



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2024,
Volumen 8, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2

**INCIDENCIA AMBIENTAL DE LAS FUMIGACIONES
AÉREAS EN LOS CULTIVOS DE BANANO DE LA
HACIENDA BELLA UNIÓN DEL SITIO UNIÓN
COLOMBIANA DEL CANTÓN MACHALA**

**ENVIRONMENTAL IMPACT OF AERIAL FUMIGATION ON
THE BANANA CROPS OF THE BELLA UNIÓN HACIENDA OF
THE UNIÓN COLOMBIANA SITE OF THE MACHALA
CANTON**

Lic. Nathaly Jazmín Alvarado Ullauri
Universidad Técnica de Machala – Ecuador

Ing. Raquel Verónica Hernández Ocampo
Universidad Técnica de Machala – Ecuador

Lic. Dustin Valentino Maza Espinoza
Universidad Técnica de Machala - Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10728

Incidencia Ambiental De Las Fumigaciones Aéreas En Los Cultivos De Banano De La Hacienda Bella Unión Del Sitio Unión Colombiana Del Cantón Machala

Lic. Nathaly Jazmín Alvarado Ullauri¹
nathyjazz2015@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0007-7410-7694>
Universidad Técnica de Machala
Ecuador

Ing. Raquel Verónica Hernández Ocampo
veritoho@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6184-3277>
Universidad Técnica de Machala
Ecuador

Lic. Dustin Valentino Maza Espinoza
dus1499@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4393-4423>
Universidad Técnica de Machala
Ecuador

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo determinar los impactos socio-ambientales ocasionados por las fumigaciones aéreas en bananeras aledañas al sitio la Unión Colombiana en la ciudad de Machala, bajo una metodología de enfoque mixto considerando el método descriptivo y analítico con un alcance de campo. La evaluación de impactos ambientales se realizó considerando la matriz de CONESA, estableciendo la afectación de las acciones del proyecto sobre los componentes del medio considerando 11 parámetros de valuación. Acorde a los resultados obtenidos a través de CONESA se determinó a los recursos suelo y agua como los componentes de mayor afectación, evidenciando la alteración físico-química de estos debido al uso de agroquímicos para el cuidado del cultivo de banano en la zona. Según estos resultados se empleó un muestro y análisis de los parámetros físico-químicos de los componentes suelo y agua; en los resultados obtenidos se observa la alteración de la conductividad eléctrica del suelo, siendo que, el resto de parámetros físico-químicos de suelo y agua permanecen en niveles bajos-normales considerando los máximos permisibles estipulados en el TULSMA. De acuerdo con los resultados obtenidos mediante la matriz de CONESA se observa la presencia de impactos ambientales graves en el área de estudio, sin embargo, a través del análisis de muestras se establece únicamente la variación de conductividad eléctrica del suelo, por consiguiente, se determina que los impactos socio-ambientales por fumigaciones aéreas son menores, siendo necesario una mayor profundidad del estudio.

Palabras clave: banano, fumigación, agroquímicos, contaminación, agua

¹ Autor principal.
Correspondencia: nathyjazz2015@gmail.com

Environmental Impact Of Aerial Fumigation On The Banana Crops Of The Bella Unión Hacienda Of The Unión Colombiana Site Of The Machala Canton

ABSTRACT

The objective of the research is to determine the socio-environmental impacts caused by aerial fumigation in banana plantations surrounding the Colombian Union site in the city of Machala, under a mixed approach methodology considering the descriptive and analytical method with a field scope. The evaluation of environmental impacts was carried out considering the CONESA matrix, establishing the impact of the project's actions on the components of the environment considering 11 valuation parameters. According to the results obtained through CONESA, soil and water resources were determined as the most affected components, evidencing the physical-chemical alteration of these due to the use of agrochemicals to care for the banana crop in the area. According to these results, sampling and analysis of the physical-chemical parameters of the soil and water components were used; In the results obtained, the alteration of the electrical conductivity of the soil is observed, and the rest of the physical-chemical parameters of soil and water remain at low-normal levels considering the maximum permissible stipulated in the TULSMA. According to the results obtained through the CONESA matrix, the presence of serious environmental impacts is observed in the study area; however, through the analysis of samples, only the variation in electrical conductivity of the soil is established, therefore, it is determined that the socio-environmental impacts from aerial fumigation are minor, making a greater depth of the study necessary.

Keywords: banana, fumigation, agrochemicals, pollution, water

*Artículo recibido 20 febrero 2024
Aceptado para publicación: 25 marzo 2024*



INTRODUCCIÓN

La investigación se situó en la hacienda bananera Bella Unión, ubicado en la parroquia El Retiro, cantón Machala, provincia El Oro. El área de estudio posee una extensión de 40 hectáreas, contando con un total de 17 trabajadores desempeñando diferentes funciones en los puestos de trabajos designados.

La hacienda bananera Bella Unión se dedica a la producción de banano convencional, siendo que, emplean la fumigación aérea como método de eliminación de plagas entre los cultivos. La cercanía del área con zonas pobladas como la Unión Colombiana, ha ocasionado diferentes contratiempos entre sus habitantes, considerando que el desarrollo de actividades por parte de la hacienda, principalmente la fumigación aérea, genera daños u afecciones a la zona tanto en la parte ambiental como social.

Acorde a lo mencionado, la investigación busca determinar los impactos socio-ambientales ocasionados por fumigaciones aéreas en bananeras aledañas al sitio la Unión Colombiana en la ciudad de Machala, bajo el análisis de fuentes de información primaria y secundaria, respecto al uso de los agroquímicos utilizados en estas actividades.

La investigación indaga sobre el estado de los componentes socio-ambientales respecto a la exposición a fumigaciones aéreas en zonas agrícolas, valorando los impactos ocasionados por la actividad a través de una estructura de evaluación subjetiva (Matriz de Conesa).

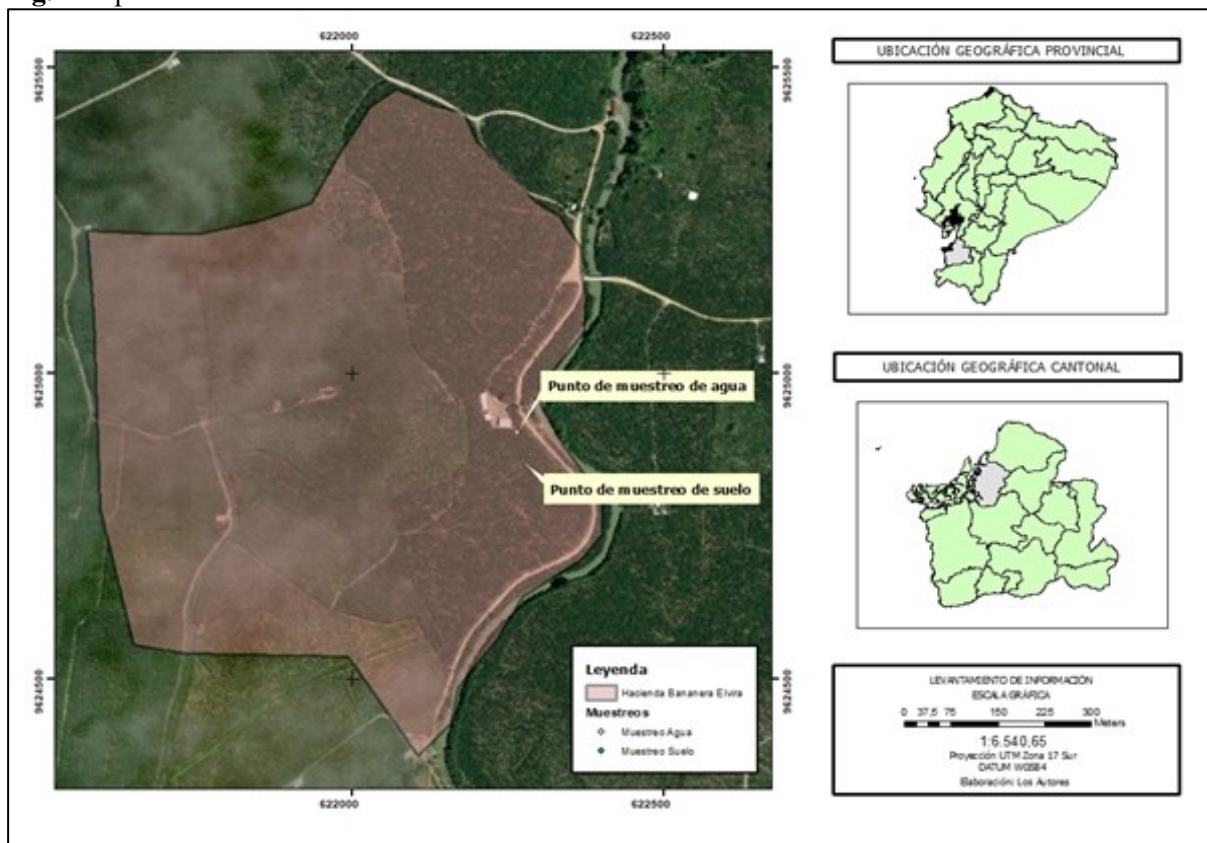
Según los resultados obtenidos, se consideró analizar la composición química de los componentes agua y suelo como recursos de mayor afectación por la actividad, siendo necesario realizar una comparativa con los límites máximos permisibles estipulados en el marco normativo ecuatoriano, con el fin de indicar la presencia o ausencia de afecciones producidas por fumigaciones en la zona.

Respecto a ello, el análisis sobre estos recursos estableció la presencia de organoclorados y organofosforados en valores tolerables según los límites máximos permisibles establecidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA). En cambio, el suelo presenta una elevada conductividad eléctrica y niveles de pH en valores cercano al máximo alcalino de pH 8. Por tanto, se considera un estado vulnerable de los componentes ambientales en el área de estudio, con presencia de compuestos derivados de agroquímicos, pero en un estado que no se considera tóxico para uso del ser humano.

METODOLOGÍA

La investigación tiene un enfoque mixto de carácter descriptivo y analítico. Se consideró la recopilación a través de fuentes de información secundarias: artículos científicos, libros, legislación ambiental, entre otras consideraciones. Esta información permitió complementar y enriquecer el análisis referente a los impactos ambientales presentes en la zona durante el estudio.

Fig.1 Mapa de ubicación del área de estudio



Nota: Fuente, autor.

Se consideró como herramientas de recopilación de información: la observación directa del área de estudio, implementando una evaluación de impacto ambiental producto de las actividades de fumigación en la zona bajo la matriz de Conesa.

La valoración de impactos ambientales a través de la metodología de CONESA, se realizó en tres etapas: factores afectados e identificación del impacto, evaluación del impacto e importancia del impacto (Cacilda et al., 2023).

Para analizar los impactos identificables se consideraron aquellas acciones o procesos dentro de la actividad que muestran mayor afectación a la zona en una relación causa-efecto en el medio establecido.

Para la identificación se empleó la observación directa en el área, considerando aquellos factores medioambientales con mayor susceptibilidad a la presencia u afectación por impactos.

La valoración de impactos, se empleó bajo un enfoque cualitativo basado en la objetividad del investigador. Para su valoración se realizó un análisis respecto a la interacción entre el factor ambiental afectado y los procesos causa del impacto, derivando en un valor de importancia del impacto presente. De acuerdo con Conesa (2010), los factores se caracterizan por sus atributos, los cuales por fines de estudio pueden ser expresados de forma cuali o cuantitativa bajo indicadores (Fig. 2).

En este sentido, las variaciones de estos atributos representarán los niveles de alteración que se hayan suscitado en el área, considerando su origen por fuentes naturales o antropogénicas. Acorde a ello, se establecen rangos destinados a cualificar los impactos: irrelevante (< 25), moderados (25 – 35), altos (40 – 50), severos (50 – 75) y críticos (> 75)

Tabla. 1 Atributos empleados en la evaluación de impacto ambiental

Naturaleza (NT)	Intensidad (IN) (Grado de destrucción)
Impactos negativos (-)	Baja (1)
Impactos positivos (+)	Media (2)
	Alta (3)
	Muy alta (8)
	Total (12)
Extensión (EX) (Área de influencia)	Momento (MO) (Plazo de manifestación)
Puntual (1)	Largo plazo (1)
Parcial (2)	Medio plazo (2)
Extenso (4)	Inmediato (4)
Crítico (+4)	
Total (8)	
Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)	Reversibilidad (RV) (Recuperabilidad)
Fugaz (1)	Recuperable a corto plazo (1)
Temporal (2)	Recuperable a medio plazo (2)
Permanente (4)	Irrecuperable (4)
Acumulación (AC) (Incremento progresivo)	Sinergia (SI) (Interrelación)
Simple (1)	Sin sinergismo (1)
Acumulativo (4)	Sinérgico (2)
	Muy sinérgico (4)

Efecto (EF) (Por la relación causa-efecto)	Periodicidad (PR) (Regularidad de manifestación)
Indirecto (1)	
Directo (4)	Irregular y discontinuo (1)
	Periódico (2)
	Continuo (4)
Recuperabilidad (MC)	
Recuperable inmediato (1)	
Recuperable a medio plazo (2)	
Mitigable o compensable (4)	
Irrecuperable (8)	
Ecuación de Importancia	
$I = -/+ (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$	

Nota. Fuente González et al. (2020)

Acorde a la tabla 2, los impactos pueden ser positivos o negativos, siendo que, para el cálculo de dicha importancia se debe dar un valor a cada atributo para posteriormente mediante una ecuación obtener la importancia.

La matriz de importancia de CONESA recopila los resultados de la valoración de impactos estableciendo los niveles de impacto acorde a los datos obtenidos, siendo que, se considera a la importancia obtenida como una función proporcional al nivel de alteración observado por el impacto ambiental suscitado en el área (Reategui & Chung, 2023).

Considerando la valoración del estado de los componentes ambientales, se empleó un análisis de los componentes con mayor afectación, por ende, la investigación establece un análisis de los parámetros químicos de muestras tomadas del suelo y agua en el área de estudio, respecto a alteraciones producidas por la aplicación de fumigaciones aéreas en las bananeras cercanas. Para la toma de muestras se consideró el siguiente procedimiento:

Para la toma de muestras de agua se consideró la NTE INEN 2176:1998. Calidad del agua, técnica de muestreo, utilizando un muestreo puntual como recomendación para prueba de calidad del agua y contaminantes. Posteriormente se consideró la NTE INEN 2169:98. Manipulación y almacenamiento de muestras, utilizando un recipiente plástico para la toma y refrigeración de la muestra a cuatro grados

centígrados. El muestreo se lo realizó alrededor de las nacientes en canales de riego agrícola aprovechada para la irrigación de cultivos (Hasang et al., 2022).

Finalmente, se envió a laboratorio empleando el método analítico procedimiento específico de ensayo de GQM para la identificación de parámetros de pesticidas por organofosforados y organoclorados.

Para la toma de muestra de suelo se consideró la metodología establecida por Barreta et al. (2020), tomando una muestra con pala de 1 kg de suelo para la determinación de propiedades físicas y químicas, codificando la muestra in situ para posteriormente pasar por un proceso de secado, trituración y tamizado en mallas de 2 mm.

De igual manera que el muestreo de agua, en laboratorio se considera el método analítico procedimiento específico de ensayo de GQM, valorando los parámetros de potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica y pesticidas organoclorados en la muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la Evaluación de Impactos de Conesa

De acuerdo con Mendoza et al. (2021), la matriz de CONESA permite otorgar valores que caracterizan las acciones sobre los factores medioambientales del área, valorando los impactos cualificados como positivos o negativos, estableciendo un análisis de causas y efectos. A continuación, la figura 2 establece la valoración de impactos en el área de estudio respectivamente.

Acorde a la información recopilada, y la evaluación del impacto ambiental establecida en la investigación, se considera que los componentes con mayor afectación son suelo y agua, evidenciando que producto de la actividad agrícola se ha desarrollado una alteración en los niveles de pH, conductividad eléctrica y microfauna de estos recursos, debido a la aplicación de agroquímicos y el cuidado del cultivo.

Rodriguez et al (2022) en su investigación consideran que, las actividades bananeras implican una serie de impactos debido al desarrollo de sus procesos de cultivo, siendo la fumigación aérea u otras prácticas de aplicación de agroquímicos como acciones de principal repercusión socio-ambiental, asociada al hecho de ausencia de barreras naturales en cultivos aledaños a zonas residenciales, y la baja o nula disponibilidad de EPP (equipo de protección personal) a trabajadores de aplicación.

De acuerdo con Schmidt y Toledo (2018), las fumigaciones como modelo de control de plagas en el sector agrícola ha sostenido un impacto directo sobre diferentes componentes ambientales, tales como: acuáticos, suelos y sedimentos. Camargo et al. (2021), asocia los residuos de plaguicidas con la bioacumulación de contaminantes en plantas y posterior ingesta por animales (ganados: vacunos, porcícolas, etc.), ocasionando una intoxicación directa o indirecta a grupos poblacionales.



Fig. 2 Evaluación de impactos ambientales por actividad bananera en el área de estudio mediante el método de Conesa

COMPONENTES Y ACCIONES DEL PROYECTO (ASPI)				IMPACTOS	N A T	I N T E N S I D A D	E X T E N S I ÓN	M O M E N T O	P E R S I S T E N C I A	R E V E R S I B I L I D A D	S I N E R G I A	A C U M U L A C I ÓN	E F E C T O	P E R I O D I C I D A D	R E C U P E R A B I L I D A D	I M P O R T A N C I A		I M P A C T O					
																+ -							
A G R Í C O L A	B A N A N O	Control de plagas	Aplicación de Agroquímicos	Generación de empleo y salarios	+	4	1	4	4		2	1	4	4			24		MEDIO				
				Mejora de la calidad de vida	+	2	1	2	2		2	1	4	4				18		BAJO			
				Crecimiento económico	+	1	1	1	2		2	1	4	4				16		BAJO			
				Alteración en los niveles de pH del suelo	-	8	1	1	4	4	2	4	4	4	8				40		ALTO		
				Daños sobre la microfauna del suelo	-	8	1	1	4	4	2	4	4	4	8				40		ALTO		
				Aumento nutricional en el agua	-	1	4	2	2	1	4	4	1	2	4				25		MEDIO		
				Alteración del agua por los pesticidas organoclorados	-	1	4	4	1	1	2	1	2	2	2				19		BAJO		
				Afectación de la flora y fauna acuática	-	2	2	2	2	2	2	2	4	1	4	2				23		BAJO	
				Alteración de la diversidad de la fauna terrestre	-	1	2	1	2	2	2	2	4	4	1	2				21		BAJO	
				Desplazamiento de la fauna terrestre	-	2	2	2	2	2	2	2	1	4	2	4				23		BAJO	
				Disminución de población de la microfauna	-	4	1	2	2	2	2	2	4	4	4	4				29		MEDIO	
				Aumento de la resistencia de las plagas	-	2	4	1	4	4	4	4	1	4	1	5				30		MEDIO	
				Alteración de los ecosistemas acuáticos	-	2	2	2	2	2	2	2	4	4	1	4	4				27		MEDIO
				Alteración de la conductividad eléctrica del suelo	-	8	1	1	4	4	2	4	4	4	8					40		ALTO	
		Daños en la salud de los trabajadores	-	4	2	2	2	2	2	2	4	4	1	2				25		MEDIO			
		Alteración del agua por lo organofosforados	-	2	2	2	2	2	2	2	4	4	1	2				23		BAJO			
		Captación de agua para Riego	Disminución caudal del río	-	1	2	4	1	1	2	1	4	2	1				19		BAJO			
			Alteración de los ecosistemas acuáticos	-	1	2	2	4	2	2	1	4	2	2				22		BAJO			
			Afectación de la flora y fauna acuática	-	1	2	2	2	2	2	4	4	2	2				23		BAJO			
		Cosecha	Generación de empleo y salarios	+	4	1	4	4	4	2	2	1	4	4				24		MEDIO			
			Crecimiento económico	+	1	1	1	2		2	1	4	4					16		BAJO			
		Transporte	Generación de desechos orgánicos	-	4	2	4	2	2	2	1	4	2	1				24		BAJO			
			Generación del CO2	-	1	1	1	4	1	2	1	4	4	1				20		BAJO			
		Cuidado del cultivo	Enfunde	Generación de desechos inorgánicos	-	1	4	4	4	2	4	1	1	2	1				24		BAJO		
				Generación de desechos orgánicos	-	1	4	4	2	2	2	1	4	2	1				23		BAJO		
			Deshoje	Daños en la salud de los trabajadores	-	2	1	1	2	2	1	4	4	1	4				22		BAJO		
				Alteración en los niveles de pH del suelo	-	8	1	1	4	4	2	4	4	4	8				40		ALTO		
			Protección	Alteración en los niveles de pH del agua	-	4	2	2	1	1	4	4	1	2	4				25		MEDIO		
Alteración del color del agua	-			1	2	2	1	1	1	1	1	2	1				13		BAJO				
Fumigación																							
	SUMATORIA																98	620					
	PROMEDIO																14	17					
	IMPACTO NATURALIEZA																BAJO	MEDIO					
																+							

Nota. Fuente autor



En este sentido, las plagas que afectan a los cultivos de banano como las manchas foliares de Sigatoka u otras, representan el problema fitopatológico y limitante principal de la productividad bananera globalmente, repercutiendo en la elevación de costos y precios de producción. Por tanto, los servicios de fumigaciones aéreas se establecen como un proceso de control de plagas óptimo, cubriendo mayores extensiones de cultivo en menor tiempo, sin embargo, el aumento de este tipo de fumigaciones conlleva a impactos negativos en áreas colindantes a la zona de fumigación por acción de otros factores como el viento (García et al., 2019).

Palomo et al. (2023) consideran que, el control y manejo de la dispersión de los plaguicidas por fumigación aérea es complejo, por la intervención de volatilización de las sustancias en fase gaseosa, condiciones meteorológicas, aerodinámica de aerosoles, entre otros. Acorde a los autores, la indebida gestión de este tipo de fumigación ha ocasionado la detección de residuos de plaguicidas hasta dos kilómetros respecto a la zona de aplicación, siendo catalogadas como prácticas de aplicación prohibidas debido a los niveles de exposición al ambiente y salud pública.

Para Cardona (2020), las fumigaciones en bananeras presentan una relación directa con problemas ecotoxicológicos en los componentes ambientales del medio, observando en su investigación la degradación en las condiciones fisicoquímicas del suelo y agua, influenciado por la lixiviación o escorrentía de estos productos agrícolas. De acuerdo con lo mencionado, la implementación de fumigaciones como medida de control representa un método común y efectivo para el control de plagas, sin embargo, los resultados obtenidos de la evaluación de impacto ambiental realizada en el área de estudio concuerdan con estudios previos emitidos por diferentes autores, considerando la contaminación general al suelo y agua.

Al analizar la concentración que existe de plaguicidas organofosforados y organoclorados en el agua del área de estudio, se obtuvo los valores presentes en la Tabla 2. Se observó que los parámetros analizados corresponden a menos del 0,01 mg/l, considerando que el recurso no presenta impacto según comparación con el libro seis del TULSMA y sus criterios de calidad para uso de agua en actividades agrícolas. Por tanto, el recurso puede ser aprovechado para el desarrollo de diferentes tareas en zonas de cultivo.



Para Cardona (2020), los plaguicidas usados en las actividades agrícolas bananeras alteran los parámetros físicoquímicos del agua, especialmente la turbidez a causa de la reducción de oxígeno disuelto. La implantación elevada de componentes activos presentes en los plaguicidas en el agua ocasiona problemas directa e indirectamente al medio y poblaciones cercanas que aprovechen o hagan uso del agua.

De acuerdo con Auquilla (2015), la detección de residuos de plaguicidas en laboratorio tales como: organoclorados u organofosforados, depende de diferentes factores como la estación de muestreo (época de verano reduce la posibilidad de contaminación por escorrentías hacia cuerpos de agua superficiales u otros.). En otro aspecto, los restos de plaguicidas tienden a hidrolizarse con mayor facilidad debido a su volatilidad, fotodegradación, adsorción y transformación en otros compuestos acorde las condiciones del medio. En este sentido, los resultados encontrados de contaminación por plaguicidas en el agua se asocian con lo mencionado por Auquilla (2015).

Tabla 2. Composición del agua. Organoclorados y organofosforados.

Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola			
Parámetros	Resultados laboratorio	de Unidades	Máximos permisibles Libro 6. TULSMA
Organoclorados	< 0,01	mg/l	0,2
Organofosforados	< 0,01	mg/l	0,1

Nota. Fuente, autor.

De igual manera, acorde a los resultados emitidos en el análisis del recurso suelo (Tabla 3) no se presenta afectaciones por organoclorados en la composición del suelo. Sin embargo, se observa un valor pH del suelo elevado aunque sin establecerse en el máximo permisible, y un valor por conductividad eléctrica superior a lo establecido como criterio de calidad para uso agrícola de acuerdo al TULSMA.

En este sentido, Suárez (2020) considera que los derivados de organofosforados y organoclorados en el suelo permanecen en tiempos cortos, influidos por el tipo de suelo que se presente, siendo que, suelos arcillosos se caracterizan por retener mayor parte de estos residuos que arenosos. Acorde a Guzmán et al.

(2017), el bajo valor de permanencia de residuos de plaguicidas en las muestras de suelo en la investigación se debe a las características fisicoquímicas del suelo, producto a la presencia de altos niveles de materia orgánica cumpliendo la función de metabolizar o retener los componentes contaminantes.

Tabla 3. Parámetros de análisis del suelo

Criterios de calidad admisibles para suelo de uso agrícola			
Parámetros	Resultados laboratorio	de Unidades	Límites permisibles
pH	7,94	Unidades de pH	6 a 8
Conductividad eléctrica	78,000	us/cm	200 us/cm
Pesticidas Organoclorados	< 0,0004	mg/kg	0,01

Nota. Fuente, autor

De acuerdo con los resultados encontrados, el suelo presenta niveles neutrales de pH aunque incrementando ligeramente alcalino, mostrando alteraciones por productos de fertilización enfocados en nitrato de amonio y fosfato de amoniaco. En este sentido, Camargo et al. (2021) indican que el nivel de potencial de hidrógeno ideal para los cultivos bananeros se centran en un 6,5, siendo que, al poseer un nivel de alcalinidad estos suelos presentan mayor capacidad de bioacumulación ante diferentes compuestos primarios que pueden resultar tóxicos para el cultivo.

Según el libro seis del TULSMA en su anexo tres y tabla 1 “criterios de calidad del suelo” indican que, el límite permisible de conductividad eléctrica en el suelo es de 200 us/cm, aunque, dentro de la muestra realizada se encontro como resultado un valor de 78,000 us/cm. Esta diferenciación se asocia por el uso de herbicidas (rabioso herbicida y aminaned 720) y fertilizantes (nitrato de amonio y fosfato de amoniaco) que son aplicados directamente al suelo.

Los valores de conductividad eléctrica obtenidos se asemejan a los datos observados en la investigación de Medina y Mora (2017), oscilando entre 50,000 us/cm y 2,000 us/cm. En este sentido, la composición y

concentración de las sales disueltas en el suelo presentan una relación directa con los valores de concentración eléctrica, debido a la influencia de los organoclorados y organofosforados de plaguicidas (Sanchez et al., 2016).

Como se evidencia, los recursos suelo y agua no presentan afectación por compuestos de plaguicidas aplicados por fumigaciones aéreas, observando niveles bajos de organoclorados y organofosforados en las muestras analizadas por laboratorio, sin embargo, muestra afectación en el suelo por uso de herbicidas y fertilizantes. En este sentido, Schmidt (2022) establece como impactos principales en cultivos bananeros el aumento de cerca del 10% para las emisiones correspondientes al uso de las bombas y fumigación aérea.

CONCLUSIONES

Acorde al cumplimiento del objetivo planteado en la investigación, la fumigación aérea en bananeras aledañas al sitio la Unión Colombiana en la ciudad de Machala ha ocasionado diferentes problemas socioambientales, sin embargo, se observa una afectación principal a la composición físico-química de los recursos suelo y agua. En este sentido, en el área de estudio se observa que las fumigaciones aéreas han ocasionado la alteración en los niveles de pH, conductividad eléctrica y microfauna de estos recursos, debido a la aplicación de agroquímicos y el cuidado del cultivo.

Bajo análisis de parámetros físico-químicos en muestras de agua y suelo en laboratorio, indica que, la muestra de agua no presenta contaminación por componentes organofosforados y organoclorados (componentes principales de los productos utilizados en la fumigación), encontrándose en niveles menores a los máximos permisibles establecidos. En cambio, la muestra de suelo en parámetros físicos presenta una alteración en su conductividad eléctrica, sobrepasando los niveles permisibles según el TULSMA. Por tanto, se establece la alteración del recurso suelo producto de las fumigaciones aéreas realizadas en el sitio La Unión Colombiana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aquilla, B. (2015). *Efectos colinesterasicos y contaminacion del agua causados por el uso de plaguicidas en zonas agricolas del canton Santa Isabel*. Cuenca: Universidad de Cuenca.



- Barrera, J., Barrezueta, S., & Garcia, R. (2020). Evaluación de los índices de calidad del suelo de diversos cultivos en diferentes condiciones topográficas. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(1), 182-190.
- Cacilda, J., Lastra, J., & Iglesias, G. (2023). Análisis multitemporal aplicado a la gestión ambiental en la extracción de rocas y minerales industriales en Sumbe, Angola. *Universidad y Sociedad*, 15(S1), 257-265.
- Camargo, Y., Tovar, F., & Alvarez, E. (2021). Residuos de plaguicidas en cultivos del municipio zona bananera, departamento del Magdalena, Colombia. *Rev. Int. Contam. Ambie.*(37), 145-153.
- Cardona, L. (2020). Evaluación de la incidencia en la actividad agrícola bananera en aguas superficiales del río Carepa y red de drenajes de varias fincas bananeras, en la región del Uraba Antioquia-Colombia. *Ambiente y Desarrollo*, 24(47), 1-11.
- Chica, M., López, R., Medina, R., & González, J. (2020). Caracterización en cultura medio ambiental de las bananeras en la provincia de El Oro. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(2), 216-224.
- Conesa, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Fajardo, P., & Cadenas, R. (2022). Huella de carbono del cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) en la Hacienda La Victoria, provincia de El Oro. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 6(45), 167-178.
- García, J., Marcillo, A., & Palacios, C. (2019). Amenazas de las manchas foliares de Sigatoka (*Mycosphaerella* spp.) en la producción sostenible de banano en el Ecuador. *Revista Verde*, 14(5), 591-596.
- Gonzalez, A., Palacios, I., & Abalos, A. (2020). Impacto ambiental del vertido de residuales en la cuenca hidrográfica Guaos-Gascon de Santiago de Cuba. *Revista Cubana de Química*, 32(1), 154-171.
- Guzman, A., Noa, J., Escalante, M., & Susan, P. (2017). Residualidad de plaguicidas en suelos dedicados al cultivo de banano dominico (*Musa* spp.) en Tlapacoyan Veracruz y sus posibles efectos a la salud. *UVserva*, 1(4), 58-66.



- Hasang, E., Cobos, F., Lombeida, E., & Uvidia, M. (2022). Evaluación de la calidad de agua en el sistema de riego cedege, Babahoyo Ecuador. *CININGEC*, 1(2), 146-160.
- Infante, F. (2016). La importancia de los factores productivos y su impacto en las organizaciones agrícolas en León Guanajuato México. *El Ágora USB*, 16(2), 393-406.
- Izquierdo, A., Izquierdo, D., & Zúñiga, M. (2021). Estrategias de marketing para posicionar la empresa de fumigación aérea en el cantón Buena Fé. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(S1), 452-460.
- Jorge, C. (2019). Percepción social del riesgo y repertorios de acción frente a las fumigaciones con agroquímicos. Una etnografía en Sastre y San Jorge, Santa Fe, Argentina. *Aiken*, 2(2), 11-29.
- León, F., Espinoza, M., Carvajal, H., & Quezada, J. (2022). Análisis económico de la producción bananera orgánica y convencional de la Parroquia La Iberia. *Polo del Conocimiento*, 7(1), 1404-1420.
- Medina, G., & Mora, K. (2017). *Acumulación de metales pesados en suelos agrícolas con cultivo de banano en el sector El Moral, recinto Santa Cruz, cantón La Mana, provincia de Cotopaxi*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Mendoza, L., Pacheco, C., & Certain, W. (2021). Evaluación de impactos ambientales asociados a la eventual recuperación ambiental de canteras con residuos inertes de construcción y demolición en Barranquilla y su área metropolitana. *Ingeniería y Desarrollo*, 39(2), 275-295.
- Ordoñez, M., & Pérez, J. (2021). ¿Existe un método de fumigación de cultivos amigable con el medio ambiente? *Journal of Engineering Sciences*, 2(5), 61-73.
- Palomo, L., Rodríguez, R., & Van Wendel, B. (2023). Análisis geoespacial de zonas de amortiguamiento por fumigación aérea de plaguicidas en el cultivo de banano, Costa Rica. *Environment & Technology*, 4(1), 21-46.
- Ramón, O., Erazo, J., Narváez, C., & Moreno, V. (2020). Integración de la responsabilidad social empresarial en proyectos de inversión dirigidos al sector agrícola. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(10), 702-721.
- Reategui, M., & Chung, H. (2023). Impactos ambientales de la actividad petrolera en una región Amazónica del Perú. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*(25), 197-213.

- Rodriguez, R., Palomo, L., Padilla, M., Corrales, A., & van Wendel, B. (2022). Aprendizaje a traves de estrategias ludicas: una herramienta para la Educacin Ambiental. *Revista de Ciencias Ambientales*, 56(1), 209-228.
- Salcedo, V., Campuzano, J., Uriguen, P., & Plaza, J. (2021). Responsabilidad social empresarial en el sector bananero de la provincia de El Oro-Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 27(3), 394-403.
- Sanchez, V., Gutierrez, C., Gomez, D., Loewy, M., & Guiñazu, N. (2016). Residuos de plaguicidas organofosforados y carbamatos en aguas subterranas de bebida en las zonas rurales de Plottier y Senillosa, Patagonia Norte, Argentina. *Acta Toxicol*, 24(1), 48-57.
- Schmidt, M. (2022). Regulaciones, polticas y conflictos por agroquimicos en Salta, Argentina. *Letras Verdes*, 1(30), 105-125.
- Schmidt, M., & Toledo, V. (2018). Agronegocio, impactos ambientales y conflictos por el uso de agroquimicos en el norte argentino. *V10*, 1(1), 1-18.
- Suarez, A. (2020). *Contaminacion ambiental del agua por el uso indebido de pesticidas agricolas en plantaciones de banano en el Ecuador*. Babahoyo: Universidad Tecnica de Babahoyo.

