

¿Existe un método de fumigación de cultivos amigable con el medio ambiente?.

Is there an environmentally friendly crop fumigation method?.

Ing Marco Antonio Ordoñez Viñan ^{1*}, Tecg. José Francisco Pérez Fiallos ²

1* Magister en Eficiencia Energética. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Email: marco.ordonez@esPOCH.edu.ec Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9255-3168>

2. Magister en Gestión Industrial y Sistemas Productivos. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Email: jose.perez@esPOCH.edu.ec Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1933-2318>

Correspondencia: marco.ordonez@esPOCH.edu.ec

Recibido: 31/Agosto/2020

Aceptado: 30/Septiembre/2020

Publicado: 30/Octubre/2020

Resumen: Todo tipo de cultivo es afectado por plagas y enfermedades que son combatidas por medio de la fumigación. Ésta puede realizarse de forma manual, mecanizada y aérea. En la actualidad, el término sostenibilidad y sustentabilidad es cada vez más frecuente y no escapa de esta área y es por ello que surge la necesidad de evaluar si existe algún método de fumigación de cultivos que sea amigable con el ambiente. Los procesos que tradicionalmente se llevaban a cabo para la producción y fumigación de cultivos ahora están siendo sustituidos por alternativas ecológicas y naturales con los que se obtengan los mismos beneficios. Tal es el caso de la fumigación por precisión mediante la utilización de drones, que brinda servicios de calidad amigables con el medio ambiente y disminuyen los efectos nocivos y tóxicos que la fumigación tradicional lleva consigo al aplicar sustancias que lastiman gravemente a las personal y ecosistemas. Igualmente, la fumigación por control biológico constituye una herramienta netamente sustentable al utilizar microorganismos para combatir plagas y enfermedades de forma temporal o permanente. En cuanto a la metodología utilizada, la revisión bibliográfica en este análisis sistemático de literatura es la seleccionada con un enfoque documental.

Palabras Clave: Fumigación, cultivos, métodos, medio ambiente.

Abstract: All types of crops are affected by pests and diseases that are combated through fumigation. This can be done manually, mechanized and aerial. At present, the term sustainability and sustainability is more and more frequent and does not escape this area and that is why the need arises to evaluate if there is any method of crop fumigation that is friendly to the environment. The processes that were traditionally carried out for the production and fumigation of crops are now being replaced by ecological and natural alternatives with which the same benefits are obtained. Such is the case of precision fumigation through the use of drones, which provides quality services that are friendly to the environment and reduce the harmful and toxic effects that traditional fumigation carries with it when applying substances that seriously harm people and ecosystems. Likewise, fumigation by biological control constitutes a clearly sustainable tool by using microorganisms to combat pests and diseases temporarily or permanently. Regarding the methodology used, the bibliographic review in this systematic analysis of the literature is the one selected with a documentary approach.

Keywords: Fumigation, crops, methods, environment.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, la evolución del hombre está íntimamente relacionada a la obtención de alimentos, es decir, a la agricultura, ganadería, pesca, y por supuesto al progreso que han tenido estos sectores de producción desde los inicios de la humanidad. Biológicamente, el ser humano para su existencia y desarrollo depende fundamentalmente de la alimentación y esta a su vez proviene de los recursos que nos brinda la madre tierra. Es así como la agricultura es uno de los principales sectores involucrados en el desarrollo económico y social de un país puesto que la población depende de ella para nutrirse y alimentarse, lo que juega un papel preponderante en la economía de la nación (Bula, 2020).

Ecuador es un país mayormente rural, que depende fundamentalmente de su agricultura, cuyos inicios se fundamentaron en la manera tradicional de hacienda, la cual está relacionada a las producciones semif feudales, con elevadas agrupaciones de tierras, que en su mayoría concebían la producción para el abastecimiento interno y autoconsumo. En la década de los años 50 es cuando comienza en el país la modernización capitalista y se inicia el auge del sector, alcanzando actualmente la participación del 95% de la demanda interna de los alimentos de consumo de la población, lo que ha repercutido en la población económicamente activa (PEA) al generar el 25% de empleo en esta área además de tener un alto aporte en el producto interno bruto (PIB) del país con un 7.7%; siendo el segundo sector con más generación de divisas, luego del petróleo Pino et al. (2018)

Entre los cultivos de mayor relevancia (por su contribución a la economía y volumen de áreas utilizadas para sus plantaciones) se encuentran el banano, la caña de azúcar, la palma africana, el arroz, el maíz duro seco, la papa, las flores y los pastos cultivados Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, (INEC, 2021).

Cada cultivo posee un ciclo vegetativo distinto. Estos pueden ser cortos o largos. Los cultivos de ciclo corto son aquellos en los que el ciclo vegetativo puede ser inferior o igual a un (1) año y luego de recolectar las cosechas, las plantas mueren rápidamente o a corto plazo y éstas deben ser nuevamente sembradas o cultivadas Badillo, Garzón y Barrezueta (2021); mientras que los cultivos largos o perennes, son aquellos en los que el ciclo vegetativo es mayor a un (1) año y las cosechas pueden recolectarse en varias oportunidades o temporadas produciendo semillas y frutos en forma repetitiva antes de ser renovada la siembra (Zambrano, 2021).

Ahora bien, todo tipo de cultivo es principalmente afectado por plagas y enfermedades que pueden ser ocasionadas por diversas razones y éstas a su vez son combatidas por medio de la fumigación. La misma tiene el propósito de combatir estas pestes y enfermedades a fin de poder conservar y controlar las cosechas, de tal forma que se alcance la optimización en el nivel de producción y se logre minimizar los peligros inherentes del proceso Cornejo y García (2021). Ésta puede realizarse de forma: manual (a través de bombas en la espalda de trabajadores que

realizan la labor), mecanizada (por medio de la utilización de tractores) y aérea (utilizando drones, avionetas y/o helicópteros), tal como lo señalan Duarte y Pinza (2021)

En la fumigación, el momento de la aplicación de los productos debe ser el más adecuado ya que los productos utilizados para ello están diseñados para ser empleados en períodos específicos, de tal forma que posean una efectividad biológica correcta. Por otra parte, es necesario identificar el problema de raíz para poder seleccionar el agente más adecuado y poder realizar los cálculos pertinentes a fin de obtener una optimización de la sustancia y mejor efectividad al emplear las cantidades adecuadas, evitando excesos y escurrimientos que afecten tanto a los cultivos como el ecosistema. Ya para finalizar este proceso, es necesario efectuar valoraciones constantes que permitan asegurar que se ha cumplido con todos los requerimientos dictaminados por los fabricantes para su aplicación y que la calibración de los equipos utilizados ha sido la correcta Díaz et al. (2018)

El uso de agroquímicos para la fumigación de cultivos y la aplicación de este tipo de sustancias también provoca problemas graves en la salud de las personas que trabajan directamente con ellos, que los aplican y que están en contacto con la superficie y cultivos sobre los cuales han sido agregados; además de ocasionar graves daños al medio ambiente.

Para Mansilla (2017) cuando éstos productos son aplicados en los sembradíos y liberados al ambiente se generan consecuencias ecológicas peligrosas tal como la disminución de la calidad del agua y suelo (debido a la acumulación de residuos), así como también, el detrimento en la calidad del aire como consecuencia de la volatilidad de sustancias activas y la afectación la flora y fauna silvestre, entre otros.

Así, todo tipo de producto agroquímico utilizado en la fumigación de cultivos es tóxico, ninguno escapa de ello y el nivel de toxicidad dependerá de la rapidez con que éste ha sido absorbido y acumulado pero aunque el uso de ellos ayude a la producción, utilizarlos de forma inadecuada expone tanto a humanos como al medio ambiente a niveles de contaminación y riesgos sumamente elevados ya que se considera que para el año 2050 el uso de éstos a nivel global sea 2,7 veces mayor que los registros del año 2000 López. et al. (2020)

Es por ello que en la actualidad, el término sostenibilidad y sustentabilidad es cada vez más frecuente y no escapa de esta área, es cada vez es más utilizado con la finalidad de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras, garantizando al mismo tiempo la rentabilidad y la salud del medio ambiente, mejorando la resiliencia de los sistemas y la eficiencia en el uso de los recursos Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO, 2022) y esto solo se logra mediante el uso de tecnologías, investigación y desarrollo de productos y técnicas que mitiguen los efectos nocivos al ecosistema al momento de realizar la fumigación en los sembradíos y es por ello que surge la necesidad de evaluar si existe algún método de

fumigación de cultivos que sea amigable con el ambiente a fin de poder mitigar los daños al ecosistema provocados por este proceso.

METODO

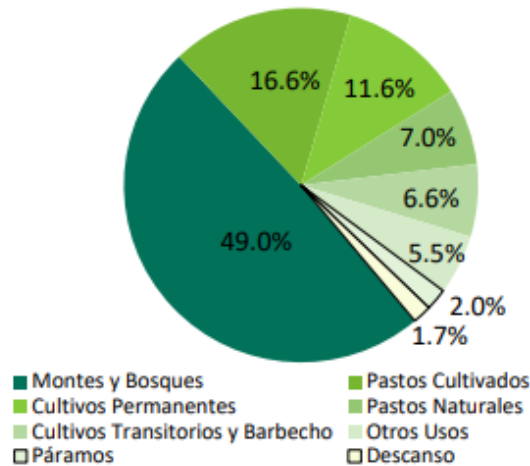
La revisión bibliográfica es la metodología utilizada en este análisis sistemático de literatura, con un enfoque documental, donde el estudio minucioso de los diversos medios electrónicos como revistas científicas, páginas web, digitales y otros han permitido la obtención de la información de mayor interés para poder almacenar, clasificar y procesar la información mediante diversas fuentes como Scopus, Scielo, Web of Science, Google Scholar; y Elsevier; en las cuales se encuentra el contenido más reciente y ligado al tema de fumigaciones de cultivos amigables al medio ambiente para poder así obtener datos más actualizados, relevantes y oportunos (Amador, 2021)

RESULTADO

El último Boletín Técnico de Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2020, publicado por el INEC (2021) señala que, durante el último trimestre del año 2020, en Ecuador, los cultivos de pastos representaron un 39.7% de la totalidad cultivada, mientras que los cultivos del sector agrícola con mayor volumen de producción como la caña de azúcar, banano y palma africana, arroz, maíz duro seco, papa, entre otros, estuvieron constituidos por el 27.7%. También indica que según el uso o utilización que se le dé a la tierra, esta puede clasificarse como: cultivos permanentes, cultivos transitorios, barbecho, descanso, pastos cultivados, pastos naturales, montes y bosques, páramos y otros, tal como se muestra en la figura 1 para superficie según categoría de uso del suelo en Ecuador.

Figura 1.

Superficie, según categoría de uso del suelo en Ecuador (en hectáreas y porcentaje).



Fuente: (INEC, 2021).

Del mismo modo, (INEC, 2021) también indica que la región de la Costa reúne la mayor extensión de superficie destinada a cultivos permanentes, representada por un 71.8% de la superficie total, seguida por la región de la Sierra con un 17.5% y la Amazonía con un 10.6% respectivamente. En lo que respecta a cultivos transitorios, la región de la Costa es la que cuenta con mayor área de superficie, alcanzando un 66.7%, le sigue la Sierra con 28.9% y la Amazonía con 4.4%. Ya para el caso de los pastos cultivados, la región que presenta mayor concentración de tierra es la Costa con un 54.4%, luego la Sierra con 26.6% y la Amazonía con 19%, mientras que la región que presenta mayor superficie de pastos naturales es la región de la Sierra alcanzando un 65.6%, en segundo lugar se encuentra la Costa con el 28.1% y en tercer lugar la Amazonía con un 6.3%. Esto es representado en la Tabla 1 correspondiente a superficie según región, por uso agropecuario.

Tabla 1

Superficie según región, por uso agropecuario (en porcentaje).

Regiones	Permanentes	Transitorios y Barbecho	Pastos cultivados	Pastos naturales
Sierra	17.5	28.9	26.6	65.6
Costa	71.8	66.7	54.4	28.1
Amazonía	10.6	4.4	19	6.3

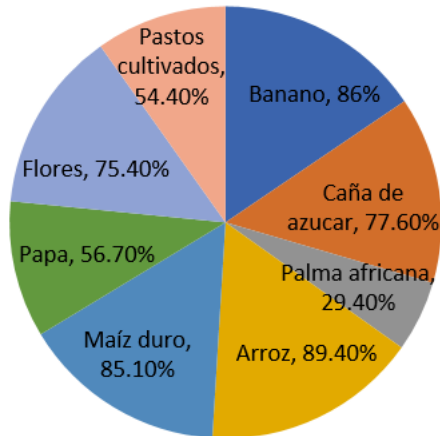
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los cultivos más relevantes del país, cada uno posee una participación diferente en la superficie total cosechada. En el caso del banano, este representa el 86%; la caña de azúcar por su parte registra un 77.6% y en el caso de la palma africana ésta se ubica en un 29.4%. Por su

parte, el arroz suma un 89.4% y el maíz duro constituye un 85.1%. De igual forma, la papa muestra un 56.7% mientras que las flores (rosas) alcanzan un 75.4% y los pastos cultivados se encuentran ubicados en un 54.4% respectivamente INEC (2021). Lo descrito se muestra en la Figura 2 que indica el porcentaje de cultivos más relevantes de Ecuador según la superficie total cosechada.

Figura 2.

Porcentaje de cultivos más relevantes de Ecuador según la superficie total cosechada.

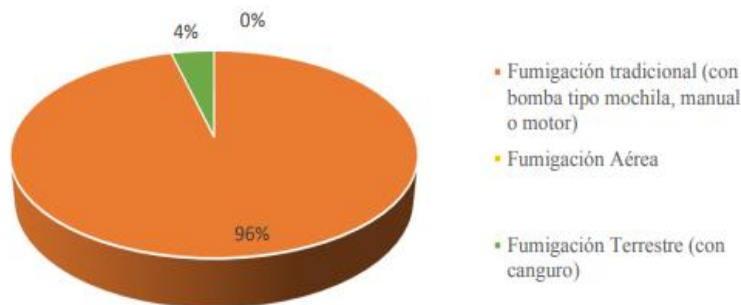


Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, entre los medios de fumigación más utilizados en el Ecuador, (Navia, 2019) señala que en el país, el 96% de los agricultores utiliza la forma manual de fumigación (a través de bombas en la espalda de trabajadores que realizan la labor) mientras que apenas un 4% realizan el proceso a través de la utilización de canguros, lo que se observa en la figura 3 correspondiente a medios de fumigación más usados en Ecuador.

Figura 3.

Medios de fumigación más usados en Ecuador.



Fuente: (Navia, 2019).

Ahora bien, entre los agroquímicos más utilizados ya sean pesticidas, insecticidas, herbicidas u otros encontramos sustancias organofosforadas, las cuales son aplicadas casi en un 90% de los cultivos, considerándose altamente tóxicas y nocivas tanto para la salud humana como para el medio ambiente. En la figura 4 puede observarse las características de persistencia y peligrosidad para la salud de ingredientes activos de plaguicidas agrícolas aplicados por aspersión Silveira-Gramont et al. (2018).

Figura 4.

Características de persistencia y peligrosidad para la salud de ingredientes activos de plaguicidas agrícolas aplicados por aspersión.

Ingrediente activo	Grupo químico	Persistencia en ambiente	Efectos adversos a la salud (crónicos) reportados por OMS, COFEPRIS, IARC			
			Carcinógenos, mutagénicos, teratogénicos	Tóxico reproductivo y del desarrollo	Inhibidor colinesterasa Neurotóxico	Otros daños
Clorotalonil (Fungicida)	Aromático policlorado	Hasta 1 año, baja movilidad	Carcinógeno			
2,4-D (Herbicida)	Clorofenoxi	Varios meses	Probable carcinógeno		Neurotóxico	
Paratión metílico (Insecticida)	Organo-fosforado	Días a meses	Posible carcinógeno, Teratogénico	Tóxico del desarrollo	Inhibidor colinesterasa Neurotóxico	
Endosulfán (Insecticida)	Organo-clorado	Muy persistente	Posibles efectos teratogénicos			Efectos en hígado y riñón
Paraquat (Herbicida)	Bipiridilo	Altamente persistente (hasta 3 años)	Probable mutagénico Posible carcinógeno	Reproductivo		Hígado, pulmones, corazón, riñones, córnea, glándulas adrenales, piel y sistema
Glifosato (Herbicida)	Fosforo-metilglicina	Ligeramente persistente (14 a 22 días)	Posible carcinógeno por sus aditivos			Se han reportado efectos hematológicos Efectos adversos en ojos e hígado
Malatión (Insecticida)	Organo-fosforado	Ligeramente persistente (hasta una semana).	Mutagénico.		Inhibidor colinesterasa	
Clorpirifos	Organo-fosforado	Moderadamente persistente (un año)		Efectos reproductivos en animales	Neurotóxico	Tóxico para el sistema respiratorio y cardiovascular
Azinfos metílico (Insecticida)	Organo-fosforado	Ligeramente persistente y con baja movilidad.		Posibles efectos reproductivos en humanos	Inhibición de la colinesterasa eritrocitaria y plasmática	
Mancozeb (Fungicida)	Ditio-carbamato	Vida media de 1 a 7 días	Posible teratogénico y carcinógeno			Daño a la tiroides

Fuente: Silveira-Gramont et al. (2018)

En la actualidad, existen otras alternativas de fumigación que son más eficientes que las tradicionales y más seguras, además que ayudan a cuidar la salud del ser humano y del ambiente. Tal es el caso de la agricultura de precisión, la cual está orientada a la agrupación de tecnologías capaces de mejorar la producción de un cultivo por medio de la variabilidad espacial y temporal del conjunto de factores que intervienen en los procesos y cuya técnica de fumigación empleada es a través del uso de drones González et al. (2016)

Este tipo de fumigación se realiza en 3 etapas. Éstas están conformadas en primer lugar por la operación, en la cual; el terreno cultivado es observado y registrado mediante imágenes que son tomadas por medio de los drones. La segunda etapa llamada pos-proceso, es aquella donde dichos retratos del cultivo son analizados y transformados a imágenes de índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI) para observar la biomasa y poder estudiar el comportamiento o desarrollo del cultivo, con la finalidad de realizar los mapas con los datos de mayor relevancia que permitirán pasar a la última etapa denominada aplicación, en la que se tomarán las decisiones más certeras para la producción y bajo las cuales se actuara (según las afectaciones que presente la siembra) mediante la utilización de los drones (Amador, 2021)

Para Contreras (2020) tanto la fumigación tradicional como la fumigación de precisión presenta ciertas características principales en cuanto a la aplicación de pesticidas, aplicación de abonos, y mapas de rendimiento, las cuales pueden apreciarse en la Tabla 2 que refiere a la fumigación realizada de modo tradicional con respecto a la fumigación de precisión.

Tabla 2

Fumigación de modo tradicional vs la fumigación de precisión.

Fumigación Tradicional	Fumigación de Precisión
Aplicación de Pesticidas	
Trata todo el campo de cultivo como una superficie uniforme con necesidades similares	Gracias al tratamiento de imágenes aéreas, junto con las técnicas de digitalización, GPS y GIS, puede elaborarse un mapa del terreno con diferentes zonas detalladas, pudiendo prescribir la cantidad exacta de pesticida a aplicar en cada zona, según sus necesidades
Empleo de banderas humanas para señalar a los aeroplanos dónde aplicar los pesticidas	Empleo de GPS para indicar a los aeroplanos dónde descargar los pesticidas, y en qué cantidad, gracias a los mapas previamente elaborados.
Aplicación de Abonos	
La cantidad de abono a aplicarse se determina por medio de la composición de diferentes muestras del terreno: al final requiere una aplicación uniforme de lo que se cree una buena estimación de la cantidad apropiada (se trata de una media)	Permite una aplicación específica según las necesidades de cada región, con dos métodos: <ul style="list-style-type: none"> • Empleo de DGPS para dividir el terreno según una rejilla, con celdas de tamaño determinado por el usuario, posibilitando el acceso preciso a un punto concreto de cada celda, recoger una muestra y aplicar el abono estimado para cada celda. • Empleo de fotografías aéreas. Estas se digitalizan, georreferencian, y basándose en sus características se determina la cantidad de abono a aplicar en cada 18 coordenada al vehículo de abono, así como la cantidad a aplicar
Mapas de Rendimiento	
Decidir si una zona del terreno produce por encima de los costes es una labor arriesgada.	Las técnicas de variabilidad temporal junto con los mapas de rendimiento y los costes variables permiten tomar una decisión adecuada acerca de qué zonas sería mejor no cultivar, ya que producen gastos.

Fuente: (Contreras, 2020).

Otro de los métodos de fumigación de cultivos amigables al ambiente que es empleado en la actualidad es la fumigación por medio del control biológico, el cual utiliza organismos vivos para controlar plagas y enfermedades en los sembradíos (Ispizua, 2018). Este método de control presenta ventajas desde el punto de vista medioambiental al no generar contaminación alguna en agua, aire y tierra, los insectos benéficos no se ven afectados de ninguna manera, no presentan ningún tipo de resistencia, no generan toxicidad en los seres vivos y los alimentos no presentan residuo alguno (Serrano, 2021).

Otras ventajas que presenta este método de fumigación es que la competencia es muy reducida además de que la era que actualmente vivimos se orienta y redirecciona hacia el planeta verde, es decir, busca la sostenibilidad y sustentabilidad ambiental; por tanto, consumo de alimentos que no posean químicos se hace cada vez más y más atractivo para el consumidor y la implementación de ellos conlleva a una reducción de costos de producción requerido en comparación a los cultivos con controles químicos tradicionales (Ispizua, 2018).

La fumigación por control biológico puede llevarse a cabo de cuatro (4) maneras según señala (Ispizua, 2018). Estas son:

- *Control biológico clásico:* es aquel en donde el agente de control es introducido en el cultivo de forma intencional para que pueda controlar la plaga. Este control se desarrolla a largo plazo.
- *Control biológico por inoculación:* este es utilizado cuando se desea controlar temporalmente una plaga. Para ello es necesario recoger el agente de control, criarlo y posteriormente liberarlo periódicamente para que se sitúe sobre el cultivo y reproduzca con el fin de poder controlar la plaga.
- *Control biológico Inundativo:* al igual que el control biológico por inoculación, se recoge y se cría al agente controlador, pero este es liberado de en grandes cantidades de manera tal que la plaga pueda ser combatida con los agentes que han sido liberados y no con los descendientes, lo que acorta el tiempo de esperas para la obtención de resultados.
- *Control biológico conservativo:* se basa en conservar y/o mantener las formas habituales de control y modificar el medio para cuidar y elevar las poblaciones de los enemigos ya existentes.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Hoy en día, a nivel mundial se piensa en el desarrollo sustentable para poder dejar en descendientes y generaciones futuras, riquezas naturales que puedan gozar y disfrutar con el pasar del tiempo tal como lo han hecho los antecesores. Esto nos ha llevado a la necesidad de crear

nuevos hábitos y cambiar paradigmas, pensamientos y conductas en todo el entorno personal, comunitario, gubernamental y de todo aquel involucrado en el proceso.

La agricultura no escapa de ello y lo que se busca es alcanzar la sostenibilidad de los recursos, por tanto, renovar las distintas técnicas y métodos para alcanzar estos objetivos requiere de nuevos procesos que sean amigables al ambiente.

Los procesos que tradicionalmente se llevaban a cabo para la producción y fumigación de cultivos ahora están siendo sustituidos por alternativas ecológicas y naturales con los que se obtengan los mismos beneficios. Tal es el caso de la fumigación por precisión mediante la utilización de drones, dónde la combinación de la tecnología junto a los conocimientos tradicionales permite que se disminuyan costos al poder calcular de manera más exacta los insumos y cantidades necesarias para el tratado y optimización de la producción, lo que indiscutiblemente conduce a un aumento de su rentabilidad.

Por tanto, la fumigación a través del uso de drones o fumigación precisa permite brindar servicios de calidad amigables con el medio ambiente así como también disminuyen los efectos nocivos y tóxicos que la fumigación tradicional lleva consigo al aplicar sustancias que lastiman gravemente a las personal y ecosistemas.

Por otra parte, el control biológico para la fumigación constituye una herramienta netamente amigable con el ambiente al utilizar microorganismos para combatir plagas y enfermedades de forma temporal o permanente. Este tipo de fumigación permite la sustitución de los productos agroquímicos tradicionalmente utilizados en la fumigación y que ocasionan graves daños al ecosistema, reducen pérdidas económicas además del uso de plaguicidas químicos altamente nocivos. Es una alternativa amigable al ambiente y natural para minimizar o erradicar las plagas en los cultivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amador, D. (2021). Análisis de la utilización de drones como técnica de fumigación de cultivos de banano en el corregimiento de Orihueca, zona bananera, Colombia. Santa Marta: Análisis sistemático de literatura presentado como modalidad de grado para optar el título de ingeniero electrónico de la Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Programa de Ingeniería Electrónica.
- Badillo, W., Garzón, V., & Barrezueta, S. (2021). Análisis migratorio y su efecto en la productividad de cultivos de ciclo corto en el cantón Colta, periodo 2015-2018. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(2), 107-113. Obtenido de <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/383>
- Bula, A. (2020). Importancia de la agricultura en el desarrollo socio-económico. Rosario: Informe del observatorio de la Universidad Nacional de Rosario, 50(16). Obtenido de <http://biblioteca.puntoedu.edu.ar/bitstream/handle/2133/18616/Importancia%20de%20la%20agricultura%20en%20el%20desarrollo%20socio-econ%20mico.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Contreras, R. (2020). Agricultura de precisión en el manejo agronómico del cultivo de maíz. Examen complejo, Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8487>
- Cornejo, C., & García, A. (2021). Plan de negocio para la implementación de una empresa de servicios integrales basada en tecnologías UAV (drones) en fertilización y fumigación de cultivos específicos. Tesis presentada en satisfacción parcial de los requerimientos para obtener el grado de Magister en Administración, Universidad esan, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12640/2404>
- Díaz, J., Gómez, M., Ramírez, B., Martínez, A., & Wetzel, A. (2018). Diseño y construcción de un Drone para la aplicación en la detección de plagas y fumigación en el cultivo de café en el estado de Chiapas. Trabajo monográfico de la materia Taller de Investigación II, Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Ingeniería Electrónica, Tuxtla Gutiérrez Chis. Obtenido de https://www.academia.edu/37426973/Drone_Fumigador
- Duarte, M., & Pinza, G. (2021). Plan de negocios para la creación de una empresa de servicios de fumigación agrícola con drones aéreos. Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Licenciada en Administración de empresas, Universidad Laica Vicente Rocafuerte

de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4590/1/T-ULVR-3728.pdf>

González, A., Amarillo, M., Sarmiento, F., & Amarillo, G. (2016). Drones aplicados a la agricultura de precisión. *Publicaciones e investigación*, 10, 23-37. doi:<https://doi.org/10.22490/25394088.1585>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC. (2021). Boletín Técnico. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2020. Quito: INEC. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin%20Tecnico%20ESPAC%202020.pdf

Ispizua, P. (2018). Control biológico de plagas de la agricultura. Tesis, Universidad del Salvador, San Salvador. Obtenido de <https://racimo.usal.edu.ar/6342/1/P%C3%A1ginas%20desde5000256684-Control%20biol%C3%B3gico%20de%20plagas%20de%20la%20agricultura.pdf>

López, E., Ramos, L., Houbraken, M., Du, G., Romero, O., & Spanoghe, P. (2020). Conocimiento y uso práctico de plaguicidas en Cuba. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1), 51-70. doi:https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num1_art:1282

Mansilla, C. (2017). Impacto ambiental de la aplicación de plaguicidas en siete modelos socio-productivos hortícolas de Cinturón Verde de Mendoza. Tesina de grado, Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias, Mendoza. Obtenido de <https://bdigital.uncu.edu.ar/9752>.

Navia, J. (2019). Optimización del proceso de fumigación agrícola mediante la utilización de los drones. Universidad Técnica estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Quevedo: . Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3708>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (16 de 03 de 2022). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado el 10 de Marzo de 2022, de <https://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/>

Pino, S., Aguilar, H., Apolo, G., & Sisalema, L. (2018). Aporte del sector agropecuario a la economía del Ecuador. Análisis crítico de su evolución en el periodo de dolarización. Años 2000-2016. *Revista Espacios*, 39(32), 1-11. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Sergio-Pino-Peralta/publication/338013825_Contribution_of_the_agricultural_sector_to_the_econom

y_of_Ecuador_Critical_analysis_of_its_evolution_in_the_period_of_dollarization_Years
2000-2016/links/5dfa2c204585159aa4851

- Serrano, J. (2021). Evaluación de métodos de control *Pseudococcus elisea* usando *Beauveria bassiana*, Protec K y Clorpirifós para cultivo de banano. Proyecto especial de Graduación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Departamento de Ambiente y Desarrollo, Honduras. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11036/7185>
- Silveira-Gramont, M., Aldana-Madrid, M., Piri-Santana, J., Valenzuela-Quintana, A., Jasa-Silveira, G., & Rodríguez-Olibarria, G. (2018). Plaguicidas agrícolas: un marco de referencia para evaluar riesgos a la salud en comunidades rurales en el estado de Sonora, México. *Revista Internacional de contaminación ambiental*, 34(1), 7-21. doi:<https://doi.org/10.20937/rica.2018.34.01.01>
- Zambrano, A. (2021). Análisis físico y químico de los suelos agrícolas del sur de Manabí y su relación con los cultivos. Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, Universidad Estatal del sur de Manabí, Facultad de ciencias naturales y de la agricultura, Manabí. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2929>