

Los impactos ecológicos productivos por actividades agrícolas en el humedal Abras de Mantequilla, Ecuador

The productive ecological impacts of agricultural activities in the Abras de Mantequilla wetland, Ecuador

Painii-Montero, Vicente Frijoth; Santillán-Muñoz, Olimpa Betzabeth; Cuásquer Fuel, José Elías



Vicente Frijoth Painii-Montero

vicente.painiim@ug.edu.ec

Universidad de Guayaquil, Ecuador

Olimpa Betzabeth Santillán-Muñoz

Unidad Educativa Lautaro Aspiazu Sedeño, Ecuador

José Elías Cuásquer Fuel

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

Investigación, Tecnología e Innovación

Universidad de Guayaquil, Ecuador

ISSN: 1390-5147

ISSN-e: 2661-6548

Periodicidad: Cuatrimestral

vol. 14, núm. 16, 2022

revistaiti@ug.edu.ec

Recepción: 07 Abril 2022

Aprobación: 24 Junio 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/593/5933300002/>

DOI: <https://doi.org/10.53591/iti.v14i16.1486>

Los autores que publican en Investigación, Tecnología e Innovación conocen y aceptan las siguientes condiciones: Los autores retienen los derechos de copia (copyright) sobre los trabajos, y ceden a Investigación, Tecnología e Innovación el derecho de la primera publicación del trabajo, bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 que permite a terceros compartir la obra siempre que se indique su autor y su primera publicación esta revista. Los autores conservan los derechos de autor y garantizan a Investigación, Tecnología e Innovación el derecho de publicar el trabajo a través de los canales que considere adecuados. Los autores son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la versión del trabajo publicado en Investigación, Tecnología e Innovación, haciendo reconocimiento a su publicación en esta revista. Se autoriza a los autores a difundir electrónicamente sus trabajos una vez que sean aceptados para publicación.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Como citar:: Painii Montero, V. F., Santillán Muñoz, O. B., & Cuásquer Fuel, J. E. . (2022). Los impactos ecológicos productivos por actividades agrícolas en el humedal Abras de Mantequilla,

Resumen: **Contexto:** El uso indiscriminado de los agroquímicos, desde su origen hasta la actualidad ha producido una gran cantidad de afectaciones al ambiente, como la contaminación del aire, del agua tanto superficial como subterránea, al suelo afectando su estructura y los diferentes organismos de la flora y la fauna que viven en él. **Método:** La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto ambiental del manejo de los agroquímicos utilizados en el cultivo de maíz duro, en las localidades La Felicidad, Montenegro, El Recuerdo y Nuevo Amanecer del humedal Abras de Mantequilla en la región costa del Ecuador; para poder llegar a obtener lo planteado se utilizaron encuestas a los agricultores de la zona en estudio, se tomaron muestras de suelo para valorar sus propiedades biológicas, tanto en el área de cultivo, como en los corredores biológicos y por último se identificaron las arvenses en las zonas de estudio. **Resultados:** Se puede evidenciar que los agroquímicos, causan impactos ambientales muy altos en la flora y la fauna y por ende en los ecosistemas del humedal, que son de mucha importancia para el mantenimiento de la biodiversidad. **Conclusiones:** De no tomarse medidas de mitigación se pueden perder especies arvenses de la reserva y un progresivo deterioro ambiental.

Palabras clave: agroquímicos, impacto ambiental, contaminación, fauna, flora, biodiversidad.

Abstract: **Context:** The indiscriminate use of agrochemicals, from its origin to the present, has produced a large number of effects on the environment, such as air pollution, both surface and underground water, the soil's structure affectation, and the different organisms of the flora and fauna that live in it. **Method:** The aim of this research was to gauge the environmental effect of agrochemicals management used in the cultivation of hard corn, in the localities of La Felicidad, Montenegro, El Recuerdo and Nuevo Amanecer of the Abras de Mantequilla wetland in the coastal region of Ecuador; in order to get what was proposed, surveys of farmers in the study area were applied, soil samples were taken to assess their biological properties, both in the cultivation area and in the biological corridors, and ultimately, the weeds were identified in the study areas. **Results:** It can be evidenced that agrochemicals cause very high environmental impacts on the flora and fauna, and therefore

Ecuador. Investigación, Tecnología E Innovación, 14(16), 16–28.
<https://doi.org/10.53591/iti.v14i16.1486>

on the wetland ecosystems, which are of overriding importance for the maintenance of biodiversity. **Conclusions:** Whether mitigation measures are not taken, loss of weed species in the reserve and progressive environmental deterioration.

Keywords: agrochemicals, environmental impact, pollution, fauna, flora, biodiversity.

INTRODUCCIÓN

Los humedales costeros comprenden diversos ambientes tanto naturales como artificiales que se caracterizan por estar permanentemente o temporalmente inundados por agua dulce, estuarina (salobre) o salina e incluyen las regiones marinas que no excedan los 6 metros de profundidad con respecto al nivel medio del mar según el Convenio RAMSAR de 1971.

En Ecuador el humedal “Abrás de Mantequilla” es considerado sitio Ramsar desde el 14 de marzo del año 2000, lo que significa que la biodiversidad existente está protegida bajo las normas y directrices de la convención RAMSAR que busca promover el Desarrollo del territorio por sus condiciones ecológicas, botánicas, zoológicas, limnológicas e hidrológicas (GAD 2017); sin embargo, se han venido adoptando el manejo de monocultivos como son el arroz y maíz, según los datos del III censo Agropecuario, el 33% del área cultivada es de arroz, que corresponde a 10.443 ha. Para maíz, las cifras son casi similares, 10.825 ha. lo que representa el 34% del área cultivada.

El país es conocido por su alta biodiversidad por unidad de área en el mundo, con una gran agrobiodiversidad en el que se desarrollan un sin número de cultivos de gran importancia para la economía del país, como es el cultivo de maíz. A nivel nacional la superficie cosechada de maíz duro seco presenta una tasa de crecimiento de 17,23 %. La producción registra una tasa de crecimiento de 31,62 %. El maíz duro seco está localizado principalmente en la Región Costa. Las provincias de Los Ríos, Manabí y Guayas sumaron el 79,98 % de la superficie total cosechada de este producto (ESPAC and Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2017).

Las plagas afectan la producción de los cultivos, para prevenir los efectos destructores de estos se emplean agroquímicos diseñados para manejar los insectos o enfermedades en los cultivos comerciales, como es el caso del maíz; de igual manera también las arvenses son una amenaza para el desarrollo del cultivo, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG 2018), registra datos de pérdidas de un 5% a nivel nacional ocasionadas por malezas, y un 87% por plagas y enfermedades.

Según datos recopilados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, en lo particular en América Latina y El Caribe en el año 2010 se usaron 222.367 toneladas de plaguicidas, donde los herbicidas son los más usados con 11.788 toneladas, seguidos por los insecticidas con 46.994 toneladas y por último los fungicidas y bactericidas con 61.584 toneladas, entre los primeros países consumidores de estos productos sobrepasan Colombia, Bolivia, Ecuador y Guatemala.

Los países que consumen herbicidas en mayor cantidad son Colombia 14.374 toneladas, Bolivia 17.263.60 toneladas y Ecuador 14.394 toneladas. Entre los insecticidas que se emplearon con mayor frecuencia, destacan los que pertenecen al grupo de los organofosforados, continuando los carbamatos y piretroides, siendo Ecuador el tercero en usar frecuentemente insecticidas con un total de 7.689 toneladas (Tubiello et al. 2013).

Los pesticidas son el único grupo de sustancias que se aplican deliberadamente en el ambiente, y en el humedal abrás de Mantequilla estas repetidas aplicaciones para el manejo fitosanitario tienen consecuencias ambientales, tanto a la calidad del agua y el suelo, es por esto que los residuos de contaminantes producen la afectación en la calidad físico – química, microbiológica y biológica del agua superficial (SENAGUA 2016).

En el suelo las concentraciones de agroquímicos y por tiempos prolongados descomponen sus propiedades, así como también la micro y macro biota que habitan en éste, perturbando de forma negativa la calidad y productividad de la siembra. Este efecto perjudicial puede dar a la variación de las funciones naturales de la macrobiota, como son la degradación de la materia orgánica de los rastrojos resultantes de los cultivos, el avance del crecimiento de la planta, el reaprovechamiento de nutrientes del suelo y la propia degradación de contaminantes y pesticidas (Correa 2016).

Por antes indicado es importante realizar este tipo de estudios, para concienciar los efectos de los pesticidas sobre los ecosistemas protegidos, partiendo de información de primera mano con la participación de actores como son los productores de maíz; en consecuencia la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto ambiental del manejo de los agroquímicos utilizados en el cultivo de maíz duro, en las localidades La Felicidad, Montenegro, El Recuerdo y Nuevo Amanecer del humedal Abras de Mantequilla en la región costa del Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación tiene compones descriptivos, para lo cual se recogieron datos sobre el uso y manejo de los plaguicidas en la zona en estudio y la forma en que estos afectan al ambiente, lo cual permitió describir la relación que se presenta entre las variables. También se realizó un trabajo de campo, mediante la recolección de datos primarios a través de encuestas estructuradas; así como, laboratorio mediante el análisis de muestras de suelo para valorar la salud del suelo, y la identificación de las arvenses en los sitios de muestreo.

Población y muestra.

Se trabajó con la población que se encuentra distribuida en las organizaciones campesinas, La Felicidad, Monte Negro, Nuevo Amanecer y El Recuerdo, ubicadas en lugares representativos del humedal, hacen un aproximado de 302 familias.

Muestra.

De la población total de productores de maíz en las cuatro localidades antes mencionadas, se obtuvo la muestra a encuestar, para determinarla se aplicó la siguiente fórmula matemática de población finita:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

N= 302 total de la población

Z₂= 1,96 seguridad del 95%

p= proporción esperada (50%)

q= probabilidad de que no ocurra (50%)

e= error (5%)

Del resultado se desprende una muestra de 169 Unidades Productivas Agropecuarias (UPA), distribuidas en los cuatro sectores en estudio, en cada una de las UPA seleccionadas, por medio de una encuesta previamente estructurada, basadas en aspectos sobre el uso y manejo de los pesticidas.

Técnicas de investigación.

Se utilizaron como técnica de investigación, la entrevista para levantar encuestas, y se realizó un proceso analítico en lo que corresponde al aspecto edafológico.

Como fuente secundaria se usaron estadísticas de organizaciones estatales e internacionales, artículos científicos, páginas web, normativas legales que correspondan al uso adecuado y manejo de los pesticidas y la protección al medio ambiente.

Evaluación de impacto ambiental

Para la evaluación del impacto ambiental se utilizó un índice de Calificación Ambiental (Ca), adoptada de la metodología que se encuentra en el Manual de Evaluación de Impactos Ambientales de Colombia, el cual parte de cinco criterios que se definen de la siguiente manera:

Clase (C): este permite darle un valor que puede ser positivo (+) o negativo (-), en función de si degrada o mejora el ambiente actual o futuro, prácticamente se define el cambio ambiental que se produce por alguna acción.

Presencia (P): evalúa la probabilidad de que algún impacto pueda darse, y este se muestra en porcentaje.

Duración (D): califica el tiempo de existencia activa de un impacto sobre el ambiente y las consecuencias, este es expresado en función del tiempo que dure el impacto.

Evolución (E): calcula la rapidez con que se desarrolla el impacto, desde que surge hasta que se presenta con todas sus secuelas.

Magnitud (M): considera la dimensión o tamaño del cambio ambiental procedente de una actividad o proceso constructivo u operativo. Los valores de magnitud absoluta cuantificados o inferidos se transforman en términos de magnitud relativa (en porcentaje) que es una expresión mucho más real del nivel de afectación del impacto.

La calificación ambiental permite adquirir y explicar las relaciones que existen de dependencia entre los cinco criterios, ponderados mediante dos constantes (a y b) que permiten equilibrio a los pesos relativos, para la cual la suma debe ser igual a 10. La ecuación de calificación ambiental es la siguiente:

$$Ca = C (P (a E M + b D))$$

Donde:

Ca = Calificación ambiental (varía entre 0,1 y 10,0)

C = Clase, expresado por el signo +o – según el tipo de impacto.

P = Presencia (varía entre 0,0 y 1,0)

E = Evolución (varía entre 0,0 y 1,0)

M = Magnitud (varía entre 0,0 y 1,0)

D = Duración (varía entre 0,0 y 1,0)

Constantes: a = 7,0 b = 3,0

Para darle los valores a cada uno de los criterios en función de la intensidad que se evaluó el impacto ambiental se trabajó con la siguiente tabla:

TABLA 1.
Rangos y valores para cada uno de los criterios

CRITERIO	RANGO	VALOR
Clase	Positivo (+) Negativo (-)	
Presencia	Cierta Muy probable Probable Poco probable No probable	1,0 0,7 0,3 0,1 0,0
Duración	Muy larga: > de 10 años Larga: > de 7 años Media: > de 4 años Corta: > de 1 año Muy corta: < de 1 año	1,0 0,7 < 1,0 0,4 < 0,7 0,1 < 0,4 0,0 < 0,1
Evolución	Muy rápida: < de 1 mes Rápida: < de 12 meses Media: < de 18 meses Lenta: < de 24 meses Muy lenta: > de 24 meses	0,8 < 1,0 0,6 < 0,8 0,4 < 0,6 0,2 < 0,4 0,0 < 0,2
Magnitud	Muy alta: Mr > del 80 % Alta: Mr entre 60 y 80 % Media: Mr entre 40 y 60 % Baja: Mr entre 20 y 40 % Muy baja: Mr < del 20 %	0,8 < 1,0 0,6 < 0,8 0,4 < 0,6 0,2 < 0,4 0,0 < 0,2
Importancia ambiental	Muy alta: Ca entre 8,0 y 10,0 Alta: Ca entre 6,0 y 8,0 Media: Ca entre 4,0 y 6,0 Baja: Ca entre 2,0 y 4,0 Muy baja: Ca entre 0,0 y 2,0	
Constantes de ponderación		a = 7,0 b = 3,0

Tomado del Manual de Evaluación de Impactos Ambientales de Colombia, 2015

Análisis biológico de suelo.

Se acuerdo con Anderson (1993) citado por Painii Montero et al. (2020), para el muestreo de la macro fauna del suelo se utilizó el método Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF); para este análisis se requiere un área de muestreo de 25 x 25 x 20 cm, largo, ancho y profundidad, respectivamente. Los muestreos se realizaron en las cuatro localidades, tomando dos muestras por localidad (el primero dentro del cultivo, y el segundo en los corredores biológicos).

Las muestras fueron colocadas en envases térmicos, para mantener condiciones de humedad y temperatura, hasta ser llevadas al laboratorio, donde los artrópodos colectados fueron contados y conservados en alcohol al 70% y los oligoquetos en formol al 4%. Se reconocen tres grupos funcionales, desde la óptica de la alimentación, así, especies que se alimentan de las partes vivas de las plantas (herbívoros), las que consumen animales vivos (depredadores) y las que se alimentan de materia orgánica no viva de origen animal y vegetal, así como de compuestos producto del metabolismo de otros organismos llamados detritívoros. Finalmente, para determinar la condición del suelo se dividirá el número total de detritívoros (lombriz de tierra, termitas, mil pies, cochinillas, caracoles, cucarachas, etc.) para el número total de no detritívoros (hormigas, chinches, salta hojas, cien pies, etc.).

Alta calidad del suelo: suelos con mayor cantidad de tipos de organismos (mayor diversidad) y de individuos por tipo, especialmente de organismos detritívoros y de lombrices (Aplicación de los indicadores de detritívoros/no detritívoros y lombrices de tierra/hormigas, obteniendo como resultado valores > 1).

Según Cabrera (2014) citado por Santillán Muñoz (2019), la baja calidad del suelo se relaciona con el menor número de tipos de organismos (menor diversidad) y de individuos por tipo, pero donde prevalecen los organismos no detritívoros y las hormigas (Aplicación de los indicadores de detritívoros/no detritívoros y lombrices de tierra/hormigas, obteniendo como resultado valores < 1).

Muestreo de arvenses.

Para el censo de las arvenses en cada sitio de muestreo se utilizó el método de cuadros al azar, este es uno de los más comunes para muestrear vegetación; consiste en ubicar un cuadrado sobre el área de muestreo, para determinar las arvenses y frecuencia de ocurrencia de las plantas, este es el más recomendado por su facilidad para determinar la cobertura de especies, y se utiliza para vegetación herbácea y de sabanas. El tamaño del cuadrante dependerá del tipo de vegetación, pero para el caso de muestreo de arvenses el tamaño ideal es de 1 m² (1mx1m) (Kuchler, Mueller-Dombois, and Ellenberg 1976).

Similitud florística.

Para poder definir la similitud florística se utilizó el Coeficiente de similitud de Sorensen para datos cuantitativos, basado solamente en número total de individuos de las especies en las comunidades.

Esta metodología permitió determinar el porcentaje de similitud, se aplicó la siguiente fórmula:

$$I=2pN/(aN+bN)$$

Dónde: aN= Número de individuos en el sitio A

bN= Número total de individuos en el sitio B

pN= Sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios.

Procesamiento y análisis.

Para el procesamiento de la información se realizó una revisión crítica de la información que se recopiló y se procedió a realizar conversiones de unidades de medida para estandarizar la información; se tabuló la información en hoja electrónica de Excel, los indicadores cualitativos fueron estandarizados, asignando valores entre 1 a 4, lo cual facilitó el ingreso y cálculo estadístico para la posterior presentación de resultados; se analizaron los resultados estadísticos, donde se destacó valores porcentuales superiores de acuerdo con el indicador investigado; también se realizó un análisis de regresión usando el programa SPSS IBM Ver. 25, finalmente se interpretaron los resultados, con apoyo del marco teórico.

RESULTADOS

Al indagar sobre el nivel de conocimiento del uso y manejo de agroquímicos en el humedal Abras de Mantequilla, los agroquímicos utilizados y nivel de toxicidad, se determinó que los insecticidas más utilizados son el Solari (Spinetoram), Proclaim (Benzoato de Emamectina) y Lannate (Metomilo Carbamatos); los fungicidas de mayor uso están Amistar top (Azoxistrobina), Tapa (Propiconazol + Difenconazol) y Renaste (Epoconazole + Pyraclostrobyn); dentro de herbicidas figura Herbax (Paraquat), Gesaprim (Atrazina), Estelar (Glifosato), Amina (Sal dimetilamina del ácido 2,4 diclorofenoxiacético), Accent (Nicosulfuron) y Cerillo (20 g Paraquat Dicloruro, 10 g Diuron).

El 39% de los encuestados utilizan agroquímicos categorizados como nocivos, el 34% categoría tóxica, un 6% muy tóxicos, y un 21% emplea productos menos tóxicos considerados de cuidado. Sobre el almacenamiento de sobrantes de agroquímicos, 91% de los productores encuestados almacenan el sobrante de los plaguicidas que usan en el cultivo de maíz y un 9% no almacenan el restante del producto.

Con respecto lugar de almacenamiento de los agroquímicos, el 54% almacena los plaguicidas y sobrantes fuera de la casa, un 46% los almacenan en la cocina o cerca de ella. El equipo de protección, para la aplicación de agroquímicos, el 5% de los productores encuestados no utilizan ningún tipo de protección al momento

de realizar la aplicación de un pesticida en su cultivo, un 51% utiliza poco indumento al hacer aplicaciones de pesticidas, el 44% usa mediano indumento de protección.

En lo referente al lugar de lavado de equipos de aspersión luego de aplicar los agroquímicos, el 6% utilizan el grifo para enjuagar y retirar el resto de pesticida de la bomba de aspersión, un 63% realizan esta actividad en los esteros, el 31% lo hacen en albarradas o reservorios de agua.

El tiempo para la aplicación de agroquímicos en los cultivos, el 69% hacen la aplicación de los pesticidas en horas de la mañana y el 31% lo realizan en la tarde; sobre la decisión para la mezcla de agroquímicos, el 17% hacen la mezcla de los pesticidas por experiencia, un 6% lo realizan por la información proporcionada en la etiqueta del producto, el 55% lo hacen porque el vendedor se lo indica y un 22% les explica un técnico.

En lo referente a la calibración de los equipos de aspersión para una correcta aplicación de los agroquímicos, el 72% no hacen una debida calibración a los equipos y un 28% lo realizan eventualmente.

En lo referente al reconocimiento de las plagas claves detectadas en el cultivo de maíz, son la *Spodoptera frugiperda*, *Heliothis* spp., *Aphis* sp.; y también las enfermedades como mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) y virosis (MCMV); predominando de todas estas la *Spodoptera* y la virosis. Sobre la práctica de rotación de cultivos en el predio, el 100% no realizar rotaciones del cultivo; no se realiza laboreo del suelo para la siembra del cultivo del maíz, la siembra es básicamente de manera manual por golpe, o siembra con maquinaria de labranza mínima.

Sobre la disponibilidad de áreas de rastrojos, matorrales o bosque en el predio, el 55% de las UPAs donde se cultiva maíz tienen de 1,1 a 2 hectáreas de zonas para amortiguamiento, el 19% de 0,5 a 1,0 hectáreas, el 17% tienen más de 2,1 hectáreas y un 9% no disponen de estas zonas. En lo referente al nivel de conocimiento para aplicación de agroquímicos el 81% utilizan agroquímicos bajo asesoría de las casas de comerciales, un 15% lo hace por su experiencia y solo un 4% lo hace guiándose por las indicaciones de la etiqueta del producto.

En lo referente al conocimiento sobre buenas prácticas agrícolas, el 86% de los productores tienen un nivel medio en conocimiento sobre las buenas prácticas agronómicas que pueden aplicar en el desarrollo del cultivo de maíz, el 14% tienen un conocimiento bajo.

Valoración de impacto ambiental por el uso de agroquímicos.

TABLA 2.
Valoración de los impactos por sus componentes

Componente suelo							
Impacto	C	P	D	E	M	Ca	Importancia ambiental
Alteración en las propiedades químicas y físicas	-	1	0,7	1	1	9,1	muy alta
Contaminación por el manejo inadecuado de agroquímicos	-	1	0,7	1	0,8	7,7	alta
Contaminación por vertimiento de lavados de materiales químicos	-	1	0,4	1	0,5	4,7	media
Incremento de la fertilidad	+	0,7	0,4	0,8	1	5,1	media
Alteración del pH del suelo	-	1	0,5	1	0,6	5,7	media
Variación de la materia orgánica	-	1	0,5	0,9	1	7,8	alta
Alteración de la macrofauna del suelo	-	1	1	1	1	10	muy alta
Componente agua							
Impacto	C	P	D	E	M	Ca	Importancia ambiental
Contaminación de albardas y otras fuentes de agua	-	1	1	0,7	0,8	8	muy alta
Afectación a la riqueza ictiológica	-	1	0,7	1	1	9,1	muy alta
Componente aire							
Impacto	C	P	D	E	M	Ca	Importancia ambiental
Generación de malos olores	-	1	0,1	0,3	0,9	2,2	baja
Alteración de la calidad por emisión de gases	-	0,3	0,1	0,6	0,7	1,2	muy baja
Componente flora							
Impacto	C	P	D	E	M	Ca	Importancia ambiental
Evolución de hábitad y ecosistemas naturales	-	0,8	1	0,8	0,9	7,0	alta
Detrimiento de biodiversidad por desintegración de ecosistemas y alteración de hábitad naturales	-	1	1	0,7	0,8	6,9	alta
Desaparición de especies locales	-	0,7	1	1	0,9	7,4	alta
Disminución de lugares como refugios y corredores biológicos	-	0,7	0,9	0,6	0,5	4,2	media
Estabilidad ambiental para establecimiento de nuevos hábitad	+	0,7	1	0,4	0,8	4,6	media
Componente social							
Impacto	C	P	D	E	M	Ca	Importancia ambiental
Generación de empleo rentable sostenido	+	1	0,1	0,9	1	6,6	alta
Seguridad alimentaria	+	1	1	0,8	0,9	8,0	muy alta
Intoxicaciones por exposición a plaguicidas	-	1	1	0,9	0,8	8,0	muy alta
Especialización en el trabajo	+	0,7	0,3	0,9	0,8	4,4	media
Fortalecimiento de núcleo familiar	+	1	0,7	0,9	0,9	7,8	alta

Datos generados en el humedal Abras de Mantequilla, 2019

Riqueza biológica.

Utilizando los criterios del manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, los resultados muestran que, dentro del cultivo la relación detritívoros/no detritívoros se ubica en 0,7; mientras que, dentro de los corredores biológicos o también conocidos como zonas de amortiguamiento, este indicador se ubica en 1,8 (tabla 4).

TABLA 3.
Promedio del número individuos por grupo funcional, en cuatro localidades del humedal Abras de Mantequilla.

Grupo funcional	Dentro del cultivo	En corredor biológico
Detritívoros	6,0	17,3
Omnívoros	6,0	6,8
Herbívoros	1,0	0,0
Depredadores	1,5	3,0
Relación Detritívoros/no detritívoros	0,7	1,8

Fuente: Análisis biológico en laboratorio 2019 Alta calidad del suelo relación > 1
Baja calidad del suelo relación < 1

En base a los modelos de regresión lineal simple (grafico 1), la cantidad de plaguicidas se relacionó significativamente de forma negativa, con el coeficiente de macrofauna presente en el suelo donde se cultiva maíz, determinada con la metodología recomendada por la Tropical Soil Biology and Fertility; esto tiene relación con el uso del recurso suelo, donde la presencia o ausencia de organismos son fundamentales en los procesos de evolución del suelo. La presencia de los organismos en el suelo es de gran importancia, no solo porque son los principales encargados de la descomposición del material originario y la transformación de compuestos húmicos, sino porque también aportan con materia orgánica en el suelo al terminar con su ciclo vital.

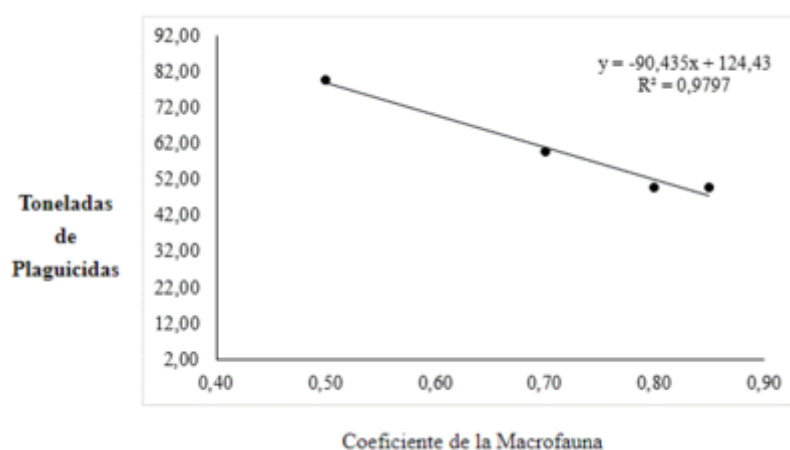


GRAFICO 1:

Regresión entre la cantidad de plaguicidas utilizados en la zona de estudio y el coeficiente de la macrofauna edáfica, utilizando el promedio de las cuatro localidades.

Coefficiente de la Macrofauna

Presencia de arvenses en los sitios de muestreo.

Dentro de la arvenses que se encontraron en las zonas de amortiguamiento: el alpistillo (*Panicum trichoides* Sw.), garrapatilla (*Peperomia pellucida* (L.) Kunth.), zorrilla (*Petiveria alliacea*), palomillo (*Justicia comata* (L.)), picha de gato (*Achyranthes aspera* L.), betilla (*Ipomoea* spp), ortiguilla (*Fleuria oestuans*) cordoncillo (*Piper marginatum* Jacq.), naranjilla silvestre (

Las arvenses ubicadas en el área donde se realiza cultivo de maíz, se tienen: hierba de clavo (*Ludwigia erecta*), teatina (*Scoparia dulcis*), caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), coquito (*Cyperus rotundus*), frijolillo (*Cassia obtusifolia*), liendra de puerco (*Echinochloa colonum*), pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*), cunde amor (*Momordica charantia*), cadillo (*Priva lappulacea*), cordoncillo (*Priva lappulacea*), ortiguilla (*Fleuria oestuans*) y betilla (*Ipomoea* spp); de este grupo en La Felicidad solo no se observó cunde amor; en Montenegro no se observó liendre de puerco; en Nuevo Amanecer no se encontró la hierba clavo de agua (*Ludwigia erecta*) y el frijolillo; y en El Recuerdo se encontraron todas las arvenses detalladas anteriormente. Las malezas, hierba de clavo, teatina, coquito, frijolillo, cunde amor, cadillo contienen propiedades medicinales que son recomendadas para tratar problemas de parásitos, para inflamaciones, problemas gastrointestinales, hemorroides, problemas de alergias, dermatitis y psoriasis en la piel; las arvenses caminadora, liendra de puerco, pata de gallina no tienen propiedades medicinales, pero las dos últimas mencionadas se las puede usar como alimento forrajero para el ganado.

Dentro de la arvenses que se encontraron en las zonas de amortiguamiento: el alpistillo (*Panicum trichoides* Sw.), garrapatilla (*Peperomia pellucida* (L.) Kunth.), zorrilla (*Petiveria alliacea*), palomillo (*Justicia comata* (L.)), picha de gato (*Achyranthes aspera* L.), betilla (*Ipomoea* spp), ortiguilla (*Fleuria oestuans*) cordoncillo (*Piper marginatum* Jacq.), naranjilla silvestre (*Solanum quitoense* Lam.), cadillo (*Priva lappulacea*) y la hierba de clavo (*Ludwigia erecta*); el en Recinto La Felicidad de las arvenses antes mencionadas no se observaron el alpistillo, la garrapatilla y la naranjilla silvestre; en el Recinto Montenegro no se observó la arvense cordoncillo; en Nuevo Amanecer no se encontró la arvense garrapatilla; y en el Recuerdo se encontraron todas las arvenses descritas en el cuadro. Las arvenses que tienen propiedades medicinales son garrapatilla, zorrilla, palomillo, picha de gato, ortiguilla, cordoncillo y naranjilla silvestre, estas en términos generales ayudan en los problemas de ácido úrico, en problemas de diarreas, nerviosismo, fiebre, también se usan unas para desinfectar heridas, en problemas digestivos y diuréticos; al alpistillo y la betilla no describieron propiedades medicinales.

DISCUSIÓN

Los resultados sobre el uso de plaguicidas y su nivel de toxicidad establecen 39% y 34% entre nocivo y tóxico, respectivamente, esto es comparable en comparación a la investigación realizada por Benítez & Miranda, (2013), quienes reportan la presencia de restos de plaguicidas altamente tóxicos, como organofosforados, carbamatos, triazinas y piretroides, entre otros, en las aguas superficiales cercanas a zonas de producción agrícola en Venezuela, Colombia, Ecuador y México.

En la mayoría de los casos, estas concentraciones sobrepasan los límites establecidos por las normativas nacionales e internacionales establecidas por instituciones como US-EPA, UE y OMS; sin embargo, es de mencionar que en los últimos años se han adoptado políticas restrictivas para los plaguicidas de alta toxicidad, siendo este controlado por el Ministerio del Ambiente y Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Analizando las medidas de protección para el uso de plaguicidas, éstas son muy escasas, entre un 51% y 44% ubicadas entre poco y mediano uso de indumentaria respectivamente, habiéndose observado protección solo para los pies como el uso de botas de caucho; al respecto Esquivel-Valenzuela et al. (2019) mencionan que 34 % de los obreros de campo han sufrido intoxicación por plaguicidas al menos una vez durante la

manipulación de plaguicidas. Es posible que el poco uso de la indumentaria para una protección adecuada, está asociado a las condiciones climáticas y bajo conocimiento sobre las medidas de protección.

La limpieza de los equipos es preocupante, un 63% lo realiza en los esteros circundantes en el humedal, donde posteriormente estas aguas tienen uso doméstico, a través de la captación de agua de los acuíferos mediante pozos, al respecto Fonseca-Sánchez et al. (2019), mencionan que de las fuentes puntuales encontradas, la mitad se clasificó con potencial elevado y 46 % con moderado, recomiendan establecer un procedimiento legal para atender el problema en el ambiente contaminando los sistemas bióticos como plantas y animales, y los abióticos como agua, aire y el suelo, lo cual se convierte en una amenaza en la estabilidad de estos y su estado de salud.

En cuanto a aplicaciones de pesticidas y calibración de equipos, se observa que son las empresas de agroquímicos las que brindan la asesoría, la calibración de equipos mayoritariamente nunca se realiza, esto tiene correspondencia con lo manifestado por Ortiz, Avila-Chávez, & Torres (2014), indican que la exposición a los plaguicidas por parte de los agricultores se debe al contacto directo con estos, no se toman las medidas de protección, por su parte Eandi, Dezzotti, & Butinof (2021), señalan que es de gran importancia que la recomendación de un pesticida para el control de una plaga u otro problema sea realizada por un profesional, debe tenerse en cuenta la exposición a plaguicidas y cuidados de la salud, en el contexto de las prácticas productivas de la vida cotidiana del productor.

La aplicación de fertilizantes no es efectuada de manera adecuada, pues no se determina el nivel de disponibilidad en el suelo, mediante un análisis químico previo a la siembra y además al no ser incorporado adecuadamente se encuentra expuesto a la volatilización y lixiviación bajando su eficiencia, esto concuerda con expresado por Pérez López, & Barrantes Murillo (2017), quien indica que los fertilizantes pueden mejorar la baja disponibilidad de nutrientes en el suelo, pero si estos no son usados adecuadamente tienden a volatilizarse, lixivarse y pueden provocar contaminación.

En cuanto a rotación de cultivo y número de plagas claves, los encuestados indican que no realizan rotación, lo cual es algo negativo para el control de plagas como menciona Contreras-Santos, et al. (2020), pues realizar la rotación reduce la incidencia de las plagas y enfermedades. Se puede resaltar como aspecto positivo, que no realizan laboreo del suelo, pues la siembra en el área de investigación se realiza mayoritariamente en forma anual, lo cual es favorable para su preservación, pues Gómez-Calderón, Villagra-Mendoza, & Solórzano-Quintana (2018) relata que el uso de maquinaria conlleva a la compactación del suelo, se pueden perder hasta dos toneladas de suelo por hectárea año y termina sufriendo algún grado de erosión.

En términos generales el conocimiento de las buenas prácticas agrícolas se encuentra en un nivel bajo, esto podría llevar en un corto plazo a una afectación significativa de la flora y de la fauna presente, sobre el particular Somoza, Vazquez, & Zulaica (2018), indican que la intensificación de las actividades agrícolas sin las adecuadas prácticas agrícolas conlleva a cambios drásticos de los paisajismo afectando la conservación de la biodiversidad.

Los análisis de la macrofauna demuestran que la biodiversidad biológica es mayor en las zonas de amortiguamiento, lo cual es razonablemente entendible, toda vez que las áreas de cultivos están expuestas a plaguicidas tienen un mayor impacto; (Eli et al. 2021), en su trabajo macrofauna edáfica asociada al cultivo de maíz, indica que la diversidad biológica es menor en la época de crecimiento del maíz, siendo la macrofauna un indicador biológico de la salud del suelo.

Analizando los tipos de arvenses que se encontraron en los sitios de muestreos, se puede determinar que existe una cantidad representativa de plantas consideradas malezas que tienen usos medicinales por sus propiedades, esto tiene similitud con la información levantada por Ramirez C., Isaza, & Pérez (2013), quienes señalan que se debe aprovechar las propiedades de las arvenses para tratar diferentes problemas de salud, e incluso algunas ser sometidas a estudios para su eficiente aprovechamiento.

El coeficiente de similitud florística en el área de estudio es bajo (0,26), esto probablemente se deba a que en las zonas de producción del cultivo de maíz hayan aparecido especies no nativas (invasoras), quizás

propagadas por la acción mecánica de los aperos agrícolas, pastoreo de ganado vacuno que ingresa luego de realizada la cosecha del maíz, o inclusive semillas extrañas contenidas en el material de siembra, cuando este no ha recibido el beneficio o procesamiento correspondiente.

CONCLUSIONES

Existe un uso inadecuado de los agroquímicos, los cuales están causando afectación a los ecosistemas del humedal Abras de Mantequilla, esta actividad antrópica pone en riesgo de especies de flora y fauna, no se siguen normas de bioseguridad, provocando contaminación de afluentes y el suelo.

En la valoración de los impactos ambientales producidos por el uso de agroquímicos se evidencia la reducción de la macro fauna en las áreas de cultivo, con una baja carga biológica del suelo.

Tanto en las áreas de cultivo, como en las de amortiguamiento se encuentran arvenses, teniendo un coeficiente florístico bajo en los sitios de muestreo con cultivo de maíz, el uso inadecuado de herbicidas de categorías moderadamente peligrosas y altamente peligroso llevaría a la pérdida muchas arvenses que forman parte de la composición florística y la estructura de la vegetación de los sistemas ecológicos del humedal Abras de Mantequilla.

REFERENCIAS

- Benítez, Pedro, and Leticia Miranda. 2013. Contaminación de Aguas Superficiales Por Residuos de Plaguicidas En Venezuela y Otros Países de Latinoamérica. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental* 29:7–23.
- Jose Luis Contreras-Santos, Judith Martinez-Atencia, Jorge Cadena-Torres, Rafael-Segundo Novoa-Yanez, and Ricardo Tamara-Morelos. 2020. “Una Evaluación de Las Propiedades Físicoquímicas de Suelo En Sistema Productivo de Maíz - Algodón y Arroz En El Valle Del Sinú En Colombia.” *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 23(2):1–10. doi: 10.31910/rudca.v23.n2.2020.1375.
- Correa, Olga S. 2016. Los Microorganismos del suelo y su rol indiscutido en la nutrición vegetal. (August).
- Eandi, Mariana Andrea, Luciana Dezzotti, and Mariana Butinof. 2021. “Health Care and Exposure to Pesticides in Periurban Horticulture: The Case of the Green Belt of the City of Cordoba, Argentina.” *Ciencia e Saude Coletiva* 26(4):1575–84. doi: 10.1590/1413-81232021264.27922018.
- Eli, Morales-rojas, Chávez-quintana Segundo, Hurtado-burga Roxana, Sanchez-santillán Tito, Collazos-silva Erik Martos, and Milla-pino Manuel. 2021. “Edaphic Macrofauna Associated with the Cultivation of Maize (Zea Maiz) Macrofauna Edáfica Asociada Al Cultivo de Maíz (Zea Maíz) Resumen Introduction Soil Fauna Can Be Considered a Very Effective Means of Helping Microorganisms to Dominate and Expand Macroinvertebrates in the Soil Alter Microbial Activity in the Processes of OM Mineralization and Humifica- Very Little Is Known about the Distribution of EM Un- Der Conditions of Elevated Temperatures and Low OM The Factors That Can Cause the Reduced Density of of OM 23 . In These Crops during the Growing Season , Materials and Methods.” (May).
- ESPAC, and Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2017. “Encuesta de Producción Agropecuaria.” *Inec* 2(2):88–88.
- Esquivel-Valenzuela, Berenice, José Antonio Cueto-Wong, Ricardo David Valdez-Cepeda, Aurelio Pedroza-Sandoval, Ricardo Trejo-Calzada, and Óscar Pérez-Veyna. 2019. “Prácticas de Manejo y Análisis de Riesgo Por El Uso de Plaguicidas En La Comarca Lagunera, México.” *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental* 35(1):25–33. doi: 10.20937/RICA.2019.35.01.02.
- Fonseca-Sánchez, Alicia, Hazel Calderón-Sánchez, Helga Madrigal-Solís, Geannina Moraga-López, Christian Núñez-Solís, and Alicia Gómez-Cruz. 2019. “Evaluation of Potential Contamination of Groundwater and Spring Protection Areas of the Maravilla-Chiz and Quebrada Honda Sub-Basins, Cartago, Costa Rica.” *Uniciencia* 33(2):76–97. doi: 10.15359/ru.33-2.6.

- GAD. 2017. "Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Del Canton Vinces." *Sistema Nacional de Información (SNI)* 262. Retrieved (<https://babahoyo.gob.ec/transparencia>).
- Gómez-Calderón, Natalia, Karolina Villagra-Mendoza, and Milton Solórzano-Quintana. 2018. "La Labranza Mecanizada y Su Impacto En La Conservación Del Suelo (Revisión Literaria)." *Revista Tecnología En Marcha* 31(1):170. doi: 10.18845/tm.v31i1.3506.
- Kuchler, A. W., Dieter Mueller-Dombois, and Heinz Ellenberg. 1976. "Aims and Methods of Vegetation Ecology." *Geographical Review* 66(1):114. doi: 10.2307/213332.
- MAG. 2018. *Boletín Situacional Maíz Duro Seco*. Vol. 71.
- Ortíz, Irmene, Marco A. Avila-Chávez, and Luis G. Torres. 2014. "Plaguicidas En México: Usos, Riesgos y Marco Regulatorio." *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal* 5(1):26–46. doi: 10.7603/s40682-014-0003-9.
- Painii Montero, Vicente Frijoth, Olimpa Betzabeth Santillán Muñoz, Karime Montes Escobar, and Felipe Rafael Garces Fiallos. 2020. "La Caracterización de Las Unidades Productivas de Soya En La Costa Ecuatoriana." *Ciencia & Tecnología Agropecuaria* 21(3):1–20. doi: 10.21930/rcta.vol21_num3_art:1494.
- Pérez López, Esteban, and César Barrantes Murillo. 2017. "Evaluación de Tres Métodos Para La Recuperación de Metales Pesados En Fertilizantes." *UNED Research Journal* 9(2):257–65. doi: 10.22458/urj.v9i2.1666.
- Ramírez C., Alexander, Gustavo Isaza, and Jorge Pérez. 2013. "Especies Vegetales Investigadas Por Sus Propiedades Antimicrobianas, Inmunomoduladoras E Hipoglicemiantes En El Departamento De Caldas (Colombia, Sudamérica)." *Biosalud* 12(1):59–82.
- Santillán Muñoz, OLIMPA BETZABETH. 2019. "Manejo De Agroquímicos En El Cultivo De Maíz Duro Y Su Efecto Ambiental En El Humedal Abras De Mantequilla Cantón Vinces Año 2019." 157.
- SENAGUA. 2016. "Estrategia Nacional de Calidad Del Agua." *Ministerio de Ambiente, Ecuador* 97.
- Somoza, A., P. Vazquez, and L. Zulaica. 2018. "Implementación de Buenas Prácticas Agrícolas Para La Gestión Ambiental Rural." *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 44(3):398–423.
- Tubiello, Francesco N., Mirella Salvatore, Simone Rossi, Alessandro Ferrara, Nuala Fitton, and Pete Smith. 2013. "The FAOSTAT Database of Greenhouse Gas Emissions from Agriculture." *Environmental Research Letters* 8(1). doi: 10.1088/1748-9326/8/1/015009.