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	6
2.	ANTECEDENTES.....	10
2.1.	DIDÁCTICOS.....	10
2.1.1.	Internacional.....	10
2.1.2.	Nacional.....	11
2.1.3.	Local.....	13
2.2.	DISCIPLINARES.....	14
2.2.1.	Internacional.....	14
2.2.2.	Nacional.....	15
2.2.3.	Local.....	17
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
4.	OBJETIVOS.....	21
4.1.	Objetivo General.....	21
4.2.	Objetivos Específicos.....	21
5.	FUNDAMENTO TEÓRICO.....	22
5.1.	Enseñanza para la Comprensión.....	22
5.2.	Plaguicidas.....	27
5.2.1.	Clasificación de los plaguicidas.....	28
5.2.2.	Toxicología.....	35
5.2.3.	Implicaciones socioambientales.....	36
5.2.4.	Usos frecuentes y principales.....	38
5.3.	Bioplaguicidas.....	39
5.3.1.	Clasificación.....	40
6.	METODOLOGÍA.....	46
6.1.	Enfoque.....	46
6.2.	Población.....	46

6.3.	Ruta metodológica	47
6.3.1.	Fase 1: Caracterización	47
6.3.2.	Fase 2: Actividades ligadas al modelo EpC	47
6.3.3.	Fase 3: Aplicación de post test	55
7.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	56
7.1.	Fase 1.....	56
7.1.1.	Pre test.....	56
7.2.	Fase 2.....	66
7.2.1.	Actividades y productos obtenidos ligados al modelo EpC.....	67
7.2.2.	Ensayo ecotoxicológico.....	71
7.3.	Fase 3.....	86
7.3.1.	Test final o Post-test	86
8.	CONCLUSIONES.....	95
9.	RECOMENDACIONES.....	97
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	98
11.	ANEXOS.....	105
11.1.	Estructuras químicas de algunos plaguicidas que aparecen en la tabla 3	105
11.2.	Estructuras químicas de plaguicidas usados para contrarrestar las plagas cuarentenarias tratadas en el apartado XXX (roya blanca, botritis, trips)	113
11.3.	Instrumento de caracterización o pre test usado también como post test.....	115

1. INTRODUCCIÓN

La floricultura, así como la agricultura en general, requiere procesos fitosanitarios para garantizar la eficiencia de sus cultivos, la optimización de su proceso de producción y la satisfacción del cliente final, en dicho proceso son imprescindibles compuestos químicos como los plaguicidas, que protegen los cultivos de plagas y proporcionan a la planta ornamental un aspecto agradable, sano y perdurable. Pero desde su expansión a partir los años 70 en Colombia, su uso ha aumentado y con esto la problemática ambiental dado su uso a gran escala debido a nuevas plagas introducidas al país en los últimos años, adaptación de los cultivos a nuevas enfermedades introducidas o de otros lugares del país, predominancia de algunas enfermedades con respecto a otras, entre otros; esto lleva a que el uso de estos agroquímicos sea más intenso y frecuente, lo que aumenta las implicaciones ambientales. Arbeláez (1993).

Los plaguicidas en el medio ambiente pueden experimentar procesos como transferencia (o movimiento) y degradación, por lo que tienen la capacidad de reubicarse y transferirse a otros ecosistemas por procesos de adsorción, lixiviación, volatilización, deriva de pulverización y escorrentía, además sus procesos de degradación producen metabolitos detectados en suelos, sedimentos y aguas subterráneas. Hay evidencias que demuestran que en la agroindustria se han detectado plaguicidas y otras sustancias químicas perjudiciales en agua superficial y subterránea, ingresan allí por aplicación directa, percolación, escorrentía y lixiviación, que convierten a las fuentes hídricas vulnerables ante esta actividad y que se involucra en el ciclo hidrológico, esta contaminación a la larga es difícil y costosa de tratar, por ejemplo, en Estados Unidos se encontró varios plaguicidas en más del 90% de las muestras de agua y peces recolectadas en arroyos, además hay informes que indican que por lo menos, en la unión europea, la agricultura contribuye con el 40-80% del nitrógeno total y el 20-40% del fósforo a la contaminación de las aguas superficiales (Tudi, Ruan, Wang, Lyu, Sadler, Connell, Chu, Phung, 2021)

A nivel social, las exposiciones a estos contaminantes ya sea directa o en el agua potable trae efectos crónicos para la salud incluso en niveles bajos, hay estudios que demuestran que hay relación entre el riesgo de cáncer de mama y agroquímicos como plaguicidas organoclorados y bifenilos policlorados, además tienen efectos mutagénicos, tanto en la vida humana como en la vida animal. (Kolpin, 2017). Además, tienen implicaciones en los sistemas reproductor, renal, el nervioso, cardiopulmonar o gastrointestinal, de los cuales, la sintomatología puede variar dependiendo del producto químico (Zambrano. S. P;), por consiguiente, el contacto de los agroquímicos de la floricultura industrial y convencional con el recurso humano genera enfermedades a corto, mediano y largo plazo, de lo cual hay casos testificados en su mayoría por parte de trabajadoras que dicen haber experimentado deterioro en su salud con la exposición y trabajo prologado en dichas empresas.

A pesar de que, según Asocolflores, se han logrado avances en la reducción de plaguicidas y un incremento del 600% en uso de bioinsumos, el 100% de las fincas floricultoras miembros de la asociación, tienen programas de uso eficiente, cerca del 57% del agua usada es proveniente de aguas lluvias, pero su consumo es de aproximadamente 0,15 lps/ha a 2023, en ese año, se emitieron 38.369 toneladas de CO₂ –eq correspondientes a combustibles, refrigerantes y fertilizantes nitrogenados durante el proceso productivo y se redujo al 50% el uso de plaguicidas, pero con respecto a 1998, no obstante, los referentes teóricos de investigaciones afines, nos dan indicios que en la industria floricultora tiene implicaciones ambientales considerables, y por lo tanto, en la industria floricultora colombiana, se debe investigar más a fondo y externamente indicadores de contaminación ambientales que pueden estar sucediendo.

Por su parte, y a diferencia de los plaguicidas sintéticos, los bioplaguicidas son una alternativa importante y valiosa frente al uso de plaguicidas; ya que responden simultáneamente a los intereses del sector agrícola y la agricultura sostenible, es una propuesta atractiva para producción pequeña y a gran escala. Su funcionamiento se basa en el control biológico de plagas (BPC), por medio de enemigos naturales, la correcta gestión de cultivos y la seguridad ambiental. Sin embargo, requiere más investigación y

aplicación con el fin de que tanto productores como consumidores sean conscientes de las preocupaciones ambientales frente a los productos libre de químicos nocivos orientados en los bioplaguicidas, en todo el canal de distribución comercial, estudiantes, profesores, institutos y centros de investigación. (Nollet & Rathore, 2015)

Este tipo de problemáticas ambientales, así como sus alternativas para su mitigación fueron abordadas en estudiantes de pregrado del espacio Sistemas Orgánicos I, de la Universidad Pedagógica Nacional, mediante el modelo de Enseñanza para la comprensión (EpC), que se basa en ayudar a diseñar y a organizar las experiencias en el aula con el fin de lograr que los estudiantes comprendan, cuyos componentes básicos son los tópicos generadores a partir de la generación de interés por aprender por parte de los estudiantes; las metas de comprensión para abarcar conocimientos generales previos a la profundización; los desempeños de comprensión por medio de la reflexión-acción; la valoración continua y evaluación final hacia la retroalimentación y la valoración del proceso hacia el resultado esperado.

Este tipo de procesos de aprendizaje, ligados a problemáticas socioambientales son de gran importancia, ya que responden a los cambios importantes en la educación de las últimas décadas, no solo pedagógicos sino sociales dada por el aumento de contenido procedimental y explicativo, sumado a los problemas de las actitudes de la comprensión del “otro”, donde algunos docentes anteponen la transmisión de contenidos por encima de la comprensión, lo que lleva a la acumulación de información sin un objetivo claro, entre otros problemas. Esto conlleva a problemas en la comprensión y se evidencia cuando los estudiantes comprenden la esencia de los problemas que están resolviendo, por lo cual, lo que se aprende muchas veces no sirve al estudiante para orientar sus acciones al mundo en el que viven, que es esto precisamente lo que es comprender: cuando se lleva una teoría real a la realidad del individuo, o cuando contamos con una teoría para orientar la acción en relación con un proceso de forma exitosa. (Escobedo, Jaramillo, & Bermúdez, 2004)

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es dar a conocer las implicaciones ambientales del cultivo de flores ornamentales en Colombia, por medio de la

implementación del uso de bioplaguicidas como parte de la didáctica pedagógica, que incluye la caracterización de los saberes previos de los estudiantes acerca de plaguicidas y bioplaguicidas con la aplicación de un pre test, el abordaje de las generalidades de plaguicidas y bioplaguicidas a través de actividades guiadas por el modelo EpC y la elaboración de extractos acuosos con propiedades plaguicidas, de crisantemo, ajo, tomillo y canela, aplicado en semillas de girasol (*Helianthus Annus Dwarf*) certificadas y la posterior evaluación usando la dimensión de Evaluación continua y retroalimentación, del modelo EpC.

2. ANTECEDENTES

En el presente apartado se relacionan los antecedentes internacionales, nacionales y locales referentes a los componentes didácticos y disciplinares con el objeto de estudio del trabajo de investigación, en los temas tratados como el modelo de enseñanza para la comprensión, plaguicidas y bioplaguicidas.

2.1. DIDÁCTICOS

2.1.1. *Internacional*

Bilbao, N., Garay, U., Romero, A., & López de la Serna, A. (2021) analizaron la interrelación que se puede establecer entre el marco de Enseñanza para la Comprensión del Proyecto Zero de Harvard, y el Marco Europeo de Competencias, donde estos expertos en las materias, concluyen que son perspectivas que se complementan y que tienen vocación similar, a pesar de la complejidad de su relación, lo que contribuye al mejoramiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje principalmente en la formación de profesorado. Esta investigación aporta una base teórica acerca del Marco Europeo de Competencias como complemento al modelo EpC que se trabaja dentro de este trabajo de grado, lo que amplía su utilidad en la aplicación pedagógica para el fortalecimiento de las competencias docente en la enseñanza de las controversias socioambientales, especialmente alrededor de la industria floricultora.

Muñoz G, Tolini MF, Celoria FA, Cordini MN, y Garfagnoli R. (2024) muestran como la Facultad de Ciencias Agrarias, en la Universidad Nacional de Rosario, Argentina, cuenta con una carrera de ingeniería agrícola donde, por medio del modelo de Enseñanza para la Comprensión, se forma a los estudiantes con las cuestiones de higiene, seguridad e impacto ambiental como futuros profesionales, lo que ayuda a fomentar conocimientos, habilidades y valores contextualizados en la realidad de la agronomía. Esto proporciona una evidencia donde los procesos de enseñanza en áreas

de la ciencia mediado por el modelo EpC favorecen y mejoran los procesos de aprendizaje y comprensión, una metodología similar se aplicó en el estudio de caso de plaguicidas y bioplaguicidas en la floricultura en estudiantes de educación superior.

Jubert, Pogliani, Tocci & Vallejo (2012) basadas en las dificultades y en el aprendizaje de la química, aplicaron el modelo de enseñanza para la comprensión por medio de una secuencia didáctica en un curso de Química a distancia, usando las “Energías alternativas” como hilo conductor y aplicando los 4 tópicos generativos o dimensiones de la comprensión y mediada por las TICs. Esto permitió conocer la percepción de los estudiantes frente a las clases presenciales en función a un aprendizaje significativo, lo que ayudo a fijar objetivos de enseñanza-aprendizaje. Por lo que aporta una perspectiva del modelo EpC en las tecnologías de la información y como estas enriquecen las clases presenciales y pueden ayudar a mejorar las clases en escenarios virtuales, aplicado a cuestiones socioambientales tanto de energías renovables, como en alternativas a los contaminantes emergentes como los plaguicidas sintéticos.

2.1.2. Nacional

Hurtado (2015) analiza aspectos que puede incidir en el abordaje y aprendizaje de la química que son las actitudes de los estudiantes por medio de la aplicación de ABP, ADG y la enseñanza para la comprensión en estudiantes de educación media, donde se aplicó un instrumento de actitudes, donde se evidencio que el modelo EpC contribuyo a mejorar las habilidades sociales y el trabajo en equipo, el ADG y el ABP mejoraron las actitudes hacia el aprendizaje de la química, lo que da un referente importante acerca de cómo se puede fortalecer la enseñanza de la importancia de los bioplaguicidas en la industria floricultora mediante la interrelación de diferentes estrategias didácticas que pueden acompañar a la enseñanza para la comprensión y que tienen una relación significativa con el estilo cognitivo

Salcedo y Vargas (2023) recogen diferentes problemáticas ambientales en la seguridad alimentaria relacionadas con el uso de plaguicidas y plantea la formación de una huerta escolar en el colegio de la universidad libre con la participación de alumnos del grado sexto quienes realizaron una ruta metodológica en donde identificaron estas problemáticas, estructurada en diferentes actividades en la huerta, en el laboratorio de la universidad y una propuesta basada en la elaboración de bioplaguicidas caseros. Con esto, se logra articular diferentes conceptos y competencias por parte de los estudiantes ya que se estudia una problemática desde diferentes perspectivas y campos de conocimiento a partir de prácticas de laboratorio sencillas, como lo es el caso de este trabajo de investigación, donde se realizó una sencilla práctica de laboratorio donde los estudiantes de educación superior evidenciaron como algunos extractos botánicos son usados como sustitutos o complementos de los plaguicidas para así mitigar su impacto ambiental

Hernández Martínez, E. (2024) caracterizó la comprensión de 3 docentes de ciencias experimentales de una escuela en Barranquilla, respecto a la implementación del modelo EpC y mediante la recolección de diarios de campo, la elaboración de una unidad didáctica y su reformulación, en la cual, los docentes lograron la transformación de su práctica docente, mejor implementación del modelo y cambio de concepciones acerca de la enseñanza de ciencias experimentales lo que llevo a un mejoramiento de los estilos de enseñanza y fortaleciendo la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Este artículo proporciona el abordaje, evaluación y reflexión del modelo EpC desde la perspectiva docente, en donde se brindan fundamentos teóricos y prácticos del modelo para fortalecer las competencias como docentes al abordar controversias socioambientales tales como el uso de plaguicidas en la industria floricultora.

2.1.3. Local

Guzmán, N y Tejada, P (2024) desarrollaron un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) para la enseñanza de sustancias per y polifluoroalquiladas bajo el modelo EpC y el modelo instruccional ADDIE llevado a cabo por medio de un piloto aplicado en estudiantes de la Licenciatura en Química. Con la interrelación que existe entre el modelo EpC, el institucional ADDIE y el AVA, aporta un complemento o enriquecimiento del modelo pedagógico a aplicar y está familiarizado con sustancias contaminantes como los plaguicidas en la floricultura ya que, tanto los per y polifluoroalquiladas como los plaguicidas sintéticos en general, son contaminantes emergentes, lo que fortalece el pensamiento crítico frente a estas problemáticas.

Orjuela, S (2018) diseño y evaluó una secuencia didáctica bajo el modelo EpC donde trata la remoción de cromo hexavalente usando espiga de maíz como bioadsorbente con el fin de prevenir la contaminación en los suelos y el agua por contaminantes emergentes. Así mismo se desea abordar por medio del modelo EpC, alternativas o complementos a los plaguicidas (que también son contaminantes emergentes) usados en la floricultura como los bioplaguicidas para el fortalecimiento de competencias disciplinares y didácticas tanto de docentes como de estudiantes de educación media y superior en áreas de las ciencias.

Villamizar, Montero, Gonzales & Castillo (2018), desarrollaron un proyecto en una institución educativa del municipio de Ubaté, con el fin de fomentar habilidades de pensamiento crítico mediante el modelo de enseñanza para la comprensión y procesos de desarrollo de la explicación e interpretación por medio del diseño de estrategias pedagógicas, evaluando su impacto sobre la comprensión de los estudiantes, esto dio como resultado una mejora en la comprensión del contenido disciplinar por parte de los estudiantes de grado decimo. Esto aporta un referente acerca de cómo orientar el modelo hacia contenidos disciplinares, para ayudar a dar una perspectiva hacia la enseñanza

del efecto de los plaguicidas y bioplaguicidas, además de desarrollar un pensamiento crítico frente a esta problemática ambiental

2.2. DISCIPLINARES

2.2.1. Internacional

Zambrano (2023) realiza un reconocimiento de las implicaciones a la salud por parte de los plaguicidas en la industria agrícola, más exactamente en el sector floricultor en países como Ecuador, Colombia o México, donde los afectados por estos compuestos van en aumento respecto a años anteriores. Por lo cual, la investigación se centra en una empresa floricultora en Ecuador llamada Pichincha, donde se estudian los efectos de los plaguicidas en 50 trabajadores donde se encontró la influencia de estos manifestada en enfermedades respiratorias y neurológicas, donde 15 de los 47 trabajadores presentó alteraciones en el sistema respiratorio y nervioso. Este es el estudio con más afinidad al que se desea realizar, ya que la problemática central son las alteraciones de salud a corto y largo plazo trabajadores de la industria floricultora causados por uso de plaguicidas sintéticos, y para mitigar esta problemática se plantea el uso de bioplaguicidas como complementos o sustitutos de estos.

Yin, Feng & Gong (2023), del Laboratorio Clave del Ecoambiente, de la Región del Embalse de las Tres Gargantas, en China, muestran como el crecimiento del uso de plaguicidas se debe, entre otras cosas, al aumento de la floricultura, y con ello, las implicaciones negativas al medio ambiente ya conocidas, a pesar de ello, se han realizado pocas investigaciones sobre sus implicaciones socioambientales. Por lo tanto, se evaluó el ciclo de vida (LCA) de la ecotoxicidad en agua dulce, donde se evidenció que fue significativamente mayor que la de los cultivos de campo y se propone la prohibición de los plaguicidas de baja dosis y alta toxicidad. Este estudio, brinda un referente muy similar al que se desea abordar en esta investigación, ya que evalúa una

variedad de plantas ornamentales, su ecotoxicidad en agua dulce, por lo que lo evidenciado no debe ser la excepción en Colombia, además, presenta alternativas de mitigación, como la prohibición de algunos plaguicidas y manejo justo y responsable de los mismos, lo que puede estar acompañado del uso de bioplaguicidas tratados en esta investigación.

Sisodia, Singh, Sisodia, Barman (2024) muestran en el capítulo 17 del libro *Bio-Inoculants in Horticultural Crops*, los bioinoculantes en floricultura como una tendencia emergente en alternativas sostenibles frente a los plaguicidas y fertilizantes sintéticos, estos son microorganismos vivos que estimulan el crecimiento, adsorción de nutrientes, mejoran la salud del suelo y resistencia a enfermedades aplicado en plantas ornamentales, lo que ha mostrado resultados prometedores y presenta la oportunidad de reducir la necesidad del uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos. Este referente guía hacia una alternativa más a partir de bioplaguicidas pertenecientes a microorganismos en plantas y guía hacia una sugerencia aplicable en las empresas productoras de flores ornamentales en Colombia

2.2.2. Nacional

González, Arenas, Ríos, Miranda, Bello, Botero & Betancur (2024), investigadores de la universidad pontificia bolivariana de Medellín, muestran como la floricultura de hortensias aún no es una actividad sostenible, para esto, se analizó el ciclo de vida bajo las normas ISO 14040/14044, donde se encontró que, aparte de las consecuencias ambientales conocidas de los plaguicidas sintéticos, generan también materiales de recursos fósiles, como polímeros y combustibles. Como alternativa se plantea el compostaje de residuos vegetales para fertilizantes y manejo de plagas con control biológico y agentes naturales, con esto, los impactos ambientales mostraron reducción significativa. Este estudio muestra un indicio acerca del cultivo de flores en la sabana de Bogotá, que, por ser más extenso, generará impactos aún mayores, lo que asesora y da

un referente teórico de las diferentes alternativas que se están tratando de implementar en el país y cómo se puede implementar en las empresas de flores de la sabana de Bogotá y la efectividad comprobada del control biológico en este tipo de plantas.

Altieri y Nicholls (2021), investigadores del Centro Latinoamericano de Investigaciones Agroecológicas (CELIA), muestran la necesidad de un cambio drástico de los sistemas de producción, distribución y consumo de alimentos por medio de cinco estrategias: abolición progresiva del uso de plaguicidas, enriquecimiento de la matriz ecológica, revitalización de la agricultura campesina, difusión de sistemas alternativos de producción animal y promoción de la agricultura urbana, así como el potencial de las iniciativas. El artículo impulsa, por medio de la investigación, a la transición agroecológicas, considerando todas las implicaciones socioambientales de la agricultura industrial, por medio de la restauración de los paisajes rurales para promover las barreras ecológicas y productivos, sistemas agroecológicos, entre otros. Lo que ofrece alternativas agroecológicas a proponer en la industria agroindustrial de las flores, ya que las dos, hacen parte del mismo sector productivo de país.

Rodríguez, Guevara, Díaz, Lee & Rubio, (2023), investigadores agropecuarios, por medio de cromatografía de gases con detector de masas y con detector micro-captura de electrones, determinaron la presencia de plaguicidas organofosforados (OF) y organoclorados (OC) en forrajes y leche de fincas lecheras del municipio de Pereira en niveles superiores a los permitidos por el Codex Alimentarius en el 90% de las fincas, estas apariciones de OC están relacionada con su persistencia en suelo, agua y en suplementos ofrecidos al ganado o su aplicación en la zona. Esta investigación tiene mucha relación con el enfoque ambiental de este trabajo de investigación, ya que se evidencia la presencia de estos compuestos persistentes como, lo que genera biomagnificación, ya que el destino de estos forrajes es la alimentación de bovinos en la industria lechera, esto nos permite teorizar que debe suceder el mismo fenómeno en la industria floricultora, y pese a que en esta industria casi todo lo producido es de tipo

exportación, otra materia orgánica resultante del proceso de producción se desecha, lo interesante para el trabajo de grado, es que algunas empresas venden ese mismo desecho orgánico a ganaderos lecheros de la región para también alimentar ganado, lo que evidencia otro posible caso de biomagnificación en la sabana de Bogotá producto de la floricultura.

2.2.3. Local

Espinel, Torres, Grijalba, Villamizar, & Cotes. (2008). Desarrollaron y evaluaron preformulados basados en hongos entomopatógenos contra la *Bemisia tabaci*, una plaga cuarentenaria, y como alternativa de bioplaguicida para su manejo integrado, donde se evaluaron sustratos a base de cereales, de los cuales se generó un porcentaje de eficacia y rendimiento de hasta 96,5% además de fácil manipulación. Lo que arroja una evidencia de un tipo de bioplaguicida basado en hongos y ayuda a ampliar las alternativas prometedoras en la mitigación y complementación de plaguicidas sintéticos

Contreras (2016) realizó una caracterización de las controversias socioambientales a partir del glifosato en cultivos de lechuga sativa y la evaluación de la inhibición de crecimiento y fitotoxicidad en biogerminación, así como la implementación de una secuencia didáctica para abordar los conceptos químicos asociados al uso de glifosato y aplicado en el grupo de sistemas orgánicos II en la universidad pedagógica nacional. En la investigación que se desea hacer de la industria floricultora igualmente se pretende realizar un análisis de fitotoxicidad de las plantas de flores ornamentales, así como motivar la comprensión de parte del estudiante por medio de implementación de secuencias didácticas estudiantes de química de la universidad y generar en ellos posturas críticas a partir de las controversias sociocientíficas.

Duarte (2023) estudia como las personas usan plaguicidas de forma excesiva y sin las precauciones necesarias, lo que lleva a implicaciones socioambientales negativas, para evitar estas consecuencias se propone el control biológico como alternativa a los plaguicidas en huertas de familias en Bogotá, lo cual se aplica en la cebolla de bulbo y como control biológico se usa un hongo entomopatógeno. Como estrategia didáctica se crea una cartilla de control biológico. En este trabajo de grado muestran un reconocimiento y recorrido a los plaguicidas y sus implicaciones ambientales y brinda una mirada desde la biología acerca del control biológico en huertas como alternativa para la fitosanidad de los diferentes cultivos industriales o tradicionales, más aún en los más comunes de nuestro departamento y en la canasta familiar, como los son diferentes hortalizas y frutos como el tomate, donde se implementa el uso del hongo *Beauveria bassiana*. Además, propone una cartilla didáctica como estrategia de implementación y enseñanza de las ciencias, lo que aporta otra alternativa de aplicación pedagógica directamente en los hogares bogotanos.

Con relación a los antecedentes planteados, se observa que, si bien existe poca información acerca de la aplicación del modelo EpC a la enseñanza de la química, más exactamente los plaguicidas y bioplaguicidas, se puede tomar como referencia el modelo empleado en diferentes áreas de la ciencia, lo que aporta una iniciativa en el abordaje de este tipo de contaminantes. Así mismo, se cuenta con una fuente muy amplia de referentes acerca de bioplaguicidas utilizados en plantas ornamentales en países como India y varios países productores de América, así mismo, las implicaciones socioambientales evidenciadas de los plaguicidas sintéticos en la floricultura alrededor del mundo, especialmente en países productores de flores en Latinoamérica y China. Este cruce de información permitió complementar el modelo EpC con la información disciplinar de los compuestos tratados dentro de la investigación.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Cundinamarca, la mayor parte de la industria del sector floricultor está ubicada en la sabana occidente de Bogotá, de hecho, para 1992 el 97% de los cultivos eran en la sabana de Bogotá, debido a sus ventajas comparativas como condiciones ambientales idóneas para el cultivo, calidad del suelo, posición geográfica, cercanía al aeropuerto principal del país, mano de obra no calificada y de bajo costo, eficientes sistemas de comercialización, entre otras, que permiten la producción eficiente de flores con excelente calidad durante todo el año (Arbeláez G)

Para esta industria, los plaguicidas son imprescindibles, y dentro de los compuestos químicos empleados para la protección de las plantas están principalmente el azufre, arseniatos, oxiclóruos de cobre, organoclorados, entre otros, que deben ser fabricados, formulados y administrados de modo que se obtengan la mayor efectividad posible. (Navarro 2023).

Desde la perspectiva ambiental, en todo el ciclo de vida relacionado con la producción de flores, se requiere grandes cantidades de agua para mantener las condiciones ideales del producto desde la siembra hasta el cliente final, lo que puede generar un riesgo en la vida acuática, ya que los elementos contaminantes llegan al agua ya sea por escorrentía, recorriendo aguas superficiales y por lixiviación llegando a aguas subterráneas, lo que genera una contaminación cruzada entre aguas y entre cultivos, que se puede ver reflejado más adelante en trazas de alimentos agrícolas, a nivel de biosfera, por ejemplo, representan un riesgo para las especies que habitan los perímetros de aplicación como los insectos polinizadores, especies nativa o autoctona, domesticas, entre otras y deteriora la calidad del aire.

Desde la perspectiva social, las exposiciones a estos contaminantes ya sea directa o en el agua potable trae efectos crónicos para la salud incluso en niveles bajos, hay estudios que demuestran que hay relación entre el riesgo de cáncer de mama y agroquímicos como pesticidas organoclorados y bifenilos policlorados, además tienen efectos mutagénicos, tanto en la vida humana como en la vida animal. (Kolpin 2017)

Por consiguiente, el contacto de los agroquímicos de la floricultura industrial y convencional con el recurso humano genera enfermedades a corto, mediano y largo plazo, así mismo se ha evidenciado un incremento en el riesgo de aborto espontáneo, de partos prematuros y de malformaciones congénitas, más aun, en las mujeres trabajadoras en floricultura. Investigadores han declarado que se ha cambiado de sustancias, pero no la forma de producir, sumado a que se deberían hacer un seguimiento de los compuestos químicos desde el ingreso al sistema industrial, hasta su salida, para saber el impacto real en los trabajadores (Gonzales 2020).

Por lo tanto, es necesario que este sector económico incorpore en sus planes de aspersión el uso de bioplaguicidas no solamente como complemento de plaguicidas, sino que se investigue en la sustitución de la mayoría de fórmulas usadas para lograr mitigar las implicaciones socioambientales de los mismos y que se disponga de modelos y enfoques pedagógicos como la EpC para que la población y los estudiantes logren comprender Por qué y Para qué de estas alternativas a los pesticidas sintéticos convencionales.

Basado en lo anterior se planteó la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo los estudiantes del espacio académico Sistemas Orgánicos 1, del programa de licenciatura en química, aplicarán las dimensiones de la comprensión con relación a los bioplaguicidas implementando la enseñanza para la comprensión?

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Implementar el modelo de enseñanza para la comprensión de bioplaguicidas orientado a la floricultura en estudiantes de Sistemas Orgánicos I, del Programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

4.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar los conocimientos previos de los estudiantes acerca de las generalidades de los plaguicidas y bioplaguicidas por medio de la aplicación de un pre test.
- Realizar ensayos de ecotoxicidad con 4 extractos acuosos de crisantemo, ajo, tomillo y canela, aplicado en semillas de girasol (*Helianthus Annus Dwarf*) certificadas
- Evaluar la estrategia didáctica usando la dimensión de Evaluación continua y retroalimentación, del modelo EpC

5. FUNDAMENTO TEÓRICO

En el siguiente apartado se muestran las tres importantes temáticas tratadas, a nivel didáctico el modelo de Enseñanza para la Comprensión, y a nivel disciplinar los plaguicidas y bioplaguicidas.

5.1. Enseñanza para la Comprensión

Es un enfoque de enseñanza investigado y dirigido por Tina Blythe junto con Howard Gardner y David Perkins a partir de 1990, donde se requiere que los estudiantes piensen, analicen, resuelvan problemas y den sentido a lo aprendido, aplicado tanto en el aula como en el currículo. Blythe también ha sido directora de proyectos de Project Zero de aprendizaje en línea y profesora de educación del posgrado en educación de Harvard.

Se inició como un conjunto de investigaciones con el objetivo de precisar las características de la comprensión y con el fin de encontrar el tipo de acciones pedagógicas que los profesores debían llevar a cabo para promoverla. A partir de estas investigaciones se desarrolló un modelo acerca de la comprensión que debía ayudar a diseñar y a organizar las experiencias en el aula con el fin de lograr que los estudiantes comprendan. El proceso de comprensión se alcanza cuando se logra una interpretación de la realidad orientada en una teoría, o teorías verdaderas, que son una representación de lo real, es decir, se comprende cuanto se obtiene una teoría que permite orientar las acciones de lo real a la realidad del individuo de forma exitosa. Escobedo, Jaramillo, & Bermúdez (2004)

Para Wiske, M. S. (1998), la comprensión es el uso del conocimiento de maneras novedosas, la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad o tener un desempeño flexible cuando se incorporan ideas nuevas en la construcción de conocimiento, más allá de un simple ejercicio de memorización y, por lo tanto, tener la capacidad de explicar, justificar, extrapolar, vincular y aplicar con afectividad lo que se sabe y se aprende. Para apreciar

la comprensión de una persona en un momento determinado, se puede pedir que haga algo que ponga su comprensión en juego, explicando, resolviendo un problema, construyendo un argumento, armando un producto, etc., esto no sólo demuestra su nivel de comprensión actual, sino que produce avance y mejora la comprensión.

Según Stone (1998) y Escobedo, Jaramillo, & Bermúdez (2004), el marco del proyecto de Enseñanza para la comprensión se estructura alrededor de 4 elementos o dimensiones de la comprensión:

- Tópicos generadores o generativos

Son ideas centrales que pueden establecer múltiples relaciones entre los temas y la cotidianidad de los estudiantes y con poder de generar conocimientos, relación, interés y necesidad de entender algo que se quiere comprender, donde las preguntas esenciales hechas de una forma adecuada suelen interesar al estudiante. Son interesantes y apasionantes basado en preguntas o ideas centrales en la disciplina, son muy amplios y deben ser delimitados y especificados.

Las preguntas orientadoras sugeridas para esta dimensión son la siguientes:

¿Qué quiero que mis alumnos aprendan?

¿Cuál es la idea o ideas centrales detrás de todo esto?

¿Qué de todo esto le puede resultar más interesante a mis alumnos y por qué?

- Metas de comprensión

En esta dimensión, lo importante es delimitar específicamente lo que se desea comprender, las preguntas orientadoras pueden ser:

¿qué es lo que real y específicamente quiero que mis alumnos aprendan?

¿por qué es importante que comprendan eso (y no otras cosas)?

Por lo que es necesario seleccionar la temática para lograr la comprensión de ideas centrales, más que acceder a la mayor cantidad de conocimientos, esta dimensión recomienda enfocarse en pocos subtemas, pero con la garantía de comprenderlos, aunque se estudien menos temas, se comprenderán más. Según investigaciones, la tarea de abordar las preguntas y resolverlas no debe recaer solo en el profesor, sino que deben ser partícipes profesores y estudiantes, discutiéndolas y precisándolas.

Es donde se introduce al estudiante a la exploración de un campo desconocido, pero donde existen algunas conexiones y redes, ya que, estos son ideas, conceptos temas de una disciplina o campo de conocimiento y es donde se pueden ramificar más temas de comprensión y se vinculan a experiencias previas de los alumnos. Además, las metas de comprensión son explícitas para saber a dónde se dirige la clase, con estructura compleja que muestra conexiones de los temas entre sí. Stone (1998)

- Desempeños de comprensión

Cuando se comprende o domina un conocimiento se destacan 3 elementos importantes:

Se sabe que se comprende porque se utiliza, o se orienta una acción exitosamente, si no se emplea para hacer cosas nuevas, no se ha comprendido

Para lograr comprender se requiere retroalimentación, esto por medio de la discusión, experimentación y relación con la cotidianidad, para establecer la efectividad de esas teorías

Para lograr comprender, se requiere invertir tiempo para la investigación, argumentación y articulación de teorías mediante la práctica: -reflexión–acción–reflexión–acción-.

Según las investigaciones del Proyecto Zero, la comprensión de los estudiantes se fortalece cuando se utiliza el conocimiento aprendido para producir un producto literario, artístico o matemático, ya que se usa de manera ingeniosa estos conocimientos donde, tanto estudiantes como profesores, pueden evidenciar fortalezas y debilidades de la comprensión y así reorientar procesos de aprendizaje.

Los desempeños de comprensión son el elemento más importante en la EpC, ya que la capacidad de usar lo que se sabe, poniendo en práctica su propia comprensión. Dentro de esta dimensión se existe una etapa de exploración para dominar el tópico generativo, una investigación guiada que el docente considera preciso para lograr las metas de comprensión y un proyecto final de síntesis que se pueden traducir como productos que los estudiantes realizan para demostrar claridad y dominio de la meta de comprensión. Stone (1998)

Las preguntas orientadoras sugeridas para esta dimensión son:

¿Qué debo poner a hacer a los estudiantes para que puedan poner en evidencia en sí mismos y los demás que es lo que comprenden y lo que no?

- Valoración continua y evaluación final

Es importante para cualificación de la comprensión, la valoración de uno mismo y de los demás ayuda a fortalecer los logros, la crítica debe ser precisa, crítica, constructiva y sugerente, para ayudar al estudiante a mejorar su trabajo, la valoración debe estar orientada hacia retroalimentación y no hacia la aprobación, y debe ser continua, orientar acciones siguientes, volver una y otra vez a las mismas ideas para desarrollarlas mejor, en esta dimensión, no solo se valora el resultado, sino el proceso hacia ese resultado mediante la participación activa del estudiante, las investigaciones del Proyecto Zero evidenciaron que se comprende mejor cuando los estudiantes conocen claramente los criterios de la evaluación antes de la enseñanza.

En esta dimensión, los estudiantes demuestran el desarrollo de sus propios desempeños y reciben retroalimentación que se refuerza y se evalúa por parte del

docente y sus pares, el docente a su vez puede comparar el desempeño actual con el anterior. Cuando se involucra a los estudiantes a evaluar sus propios trabajos y el de los demás, se hacen más responsables de su propio proceso de aprendizaje por lo que estudiantes y docentes asumen roles y relaciones. Stone (1998)

Cuando se realiza la retroalimentación, las preguntas orientadoras sugeridas como ejemplo son:

¿Qué no he entendido de lo que la persona dice o hace?

¿Qué sería bueno que la persona clarifique?

¿Qué es lo que la persona pretende hacer y probar?

¿Cómo pretende lograrlo?

¿Qué clase de preguntas le puedo hacer que le permitan comprender mejor su producto de acuerdo con lo que ella quiere y con la manera que ella ha escogido para lograrlo?

Posterior a la retroalimentación, es necesario contrastar el resultado final con las metas planteadas para poder dar paso a la evaluación final, donde las preguntas orientadoras sugeridas son:

¿Qué me muestra el trabajo de mis estudiantes sobre los logros alcanzados en relación con las metas trazadas?

¿Cuál será la mejor manera de comunicar la evaluación para que realmente le ayude a mi estudiante?

¿Qué aspectos de la evaluación pueden ser desarrollados por el estudiante mismo y cómo?

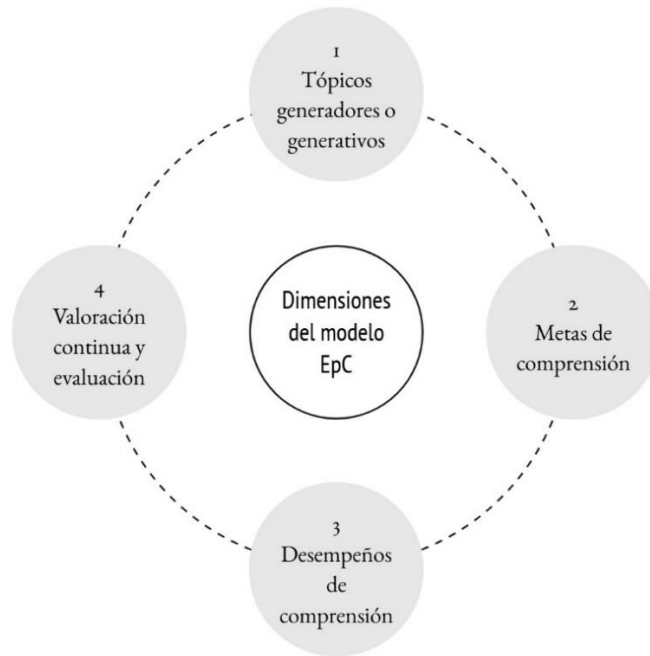


Diagrama 1. Dimensiones de la comprensión del modelo de Enseñanza para la Comprensión.
Elaboración propia

5.2. Plaguicidas

Surgen entre 1930 y 1940 con la investigación del desarrollo de armas químicas probadas en insectos, de los cuales, uno de los primeros compuestos sintetizados fue el DDT (dicloro difenil tricloro etano) por Zeidler 1874, pero sus propiedades fueron descritas y publicadas por Paul Muller en 1939, lo que le trajo el premio nobel de medicina.

Antes de la segunda guerra mundial, para la lucha contra las plagas, se usaba un número limitado de agentes o compuestos químicos, como piretro, rotenona, nicotina, arsenicales inorgánicos, boratos y fluoruros, otros como la estricnina y el fluoracetato de sodio se usaban como rodenticidas, pero no eran muy eficientes. Como fungicidas se utilizaban sales de cobre, cadmio y manganeso. A inicios del siglo XX se fumigaba con dióxido de azufre y ácido cianhídrico. Desde los 40 hasta el 65 los organoclorados tuvieron un gran uso en la prevención de la malaria y la agricultura

En la segunda guerra mundial se utilizó para proteger a los soldados estadounidenses de enfermedades transmitidas por vector, durante las intervenciones militares en el sudeste asiático, Filipinas, Japón e Italia.

Se comercializó en Estados Unidos en 1945 con el avance de la industrialización, los intereses económicos y el deseo de controlar plagas, lo que favoreció su consumo global y con esto, se empezaron a sintetizar compuestos análogos más efectivos y selectivos con las plagas.

Los plaguicidas son compuestos xenobióticos, es decir, extraños al medio ambiente, que son introducidos deliberadamente por el ser humano para controlar plagas, enfermedades y malas hierbas que afectan a los cultivos. Aunque tienen la capacidad de aumentar el rendimiento de los cultivos a nivel cuantitativo y cualitativo al tener un control contra los organismos que pueden afectar negativamente la planta, su uso continuo, prolongado, indiscriminado y descontrolado provoca contaminación en todas las esferas ambientales (Navarro, Pérez-Lucas & Navarro, 2023).

Los pesticidas son cualquier sustancia o mezcla de sustancias con ingredientes químicos o biológicos como insecticidas, aceites minerales, herbicidas, fungicidas y bactericidas, reguladores del crecimiento vegetal, rodenticidas y cualquier otra sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, repeler, destruir o controlar cualquier plaga, o a regular el crecimiento de las plantas y para proteger el producto del deterioro durante el almacenamiento y el transporte. (Food and agriculture organization of the United Nations - FAO).

5.2.1. Clasificación de los plaguicidas

5.2.1.1. Toxicidad aguda

Establecido por la OMS basada en la peligrosidad o grado de toxicidad aguda, que es la capacidad del plaguicida de producir daño agudo a la salud por medio de una o varias exposiciones en un periodo relativamente corto. En esta clasificación la toxicidad

se mide a través de la dosis letal media (DL₅₀), esto varía dependiendo la presentación del producto (sólido, gel, líquido, gas, polvo), vía de entrada (oral, dérmica, respiratoria), la temperatura, la dieta, edad, sexo, etc. El DL₅₀ es la estimación estadística de la cantidad de una sustancia tóxica (mg/kg) por peso corporal, necesaria para matar al 50% de animales de experimentación, generalmente ratas de laboratorio.

Clasificación de los plaguicidas según su toxicidad, expresada en DL₅₀ (mg/kg)		
Clase	Toxicidad	Ejemplos
Clase IA	Extremadamente peligrosos	Paratión, dieldrín
Clase IB	Altamente peligrosos	Eldrín, diclorvos
Clase II	Moderadamente peligrosos	DDT, clordano
Clase III	Ligeramente peligrosos	Malatión

Tabla 1. Clasificación de plaguicidas según toxicidad

5.2.1.2. *Vida media o permanencia*

Se divide en permanentes, persistentes, moderadamente persistentes, no persistentes. La persistencia es la capacidad de una sustancia o compuesto de permanecer en un sustrato de un ambiente después de cumplirse el tiempo de objetivo por el cual se aplicó. Por su parte la vida media es el lapso de tiempo necesario para que se degrade la mitad del compuesto.

Clasificación de los plaguicidas según su vida media de efectividad		
Persistencia	Vida media	Ejemplos
No persistente	De días hasta 12 semanas	Malatión, diazinón, carbarilo, diametrín
Moderadamente persistente	De 1 a 18 meses	Paratión, lannate
Persistente	De varios meses a 20 años	DDT, aldrín, dieldrín

Permanentes	Indefinidamente	Productos hechos a partir de mercurio, plomo, arsénico
-------------	-----------------	--

Tabla 2. Clasificación de los plaguicidas según permanencia

5.2.1.3. Estructura química

Por diversas familias, desde organoclorados y organifosforados, hasta inorgánicos. Ver anexo 1, estructuras químicas de esta clasificación.

Clasificación de los plaguicidas según la familia química	
Familia química	Ejemplos
Organoclorados	DDT, aldrín, endosulfán, endrín
Organofosforados	Bromofos, diclorvos, malatión
Carbamatos	Carbaryl, methomyl, propoxur
Tiocarbamatos	Ditiocarbamato, mancozeb, maneb
Piretroides	Cipermetrina, fenvalerato, permetrina
Derivados bupiridilos	Cloromequat, diquat, paraquat
Derivados del ácido fenoxiacético	Dicoroprop, picloram, silvex
Derivados cloronitrofenólicos	DNOC, dinoterb, dinocap
Derivados de triazinas	Atrazine, ametryn, desmetryn, simazine
Compuestos orgánicos del estaño	Cyhexatin, dowco, plictrán
Compuestos inorgánicos	Arsénico pentóxido, obpa, fosfito de magnesio, cloruro de mercurio, arseniato de plomo, bromuro de metilo, antimonio, mercurio, selenio, talio y fósforo blanco
Compuestos de origen botánico	Rotenona, nicotina, aceite de canola

Tabla 3. Clasificación de los plaguicidas según estructura química

- Los organoclorados son los más usados, su estructura química corresponde a los hidrocarburos clorados, por lo que son estables física y químicamente, insolubles en agua, no volátiles y solubles en disolventes orgánicos, esto favorece su persistencia en el ambiente y lenta biodegradabilidad, su vida media es de 3 a 6 años aproximadamente,

dependiendo el producto, aunque para el DDT es de hasta 30 años. Por su lipofilicidad se acumulan en el tejido celular subcutáneo, en el componente graso de la leche materna y la sangre

- Los organofosforados son esteres de Aminas o tioles derivados de los Ácidos fosfórico y fosfonico o fosfonatos. Se degradan dando lugar a compuestos solubles en agua tentativamente menos persistentes y poco acumulables en el organismo. Son más tóxicos para vertebrados que los compuestos organoclorados. No son persistentes en el medio ambiente, principal causa que motivo la sustitución en el uso de los organoclorados por el organofosforado

- Los carbamatos son derivados de varios grupos:

Derivados de esteres carbamatados usados como insecticidas

Derivados del ácido tiocarbámico usados como fungicidas

Carbamatos propiamente dichos usados como herbicidas

Son relativamente inestables, tienen poco tiempo de persistencia, su degradación por oxidación permite que los metabolitos finales puedan excretarse por la orina y las heces. Los carbamatos actúan, al igual que los organofosforados inhibiendo a Acetilcolinesterasa en la sinapsis nerviosa. El problema en general que presentan estos insecticidas es su alta toxicidad

5.2.1.4. Organismo a controlar

Clasificación	Organismo a controlar	Tipo	Acción
Bactericida	Bacterias	De contacto	Mata al contacto con la plaga
Defoliante	Follaje	Erradicante	Eficaz después de infección por patógenos
Desecante	Follaje	Fumigante	Entra en las plagas como un gas
Fungicida	Hongos	No selectivos	Toxico para ambos, cultivos y malezas
Herbicida	Malezas	De post-emergencia	Eficaz cuando se aplica después de la cosecha
Insecticida	Insectos	De pre-emergencia	Eficaz cuando es aplicado después de la siembra y antes de la cosecha
Acaricida (miticida)	Ácaros y garrapatas	De pre-siembra	Eficaz cuando es aplicado antes de la siembra
Molusquicida	Babosas y caracoles	Protectores	Eficaz cuando es aplicado antes de que el patógeno infecte a la planta
Nematicida	Nematodos	Selectivos	Toxico solo para la maleza
Regulador del crecimiento vegetal	Crecimiento de cultivos	Esterilizantes del suelo	Toxico para toda la vegetación
Rodenticida	Roedores	Veneno estomacal	Mata plagas después de su ingestión
Conservador de la madera	Organismos destructores de la madera	Sistémicos	Transportado a través de los cultivos o plagas después de su adsorción.

Tabla 4. Clasificación de los plaguicidas según organismo a controlar. Ramirez, J.A & Lacasaña, M.

Cabe aclarar que la clasificación de estructura química tiene más amplitud y complejidad, dadas las nuevas moléculas incorporadas en el mercado, en este trabajo se plasmaron las más comunes y generales. En los plaguicidas aplicados al tipo de plaga, se puede evidenciar esta amplitud, lo que actualmente dificulta aún más su clasificación general. Por ejemplo, la clasificación de plaguicidas según el organismo a controlar, tiene a su vez una subclasificación, los insecticidas y acaricidas, según la Guía de insecticidas, acaricidas y fungicidas (2026) de la revista Growertalks, incluye 28 grupos químicos, cada uno con al menos 1 principio activo, para 16 tipos de especies.

Otro ejemplo son los plaguicidas inhibidores, como los inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa, o inhibidores de la AChE, esta encierra dos clasificaciones según estructura química, los cuales son los organoclorados y los carbamatos. La acetilcolina es un neurotransmisor, almacenada en vesículas sinápticas de la neurona, que se encarga de facilitar la transmisión de impulsos nerviosos entre neuronas, con efecto en la hendidura sináptica (unión de dos neuronas) cada vez que se presenta un estímulo nervioso, su acción se ejerce sobre los receptores de la neurona postsináptica para luego hidrolizarse rápidamente (en ácido acético y colina) por la enzima acetilcolinesterasa, con el fin de almacenar precursores del neurotransmisor, para después, sintetizar la nueva acetilcolina. Esta reacción evita que la acetilcolina sobre estimule los receptores de la neurona postsináptica, lo que origina una crisis colinérgica, condición médica grave por exceso de acetilcolina en el cuerpo, produciendo un cuadro médico con síntomas graves, esto resulta en una sobreestimulación en músculos, glándulas y nervios. Lo que hace el plaguicida es inhibir la enzima acetilcolinesterasa, por lo tanto, no habrá la enzima en la hendidura sináptica, generando una acumulación excesiva del neurotransmisor acetilcolina, llevando a la crisis colinérgica.

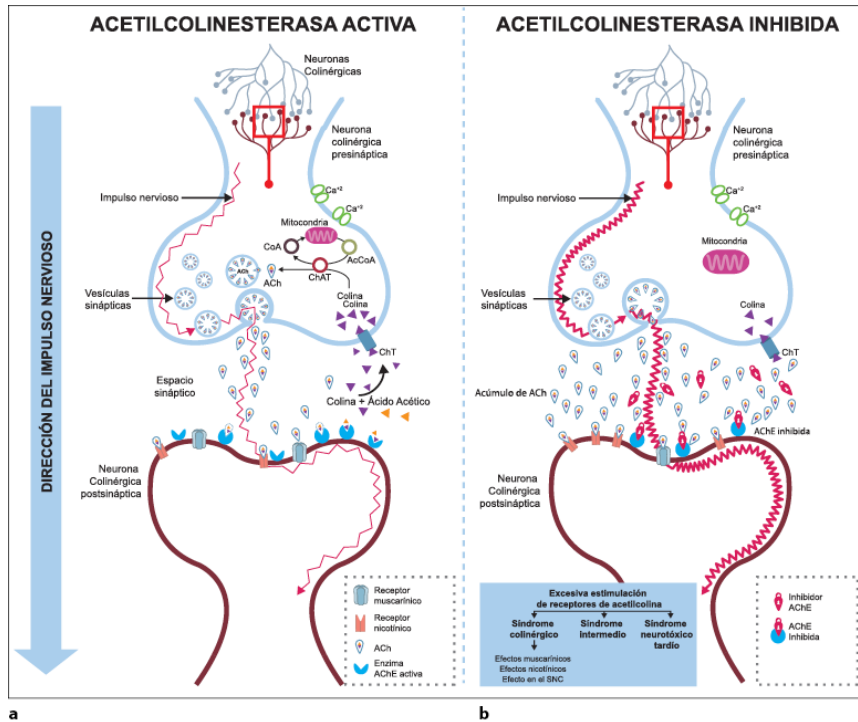


Imagen 1. Mecanismo de acción biológica de la enzima acetilcolinesterasa en estado activo y cuando la enzima está inhibida. Tomado de Revistacta.agrosavia.co.

En el siguiente diagrama 2, se ilustra la clasificación de plaguicidas según lo enunciado en los numerales 6.1.

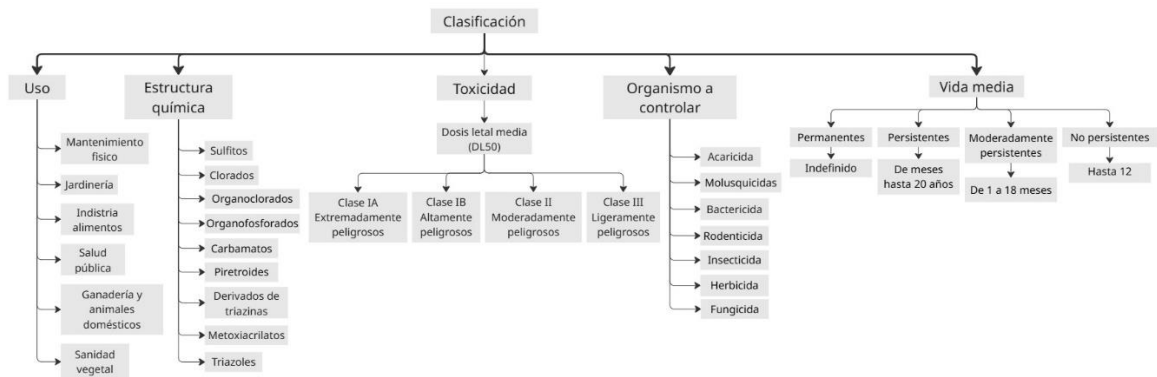


Diagrama 2. Clasificación de plaguicidas. Elaboración propia

5.2.2. Toxicología

- Elementos de toxicología

El agente químico capaz de producir un efecto en un organismo vivo

El sistema biológico u organismo vivo sobre el cual el agente químico puede actuar

El efecto nocivo, resultado de la interacción de los dos elementos anteriores

- Fases de la intoxicación (exposición, toxocinética, toxodinámica y clínica)

Fase de exposición: puede ser breve o prolongada, de concentraciones bajas a altas. Las vías de ingreso pueden ser digestivas, respiratoria y dérmica. El medio de intoxicación de los insectos es por la quitina o por vía digestiva. El compuesto o plaguicida debe ser liposoluble para que pase a través de la quitina, esta propiedad también le permite penetrar la piel humana e intoxicar por absorción dérmica, la ingesta de altas concentraciones genera efectos principalmente en el hígado, donde puede provocar necrosis centrolobular.

Fase toxocinética: incluye procesos entre la disponibilidad química y la concentración de insecticidas absorbida en el organismo. La cantidad de agente químico distribuido en la circulación sanguínea representa la disponibilidad biológica del agente tóxico. El proceso de biotransformación de los plaguicidas ocurre cuando son catalizados por enzimas de la fracción microsomal, los organoclorados, por ejemplo, inducen este tipo de enzimas. También se acumulan en el tejido adiposo, donde queda liberado y es transportado a sitios críticos del sistema nervioso, donde se manifiestan efectos agudos

Fase toxodinámica: es la interacción de moléculas del plaguicida en sitios específicos de acción, que depende de la cantidad de agente químico interactuando. Se teoriza que el DDT interfiere en la transmisión del impulso nervioso de axón, interfiriendo en el intercambio de cationes, lo que genera una serie de impulsos de orden anormal y

variable, si esto ocurre en células nerviosas, se genera una interrupción en las funciones del sistema nervioso central.

Fase clínica: son las señales y síntomas clínicos que evidencian el estado fisiopatológico de la actividad del plaguicida. Hay tres tipos de intoxicación: la rapidez de la aparición de síntomas, gravedad y duración de los mismos y la velocidad de absorción de la sustancia toxica. Se suele tener en cuenta la duración de la exposición para determinar si la intoxicación es aguda, subaguda y crónica.

En el siguiente diagrama 3, se ilustra la toxicología según lo enunciado en los numerales 5.2.2.

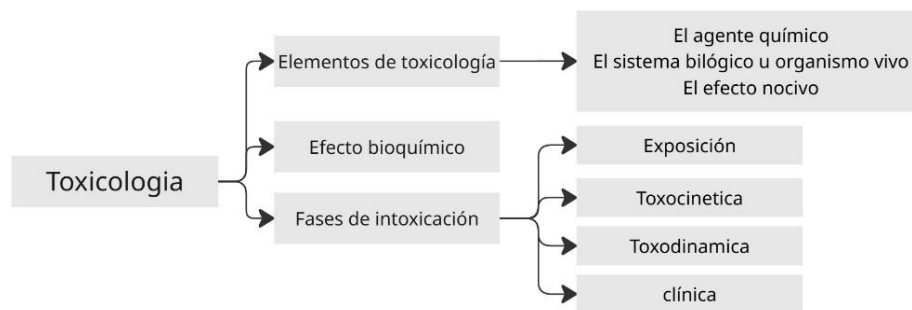


Diagrama 3 de toxicología de plaguicidas. Elaboración propia

5.2.3. Implicaciones socioambientales

El uso constante e intenso de plaguicidas aumenta estas implicaciones socioambientales que generan cambios indeseables en las características fisicoquímicas del aire, el suelo, el agua y afectaciones en la vida humana y animal. Según la OMS, los contaminantes químicos que más afectan a la población provienen del sector agricultor por medio de plaguicidas fertilizantes

Dentro del ciclo hidrológico, los plaguicidas pueden experimentar procesos como transferencia y degradación, por lo que tienen la capacidad de reubicarse y transferirse a otros ecosistemas por procesos de adsorción, lixiviación, volatilización, deriva de

pulverización y escorrentía y llegando a la atmósfera por evapotranspiración, además estos procesos de degradación producen metabolitos que han sido detectados en suelos, sedimentos y aguas subterráneas (Muyesaier Tudi. et al.). A nivel de biosfera, representan un riesgo para las especies que habitan los perímetros de aplicación como los insectos polinizadores, especies nativa o autóctonas, domesticas, entre otras.

A nivel social, las exposiciones a estos contaminantes ya sea directa o en el agua potable trae efectos crónicos para la salud incluso en niveles bajos, por ejemplo, existe relación entre estos y el riesgo de cáncer de mama y efectos mutagénicos, tanto en la vida humana como en la vida animal. (Kolpin, D. W.), implicaciones en los sistemas reproductor, renal, el nervioso, cardiopulmonar o gastrointestinal, de los cuales, la sintomatología puede variar en dependiendo del producto químico (Zambrano. S. P;). Aunque no se ha investigado los efectos de una exposición en baja concentración, investigaciones han declarado que se ha cambiado de sustancias, pero no la forma de producir, y los gobiernos no han permitido la regulación de agrotóxicos, sumado a que tampoco de hace un seguimiento de los compuestos químicos desde el ingreso al sistema industrial, hasta su salida, para saber el impacto real en los trabajadores (Gonzales. E)

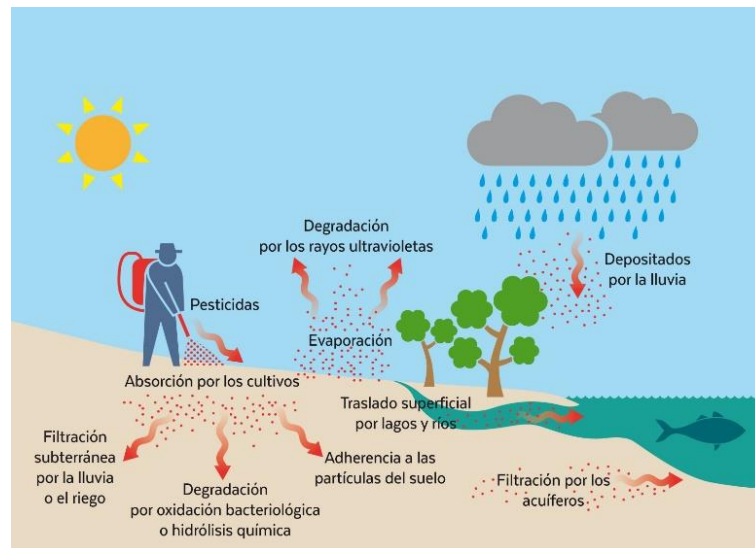


Imagen 2. Ciclo de plaguicidas en el medio ambiente. Tomado de ecologistas en acción.org (2018)

5.2.4. Usos frecuentes y principales

Actividad	Uso
Agricultura	Control de las múltiples plagas que afectan las cosechas en cualquiera de sus etapas
Salud pública	Control de vectores de enfermedades como malaria, dengue, enfermedad de Chagas, oncocercosis, peste, fiebre amarilla, filariasis, tripanosomiasis, esquistosomiasis, leishmaniasis y tifo.
Ganadería y cuidado de animales domésticos	En la desinfección de ganado ovino y de animales domésticos como perros y gatos.
Tratamiento de estructuras	Tratamiento de edificios públicos y privados, oficinas, hospitales, hoteles, cines, teatros, restaurantes, escuelas, supermercados, tiendas de departamentos, instalaciones deportivas, bodega de almacenamiento de alimentos y en la industria ferroviaria y de navegación marítima y aérea.
Mantenimiento de áreas verdes	Tratamiento de parques, jardines, áreas de recreo, campos de golf y autopistas, vías férreas, andenes, torres con líneas de alta tensión y postes.
Mantenimiento de reservas de agua	Tratamiento de grandes reservas de agua, naturales o artificiales, presas, embalses, diques, depósitos, estaques piscícolas, canales, albercas y piscinas.
Industria	En la fabricación de neveras, equipos eléctricos, pinturas, resinas, pegamentos, pastas, ceras, líquidos limpiametales, tiendas de campaña, velas para navegación, redes para deporte, tapetes, alfombras y tapices, en la industria de la madera, materiales para embalaje de alimentos, cartón y múltiples productos de papel. En la industria de la alimentación, para la preservación de alimentos frescos como carnes, pescados, etc.
Hogar	Incorporados en productos como cosméticos, champús, jabones y repelentes de insectos. Se usan en el lavado y secado de

	alfombras, desinfectantes caseros y productos para el cuidado de mascotas y plantas, además del uso de insecticidas
--	---

Tabla 5. Usos frecuentes y principales de plaguicidas

5.3. Bioplaguicidas

Proviene de derivados naturales incluyendo animales y microorganismos, y representan muy poco riesgo para las personas y el medio ambiente, a diferencia de los plaguicidas sintéticos, que no solo acaban con la plaga deseada, sino con animales que son necesarios en el ecosistema, lo que promueven el desarrollo sustentable y la modernización de la agricultura. Nava, García, Camacho & Vázquez (2012)

Abarcan desde extractos y agentes microbianos hasta vegetales, en la actualidad se usan muchos agentes activos, lo que se debe reconocer es que todos son de origen biológico y no sintético, una formulación basada en un agente natural con capacidad plaguicida, la definición de bioplaguicida para muchos investigadores es discutida ya que se restringen muchas categorías.

Los extractos de plantas para control de plagas se remontan a alrededor de 2000 años en Egipto, Grecia, China e India, hay evidencias más antiguas indican el uso de extractos del árbol de neem hace 4000 años aproximadamente, así como en el siglo XVII, el sulfato de nicotina se utilizaba para controlar el escarabajo del ciruelo, en el siglo XIX se popularizaron sustancias como el piretro y la rotenona, derivada de las raíces de hortalizas tropicales (El-Wakeil, 2013). Según estudios, ya que se descubrió que los microbios causan enfermedades por parte de Agostino Bassi en 1835, dio la idea de utilizar microbios para controlar plagas de insectos y enfermedades, como el primer pesticida biológico en Europa, que quizá fue un rodenticida a base de Salmonella entérica en 1904

5.3.1. Clasificación

Según diversos autores, los bioplaguicidas más antiguos, más que provenir de plantas y microbios, provienen de la tierra, como el cobre, tierra de diatomeas, arcillas, bicarbonato de sodio, sales y jabones, así como subproductos de procesamiento orgánico como harina de maíz, ácido acético y aceites o de origen animal como la orina. Bailey et al (2013)

La agencia de protección ambiental de los estados unidos (EPA) los define como pesticidas derivados de materiales naturales como animales, plantas, bacterias y ciertos minerales, y los clasifica en tres categorías:

Pesticidas microbianos, donde el ingrediente activo es un microorganismo (p. ej., una bacteria, hongo, virus o protozoo).

Protectores incorporados a la planta (PIP), donde se ha agregado material genético a una planta para producir sustancias pesticidas (como el conocido “maíz Bt”).

Plaguicidas bioquímicos, definidos como sustancias naturales que controlan plagas mediante mecanismos no tóxicos, como feromonas y algunos extractos vegetales.

Aunque la misma ha reconocido que es difícil determinar que sustancias u organismo pueden cumplir las condiciones para ser llamadas bioplaguicidas y por lo tanto existe un debate actual sobre la inclusión de otras sustancias más aun cuando su mecanismo de acción también es la toxicidad

Glare et al. (2012) añadieron otra clase a los biopesticidas al incluir endófitos beneficiosos. Esto se basó en que los endófitos, microbios que viven dentro de las plantas sin causarles efectos perjudiciales, pueden tener propiedades pesticidas o disuasorias de plagas. Estos pueden introducirse a través de semillas o durante la propagación. En cierto sentido, las plantas transgénicas son como los endófitos como

una forma de biopesticida, ofreciendo un producto que libera uno o más compuestos antiplagas naturales producidos dentro de la planta.

Nollet y Rathore (2015) recopilaron una clasificación general de bioplaguicidas en su *Biopesticides Handbook*:

5.3.1.1. *Microbios y extractos microbianos*

Los microbios y nematodos tienen capacidad de causar numerosas enfermedades en otros organismos, lo que es usado para desarrollar bioplaguicidas usándolos como agente activo, por medio de sus acciones naturales para infectar a otros organismos. Entre los microbios comunes se incluyen bacterias, como las *Bacillus* spp., hongos y virus; los bacteriófagos también se han formulado como bioplaguicidas para su uso contra enfermedades. Los agentes microbianos representan alrededor del 90 % de todos los bioplaguicidas, y se estima que existen más de 200 basados en microbios. El mecanismo de acción puede variar desde la exclusión competitiva y la infección, hasta la toxicidad, donde el microbio vivo suele producir múltiples toxinas que contribuyen a la mortalidad del objetivo.

5.3.1.2. *Extractos de origen vegetal*

Las plantas han desarrollado mecanismos de defensa contra las agresiones ambientales, de los más importantes es la defensa de las plantas contra parásitos y depredadores, la mayoría de los mecanismos defensivos de las plantas son de carácter químico, que son los metabolitos secundarios, los cuales, según investigaciones, afectan a procesos específicos de las plagas, como la oviposición, la reproducción, la fertilidad y la alimentación. El uso de plantas con propiedades plaguicidas es ancestral, los hombres prehistóricos usaban extractos vegetales basándose en observaciones que ahora se estudian en la etnobotánica. Antes del descubrimiento de los insecticidas

organosintéticos, las sustancias extraídas de vegetales eran usadas con mucha frecuencia para el control de plagas

Los extractos vegetales tienen muchas ventajas en el control de plagas ya que son menos persistentes y pueden utilizarse sin modificar el equilibrio natural del ecosistema, respetando los principios de sostenibilidad, son tóxicos para el objetivo, repelentes y otros funcionan como atrayentes.

En la primera mitad del siglo XX, los compuestos que dominaron como bioplaguicidas de extractos de plantas fueron la nicotina y alcaloides, rotenona y rotenoides, piretro y piretrinas (producidas por el crisantemo o especies relacionadas), y aceites vegetales. En general, existen muchos otros extractos vegetales que podrían utilizarse como biopesticidas, Joseph y Sujatha (2012) han reportado más de 200 plantas con potencial plaguicida demostrado. En esto, los aceites esenciales también cumplen un papel muy importante, dado que tienen mecanismos de acción para eliminar plagas de artrópodos con una baja actividad residual y relativamente menos dañinos para los humanos.

5.3.1.3. *Microbios en plantas*

Los microbios que colonizan la rizosfera o la filosfera pueden contribuir a la salud de una planta, cuentan con agentes, genes y compuestos bioactivos para su uso en bioplaguicidas. Los endófitos y microbios que viven dentro de las plantas sin causar síntomas de enfermedad tienen efectos contra plagas y patógenos basándose en la combinación microbio-planta, con beneficios fitosanitarios demostrados y que puede propagarse y distribuirse como producto. Por ejemplo, los endófitos de las gramíneas, hongos que producen compuestos bioactivos dentro de la planta con actividades insecticidas, entre otros, esta selección de endófitos y gramíneas ha dado como resultado su comercialización exitosa en muchas zonas de pastizales templados de Nueva Zelanda, Australia, Estados Unidos y Suramérica.

5.3.1.4. *Plantas genéticamente modificadas*

Son plantas transgénicas que expresan genes foráneos, la mayoría de las plantas transgénicas se basan en la resistencia a herbicidas, las nuevas plantas que se están desarrollando abarcan características mucho más amplias. La EPA de los Estados Unidos (USEPA) incluye a los protectores incorporados a las plantas (PIP) entre bioplaguicidas y las definen como plantas que producen sustancias pesticidas a partir de material genético añadido a la planta, como las proteínas pesticidas de la bacteria *B. thuringiensis*.

5.3.1.5. *Invertebrados*

Es un control biológico clásico que implica la introducción, propagación y multiplicación puntual de organismos vivos antagonistas de una plaga, maleza o enfermedad específica. Generalmente se utilizan mediante su distribución para su liberación inundativa periódica, o el llamado biocontrol aumentativo. En la actualidad existen 230 especies disponibles comercialmente que abarcan insectos (himenópteros), ácaros y nematodos. Por ejemplo, la producción de insectos de invernadero como la *Encarsia formosa* para el control de la mosca blanca.

5.3.1.6. *Bioquímicos*

Se clasifican en clases funcionales biológicamente distintas como semioquímicos, extractos y aceites vegetales, reguladores del crecimiento vegetal y reguladores del crecimiento de insectos. La EPA ha registrado alrededor de 122 ingredientes activos de pesticidas bioquímicos (2009).

Semioquímicos y otros activos

Son compuestos químicos naturales, moléculas informativas que son utilizadas en la interacción insecto-insecto o planta-insecto, se derivan de feromonas, kairomonas, alomonas y otras clases de compuestos conductualmente activos emitidos por plantas y

animales que transmiten mensajes y modifican el comportamiento de otros individuos, ya sea de la misma especie (feromonas) o de especies diferentes (aleloquímicos). Se usan en la interrupción del apareamiento, atracción y matanza o para monitorear poblaciones de insectos. Se consideran una opción segura para el medio ambiente ya que son específicos para cada plaga objetivo, se requieren cantidades bajas y al ser volátiles tienen baja persistencia

Las feromonas usadas son liberadas por un organismo (insecto) al exterior (en el entorno) que provoca una reacción específica en un organismo receptor ya que la mayoría de insectos se comunican con sustancias químicas, liberando trazas de compuestos que son volátiles por lo que permean el entorno rápidamente y son detectados por otros insectos dentro de estas se encuentran feromonas con efecto cebador y liberador, sexuales, de agregación, de alarma, de rastro, alomonas y kairomonas.

5.3.1.7. Derivados del petróleo

Hace ya varios siglos, los aceites se han utilizado como plaguicidas, algunos son muy eficaces y son alternativas seguras a los sintéticos, así mismo, muchos productos a base de aceites que se venden como pesticidas están regulados por la (EPA), pero el uso seguro de cualquier aceite como pesticida requiere un conocimiento básico de su naturaleza química, modo de acción y limitaciones de uso para garantizar la seguridad ambiental. Dentro de estos se encuentran aceites destilados de petróleo y aceites extraídos de plantas y animales.

En el siguiente diagrama 4, se ilustra la clasificación de plaguicidas según lo enunciado en los numerales 5.3.1.

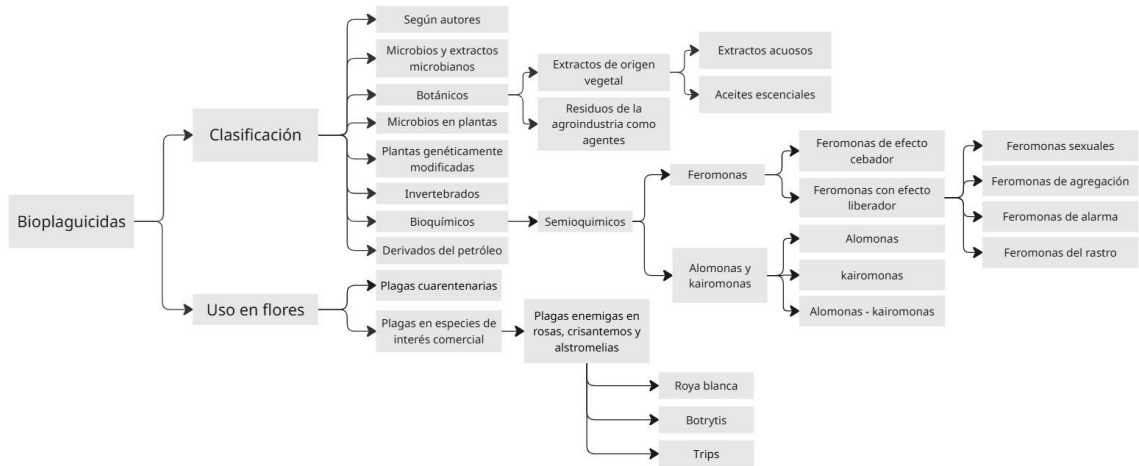


Diagrama 4. Resumen propuesto de Bioplaguicidas. Elaboración propia

6. METODOLOGÍA

6.1. Enfoque

Esta investigación estuvo diseñada bajo el planteamiento metodológico del enfoque cualitativo, por las características y resultados obtenidos a partir de la investigación. Lo anterior, se plantea porque el modelo de Enseñanza para la comprensión aplicado en la enseñanza de plaguicidas y bioplaguicidas pretende que, por medio de los tópicos o temas generativos, los estudiantes logran concebir la comprensión no solamente acerca de las generalidades de plaguicidas y bioplaguicidas sino las implicaciones socio ambientales de los mismo y como estos se relacionan directamente con su cotidianidad, y analizar el nivel de esa comprensión. Para esto, el método cualitativo permite y utiliza la recolección y análisis de datos para revelar nuevos interrogantes en el proceso de interpretación, estos datos cualitativos son evidencia e información simbólica, verbal, audiovisual, en forma de texto o imágenes y produce notas como diagramas o mapas, es decir, al momento de realizar un enfoque cualitativo, se plantea un problema, pero no habrá un proceso definido y estará direccionada por los resultados obtenidos. Sampieri (2013)

6.2. Población

Se realizó en un grupo de veinticuatro (24) estudiantes del espacio académico Sistemas Orgánicos I, de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, semestre 2025-II. Se optó por aplicar en este grupo, dado que es un tema que se aborda en la historia y evolución de la química orgánica, como fue el uso de los plaguicidas sintéticos, específicamente el DDT y la evolución de los mismos en el desarrollo de la humanidad (reformulación de toxicidad, transición de plaguicidas a bioplaguicidas)

6.3. Ruta metodológica

Con relación a la ruta metodológica, esta se abordó en tres fases para dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados en la investigación.

6.3.1. Fase 1: Caracterización

En la caracterización se diseñó, aplicó y validó un pre test para indagar las ideas previas de los estudiantes con relación a los tópicos de plaguicidas y bioplaguicidas, así como sus implicaciones y controversias socioambientales.

El pre test, (ver anexo 2), constó de dos secciones: la sección 1 presentó conceptos relacionados con plaguicidas sintéticos, y la sección 2 presentó conceptos relacionados con bioplaguicidas. Entre las dos secciones se plantearon 21 ítems que incluyeron preguntas abiertas, preguntas basadas en textos cortos, asociación de conceptos y relación de imágenes y pictogramas.

6.3.2. Fase 2: Actividades ligadas al modelo EpC

Para dar cumplimiento a esta fase, se aplicaron 5 actividades de acuerdo con cada dimensión de la comprensión del modelo EpC.

Dimensiones de comprensión EpC	Actividades relacionadas
<p>Tópicos generativos</p> <p>Metas de comprensión</p>	<p>Presentación inicial de generalidades plaguicidas y bioplaguicidas por parte del investigador.</p> <p>Nube de ideas realizado por los estudiantes relacionado con plaguicidas y bioplaguicidas empleando la aplicación Mentimeter©</p>
<p>Desempeños de comprensión</p>	<p>Construcción de mapa mental por cada grupo de trabajo basado en el material proporcionado.</p> <p>Aplicación de bioplaguicidas utilizando ensayo de ecotoxicidad aplicado en semillas de girasol bambino (<i>Helianthus Annus Dwarf</i>) empleando extractos de crisantemo, ajo, tomillo y canela, por parte del investigador. Estos resultados fueron socializados con los estudiantes, para que identificaran los principios activos presentes en cada especie vegetal, y con estos, realizaran la actividad de reconocimiento de grupos funcionales, hibridación y su aplicación de toxicidad en cultivos.</p> <p>Actividad de los 7 mitos de la agroecología para cada grupo, producto a entregar: infografía con el mito correspondido</p>
<p>Valoración continua y evaluación final</p>	<p>Socialización de temas por cada grupo</p> <p>Test final</p>

Tabla 6. Tomado y modificado de Rodríguez L

Con respecto a la tabla 6, como tópico generativo y meta de comprensión, se propuso dos actividades:

- Presentación inicial por parte del investigador donde se compartió el trabajo de grado y se dio una introducción acerca de las generalidades de plaguicidas y bioplaguicidas.

- Nube de ideas por medio de la aplicación en línea Mentimeter© donde los estudiantes plasmaron los temas o palabras de interés respecto a las expectativas a abordar relacionadas con plaguicidas y bioplaguicidas.

Esto con el fin de que mediante el proceso se diera a conocer y se introdujera a los estudiantes a la exploración de los compuestos plaguicidas sintéticos, su desarrollo a través de la historia y las implicaciones ambientales de su uso y su relación con la cotidianidad de los estudiantes. Además, se les mostro a donde se pretendió dirigir y estructurar la intervención.

Los desempeños de comprensión, ayudaron a los estudiantes a usar, aplicar y profundizar lo investigado y explorado mediante productos por medio de la propia comprensión de cada uno guiada por el investigador, donde se observó claridad y dominio respecto a los temas asignados y temas propuestos.

Para esto, se desarrollaron 3 actividades que se basaron en información proporcionada por el investigador:

- Construcción de mapa mental por todos los grupos de trabajo basado en lectura proporcionada y la socialización de cada grupo respecto a las generalidades de plaguicidas y bioplaguicidas
- Infografía de los 7 mitos desmentidos acerca de la agroecología por la revista ALLPA:

La producción ecológica no es económicamente rentable

La agricultura industrial produce más alimentos por hectárea

Los alimentos industriales tienen misma o mayor calidad nutricional que los tradicionales, porque son más modernos

Los agroquímicos no causan daño a la salud, los productos orgánicos sí, porque se cultivan con desechos

La agricultura industrial no causa más daño al ambiente que la agroecológica

La agricultura industrial es parte del progreso y de la modernidad a la que todos debemos aspirar

La agricultura convencional genera fuentes de empleo y fortalece la economía

6.3.2.1. Actividad ensayo de eco toxicidad

Para que los estudiantes observaran la capacidad de inhibición aplicada, y el manejo empresarial de plaguicidas y bioplaguicidas, el investigador realizó un recorrido por una empresa del sector floricultor ubicada en el occidente de la sabana, donde se conoció el manejo de la empresa frente a plaguicidas y bioplaguicidas en especies vegetales de interés comercial.

Con esta información se realizaron ensayos de ecotoxicidad con 4 extractos acuosos de flores de crisantemo, tomillo, canela y bulbo de ajo (*allium sativum*), materias primas que la empresa usa como bioplaguicidas, la extracción se realizó mediante técnicas de maceración, diseño de bloques, y parte del método de Obodoni & Ochuko (2001), bajo ciertas modificaciones y reportadas por Muñoz A. (2008) y Pazmiño-Miranda et al. (2017) respectivamente, teniendo en cuenta que los extractos de tomillo, ajo y canela también se pueden utilizar como plaguicidas naturales en prácticas orgánicas (Nollet & Rathore, 2015).



Fotografía 1. Flor de crisantemo utilizada para la elaboración del extracto.

Se obtuvo una concentración de 10% m/v, tomando 2,5 g de materia vegetal en 25 mL de agua desionizada, llevándolo con 40 ml y a 90°C hasta evaporar a la mitad del volumen, posteriormente de filtro con papel cualitativo, el extracto obtenido se llevó al aforo en un balón de 25 ml según muestra el diagrama 5.



Fotografía 2



Fotografía 3



Fotografía 4

Fotografía 2, extractos llevados a ebullición hasta un medio de su volumen. 3, extracción al vacío de una de las materias vegetales. 4, extractos filtrados de crisantemo, ajo, tomillo y canela en balones aforados.

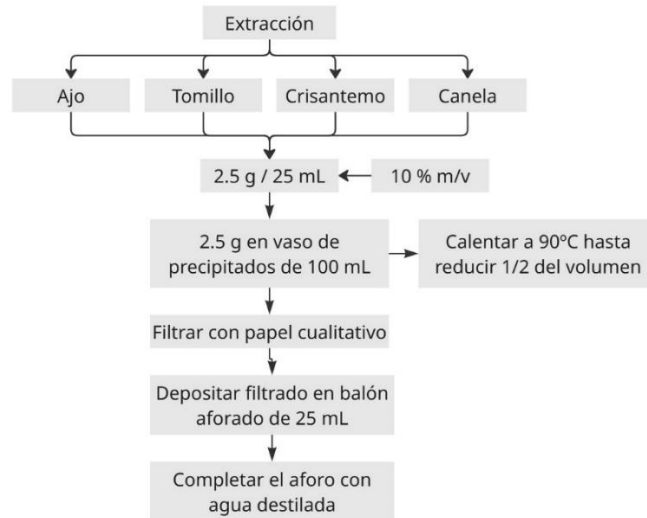
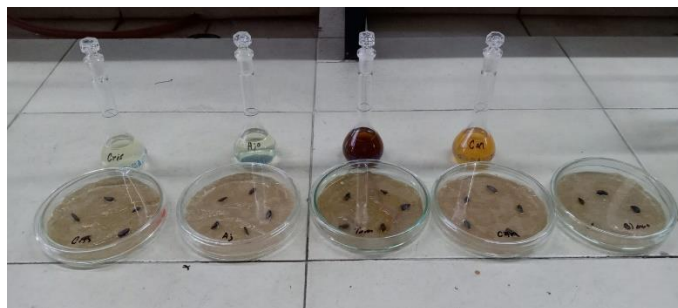


Diagrama 5. Primer procedimiento de extracción.

Se tomaron 5 cajas petri y se depositaron 5 semillas de girasol (*Helianthus Annus Dwarf*) certificadas en cada una con una toalla de papel absorbente y se humectaron con los extractos y el ultimo con agua destilada, que fue nuestro blanco paralelo. La germinación se realizó a la temperatura ideal de germinación evidente, las semillas de girasol pueden germinar a temperaturas entre 25 y 35 °C, pero la mayor tasa de germinación se observa a 25 °C, como se observa en las fotos 5 y 6. Sghaier, H. et. al (2023). Ver diagrama 6.



Fotografía 5



Fotografía 6

Fotografía 5, semillas en cada uno de los extractos y el blanco. 6, cajas petri con las semillas y listas para el proceso de germinación.

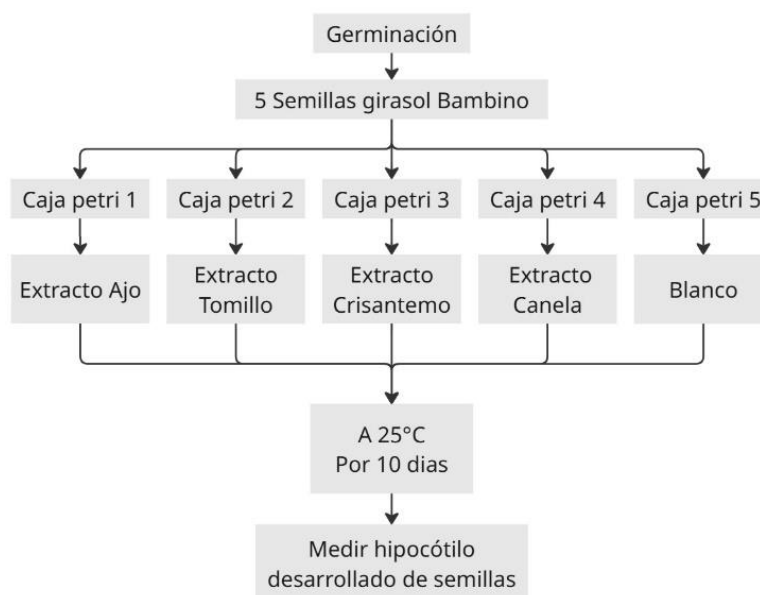


Diagrama 6. Segundo procedimiento de extracción.

Como producto de este apartado, se les solicitó a los estudiantes que representaran por medio de dibujos, imágenes y textos las moléculas de principios activos que intervienen como bioplaguicidas en los extractos de crisantemo, ajo, tomillo

y canela, destacando grupos funcionales, hibridaciones y una consulta breve de cada uno. Ver resultados y análisis, imagen 14.

Como Valoración continua y evaluación final, los estudiantes socializaron en grupos los tópicos que aparecen en la tabla 7 y con el cual representaran las Metas y Desempeños de comprensión en un mapa mental, que abarcó todas las generalidades de plaguicidas y bioplaguicidas. Esto permitió que por grupos de estudiantes adquirieran un nivel de profundidad mayor respecto a los demás tópicos generadores, además de recibir la retroalimentación y evaluación para así comparar el desempeño actual con el anterior, de esta forma se logra que el estudiante fuera más responsable de su propio proceso de aprendizaje.

Grupo	Metas de comprensión
	Plaguicidas
1	Historia Definición Toxicología: Elementos de toxicología Efecto bioquímico Fases de intoxicación Síntomas generales
2	Clasificación Componentes de productos fitosanitarios Toxicidad aguda: DL50 Vida media
3	Clasificación Estructura química Organismo a controlar
5	Importancia: comercial, usos frecuentes Implicaciones socioambientales
	Bioplaguicidas

6	Historia Definición Implicaciones ambientales
7	Clasificación Según diferentes autores Microbios y extractos microbianos Botánicos Microbios en plantas
8	Clasificación Plantas genéticamente modificadas Invertebrados Bioquímicos Derivados del petróleo

Tabla 7, temas asignados por grupos como temas generadores, metas de comprensión y socialización final como desempeño de comprensión y evaluación.

6.3.3. Fase 3: Aplicación de post test

Actividad cierre por medio de la aplicación del post test para verificar el nivel de comprensión de fase 2 a fase 3

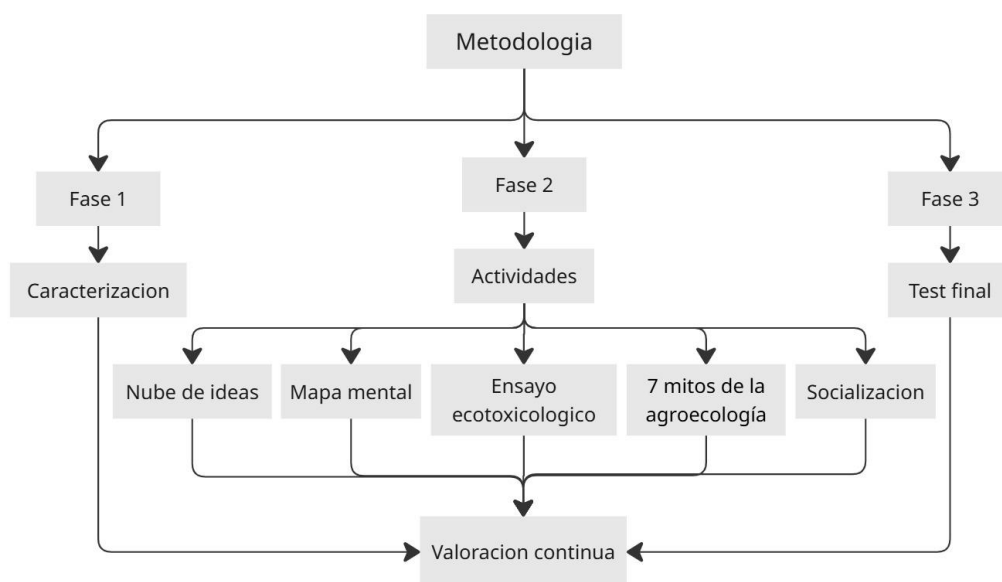


Diagrama 7. Fases de la ruta metodológica y su articulación con el modelo EpC.

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para analizar los resultados obtenidos se tuvo en cuenta la siguiente matriz de evaluación, basado en promedios numéricos de las respuestas por sección.

Unidades de sección	Muy satisfactorio	Satisfactorio	Requiere retroalimentación
	Se evidencia avance significativo de comprensión	Avance de comprensión aceptable o media	Se evidencia poco o ningún avance de comprensión
	4.0 – 5.0	3.0 – 3.9	1.0 – 2.9

Tabla 8. Tomado y modificado de Pogre (2001)

7.1. Fase 1

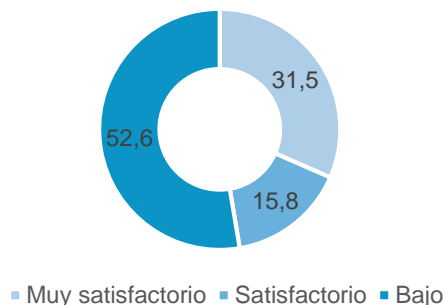
7.1.1. Pre test

7.1.1.1. Sección plaguicidas

La sección del pre test acerca de los plaguicidas sintéticos trata desde su historia, definición, clasificación, toxicología hasta sus implicaciones socioambientales, las preguntas tienen como objetivo indagar el nivel de conocimiento de los estudiantes, dar una contextualización y que a la vez, exista una asociación de conceptos, enunciados e imágenes para que el estudiante pudiera deducir la mejor opción de respuesta, con esto se pudo dar inicio a las dimensiones de la comprensión del modelo EpC.

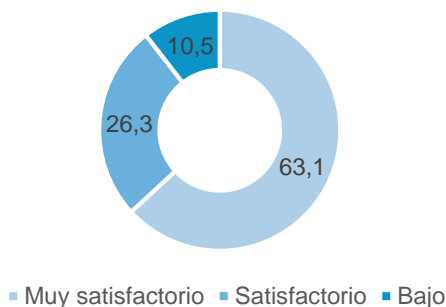
En la subsección “Historia e importancia”, 6 de los 19 estudiantes, correspondiente al 31,5%, tuvieron un desempeño Muy satisfactorio respecto a la relación entre DDT, segunda guerra mundial y plagas comunes de la época, otro 15,8% tuvo una respuesta satisfactoria, el restante 52,6% tuvo un desempeño bajo o de retroalimentación requerida. Una tercera parte recordaron la relación de este compuesto orgánico y los plaguicidas, la mitad de los estudiantes no demuestran comprensión o no recuerdan el papel del DDT como el primer plaguicida sintético usado y comercializado.

Historia e importancia



En la subsección “¿Qué son?” o definición, donde se indago si los estudiantes podían construir un concepto coherente de plaguicidas, 12 de los 19 estudiantes, correspondiente al 63,1%, tuvieron un desempeño Muy satisfactorio y completo respecto a la definición de plaguicidas, más de la mitad de los estudiantes tienen conocimiento básico acerca de que es un plaguicida sintético. Un 26,3% de los estudiantes tuvo una respuesta satisfactoria, aunque tienen un conocimiento bajo de lo que es un plaguicida, relacionaron conceptos e ideas respecto al mismo. 2 de los 19 estudiantes, correspondiente al 10,5% tuvo un desempeño bajo o de retroalimentación requerida.

Definición plaguicidas



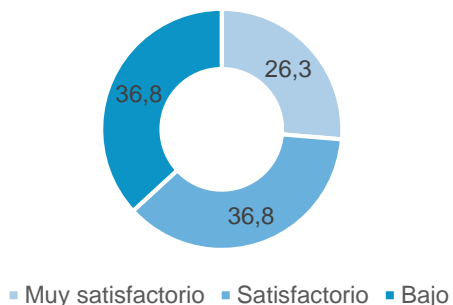
La subsección “Clasificación”, incluye temas relacionados con los compuestos que componen los productos fitosanitarios, toxicidad, vida media o permanencia, estructura química y organismos a controlar por los plaguicidas. Donde los estudiantes pudieron

basarse en párrafos introductorios, asociación de imágenes y bancos de palabras con conceptos y análisis de moléculas componentes de plaguicidas. 1 de los 19 estudiantes, correspondiente al 5,2% tuvo una respuesta Muy satisfactoria o lograron asociar coherentemente sus conocimientos iniciales. Un 31,6% tuvieron un desempeño satisfactorio y un 63,1% tuvo un desempeño bajo o de retroalimentación requerida. La sección muestra que, si bien conocen a grandes rasgos que es un plaguicida, más de la mitad de estudiantes no tuvieron conocimiento acerca de características específicas y que tipos o clases existen.



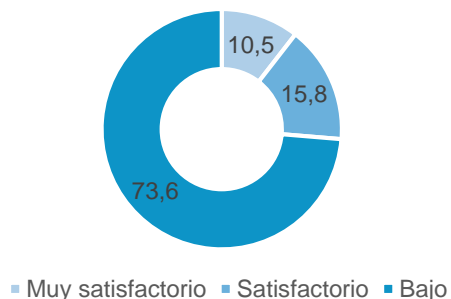
En la subsección “Toxicología” se plantearon dos preguntas que reunieron los elementos de toxicología y las fases de intoxicación, donde los estudiantes realizaron asociación de conceptos y palabras basadas en descripciones cortas. El 26,3% realizaron una asociación coherente o Muy satisfactoria, el 36,8% tuvieron una asociación satisfactoria o básica, y el 36,8% restante no realizó una asociación adecuada o fue nula. Un tercio de los estudiantes no tienen conocimiento de las formas más básicas del mecanismo de intoxicación de un plaguicida en el cuerpo humano, el restante, aunque logra asociar algunos o la mayoría de conceptos, tiene un conocimiento básico.

Toxicología

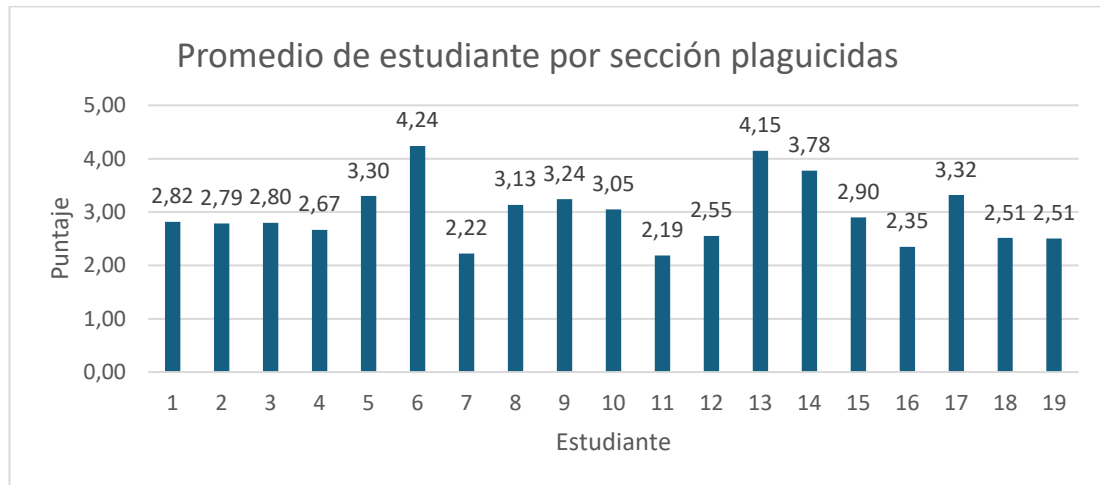


En la subsección de “Implicaciones socioambientales” se propuso una ilustración de donde se muestra como la ruta de los plaguicidas sintéticos en el medio ambiente produce las implicaciones negativas al mismo por medio de procesos como ciclo hidrológico, volatilización, deriva de pulverización, escorrentía, lixiviación, percolación. Un 10,5% de los estudiantes aportaron un concepto certero y adecuado a cada palabra y lograron relacionar, ordenar y describir los conceptos de forma Muy satisfactoria, evidencia de un conocimiento previo y de una buena asociación, el 15,8% tuvo un conocimiento previo aceptable o Satisfactorio y el 73,6% restante tenía muy poco o nulo conocimiento previo acerca de las implicaciones ambientales del uso de plaguicidas sintéticos.

Implicaciones socioambientales

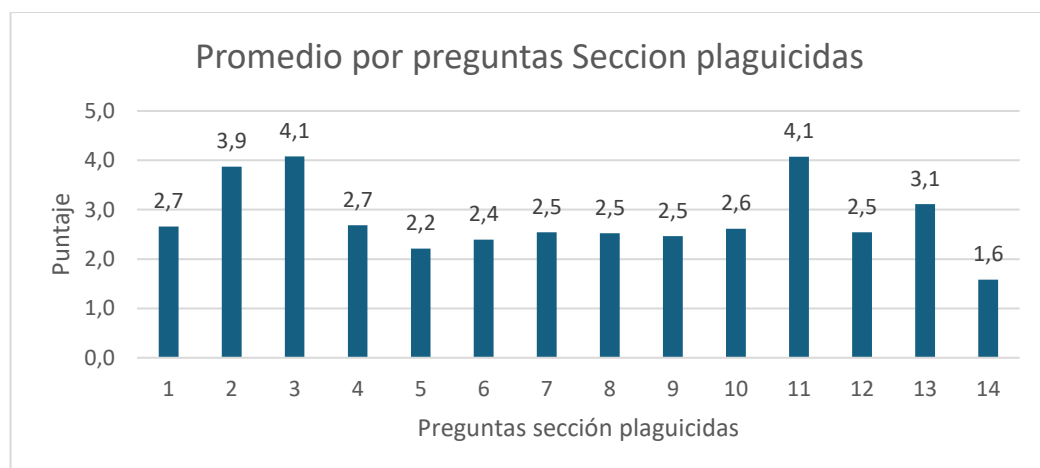


El promedio total para el grupo fue de 2,81 para la sección de plaguicidas, que se clasifica como un conocimiento limitado a nulo.



Gráfica 1. Comportamiento de noción de los estudiantes en las generalidades de plaguicidas

Promedio total por pregunta y por estudiante de la sección plaguicidas para analizar cuáles fueron las preguntas con desempeño Muy satisfactorio, Satisfactorio y de Retroalimentación requerida sección Plaguicidas.



Gráfica 2. Promedio de preguntas sección plaguicidas, pre test

En la sección plaguicidas las preguntas respondidas con desempeño Muy satisfactorio (4.0 – 5.0) fueron: ¿Que entiende por fitosanidad?, y la asociación de elementos de toxicología: sistema biológico u organismo vivo, agente químico, efecto nocivo. Lo que indica un conocimiento básico general acerca los conocimientos para mantener sanas las plantas y la facilidad de asociar conceptos simples a las palabras correspondientes.

Desempeños por pregunta:

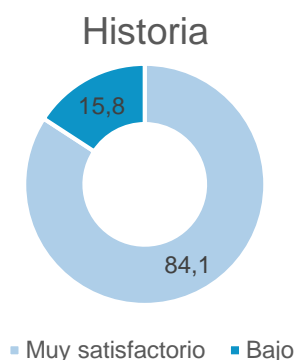
Las preguntas respondidas con desempeño satisfactorio (3.0 – 3.9) fueron: ¿Que son los plaguicidas?, y la ilustración de las implicaciones ambientales de los plaguicidas, asociación de palabras y conceptos. Indica que existe un conocimiento adecuado generalizado que lo que es un plaguicida. Y con el empleo de la ilustración, los estudiantes lograron realizar una asociación entre las palabras y su significado relacionado con las implicaciones ambientales de los plaguicidas

Las preguntas respondidas con desempeño bajo (2,9 – 1,0) o evidencia de desconocimiento fueron los 9 restantes, que en general engloban la historia del desarrollo de plaguicidas, componentes de productos fitosanitarios, información específica de clasificación y toxicidad, identificación de grupos funcionales y relación de los efectos adversos y la cadena trófica.

7.1.1.2. Sección Bioplaguicidas

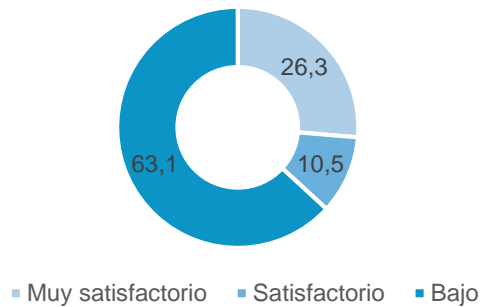
La sección del test referente a bioplaguicidas trata acerca de su historia, desarrollo, clasificación general y su relación con el contexto de los estudiantes encuestados, haciendo uso de líneas de tiempo, redacción de párrafos y percepciones, así como conocimientos personales de los estudiantes hacia estas alternativas.

En la subsección “Historia”, se solicitó diseñar una breve línea de tiempo 16 de los 19 estudiantes, correspondiente a un 84,1% diseñaron una línea de tiempo Muy satisfactoria, el 15,8% restante, que fueron solo 3 estudiantes, no la diseñaron satisfactoriamente o fue nula. La mayor parte de los estudiantes asociaron las diferentes ilustraciones y textos cortos con el desarrollo histórico de los bioplaguicidas, si bien esta sección no demuestra en su totalidad el conocimiento previo de los estudiantes, si plantea un tópico generativo con el cual ellos relacionaron lo conocimientos que pudiesen tener con la guía de los temas planteados en la línea de tiempo.



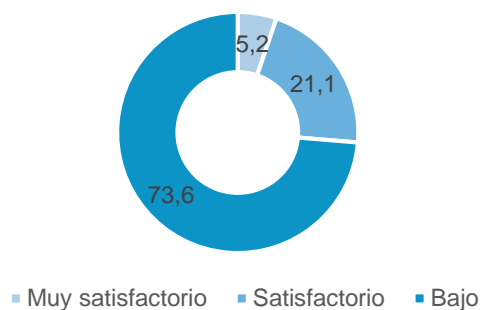
En la subsección, “Que son”, se solicitó redactar un párrafo donde se explicara que se entiende por Bioplaguicidas. Un 26,3% redactaron una respuesta Muy satisfactoria o con conocimientos básico, un 10,5% tuvo una respuesta aceptable o Satisfactoria, el 63,1% no tuvo una redacción satisfactoria, nula, sin conocimientos previos o simplemente no hubo asociación con la palabra y el significado. Pese a que la mayoría de los estudiantes tienen conocimientos básicos y satisfactorios acerca de lo que es un plaguicida sintético, en la mayoría no se logró una asociación y respuesta satisfactoria acerca de lo que es un bioplaguicidas

Definición Bioplaguicidas



En la subsección “clasificación” se planteó 7 clasificaciones según literatura y se solicitó que los estudiantes relacionaran y asociaran ilustraciones con el nombre y una breve descripción de cada uno, ayudados con bancos de palabras. Solo un estudiante (5,2%) tuvo una asociación Muy satisfactoria, un 21,1% tuvo una asociación aceptable o Satisfactoria, y un 73,6% tuvo una baja o nula asociación. En la mayoría de estudiantes no se logró un conocimiento satisfactorio, pese a que contaban con ilustraciones como tópicos generadores y podían relacionar y expresar sus asociaciones con sus percepciones personales, en general no se contó con conocimientos básicos de qué clases de bioplaguicidas existen

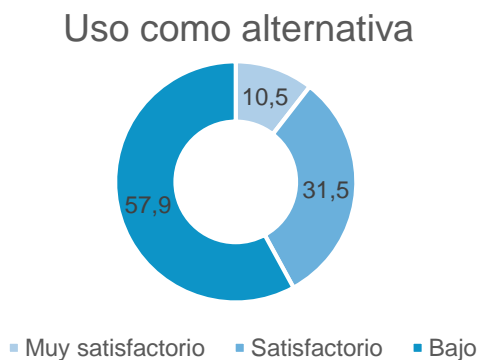
Clasificación



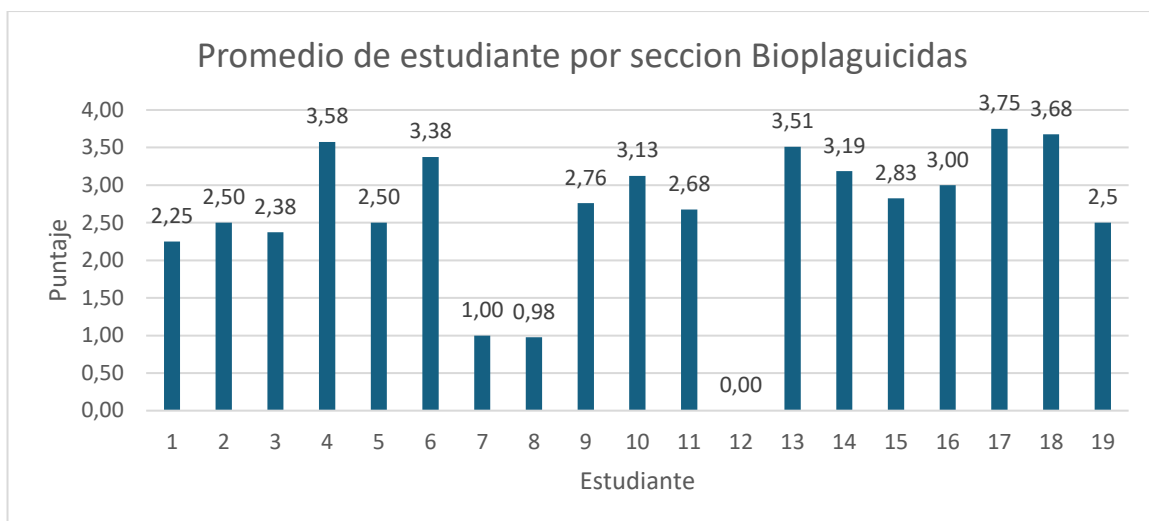
La subsección 2.4, correspondiente a propiedades fisicoquímicas, no se aplicó por cuestiones de tiempo.

En la subsección “uso como alternativa en floricultura” se propuso indagar la percepción personal de los estudiantes acerca de los bioplaguicidas con preguntas basadas en extractos naturales como plaguicida natural, procesos de extracción y ventajas y desventajas de plaguicidas sintéticos y bioplaguicidas. El 10,5% tuvo una respuesta Muy satisfactoria o buen conocimiento de lo cuestionado, el 31,5% tuvo una respuesta aceptable o Satisfactoria, el restante 57,9% no tuvo una respuesta satisfactoria o nulo conocimiento del tema.

Entre las respuestas satisfactorias, resaltaron temas conocidos por los estudiantes como extractos de ajo, ají, tabaco y menta; procesos de extracción como maceración y filtración; amabilidad con el medio ambiente, efectividad, costos y daños ambientales, selectividad en plaga objetivo, salud humana, biodegradabilidad, toxicidad, efectividad – alta toxicidad y algunos principios de química verde.

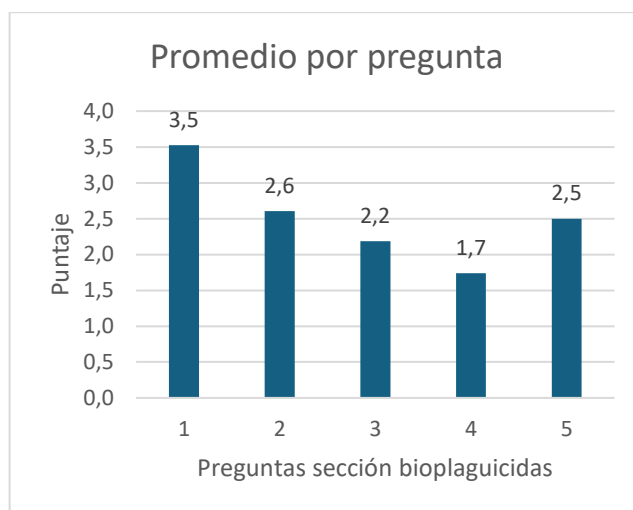


El promedio total para el grupo fue de 2,51 para la sección de bioplaguicidas, que se clasifica como un conocimiento limitado a nulo.



Gráfica 3. Comportamiento de noción de los estudiantes en las generalidades de bioplagicidas

Promedio total por pregunta y por estudiante de la sección Bioplagicidas para analizar cuáles fueron las preguntas con desempeño Muy satisfactorio, Satisfactorio y de Retroalimentación requerida sección Plagicidas.



Gráfica 4. Promedio de preguntas sección plagicidas

En la sección bioplagicidas no hubo preguntas respondidas con desempeño Muy satisfactorio (4.0 – 5.0)

Desempeños por pregunta:

La pregunta respondida con desempeño satisfactorio (3.0 – 3.9) fue la construcción escrita de la línea de tiempo de los bioplaguicidas, a pesar de que se proporcionó una línea de tiempo ilustrada, de igual forma indica poco o aceptable conocimiento acerca del desarrollo histórico de los bioplaguicidas

Las preguntas respondidas con desempeño bajo (2,9 – 1,0) o evidencia de desconocimiento fueron los 4 restantes fueron:

Párrafo donde indique que entiende por bioplaguicidas

Relación con ilustraciones acerca de la clasificación general de los bioplaguicidas

¿Qué extracto natural conoce como plaguicida natural, que ingredientes activos cree que actúan y como realizaría el proceso de extracción?

¿Qué ventajas y desventajas puede resaltar entre el uso de plaguicidas convencionales o sintéticos y bioplaguicidas de origen natural, como los extractos de plantas?

Indica un conocimiento bajo o en algunas situaciones nulo acerca de bioplaguicidas, sus tipos o clasificación, principios activos, ventajas frente a plaguicidas sintéticos, así como su uso convencional.

7.2. Fase 2

Para aplicar el modelo EpC, se plantearon y aplicaron algunas actividades basadas en los elementos y dimensiones de la comprensión: los tópicos generadores, metas de comprensión y desempeños de comprensión

7.2.1. Actividades y productos obtenidos ligados al modelo EpC

- Presentación del trabajo de grado

Se realizó una presentación inicial introductoria acerca del modelo de Enseñanza para la comprensión, generalidades de plaguicidas y bioplaguicidas así como sus implicaciones en el medio ambiente, su papel en la industria floricultura como complemento o sustituto de los plaguicidas sintéticos usados y cómo todos estos elementos ayudarían a alcanzar las metas de comprensión dentro del espacio académico.



Fotografía 7. Presentación inicial introductoria por el investigador

- Nube de ideas

Para cumplir con los tópicos generadores, se realizó un tablero digital en Mentimeter©, imagen 3, donde los estudiantes plasmaron sus ideas previas acerca de los temas que se abordaron acerca de plaguicidas y bioplaguicidas, la presentación inicial sirvió como tópico generador para dar a conocer las propuestas de abordaje y abrir las expectativas de los estudiantes frente al temas por investigar.



Imagen 3. Los estudiantes del espacio Sistemas orgánicos I, plasmaron sus ideas e intereses del tema en Mentimeter©

- Mapa mental

Basados en la información proporcionada por el investigador, y las socializaciones que se dieron por parte de cada grupo, se les solicitó como producto a los estudiantes, la construcción de un mapa mental, esta actividad planteada como desempeño de comprensión llevó a que los estudiantes aplicaran y profundizaran lo investigado y estudiado respecto al tema que le correspondió a cada grupo y así demostraron un nivel de comprensión adquirido

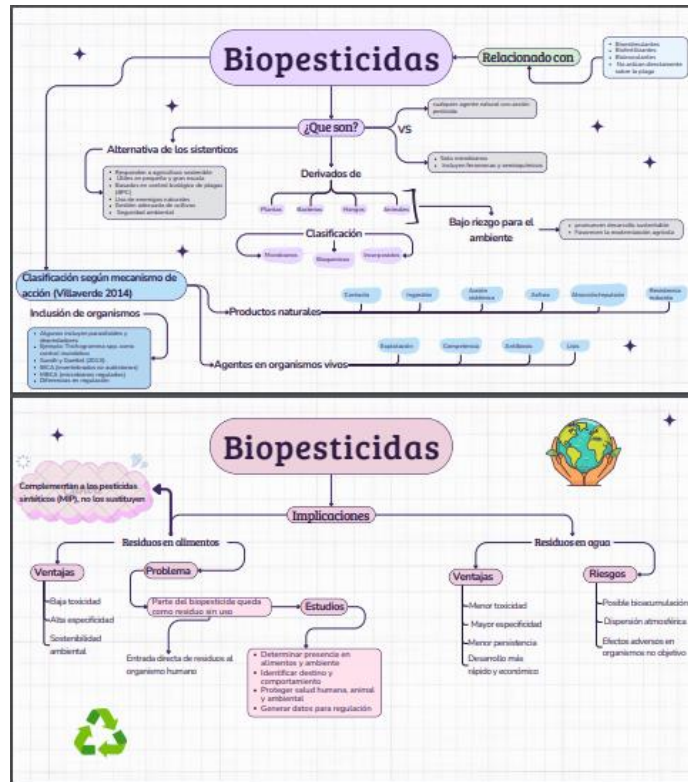


Imagen 4. Mapa mental realizado por estudiantes

- Mitos agroecología

Ya que alrededor del uso de bioplaguicidas y biofertilizantes existe controversia y mitos alrededor de la implementación de estas tecnologías limpias, se les mostró a los estudiantes un capítulo de la revista de ciencias agropecuarias ALLPA, (2012, 8 edición) la cual desmiente 7 mitos acerca de la agroecología, que si bien está orientada a la producción de alimentos, relaciona el tema de la agroecología en general, no ajeno a la industria floricultora, con lo cual los estudiantes lograron conocer y comprender como si es posible una transición sostenible dentro del agro colombiano más aun en la industria floricultora y lo representaron por medio de infografías, imagen 5, como desempeño de comprensión.



Imagen 5. infografía realizada por estudiantes con el mito “La agricultura industrial no causa más daño al ambiente que la agroecológica”

7.2.2. Ensayo ecotoxicológico

7.2.2.1. Recorrido por empresa del sector floricultor

Esta serie de actividades se articularon con el ensayo ecotoxicológico en las semillas de girasol, por medio del cual los estudiantes tuvieron un acercamiento e investigaron los diferentes compuestos implicados en las propiedades bioplágicas de los extractos de crisantemo, canela, tomillo y ajo. Este desempeño de comprensión permitió a los estudiantes evidenciar como estos extractos manifiestan su capacidad plaguicida y su potencial en la mitigación del uso de plaguicidas sintéticos y aplicados en la industria floricultora, esta meta, desempeño y evidencia de comprensión se plasmó en la presentación de un informe corto donde los estudiantes investigaron los compuestos químicos implicados en dicha capacidad.

En la investigación de campo realizada por el investigador, se encontró que, en este momento, la empresa visitada maneja 39 productos o especies distintas, y numerosas variedades de rosas, crisantemos, alstromelias (los tres más grandes), seguido de girasoles, también manejan diversificados, como lirios, matsumoto, dianthus, entre otros.



Imagen 6. Cultivo de flores en etapa final. Tomado de Asocolflores.org



Fotografía 8



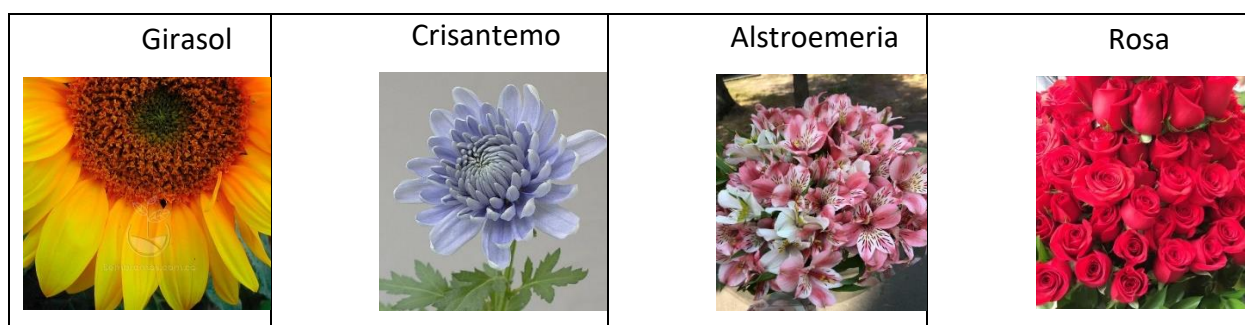
Fotografía 9

Fotografía 8, entrada de empresa visitada. Fotografía 9, canal de captación y recirculación de agua de empresa visitada.

Se ha venido implementando hace cerca de 3 años alrededor del 3% el uso de bioinsumos, actualmente con alrededor del 19% en rotaciones, se usan extractos de agua de ají (principalmente), canela, cola de caballo, crisantemo y tomillo para contrarrestar las plagas cuarentenarias enemigas en el cultivo de estas variedades, dentro de las cuales se encuentra la roya blanca, botritis, trips (*Frankliniella occidentalis*, palmi)

Aunque no se evidencio uso de herramientas tecnológicas emergentes, como la inteligencia artificial, la asociación colombiana de exportadores de flores y otros grupos floricultores han iniciado exploraciones acerca de las ventajas aplicables de las nuevas

tecnologías. Asocolflores ha realizado en los últimos meses capacitaciones a sus asociados acerca de cómo aprovechar la IA por parte de un experto en inteligencia económica y alfabetización tecnológica por medio de los fundamentos de los (LLMs), prompts y comandos para optimizar la productividad, aunque estuvo más enfocado al marketing y predicción de ventas. Sin embargo, dentro de los cultivos la posible aplicación de estas nuevas tecnologías está en el monitoreo de cultivos y suelos, detección temprana de plagas y enfermedades para evitar su propagación y disminuir el uso de plaguicidas; así como la optimización de riego para el ahorro del agua y lograra más precisión en los cultivos.



Cuadro 1. Cuatro especies de interés comercial por la empresa en cuestión.

7.2.2.2. *Plagas cuarentenarias enemigas*

- *La Roya blanca* (*Puccinia horiana*) del crisantemo es un hongo y enfermedad destructiva del género *Chrysanthemum*, cuyas teliosporas germinan con una humedad relativa mayor a 96%, formando basidiosporas. Por su carácter destructivo, facilidad de dispersión e invasión es objeto de fuertes barreras cuarentenarias en países como Japón, Estados Unidos, Canadá y países de la Comunidad Europea. Su control es objeto de protocolos legales de manejo integrado que incluyen estrictas normas de erradicación. (Valcárcel. F), ataca principalmente a las hojas, en ataques severos puede presentarse en tallos, brácteas y lígulas

Dentro de los compuestos químicos plaguicidas para contrarrestarla están los triazoles, dentro de estos, el ideal es el tetraconazol, es un compuesto heterocíclico, inhibe pasos claves en la síntesis de esteroides del hongo, o conocido como inhibidores de síntesis de esterol, que es parte de la membrana plasmática del hongo, no genera efectos fitotóxicos en la planta.

También dentro del ciclo de rotación de la Roya blanca se aplica productos con compuestos pertenecientes a las estrobilurinas, cuyo grupo químico de plaguicida son los metoxiacrilatos, que es un fungicida de amplio espectro, que ataca las esporas y los estados iniciales de infección.

Penconazole, perteneciente a los triazoles; y Fenpropidin, perteneciente a las piperidinas, con acción sistémica, preventiva, curativa y erradicante, que detiene la infección en la segunda y tercera fase.



Imagen 7. Enfermedad de roya blanca en hojas. Tomado de cropifela.org

- Botrytis (*Botrytis cinerea*), es un género de hongos anamórficos, las especies de este género son patógenos importantes de hortalizas, cultivos ornamentales, extensivos y huertas, la mayoría de sus especies no son consideradas fitopatógenos. La gran mayoría de las especies son consideradas de importancia para la fitopatología. Es un hongo necrótrofo que permanece de manera inactiva en tejido muerto durante periodos variables e inespecíficos al producir estructuras de supervivencia de largo plazo, haciendo esto que sea difícil el control de la enfermedad en las

plantas, además, ataca a sus hospedadores en cualquier fase fenológica y cualquier parte de la planta, dependiendo muchas veces de las condiciones y la cantidad del inóculo de infección del hongo. Basso et al., (2022). Es difícil el control de *Botrytis* spp por su morfología y las principales funciones que presentan sus estructuras fúngicas de resistencia o supervivencia, según concuerdan la mayoría de autores. Gutarra B. (2024). Las enzimas del hongo degradan y desintegran las paredes celulares, por lo que genera que el tejido vegetal se ablande y genere pudrición.

Dentro de los numerosos productos y compuestos químicos usados para su control esta:

Formulas compuestas por Penconazole y Fenpropidin, tratadas en la plaga anterior

Pidiflumetofen, perteneciente a los fungicidas SDHI, inhibidores de la succinato dehidrogenasa y a la familia química de las pyrasol carboxaminas, actúa en el proceso de germinación de las esporas y el desarrollo micelial. Fludioxonil, que es un fungicida no sistémico que inhibe la germinación de esporas y el crecimiento del tubo generativo.

Fluazinam, perteneciente al grupo químico de Piridinamina, es un fungicida de acción multisitio y amplio espectro

Tiabendazol que es un fungicida de alto espectro con propiedades preventivas o curativas, usado en cosecha o postcosecha

Productos a base de Fludioxonil y Ciprodinil. Inhibidores del crecimiento y penetración micelial dentro y fuera del tejido vegetal



Imagen 8



Imagen 9

Imagen 8, botrytis atacando flor y viso bajo el microscopio. Imagen 8, rosa atacada por botrytis.
Tomado de la revista red agrícola colombiana.

- Los trips son un grupo de insectos que ocasionan más daños en plantas ornamentales, principalmente los *Frankliniella*, *Scirtothrips*, son especies polífagas que atacan a más de 327 plantas, también se alimentan de esporas de hongos, estos insectos proliferan la planta principalmente por vuelo y movimientos de masas de aire. Hoddle (2006). Tienen alta capacidad reproductiva, son picadores succionadores lo que produce daño en los tejidos de las estructuras de crecimiento de la flor, como yemas y botones florales.

Los tratamientos convencionales sugeridos incluyen compuestos insecticidas con grupos químicos como piretroides, nitroguanidinas, organofosforados, con los siguientes ingredientes activos:

Lambdacihalotrina, piretroide de cuarta generación que alta la conducción de impulsos nerviosos cerrando los canales de sodio de los axones del sistema nervioso

Tiamatoxam, pertenece al grupo químico neonicotinoides, actúa en la postsinapsis alterando los receptores de acetilcolina

Pirimifos metil, insecticida y acaricida organofosforado de alto espectro, controla más de 20 especies de plagas de ordenes Coleóptero, Lepidóptero y ácaros, con modo de acción translaminar.



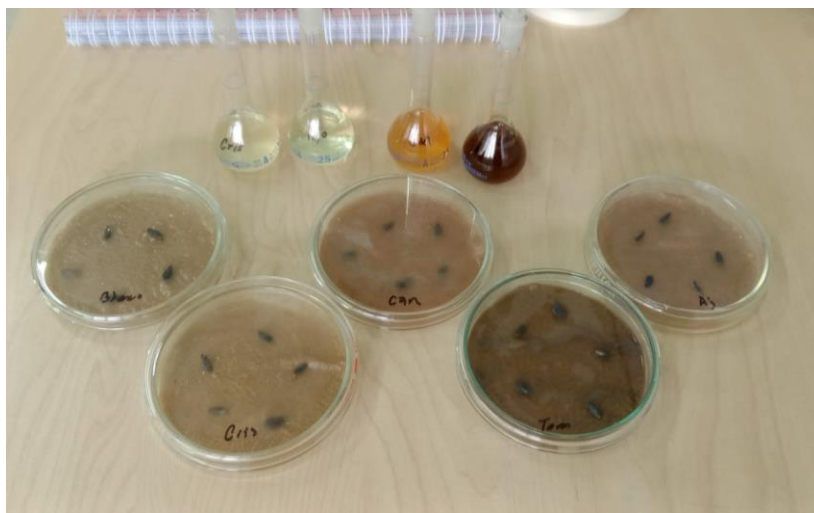
Imagen 10. Especímenes de trips. Tomado de instituto ENTOMA.

Ver en anexos las estructuras químicas de plaguicidas contra las plagas cuarentenarias nombradas anteriormente

7.2.2.3. *Aplicación de extractos en semillas*




Teniendo en cuenta lo anterior, el ensayo ecotoxicológico se realizó en semillas de girasol bambino amarillo oro (*Heliantus Annus Dwarf*), cabe aclarar que lo ideal es trabajar con una variedad más amplia de semillas o plantas, en este caso, no se logró la proporción de semillas ni esquejes certificados por parte de la empresa.

Posterior al proceso de germinación descrito en la Metodología, las cajas petri se verificaron 10 días después, cuando el hipocótilo de las semillas era evidente y se procedió a detener la germinación y tomar las medidas de los hipocótilos que se lograron desarrollar, los resultados se plasmaron en la siguiente tabla 9:



Fotografía 10. Semillas de girasol con extractos, culminado el tiempo de germinación.

BLANCO	
	<p>Semilla 1 – 1.5mm Semilla 2 – 2.5mm Semilla 3 – 0.5mm</p>

<p style="text-align: center;">CRISANTEMO</p> 	<p>No se evidenció germinación</p>
<p style="text-align: center;">TOMILLO</p> 	<p>Semilla 1 – 1 mm</p>
<p style="text-align: center;">CANELA</p> 	<p>No se evidenció germinación</p>

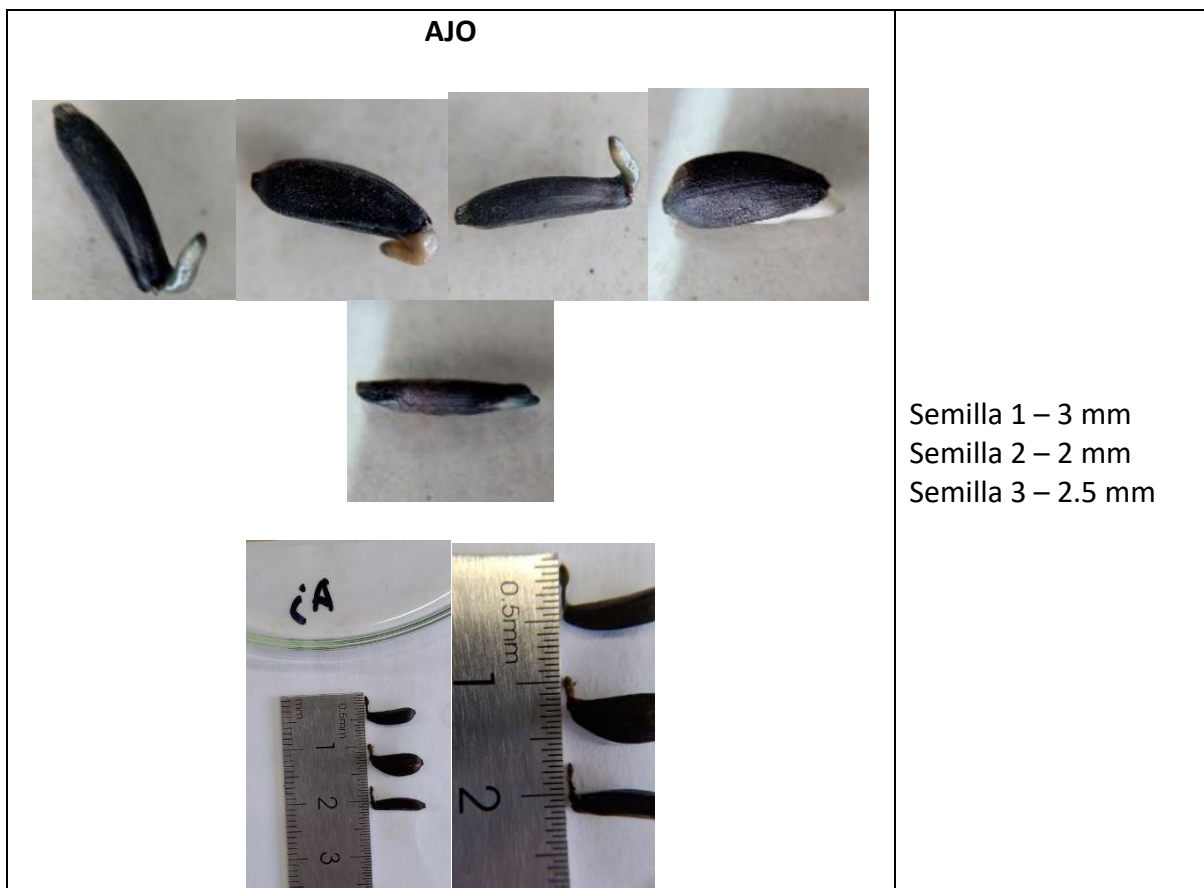


Tabla 9. Resultados de germinación en semillas.

7.2.2.4. *Moléculas químicas implicadas en la capacidad plaguicidas de los extractos*

Se encontró que tanto la canela como el crisantemo tuvieron mayor porcentaje de inhibición, seguido del extracto de tomillo y ajo. La capacidad de inhibición de estos extractos está demostrada y evidenciada según varios autores:

- Crisantemo

Las piretrinas del crisantemo son obtenidas mediante la flor del crisantemo, con un contenido del 1 al 3% del principio activo. Entre las principales están las cinerinas y las jasmolinas, estos compuestos son neuroactivos, con baja absorción dérmica, metabolismo rápido y sin residuos en la atmosfera, estas características en el crisantemo

son aprovechadas en el tratamiento contra pulgones, cochinillas, cochinillas (blandas y duras), trips, mosca blanca (inmadura), reduce la cantidad de arañas rojas y ácaros, entre otros. (Nollet & Rathore, 2015), estas sustancias actúan en insectos como el trips por contacto, a través del exoesqueleto quitinoso y actúan en el canal de sodio de la membrana celular interfiriendo en el funcionamiento del sistema nervioso del insecto. Porcuna J (2012)

Dentro de los compuestos antimicrobianos del crisantemo se han detectado por medio de un rastreo espectrofotométrico UV a 200-350 nm, disolución de ácido acético y metanol, y cromatografía de gases, ubicado en la pared celular de crisantemo en aproximadamente un 98%, el 1,1-metilen bis; 4-isocianato benceno, o, difenilmetano-diisocianato, con propiedades antifúngicas. Vázquez L, Lozoya E, López M (1998)

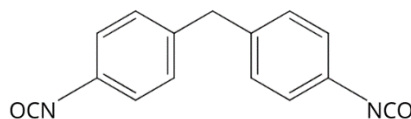


Imagen 11. Estructura química del difenilmetano-diisocianato, que tiene propiedades antifúngicas obtenido de las paredes celulares del crisantemo.

Elaboración propia

- Canela

Aunque las propiedades fungicidas, bactericidas y acaricidas de la canela están principalmente en el aceite esencial, mediante las infusiones se logran obtener algunos de estos compuestos inhibidores de crecimiento, que se evidencia en el ensayo de ecotoxicidad y que son subproductos del metabolismo vegetal, como monoterpenos volátiles, sesquiterpenos, carvacrol, cimeno y timol, estos son antialimentarios, inhibidores de muda, inhibidores respiratorios, inhibidores de la oviposición, ovidas, disuasivos, atrayentes y repelentes. Por ejemplo, los monoterpenos de la canela son neurotóxicos para las plagas, son inhibidores de acetilcolinesterasa, bloquean sus hormonas de crecimiento, además, los insectos de cuerpo blando mueren cuando este

tipo de compuestos, principalmente aceites, penetran las capas cerosas de la cutícula. Yong-Lak & Tak (2016)

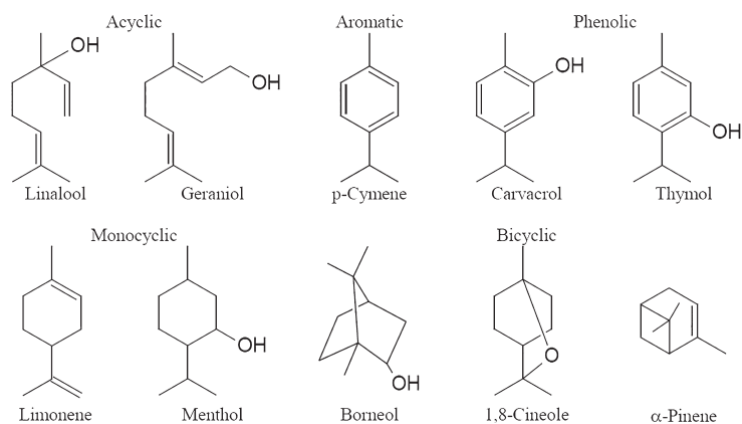


Imagen 12. Estructura química de los principales terpenos que tienen efectos plaguicidas sobre las plagas de artrópodos. Tomado de Essential Oils for Arthropod Pest Management in Agricultural Production Systems. Yong-Lak & Tak (2016)

También, los extractos hidro-etanólicos de la canela está contienen cinemaldehído y eugenol, este ha sido usado para controlar plagas como la *Botrytis cinérea*, (presente en las flores de interés comercial en Colombia), los grupos carbonilo presente estos compuestos se unen a las proteínas celulares y evita la acción de las enzimas aminoácido-descarboxilasas bloqueando la síntesis de moléculas importantes e inhiben la producción de amilasa y proteasas, dañando la pared celular, por su parte los grupos hidroxilo se une a las proteínas bloqueando la acción enzimática. Pazmiño-Miranda, P et. al (2017)

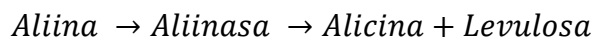
- Tomillo

Por su parte, el tomillo está dentro de los extractos que tuvieron menor acción inhibitoria, pero que tienen potencial bioplaguicida, los extractos acuosos de las ramas del tomillo contienen flavonoides derivados de apigenol y el luteolina, ácidos fennolitos, ácidos triptenicos, ursólico y oleanoico que han sido usados contra la *Botrytis cinérea*. Lizcano M (2007)

El tomillo es una fuente natural de compuestos fenólicos bioactivos, como el timol, carvacrol, p-cimeno, γ -terpineno, limoneno, entre otros, con efectos antimicrobiano efectivos por ejemplo contra bacterias Gram-positivas y Gram-negativas, provenientes de los compuestos fenólicos que poseen alta afinidad por las membranas celulares bacterianas, desestabilizando la bicapa lipídica de la membrana plasmática, afectando la permeabilidad celular generando fugas de iones, proteínas e interfiriendo en la homeostasis celular. Por su parte, el timol y el carvacrol afectan la actividad enzimática intracelular e interfieren con la síntesis de ATP y replicación del ADN, esto detiene el crecimiento bacteriano y provoca lisis celular. Moreira, G. et al (2025)

- Ajo

Los extractos acuosos del ajo poseen capacidad antifúngica, bactericida, repelente y larvicida, los compuestos activos están contenidos principalmente en el bulbo, dentro de los cuales está la aliina, que por acción de la alinasa se produce alicina cuando el ajo es triturado, una vez liberada del compartimiento intracelular se transforma en tiosulfonato alicina



La alicina es un compuesto organosulfurado ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{OS}_2$), con efectos antimicrobianos y antimicóticos contra bacterias gram positivas y negativas, *Candida albicans* y algunos hongos principalmente dermatofitos y levaduras patógenas para el hombre, las cuales producen una disminución de la absorción de oxígeno, dañan las membranas e inhiben la síntesis de lípidos, proteínas y ácidos nucleicos (Juarez-Segobia et. al). Estas propiedades han sido aprovechadas por medio de biopreparados para el control de trips como nos muestra Villanueva V. (2021)

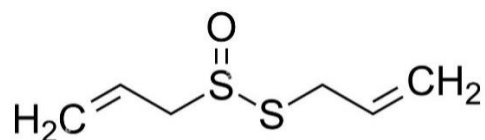


Imagen 13. Molécula de alicina. Elaboración propia

- Producto de ensayo ecotoxicológico

Como producto del ensayo ecotoxicológico, los estudiantes que representaron por medio de dibujos, imágenes y textos las moléculas de principios activos que intervienen como bioplaguicidas en los extractos de crisantemo, ajo, tomillo y canela, destacando grupos funcionales, hibridaciones y una consulta breve de cada uno.

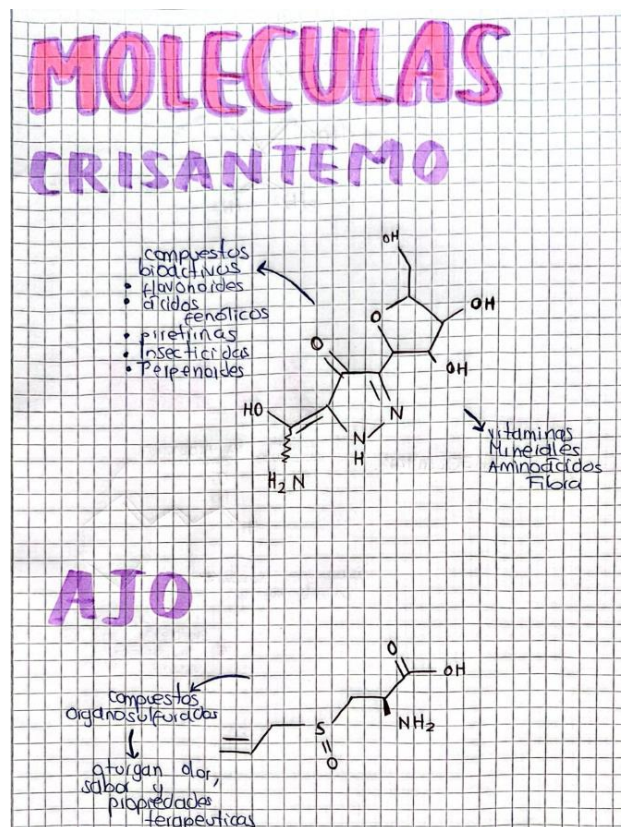


Imagen 14. Ilustraciones de componentes bioplaguicidas en el crisantemo, realizado por estudiantes del espacio académico.

- Socialización de temas

Para la dimensión de evaluación continua se abrió un espacio para que los estudiantes socializaron sus experiencias de aprendizaje y así, todo el grupo pudo profundizar a la vez en todos los tópicos que componen la meta y desempeños de comprensión, que en este caso son las generalidades de plaguicidas, bioplaguicidas y su aplicación en la industria floricultora como mitigador del uso de plaguicidas sintéticos.

Se logró evidenciar la comprensión en los estudiantes, por medio de la argumentación, investigación y articulación de la información investigada además de la construcción del producto, que en este caso fue el mapa mental para la meta de desempeño de comprensión, como se muestra en la fotografía 9.



Fotografía 11. Estudiantes del espacio compartiendo y profundizando los temas abordados

7.3. Fase 3

Para la valoración continua y evaluación final, los estudiantes realizaron el post test para evidenciar el nivel de comprensión adquirido, donde por medio de la valoración se pueden fortalecer los logros y orientar al estudiante hacia la retroalimentación continua que es la fase final de la comprensión.

Cabe indicar que para la actividad solo presentaron 10 de los 19 estudiantes

7.3.1. Test final o Post-test

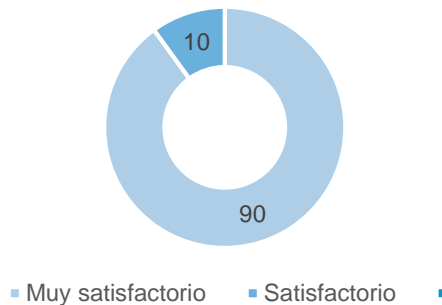
7.3.1.1. Sección Plaguicidas

En la subsección “Historia e importancia”, el 80% de los estudiantes tuvieron un desempeño Muy satisfactorio respecto a la relación entre DDT, segunda guerra mundial y plagas de la época, y un 20% tuvo una respuesta satisfactoria.



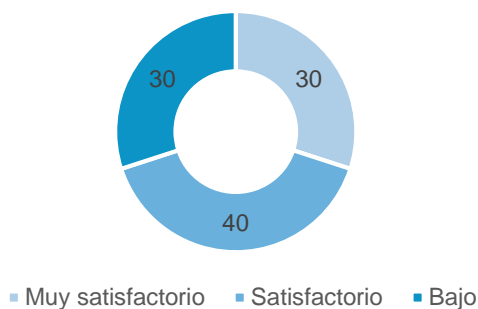
En la subsección “¿Qué son?”, el 90% tuvieron un desempeño Muy satisfactorio y completo, uno de los estudiantes, 10% tuvo una respuesta satisfactoria o aceptable respecto a la definición de plaguicidas

Definición plaguicidas



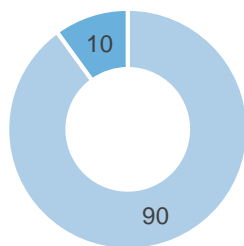
En la subsección “Clasificación”, un 30% de los estudiantes tuvo un nivel de comprensión Muy satisfactorio y asociaron e identificación coherentemente, un 40% tuvo un desempeño o nivel de comprensión Satisfactorio o aceptable y un 30% restante tuvo poco o ninguna evidencia de avance en la comprensión y por lo tanto requiere retroalimentación.

Clasificación



En la subsección Toxicología el 90% de los estudiantes realizaron una asociación Muy satisfactoria, por lo que lograron la meta de comprensión, el restante 10% restante tuvo un nivel de comprensión satisfactoria o aceptable

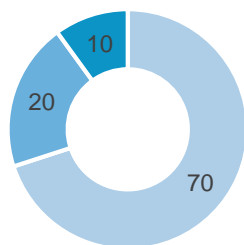
Toxicología



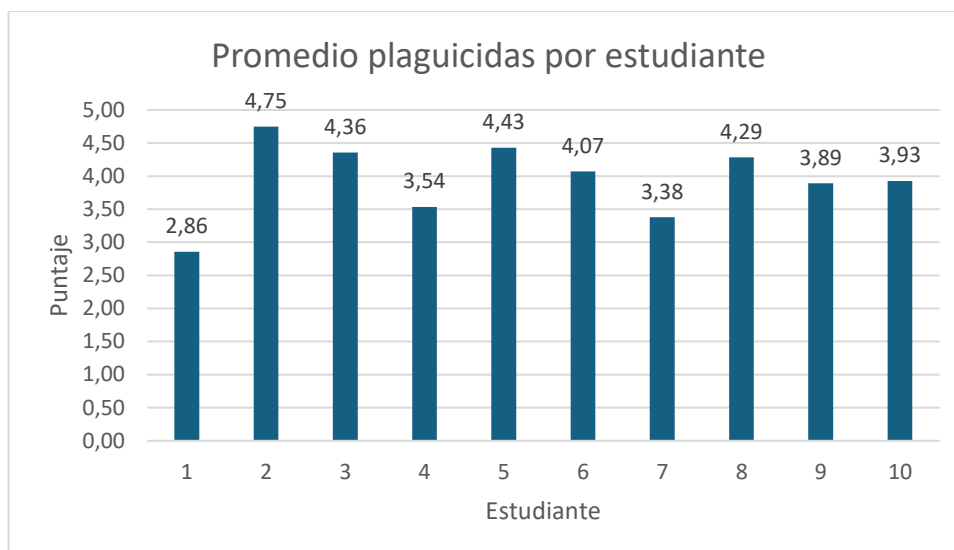
■ Muy satisfactorio ■ Satisfactorio ■

En la subsección de “Implicaciones socioambientales”, el 70% de los estudiantes definieron, relacionaron, ordenaron y describieron de forma Muy satisfactoria lo que refleja un nivel de que cumple con las metas de comprensión. Un 20% tuvo un nivel de comprensión o desempeño aceptable o Satisfactorio, y un 10% restante no logro una asociación coherente, completa o simplemente fue nula, por lo que requiere retroalimentación.

Implicaciones socioambientales



■ Muy satisfactorio ■ Satisfactorio ■ Bajo



Grafica 5. Promedio de respuesta del post test, sección plaguicidas

7.3.1.2. Sección Bioplaguicidas

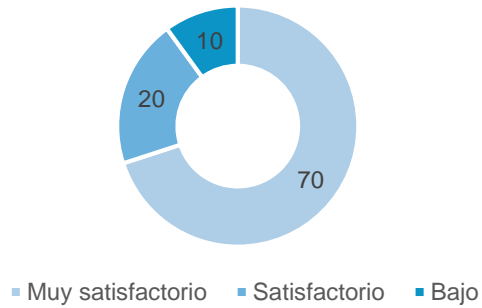
En la subsección “Historia”, el 80% de los estudiantes diseñaron una línea de tiempo Muy satisfactoria que demostró un nivel de comprensión mayor, el 20% restante tuvo un diseño y nivel de comprensión Satisfactorio o aceptable.



En la subsección, “Que son”, un 70% redactaron una respuesta Muy satisfactoria lo que mejoro su nivel de comprensión, un 20% tuvo redacción y nivel de comprensión

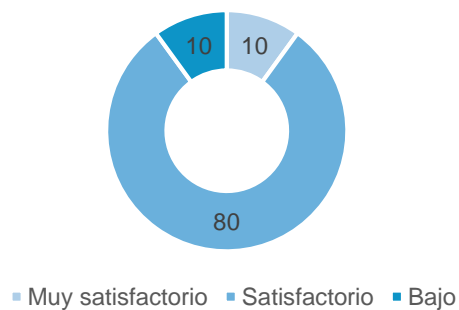
aceptable o Satisfactorio, el restante 10% no tuvo una redacción ni evidencia de nivel de comprensión satisfactorio por lo que requiere retroalimentación.

Definición Bioplaguicidas



En la subsección “clasificación”, un 10% tuvo una asociación y nivel de comprensión Muy satisfactorio, un 80% tuvo una asociación y nivel de comprensión aceptable o Satisfactorio, el restante 10% no tuvo una asociación completa por lo que requiere retroalimentación.

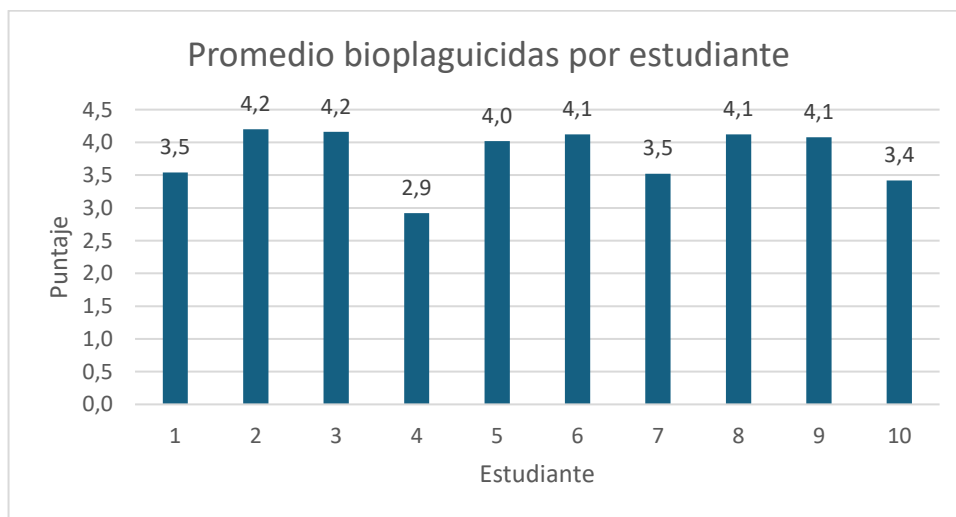
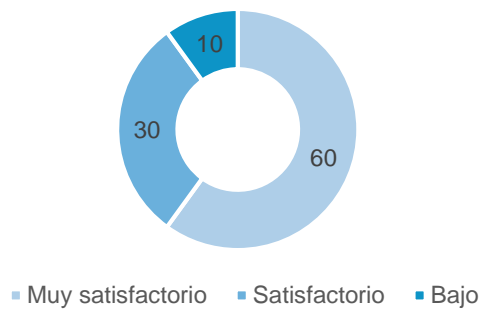
Clasificación



En la subsección “uso alternativo en floricultura”, se esperaba que los estudiantes mostraran su nivel de comprensión basado en el ensayo ecotoxicológico y la socialización relacionada con bioplaguicidas.

Un 60% de los estudiantes tuvo una respuesta y nivel de comprensión Muy satisfactorio, un 30% tuvo una respuesta y nivel de comprensión aceptable o Satisfactorio, y un 10% restante no tuvo una respuesta satisfactoria por lo que requiere retroalimentación.

Uso como alternativa

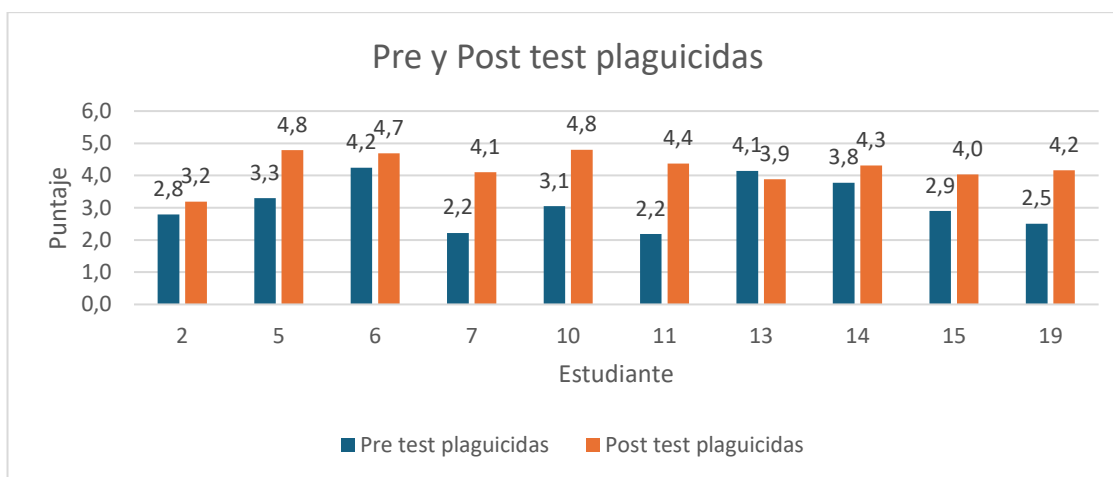


Grafica 6. Promedio de respuesta del post test, sección bioplaguicidas

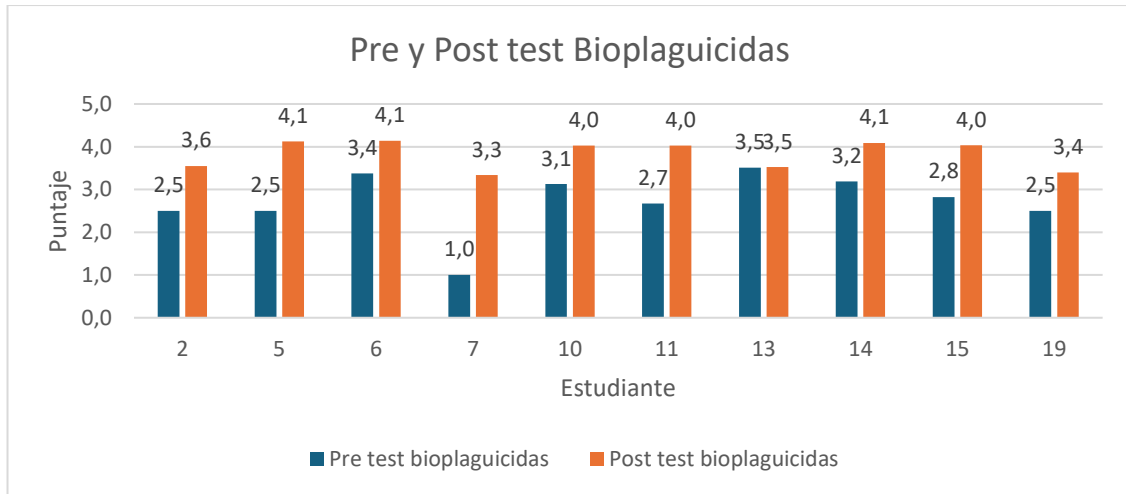
De acuerdo con los resultados anteriores, y basados en la gráfica 7 y 8 comparativa de promedios por sección, se observó un aumento en el nivel de comprensión en los 10 estudiantes que presentaron el pre test, las actividades y el post test y se evidencia que aumentó de un desempeño con Retroalimentación requerida a un desempeño Satisfactorio (tabla 10), y se presentó en todos los estudiantes, excepto en el estudiante n°13.

	Promedio inicial	Promedio final
Plaguicidas	2,94	3,95
Bioplaguicidas	2,63	3,81

Tabla 10. Promedio total test inicial y final.



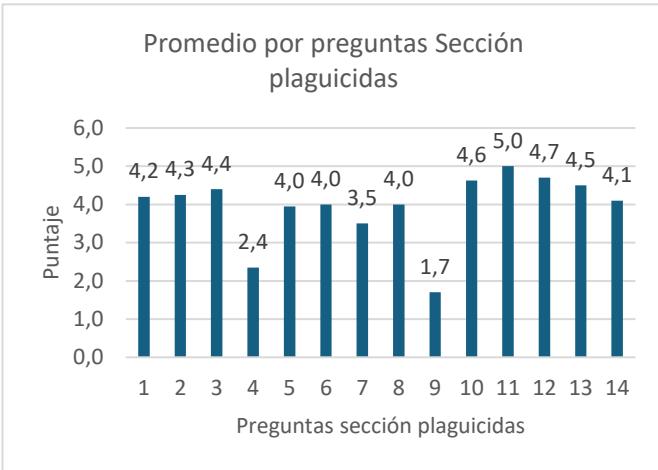
Gráfica 7. Promedio por estudiante sección plaguicidas



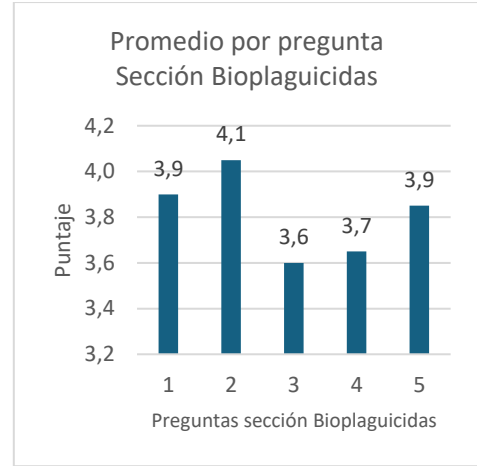
Gráfica 8. Promedio por estudiante sección plaguicidas

En 8 de los 10 estudiantes logro un nivel de comprensión Muy satisfactorio, en las dos secciones del test, más aún en áreas como el contexto histórico, descripción y conceptualización, toxicología, implicaciones socioambientales y algunas clasificaciones.

Además, de acuerdo con las siguientes gráficas, 9 y 10, también se evidencia que los temas de plaguicidas, bioplaguicidas e implicaciones ambientales con desempeño Muy satisfactorio, satisfactorio y de retroalimentación requerido, los cuales se representan en la tabla 11.



Gráfica 9. Promedio de preguntas sección plaguicidas, test final



Gráfica 10. Promedio de preguntas sección Bioplaguicidas, test final

	Muy satisfactorio	Satisfactorio	Requiere retroalimentación
	Se evidencia avance significativo de comprensión	Avance de comprensión aceptable o media	Se evidencia poco o ningún avance de comprensión
Temas Plaguicidas	Historia, definición y clasificación Toxicología Clasificación estructura química, organismo a controlar, implicaciones ambientales y cadena trófica	Clasificación por permanencia	Componentes de productos fitosanitarios Identificación de hibridación y grupos funcionales
Temas Bioplaguicidas	Definición	Historia, clasificación, extractos útiles como plaguicidas naturales, ventajas y desventajas del uso de plaguicidas y bioplaguicidas	Ninguna

Tabla 11, Nivel de comprensión alcanzado por temáticas dentro del post test

8. CONCLUSIONES

La caracterización mostró un conocimiento superficial acerca de lo que es un plaguicida y un bioplaguicida, sin embargo, también se evidenció poco nivel de conocimiento respecto generalidades de plaguicidas y bioplaguicidas, especialmente características específicas como su clasificación, mecanismo de acción y de toxicología, donde los desempeños más bajos están en la historia del desarrollo de plaguicidas, componentes de productos fitosanitarios, información específica de clasificación y toxicidad, identificación de grupos funcionales y relación de los efectos adversos y la cadena trófica; esto a pesar de los recursos ilustrados que se proporcionaron dentro de test y como dimensión de tópicos generativos. Esto ofreció una gran oportunidad de aplicación y abordaje de estas implicaciones socioambientales en el espacio académico elegido, dentro del cual, se desarrollaron estos tópicos generativos y metas de comprensión.

El recorrido en la empresa del sector floricultor sirvió de base para llevar a cabo la práctica del ensayo de ecotoxicidad, que permitió fortalecer las metas y desempeño de comprensión mediante el reconocimiento de las plagas objetivo y como estas se contrarrestan por bioplaguicidas, así como la apropiación de conocimiento de la perspectiva química por parte de los estudiantes para su crecimiento académico y profesional. Además, se generó un fortalecimiento de las competencias experimentales y métodos de extracción evidenciando cuales son los mejores extractos como alternativa, no solo a nivel industrial sino como solución en el agro colombiano a pequeña y gran escala que tanto lo necesitan nuestros ecosistemas.

La evaluación final permitió evidenciar el nivel de comprensión adquirido, el cual se logró de un nivel Bajo a un nivel Satisfactorio según la matriz de evaluación propuesta y que se centró en temas tan importantes como las implicaciones sociambientales y todas las alternativas de mitigación del uso de plaguicidas sintéticos con evidencia científica

que existen en la actualidad. Sin embargo, es necesario seguir fortaleciendo la retroalimentación según el modelo EpC para lograr un nivel de comprensión Muy satisfactorio en temas donde hubo poco avance o ausencia de comprensión, basado en las gráficas de comprensión que arrojó la investigación, respecto a temas relacionados con productos fitosanitarios, identificación de hibridación y grupos funcionales. Así como el fortalecimiento de temas relacionados con permanencia de los plaguicidas en el medio ambiente, desarrollo histórico y clasificación de bioplaguicidas, extractos útiles como plaguicidas naturales, ventajas y desventajas del uso de plaguicidas y bioplaguicidas.

El uso del modelo de Enseñanza para la Comprensión en la enseñanza de plaguicidas, bioplaguicidas, sus implicaciones socioambientales y su aplicación en la industria floricultora permitieron contextualizar inicialmente a los estudiantes respecto a las metas de comprensión planeadas, así mismo, las actividades cumplieron su función dentro de las dimensiones de la comprensión del modelo EpC para lo cual fueron planeadas, de esta manera permitieron que los estudiantes se involucraran en el proceso de comprensión, llevándolos desde los tópicos generativos, exploración, aplicación, profundización, valoración hasta la comprensión en el momento que aplicaron el contenido propuesto y que fue evidenciado en el test final, así se logró una apropiación acerca de las alternativas que aporta la naturaleza para mitigar las consecuencias de este tipo de contaminantes emergentes, por lo que fue provechosa como estrategia docente y como experiencia académica logrando orientar, por medio de las dimensiones de la comprensión, la realidad de los estudiantes hacia una realidad socioambiental.

9. RECOMENDACIONES

Para lograr complementar satisfactoriamente el estudio de bioplaguicidas orientados a la industria floricultora, se hace necesario realizar el rastreo de todas las plagas cuarentenarias y ensayos de ecotoxicidad para hallar posibles bioplaguicidas que pueden tener efecto de inhibición, en semillas usadas por la empresa y esquejes de las demás especies de interés comercial de las empresas productoras.

Es necesario seguir aplicando la dimensión de evaluación continua y retroalimentación requerida por medio de actividades e investigación guiadas para así lograr el rendimiento satisfactorio que se busca al momento de alcanzar la comprensión por parte de los estudiantes, en especial en campos donde se desea un nivel de comprensión mayor, como los son productos fitosanitarios e identificación de hibridación y grupos funcionales dentro de las moléculas químicas implicadas. Así como retroalimentación para alcanzar el nivel de comprensión Muy satisfactorio en temas como la permanencia de plaguicidas en el medio ambiente, historia y clasificación de bioplaguicidas, extractos útiles como plaguicidas naturales y las ventajas y desventajas del uso de plaguicidas y bioplaguicidas.

Para enriquecer la investigación, es ideal contar con diferentes análisis de aguas usadas en el proceso producción de las flores ornamentales en Colombia por medio de la técnica de cromatografía de gases, e involucrar a los estudiantes a este tipo de prácticas, así como realizar visitas o salida de campo a las empresas de este sector productivo con el fin de fortalecer sus competencias académicas y profesionales.

10. BIBLIOGRAFÍA

Arbeláez, G. (s/f). la floricultura colombiana de exportación (Universidad nacional de Colombia, Ed.). https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/34029/21224-72077-1_PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Altieri M.A; Q., & Nicholls C. (2021). Do modelo agroquímico à agroecologia: a busca por sistemas alimentares saudáveis e resilientes em tempos de COVID-19. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 57, 245–257.

Asocolflores. (2023). Informe del presidente 2023. https://drive.google.com/file/d/1R2cMR_RgezW8xIUeteLE-fbcSMVUYGGD/view

Asocolflores. (2024). Informe del presidente 2024. https://drive.google.com/file/d/16ybkXRpk4jkYdLuHWVpt6y6f_PCwLzYK/view

Benhadi-Marín, J., Pereira, J. A., Sousa, J. P., & Santos, S. A. P. (2019). EcoPred: an educational individual based model to explain biological control, a case study within an arable land. *Journal of Biological Education*, 54(3), 271–286. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1569086>

Bilbao, N., Garay, U., Romero, A., & López de la Serna, A. (2021). The European Competency and the Teaching for Understanding Frameworks: Creating Synergies in the Context of Initial Teacher Training in Higher Education. *Sustainability*, 13(4), 1810. <https://doi.org/10.3390/su13041810>

Blythe, T. & col. La enseñanza para la comprensión. Guía para el docente. Buenos Aires: Paidós, 1999.

Cadenas Agrícolas y Forestales. (2020). Cadena de Flores, Follajes y Ornamentales. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Flores/Documentos/2020-12-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Centanaro, J. (2020). Roya en ornamentales. *Metroflor*.

Syngenta. (2026). *Soluciones ornamentales Colombia*. Ornamentales syngenta. <https://www.syngentaornamentales.co/soluciones>.

Contreras, R. L. (2016). Abordaje de controversias socioambientales con profesores de química en formación inicial: el caso del glifosato en Colombia. Universidad Pedagógica Nacional.

Contreras, L. C. (2016). Abordaje de controversias socioambientales con profesores de Química en formación inicial: el caso del Glifosato en Colombia. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/2271>

Duarte, A. M. (2023). Enseñanza del control biológico en huertas familiares de Bogotá mediante el uso de *Beauveria bassiana* y la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en cultivos de cebolla (*Allium cepa*). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/18463>

Escobedo, H., Jaramillo, R., & Bermúdez, Á. (2004). Enseñanza para la comprensión. *Educere*, 8(27), 529-534.

Espinel, Torres, Grijalba, Villamizar, & Cotes. (2008). Preformulados para control de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) en condiciones de laboratorio. *Revista Colombiana de Entomología*, 34(1), 22-27. Retrieved February 05, 2026, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882008000100002&lng=en&tlng=es.

Ferand, N. K., DiBenedetto, C. A., Thoron, A. C., & Myers, B. E. (2020). Agriscience Teacher Professional Development Focused on Teaching STEM Principles in the Floriculture Curriculum. *Journal of Agricultural Education*, 61(4), 189–202. <https://doi.org/10.5032/jae.2020.04189>

González, M. A., Arenas, C. N., Ríos, J. A., Miranda, J., Bello, A. P., Botero, J., & Betancur, M. (2024). Life-Cycle Assessment in *Hydrangea* Cultivation in Colombia and Their Cleaner Production Strategies. *Sustainability*, 16(2), 887. <https://doi.org/10.3390/su16020887>

Gutarra García, B. lee. (2024). Botrytis spp.: Importancia Económica, Biológica y Ecológica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 9359-9371. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13080

Guzmán, N. & Tejada, P. A. (2024). Abordaje de la enseñanza para la comprensión de las sustancias per y polifluoroalquiladas desde un ambiente virtual de aprendizaje. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/19977>

Haj Sghaier, A., Khaeim, H., Tarnawa, Á., Kovács, GP, Gyuricza, C. y Kende, Z. (2023). Germinación y desarrollo de plántulas de girasol (*Helianthus annuus* L.) en respuesta a la temperatura y a diferentes niveles de disponibilidad de agua. *Agriculture* , 13 (3), 608. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030608>

Hernández Martínez, E. (2024). Análisis del proceso de enseñanza en la educación secundaria a través de la Enseñanza para la Comprensión (EPC). *CEDOTIC Journal / Revista CEDOTIC*, 9(1), 132–148. <https://doi.org/10.15648/cedotic.1.2024.3741>

Hladik. M; Bradbury. S, Schulte. L, Helmers. M, Witte. C, Kolpin. D, Garrett. J, Harris. M. Neonicotinoid insecticide removal by prairie strips in row-cropped watersheds with historical seed coating use, *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Volume 241,2017, ISSN 0167-8809. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.03.015>.

Hurtado Osorio, G. E., (2015). Efecto de las estrategias didácticas activas en las actitudes hacia la química y su interacción con el estilo cognitivo. *Diversitas: Perspectivas en Psicología*, 11(2), 245-259.

Jubert, Alicia, Pogliani, Cristina, Tocci, Ana María, & Vallejo, Alcira. (2012). Química a distancia para alumnos del ciclo básico de Ingeniería. *Educación química*, 23(1), 16-22. Recuperado en 04 de febrero de 2026, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2012000100004&lng=es&tlng=es.

Juárez-Segovia, K., Díaz-Darcía, E., Méndez-López, M., Pina-Canseco, M., Pérez-Santiago, A., & Sánchez-Medina, M. (2019). Efecto de extractos crudos de ajo

(*allium sativum*) sobre el desarrollo in vitro de *Aspergillus parasiticus* y *Aspergillus niger*. *Polibotánica*. Núm. 47: 99-111

Lazo, A (2008). Evaluación de extractos de ají (*capsicum pubescens*) y caléndula (*calendula officinalis*) para el control de gusano anillado (*Leptophobia aripa*) en el cultivo de repollo, en el municipio de Colon Genova (Nariño). Universidad de Nariño.

Lizcano, M. (2007). Evaluación de la actividad antifúngica del extracto de tomillo (*thymus vulgaris*) contra *botrytis cinerea*, *fusarium oxysporum* y *esclerotinia esclerotiorum*. Pontificia universidad javeriana.

Metroflor. (2024). Inteligencia artificial en la agricultura. *Metroflor-Agro*. <https://www.metroflorcolombia.com/inteligencia-artificial-en-la-agricultura/>

Michell, D. Q. A. (2023). Enseñanza del Control biológico en Huertas familiares de Bogotá mediante el uso de *Beauveria bassiana* y la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en cultivos de cebolla (*Allium cepa*). Universidad Pedagógica Nacional.

Michelle, H., Steven, B., Lisa, S., Matthe, H., Christophe, W., Dana, K., Jessica, G., & Mary, H. (2017). Neonicotinoid insecticide removal by prairie strips in row-cropped watersheds with historical seed coating use, *Agriculture, Ecosystems & Environme. Science Direct*, 241, 160–167.

Moreira, G. A. M., Véliz, D. J. M., Cruz, J. J. M., & Coello, K. P. P. (2025). Análisis de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de tomillo frente a *Staphylococcus aureus*, mohos y levaduras en condiciones in vitro. *Polo del Conocimiento*, 10(4), 487-503.

Muñoz, G., Tolini, M. F., Celoria, F. A., Cordini, M. N., & Garfagnoli, R. (2024). Formación profesional agropecuaria: innovación basada en la enseñanza para la comprensión. *Ciencias agronómicas*. <https://doi.org/10.35305/agro43.e038>

National Center for Biotechnology Information. (s/f). *PubChem*. National Library of Medicine. Recuperado el 2 de verano de 2026, de <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

- Nollet, L., & Rathore, H. (2015). *Biopesticides handbook*. Taylor & Francis.
- Orjuela, S. J. (2018). Enseñanza para la comprensión (EPC): contaminantes emergentes una problemática ambiental. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/11318>
- Pazmiño-Miranda, P., Velástegui-Espín, PG, Curay, S., Yáñez-Yáñez, W., & Vásquez, C. (2017). Efecto de los extractos hidro-etanólicos de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) y cola de caballo (*Equisetum arvense* L.) sobre la incidencia y severidad de *Botrytis cinerea* en fresa. *Revista de la biosfera Selva Andina*. 5(1):29-38.
- Quirós, M. L. (Ed.). (2001). *La Floricultura en Colombia en el marco de la globalización: aproximaciones hacia un análisis micro macroeconómico*. Universidad EAFIT.
- Ramírez, JA y Lacasaña, M. (2001). Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Instituto Nacional de Salud Pública*, 4 , 67–75
- Rodriguez, J. A., Guevara Garay, L. A., Díaz Henao, W. A., Lee Carmona, C. E., & Rubio Londoño, S. (2023). Determinación de organofosforados y organoclorados en forrajes y leche producida en ganaderías de Pereira-Risaralda (Colombia). *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 34(5), e24743.
- Salcedo, P., & Vargas, O. (2023). Elaboración de biofertilizantes y biopesticidas: Una propuesta pedagógica para implementar en la huerta escolar del colegio de la Universidad Libre. *Fundación Universitaria Los Libertadores*.
- Simón, N., Gabriel, P.-L., & Ginés, N. (2023). *Plaguicidas y Medio Ambiente*. Aula magna.
- Sisodia, A., Singh, A., Sisodia, V., & Barman, K. (2024b). Revolutionizing floriculture: advantages and applications of bioinoculants in plant growth and development in ornamental flower crops. En A. Rakshit, V. Singh, L. Fernandes, M. Parihar, & A. Benavides (Eds.), *Bio-Inoculants in Horticultural Crops* (pp. 323–333). Elsevier

Syngenta Colombia. (2026). *Soluciones ornamentales*. Ornamentales Syngenta Colombia. <https://www.syngentaornamentales.co/soluciones>

Universidad Nacional Costa Rica. (s/f). *Manual de plaguicidas de centroamerica*. Plaguicidas de centroamerica. Recuperado el 2 de verano de 2026, de <https://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr>

Uribe, N. (s/f). *Taller de IA para 20 empresas afiliadas de Asocolflores*. <https://asocolflores.org/en-el-taller-de-ia-20-empresas-afiliadas-reafirmaron-como-esta-herramienta-puede-potenciar-sus-negocios/>

Valero, Edgar Augusto, & Camacho Reyes, Karina. (2006). El lado oscuro en las prácticas de responsabilidad social corporativa del sector floricultor. *Innovar*, 16(27), 73-90. Retrieved May 08, 2025, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012150512006000100005&lng=en&tlng=es.

Vázquez, L., Lozoya, E. y López, M. (1999). Compuesto antifúngico en pared celular de crisantemo *Dendranthema grandiflora* Tzvelev.). *Ciencias naturales y agropecuarias*, 5 (3), 295–300.

Villamizar, E. A., Montero, M. T., González, M. A., & Castillo, M. D. P. (2019). Mejorando los niveles de comprensión en Química a partir del enfoque de la enseñanza para la comprensión. *Conocimiento Educativo*, 6, 37–51. <https://doi.org/10.5377/ce.v6i0.8040>

Wiske, M. S. (1998). *Teaching for Understanding. Linking Research with Practice*. The Jossey-Bass Education Series. Jossey-Bass Inc., Publishers, 350 Sansome Street, San Francisco, CA 94104

Yin, X., Feng, L., & Gong, Y. (2023). Mitigating Ecotoxicity Risks of Pesticides on Ornamental Plants Based on Life Cycle Assessment. *Toxics*, 11(4), 360. <https://doi.org/10.3390/toxics11040360>

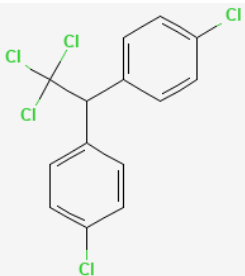
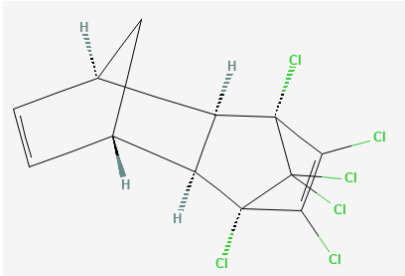
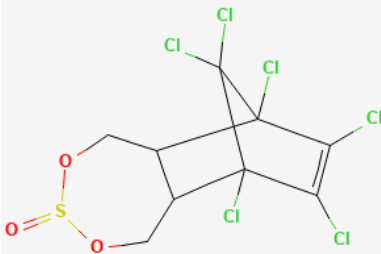
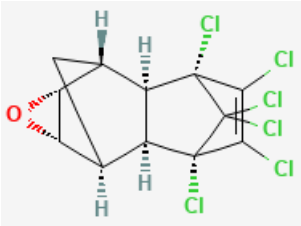
Yong-Lak Park, Jun-Hyung Tak, Chapter 6 - Essential Oils for Arthropod Pest Management in Agricultural Production Systems, Editor(s): Victor R. Preedy, Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety, Academic Press, 2016, Pages 61-70, ISBN 9780124166417, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00006-7>.

Zambrano-Salazar, P. G., & Quinde-Alvear, A. G. (2023). Enfermedades por exposición a plaguicidas agrícolas en la empresa florícola “Fresh Market of Ecuador”. *MQRInvestigar*, 7(3), 2229–2258. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.2229-2258>

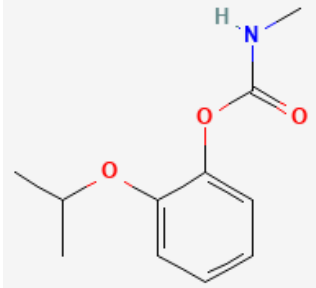
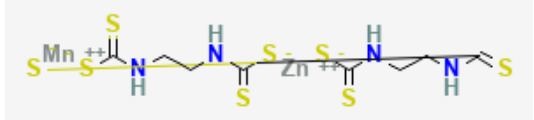
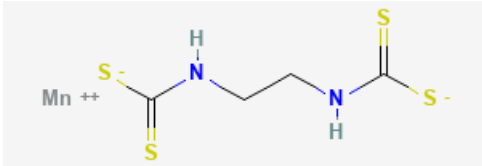
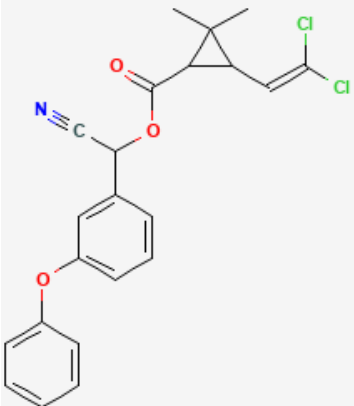
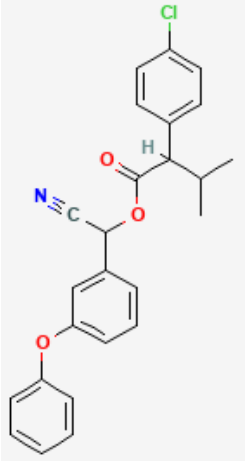
11. ANEXOS

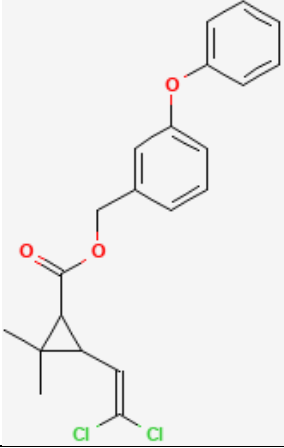
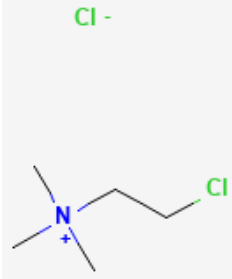
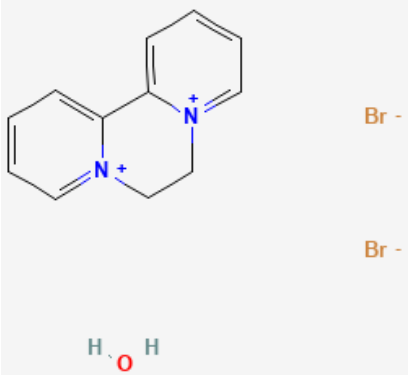
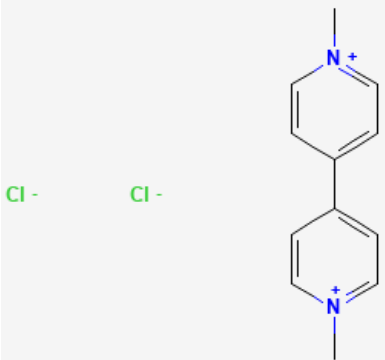
11.1. Estructuras químicas de algunos plaguicidas que aparecen en la Tabla

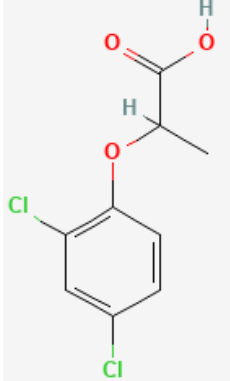
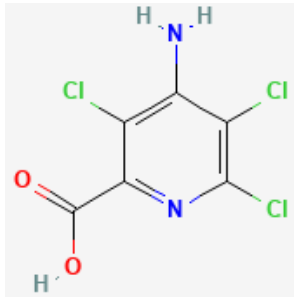
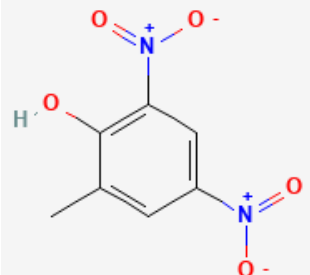
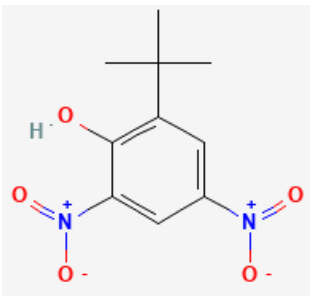
3

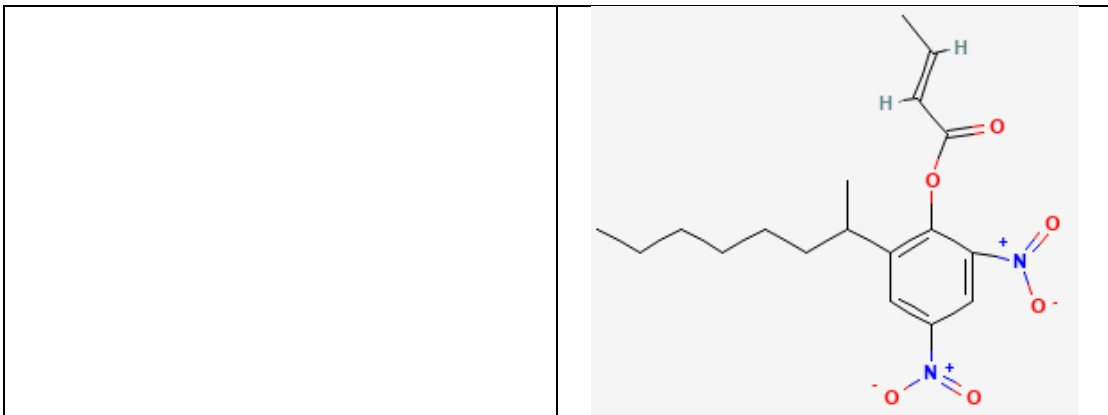
Familia química	Ejemplos
Organoclorados	<p data-bbox="1084 533 1143 562">DDT</p>  <p data-bbox="1073 842 1154 871">Aldrín</p>  <p data-bbox="1040 1157 1187 1186">Endosulfán</p>  <p data-bbox="1068 1451 1159 1480">Endrín</p> 
Organofosforados	Bromofos

	<div data-bbox="987 195 1232 558" data-label="Chemical-Block"> </div> <p data-bbox="1052 562 1174 594">Diclorvos</p> <div data-bbox="948 596 1276 781" data-label="Chemical-Block"> </div> <p data-bbox="1052 785 1174 816">Malatión</p> <div data-bbox="911 819 1312 1136" data-label="Chemical-Block"> </div>
<p data-bbox="483 1148 641 1180">Carbamatos</p>	<p data-bbox="1052 1148 1174 1180">Carbaryl</p> <div data-bbox="971 1182 1252 1497" data-label="Chemical-Block"> </div> <p data-bbox="1052 1501 1174 1533">Methomyl</p> <div data-bbox="915 1535 1308 1722" data-label="Chemical-Block"> </div> <p data-bbox="1052 1726 1174 1757">Propoxur</p>

	
<p>Tiocarbamatos</p>	<p>Mancozeb</p>  <p>Maneb</p> 
<p>Piretroides</p>	<p>Cipermetrina</p>  <p>Fenvalerato</p>  <p>Permetrina</p>

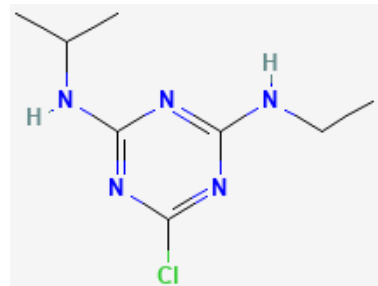
	
Derivados bipyridilos	<p>Clomequat Cl⁻</p>  <p>Diquat</p>  <p>Paraquat Br⁻ Br⁻ H₂O</p>  <p>Dicoat Cl⁻ Cl⁻</p>
Derivados del ácido fenoxiacético	Dicoat

	 <p>Picloram</p> 
Derivados cloronitrofenolicos	<p>DNOC</p>  <p>Dinoterb</p>  <p>Dinocap</p>

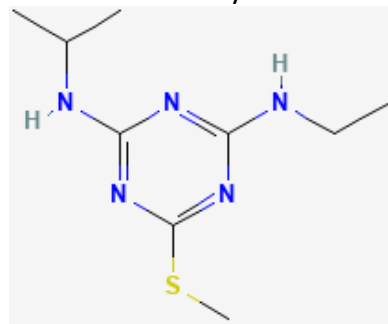


Derivados de triazinas

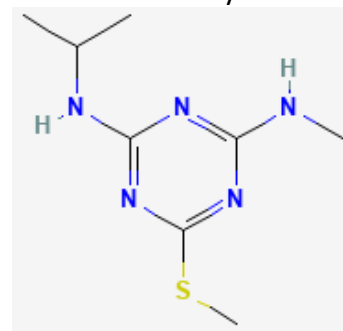
Atrazine



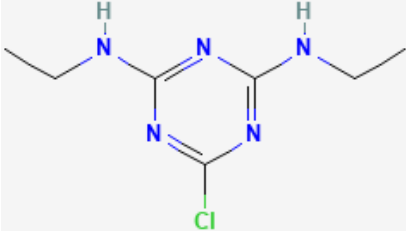
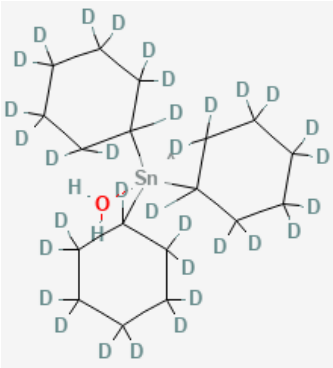
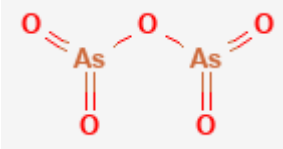
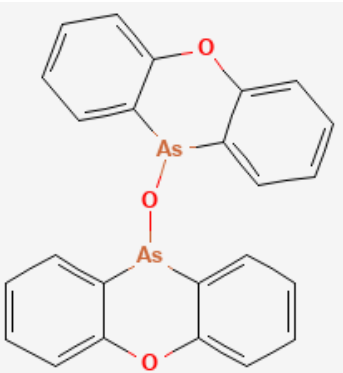
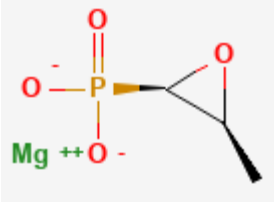
Ametryn

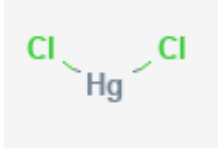
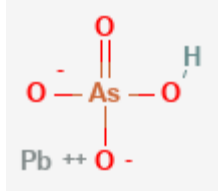
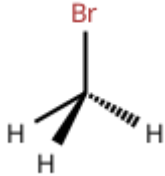
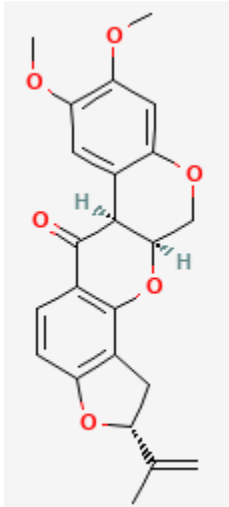


Desmetryn



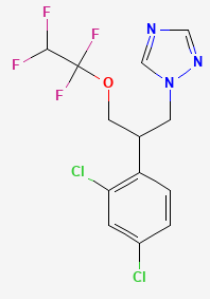
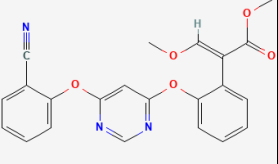
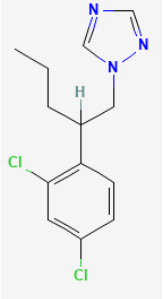
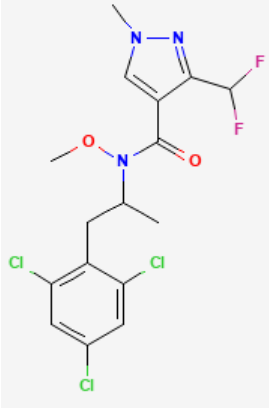
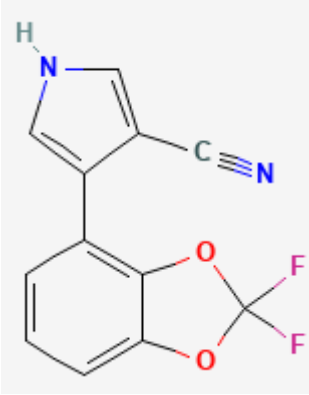
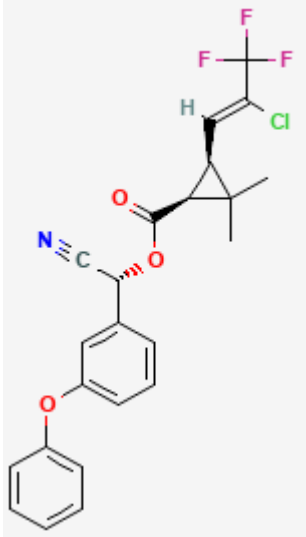
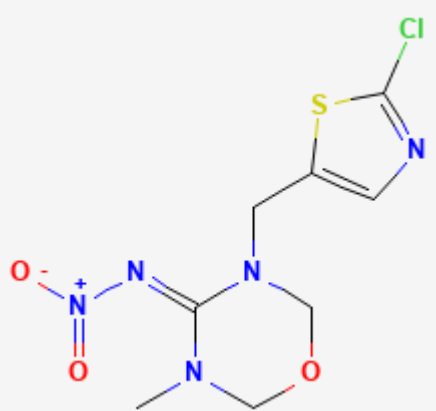
Simazine

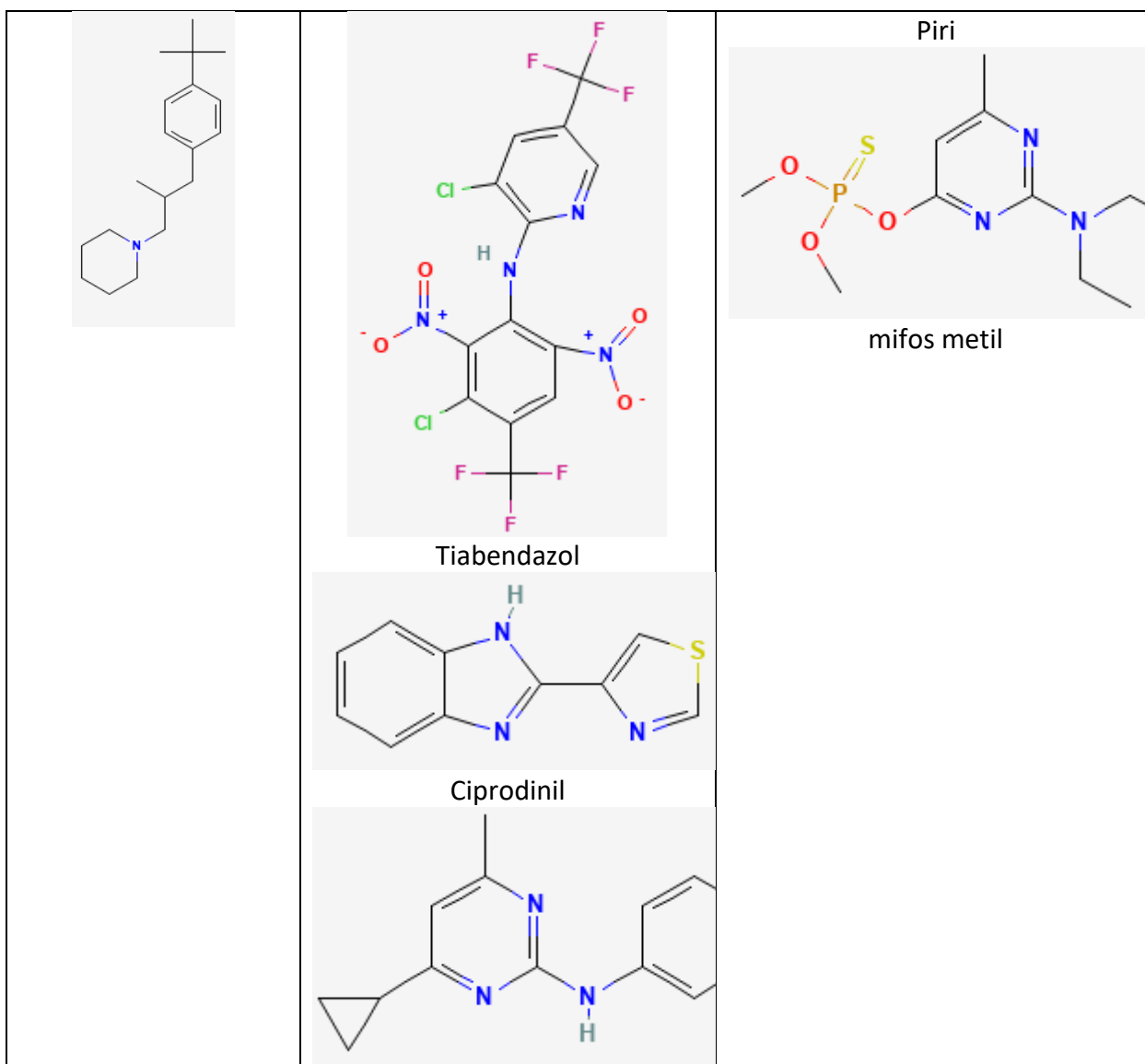
	
Compuestos organicos del estaño	<p style="text-align: center;">Cyhexatin</p> 
Compuestos inorgánicos	<p style="text-align: center;">Arsénico pentóxido</p>  <p style="text-align: center;">Obpa</p>  <p style="text-align: center;">fosfito de magnesio</p>  <p style="text-align: center;">cloruro de mercurio</p>

	 <p>arseniato de plomo</p>  <p>bromuro de metilo</p>  <p>Elaboración propia</p>
Compuestos de origen botánico	<p>Rotenona</p> 

Imágenes tomadas de Centro Nacional de Información Biotecnológica (2026). Resumen de compuestos de PubChem para CID 12310947

11.2. Estructuras químicas de plaguicidas usados para contrarrestar las plagas cuarentenarias tratadas en el apartado 7.2.2.2 (roya blanca, botrytis, trips)

Roya blanca	Botrytis	Trips
<p data-bbox="264 625 435 657">Tetraconazol</p>  <p data-bbox="264 968 435 999">Azoxystrobin</p>  <p data-bbox="264 1192 435 1224">Penconazole</p>  <p data-bbox="264 1535 435 1566">Fenpropidin</p>	<p data-bbox="634 642 829 674">Pidiflumetofen</p>  <p data-bbox="662 1087 802 1119">Fludioxonil</p>  <p data-bbox="667 1518 797 1549">Fluazinam</p>	<p data-bbox="1073 583 1317 615">Lambdacihalotrina</p>  <p data-bbox="1110 1157 1273 1188">Tiamatoxam</p> 



Imágenes tomadas de Centro Nacional de Información Biotecnológica (2026). Resumen de compuestos de PubChem para CID 12310947

11.3. Instrumento de caracterización o pre test usado también como post test

TEST PARA CARACTERIZACIÓN ACERCA DE PLAGUICIDAS Y BIOPLAGUICIDAS

El siguiente test o cuestionario tiene como objetivo evaluar y caracterizar los conocimientos previos acerca de las generalidades de plaguicidas y bioplaguicidas de los estudiantes del espacio académico Sistemas orgánicos I, del programa de Licenciatura en Química. Contiene 21 ítems que incluyen preguntas abiertas, preguntas basadas en textos cortos, asociación de conceptos y relación de imágenes, pictogramas y conceptos.

La sección 1 contiene ítems relacionados con plaguicidas sintéticos y la sección 2 contiene ítems relacionados con bioplaguicidas, los cuales se solicita que sean contestados de la forma más honesta posible.

El test está enfocado en el modelo de Enseñanza para la comprensión, que pretende que los estudiantes aprendan generalidades de plaguicidas y bioplaguicidas (historia, definición, clasificación, importancia, implicaciones, toxicología) y la aplicación de bioplaguicidas en flores de interés económico de la empresa y del país, con el fin de que se comprendan las implicaciones socioambientales del uso de pesticidas sintéticos y las ventajas comparativas frente al uso de biopesticidas y se logre adquirir un dominio del tema

SECCION PLAGUICIDAS

Historia e importancia

¿Qué relación e importancia tuvo la Segunda guerra mundial, DDT y enfermedades transmitidas por vector, y como eran las primeras fumigaciones en el siglo XX?

Que son

Redacte un párrafo de 4 líneas donde explique qué entiende por plaguicidas

Clasificación

Los plaguicidas están clasificados según sus componentes, toxicidad, vida media, estructura química, organismo objetivo, entre las más comunes.

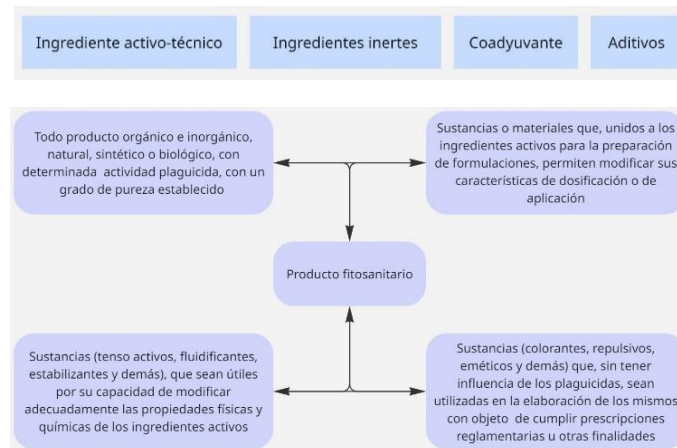
Componentes de productos fitosanitarios

Un producto fitosanitario es una mezcla química que se utiliza para proteger a los vegetales de organismos nocivos con el fin de aumentar el rendimiento del producto agropecuario, pero su uso incorrecto puede generar riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Ministerio para la transición ecológica, gobierno de España

Dentro de los compuestos químicos empleados para la protección de las plantas están principalmente el azufre, arseniatos, oxiclорuros de cobre, organoclorados, entre otros. Que deben ser fabricados, formulados y administrados de modo que se obtengan la mayor efectividad posible, y venderse en diferentes presentaciones como líquidos, sólidos, emulsiones o suspensiones. Navarro, S., et. al. (2023).

Basado en lo anterior describa que entiende por Fitosanidad.

Realice la asociación que crea coherente para nombrar los diferentes tipos de componentes de los productos fitosanitarios de acuerdo con el diagrama.



Por toxicidad aguda

Una forma de clasificación de los plaguicidas, es por su dosis letal media (DL50)

Qué relación puede establecer entre la dosis letal media (DL50) y los animales para experimentación, como los ratones

Realice la asociación que crea coherente entre la clase de plaguicida y su peligrosidad

A	Clase IA	Moderadamente peligrosos	
B	Clase IB	Ligeramente peligrosos	
C	Clase II	Extremadamente peligrosos	
D	Clase III	Altamente peligrosos	

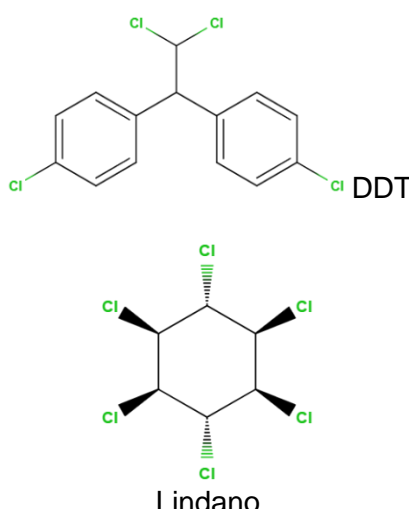
Por vida media

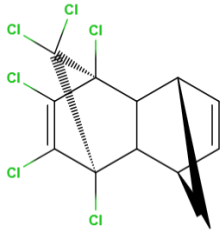
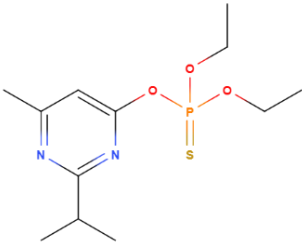
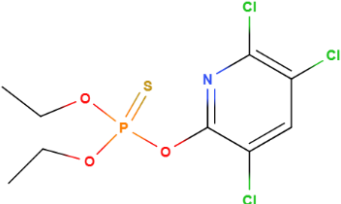
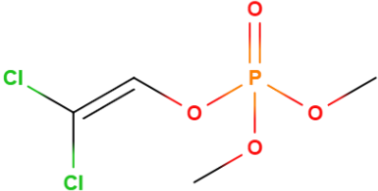
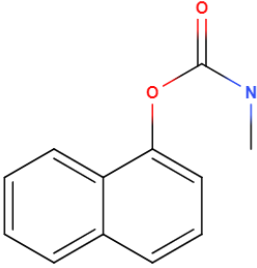
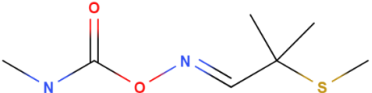
Realice la asociación que crea coherente entre la permanencia de los plaguicidas en el medio ambiente y el tiempo estimado de la misma (número de días, meses, años)

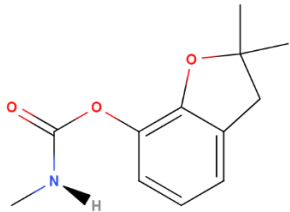
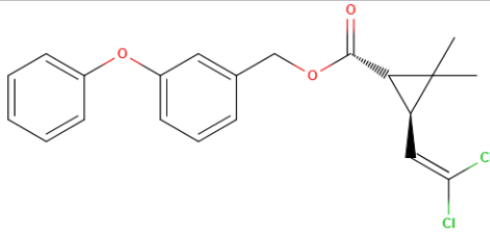
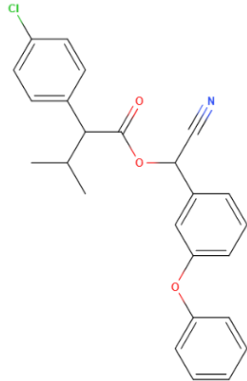
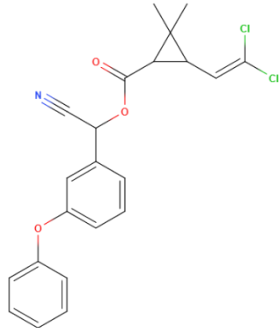
Permanentes	
Persistentes	
Moderadamente persistentes	
No persistentes	

Por estructura química

Los plaguicidas también se clasifican según su estructura química, eso se evidencia reconociendo los grupos funcionales de la misma, de los 4 tipos de pesticidas seleccionados: Organoclorados, Organofosforados, Carbamatos, Piretroides, los más comunes del mercado, ¿qué relación puede establecer entre el tipo de clasificación y su estructura química?, ¿qué tipo de hibridación y grupos funcionales puede identificar en cada una?

Tipo de pesticida	Estructuras químicas comunes y nombre	Descripción
	 <p>DDT</p> <p>Lindano</p>	<p>Son los más usados, su estructura química corresponde a los hidrocarburos clorados, por lo que son estables física y químicamente, insolubles en agua, no volátiles y solubles en disolventes orgánicos, esto favorece su persistencia en el ambiente y lenta biodegradabilidad, su vida media es de 3 a 6 años aproximadamente, dependiendo el producto. Por su lipofilicidad se acumulan en el tejido celular subcutáneo, en el</p>

	 <p>Aldrin</p>	<p>componente graso de la leche materna y la sangre</p>
	 <p>Diazinon</p>  <p>Clorpirifos</p>  <p>Diclorvos</p>	<p>Son esteres de Aminas o tioles derivados de los Ácidos fosfórico, fosfonico y fosfortico. Se degradan dando lugar a compuestos solubles en agua tentativamente menos persistentes y poco acumulables en el organismo</p>
	 <p>Carbaryl</p> 	<p>Derivados de esteres carbamatados usados como insecticidas Derivados del ácido tiocarbámico usados como fungicidas Son relativamente inestables, tienen poco tiempo de persistencia, su degradación por oxidación permite que los metabolitos finales</p>

	<p style="text-align: center;">Aldicarb</p>  <p style="text-align: center;">Carbofuran</p>	<p>puedan excretarse por la orina y las heces</p>
	 <p style="text-align: center;">Permetrina</p>  <p style="text-align: center;">Fenvalerato</p>  <p style="text-align: center;">Cypermethrin</p>	<p>Son obtenidas mediante secado, molienda y pulverización de la flor del crisantemo, con un contenido del 1 al 3% del principio activo.</p> <p>Son piretrinas sintéticas que surgieron en los años 50 y son más efectivas, químicamente se dividen como: Sin grupo alfaciano y Con grupo alfaciano</p>

Por organismo a controlar

Los plaguicidas se encargan de eliminar plagas indeseadas representadas en hongos, plantas o hierbas, insectos, roedores, bacterias, moluscos, ácaros, entre otros. ¿Qué nombre le asignaría a cada uno de los plaguicidas según su organismo objetivo?

<i>Organismo objetivo</i>	<i>Nombre de plaguicida</i>
<i>Hongos</i>	
<i>Plantas o hierbas</i>	
<i>Insectos</i>	
<i>Roedores</i>	
<i>Bacterias</i>	
<i>Moluscos</i>	
<i>Ácaros</i>	

Toxicología

Elementos de toxicología

Existen 3 elementos generales de la toxicología, cual cree que es el nombre para cada uno

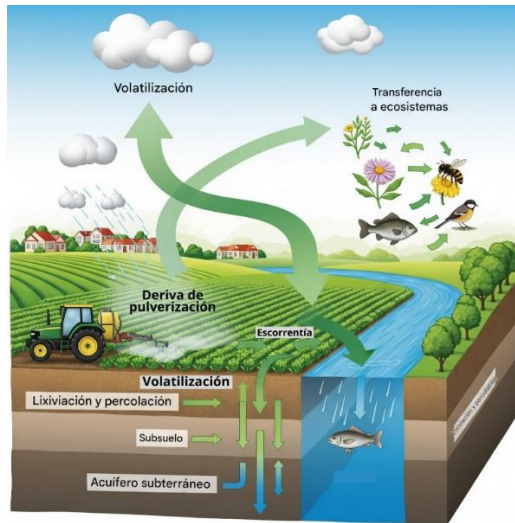
Elemento general de toxicología	Nombre
El que es capaz de producir un efecto en un organismo vivo	
Medio sobre el cual el agente químico puede actuar	
El resultado de la interacción de los dos elementos anteriores	

Efecto bioquímico, fases de intoxicación y síntomas generales

Las fases de intoxicación al momento del contacto con plaguicidas son clínica, toxicocinética, exposición, toxicodinámica. ¿En qué orden cree que suceden una vez se tiene el contacto y síntomas a nivel general y que efectos a nivel bioquímico cree que se presentan?

Implicaciones socioambientales

A partir de la siguiente ilustración relacionada con las implicaciones ambientales de los plaguicidas, ¿qué puede inferir de la ruta ambiental de contaminación de los mismos y el significado de cada concepto?



Ruta ambiental de contaminación	
Ciclo hidrológico	
Volatilización	
Deriva de pulverización	
Escorrentía	
Lixiviación	
Percolación	

A partir de la imagen anterior, ¿de qué forma puede relacionar y describir conceptos asociados al impacto ambiental de los plaguicidas tales como alimentos, intoxicación, bioacumulación, biomagnificación y cadena trófica?

SECCION BIOPLAGUICIDAS

Historia

Con base en la siguiente breve línea de tiempo, redacte un texto de 5 líneas describiendo una historia breve de los bioplaguicidas



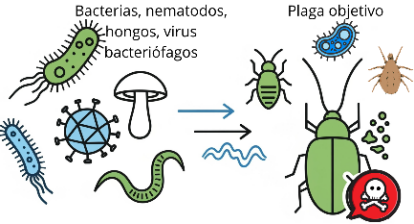
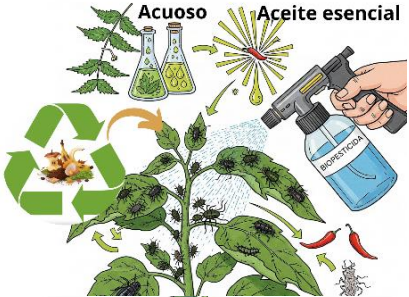
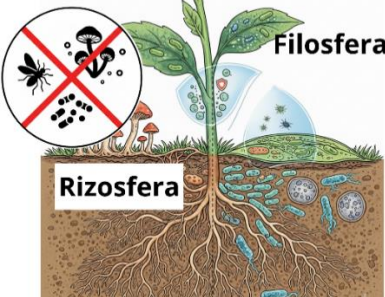
Que son

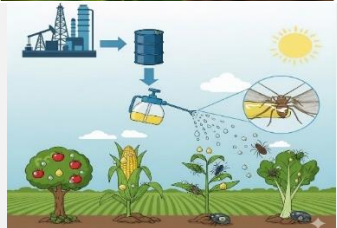
Redacte un párrafo de 4 líneas donde explique qué entiende por bioplaguicidas

Tipos y clasificación

En la actualidad existe un debate acerca de la clasificación de los biopesticidas, entidades como la Unión europea (UE), la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y varios autores tienen diferentes clasificaciones, ya sean por ser derivado de materiales naturales, organismos vivos, incluyendo endófitos beneficiosos, entre otros. Según la EPA, puede ser difícil determinar qué sustancias o incluso organismos cumplen los criterios para ser considerados agentes bioplaguicidas y existe un debate sobre la inclusión de otros compuestos como biopesticidas, especialmente cuando su mecanismo de acción se basa en efectos tóxicos.

De todas las 7 clasificaciones de biopesticidas actuales que se logran resaltar, nómbrelas, relacione y explique basado en las ilustraciones que se presentan.

ILUSTRACIONES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
		
		
		



Implicaciones ambientales

Ya que el uso de bioplaguicidas ha aumentado recientemente, y ha cobrado interés desde el último siglo y se prevé que su mercado aumente en los próximos años, en general se consideran respetuosos con el medio ambiente, sin embargo, varios autores concuerdan en que los biopesticidas actúan como complementos de los pesticidas sintéticos, con los cuales se promueve la fitosanidad de los productos agrícolas, especialmente en alimentos, dada su demanda comercial, los cuales son la principal fuente de entrada de estos compuestos plaguicidas al cuerpo humano.

Desde la agroindustria, y dependiendo de sus propiedades fisicoquímicas en matrices acuosas, tras su aplicación en el control de plagas, los biopesticidas son metabolizados por los organismos objetivo, se eliminan del suelo o la superficie de las plantas, y luego son transportados a ríos, lagos o presas por la escorrentía superficial, en estos procesos, pueden disolverse libremente en agua, adsorberse a partículas en suspensión o bioacumularse, lo que puede provocar efectos adversos en organismos no objetivo y en el sistema acuático, los cuales provienen de forma natural en el medio ambiente o se introducen a través de actividades antropogénicas, que es la fuente más importante de bioplaguicidas en el medio ambiente

Teniendo en cuenta sus propiedades fisicoquímicas, ¿cómo cree que interactúan los biopesticidas con compuestos altamente polares, no polares y volátiles en el ecosistema?

Uso en floricultura

¿Qué extracto natural conoce como plaguicida natural, que ingredientes activos cree que actúan y como realizaría el proceso de extracción?

¿Qué ventajas y desventajas puede resaltar entre el uso de plaguicidas convencionales o sintéticos y bioplaguicidas de origen natural, como los extractos de plantas?