

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

“CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÀREAS INDUSTRIALES”

Realizado por:

CAMILO FRANCISCO NOBOA LÓPEZ

Director del proyecto:

Katty Coral Carrillo.

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO AMBIENTAL

Quito, 30 de enero del 2022

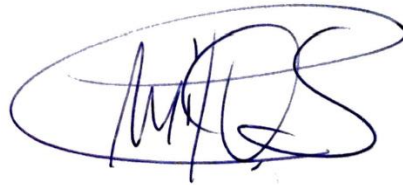
CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, CAMILO FRANCISCO NOBOA LÓPEZ, con cédula de identidad # 172263051-2, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature is stylized and appears to be 'MFLS'.

Camilo Francisco Noboa López

172263051-2

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES”

Realizado por:

CAMILO FRANCISCO NOBOA LÓPEZ

como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO AMBIENTAL

ha sido dirigido por la profesora

KATTY CORAL CARRILLO

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



Katty Coral Carrillo
CI 1709054058

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

Johanna Medrano

Miguel Martínez Fresneda

Después de revisar el trabajo presentado,

lo han calificado como apto para su defensa oral ante

el tribunal examinador



JOHANNA MEDRANO



MIGUEL MARTINEZ

Quito, 30 de enero de 2022

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

DEDICATORIA

A Dios y a mi familia.

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

AGRADECIMIENTO

A Dios,

a mi familia por su apoyo incondicional y sus consejos,

a mi tutora Katty Coral por su calidad humana.

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Resumen.

El cambio de productos en la actividad de desinsectación de áreas industriales es una decisión que se debe tomar con urgencia, pues la contaminación de cuerpos de agua, la alteración de la fertilidad del suelo, la bioacumulación en organismos, la toxicidad en organismos no objetivo y los daños en la salud huma pueden resultar en consecuencias fatales e irreversibles, es por esto que se tomaron a los productos que se utilizan actualmente dentro de una empresa de control de plagas para realizar una comparativa con productos insecticidas Fipronil – Cipermetrina, Malation – Octaborato Tetrahidratado de disodio, Imidacloprid Líquido – Imidacloprid Gel que, en base a revisión bibliográfica, su uso puede ser recomendado para evitar mayores perjuicios al ambiente y a las personas que mantengan contacto con este tipo de sustancias. Para evaluar los impactos ambientales de cada grupo de productos, se utilizó la matriz de Leopold modificada y se realizó la suma de las importancias de los impactos donde se estableció una clasificación por cada factor evaluado: agua, aire, suelo, flora, fauna y salud humana, demostrando a través de porcentajes de disminución de impacto ambiental, el beneficio obtenido. Como resultado se obtuvo que, con la utilización de los productos recomendados, que mantienen otra composición química y física, se puede obtener una reducción de Impacto Ambiental en general de 48,55%. Además, se encontró que, en gran porcentaje, las personas que se dedican a esta actividad no se preocupan por el efecto que puede traer sobre el ambiente o la salud humana el adquirir distintos insecticidas.

Palabras clave: Dosis Letal, Plaguicidas, Bioacumulación, Infiltración en Suelos, Presión de Vapor, Desinsectación, Recomendación.

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Abstract.

The change of products in the activity of desinsection of industrial areas, is a decision that must be urgently taken, contamination of water bodies, soil fertility affection, bioaccumulation, toxicity in non-target organisms and impacts on human health can result in fatal and irreversible consequences, because of this, products of a pest control company that are currently used were taken in order to make a comparison with insecticide products Fipronil – Cypermethrin, Malathion-Disodium octaborate tetrahydrate, Liquid Imidacloprid – Gel Imidacloprid which, based on literature review, its use can be recommended to avoid a further damage to the environment and to people who come are in a constant contact with this type of substances. To evaluate the environmental impacts of each group of products, the modified Leopold matrix was used and the sum of the importance of impacts was obtained establishing a classification for each factor evaluate: water, air, soil, flora, fauna and health human, demonstrating environmental impact reduction trough percentages. As a result, it was obtained that, with the use of recommended products that maintain a different chemical and physical composition, the general environmental impact reduces in a 48,55%. In addition, it was found that, in a large percentage, people who dedicate themselves to this activity doesn't concern about the effect that acquiring different insecticides can have on environment or human health.

Key words: Lethal Dose, Pesticides, Bioaccumulation, Soil Infiltration, Vapor Pressure, Desinsection, Recommendation.

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Introducción.

Los plaguicidas pueden estar formados por una o varias sustancias y su origen puede ser natural o sintético, estos productos son realizados para prevenir; y eliminar vectores de enfermedades humanas, animales y botánicas, afectando de esta manera a la producción de las industrias (Cortés, 2011).

La humanidad a lo largo de su desarrollo se ha enfrentado a plagas que atentan contra los cultivos o productos destinados para su consumo, trayendo consigo afecciones económicas y a la salud. Las zonas urbanas mostraron un aumento tal, que se produjo una dependencia rural para la producción de distintos cultivos, creando la necesidad de una mayor protección contra esta problemática en el almacenamiento y la producción de los alimentos, dando cabida a la industria química para la creación de sustancias de determinada toxicidad que puedan eliminar estas plagas (Puerto, Suárez & Palacio, 2014).

El uso indiscriminado de estos plaguicidas es causante de una crisis en el área de la agricultura que interfiere negativamente en la conservación de los recursos naturales, y produce una gran afección a la salud de los comuneros rurales y en la zona urbana, a los consumidores de estos alimentos. La demanda de una productividad mayor, en menor tiempo por sobre la sustentabilidad ecológica que ha sido practicada en estos años, ha provocado un nivel de contaminación y envenenamiento tal, que el remedio universal ha resultado peor que la enfermedad (UNODC; 2010).

Los plaguicidas han sido utilizados desde épocas remotas, pues los humanos hemos cursado varias etapas desde el uso de plaguicidas orgánicos que fueron sintetizados desde 1930 o como el DDT, insecticida muy conocido junto con el resto de organoclorados por su eficacia, facilidad de uso y costos reducidos, tuvo un éxito aparente hasta que se demostró su toxicidad frente a distintos vertebrados que se vieron expuestos a estos compuestos durante su auge, los distintos organismos no objetivo presentaron agotamiento, tanto aves, ovinos y cobras enloquecieron y murieron, los humanos, sufrieron muertes inexplicables (Rivera, 2012). Los

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

plaguicidas, en países de ingresos intermedios y bajos son una de las principales causas de muerte principales por intoxicación voluntaria (WHO, 2018), la búsqueda de compuestos menos dañinos para el ambiente y la salud humana junto con diferentes métodos de control de plagas, especialmente aquellos que usan cantidades mínimas de plaguicidas sintéticos o simplemente no lo usan, como en el manejo integrado de plagas, es la más reciente etapa en la historia de los plaguicidas (Albert & Benítez, 2005).

La aplicación de plaguicidas implica una contaminación inminente del ambiente, según las circunstancias del entorno podrá ser de menor o mayor impacto, por ejemplo la falta de regulación por parte de agentes de control, la poca o nula capacitación y educación de los sectores que demandan este servicio, la falta de seguimiento a la seguridad industrial y salud ocupacional por parte del personal a cargo del servicio, factores económicos y climáticos en general, son variables que interceden directamente en la intensidad y magnitud del impacto, especialmente en países que se encuentran en vías de desarrollo (Albert & Jacott, 2015). Es importante evaluar y estimar minuciosamente los riesgos asociados al uso de plaguicidas con el objetivo de determinar su factibilidad en la utilización de estos productos por parte de la comunidad (Stoorvogel, Jaramillo, Merino & Kosten, 2003). De este modo, las consecuencias ecológicas por el uso de plaguicidas causan gran preocupación, su objetivo principal es eliminar plagas de insectos, sin embargo, puede incidir en organismos no objetivo y funcionales para el entorno como, por ejemplo: polinizadores, depredadores de plagas naturales y recicladores de nutrientes del suelo, así como también, contaminar productos alimenticios destinados para el consumo humano (Devine, Eza, Ogusuku & Furlong, 2008).

Hay que tener en cuenta que, a pesar de legislaciones ambientales y grupos de presión, incluso en países desarrollados, no se ha podido evidenciar una disminución del uso de insecticidas, a pesar de la creación del concepto de manejo integrado de plagas MIP o IPM por sus siglas en inglés, que se refiere a un sistema donde las tácticas y el análisis de los intereses del ambiente y los productores priman para reducir o eliminar el uso de pesticidas (Vivas, 2017),

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

el productor necesita identificar a qué especie de plaga está enfrentando, si en verdad está presente en el área industrial; y adaptarse a técnicas de control físicas o mecánicas para evitar las aplicaciones innecesarias de insecticidas.

A pesar de la importancia de la concienciación con respecto a la eliminación o disminución del uso de plaguicidas, existen infestaciones o plagas que requieren un tratamiento químico. En la actualidad, el 20% de la totalidad de las ventas de insecticidas alrededor del mundo corresponden a los piretroides sintéticos que han mejorado sus perfiles de toxicidad en base a una reducción del impacto ambiental en su aplicación, junto con la creación de otras clases de insecticidas con características específicas para la eliminación de determinados artrópodos que reducen el riesgo a un impacto mayor en el entorno en cuanto a fauna no objetivo (Kroma & Butler, 2003). Los piretroides producen una estimulación en los impulsos nerviosos provocando descargas para una posterior paralización del cuerpo del insecto, provocando un derribo inmediato de vectores, estos compuestos han mostrado una toxicidad baja frente a mamíferos (Ponce, Cantú, Flores, Badii, Zapata, López & Fernández, 2006). Los ensayos de laboratorio demuestran que los piretroides son muy tóxicos para abejas y algunos artrópodos acuáticos como langostas y camarones (OSTI et al., 2007; SANTOS et al., 2007)

La prohibición de ciertos compuestos está siendo aún considerada pese a la evidencia de su efecto tóxico, tal es el caso de la absorción de imidacloprid del suelo a través de la estructura de girasoles, o en su floración, residuos de fipronil, pues esta planta los transporta a todas sus partes internas, obteniendo rangos de 1-10ppb de contenido de insecticidas (Bonmatin et al., 2013).

Poblaciones de animales se han visto afectadas por la exposición a pesticidas compuestos de carbamatos, granos o semillas que han atravesado por un tratamiento de control de plagas, por ejemplo, son ingeridos por aves granívoras provocando un efecto mortal en estas especies (Mineau, 2008). Estos insecticidas tienen una presión de vapor baja por lo que se sublimarán lentamente sin necesidad de altas temperaturas. A largo plazo la contaminación

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

de estos compuestos puede generar efectos adversos en animales acuáticos, además de ser retenido en el suelo por distintas variables como la lixiviación, la humedad del suelo, absorción, pH y temperatura (Carriquiriborde, 2021). A concentraciones altas de carbamatos, gusanos, lombrices y microflora se ve afectada, erosionando el suelo y reduciendo su productividad. Dependiendo de la composición del suelo donde se aplique el plaguicida se puede generar persistencia entre 2 a 3 meses (Del Puerto, Rodríguez, Suárez & Palacio, 2014). El efecto principal de los plaguicidas sobre los suelos es afectar a sus elementos biológicos como poblaciones animales, vegetales y microbianas (Izquierdo, 2017). También se pueden acumular provocando una disminución de la población que habita en medios acuáticos. Así como también quedar suspendidos en el aire al metabolizarse (IPCS, 1986).

La persistencia, la frecuencia de uso del plaguicida, su aplicación en cuánto a las condiciones que se dé y los equipos utilizados para esta actividad, las condiciones ambientales presentes al momento de su uso, así como la movilidad de la sustancia a través de los distintos tipos del suelo, serán los factores que incidan en la toxicidad del compuesto, el ingrediente activo del producto también será fundamental (Paredes, 2017).

Los plaguicidas se acumularán tanto en el suelo como en la biota, sufriendo una degradación debido a reacciones químicas y microbiológicas con el tiempo (Albert, 2007), debido a esto los plaguicidas han sido clasificados de acuerdo con su persistencia como se presenta en el cuadro 1 a continuación.

Cuadro 1. Clasificación de los plaguicidas según su persistencia

Persistencia	Tiempo
Ligeramente Persistente	Menor de 4 semanas
Poco persistente	De 4 a 26 semanas
Moderadamente persistente	De 27 a 52 semanas
Altamente persistente	De 1 a 20 años
Permanente	Mayor de 20 años

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

El imidacloprid, por ejemplo, puede persistir hasta 190 días dependiendo la presencia de cobertura vegetal y materia orgánica que exista en los suelos, por su transformación a distintos compuestos su potencial de bioacumulación es bajo, sin embargo, para aves de caza su toxicidad puede ser alta y en invertebrados acuáticos pueden ser extremadamente tóxico (BAYER, 2017).

Cuando se habla de movilidad de un plaguicida, se está hablando acerca de su grado de solubilidad en el agua para lo que existe un factor que permite clasificar esta variable, el coeficiente de partición K_{oc} que es la razón entre la concentración del insecticida adherido a los compuestos del suelo y la concentración del producto disuelto en agua. En cuanto mayor sea el valor K_{oc} será menos probable que el plaguicida se transporte hacia aguas subterráneas. En suelos con una composición baja de materia orgánica, la adsorción será menor (FAO, 2000).

Para conocer la distribución del plaguicida entre dos solventes inmiscibles, específicamente agua (polar) y octanol (apolar) que viene a ser una representación de lípidos, se tiene al coeficiente de partición $\text{Log } K_{ow}$ que permitirá determinar cómo estas sustancias podrán distribuirse en el tejido graso de los animales, indicándonos su capacidad de bioacumulación, de fijación en materia orgánica y biota, su movilidad en aguas superficiales y acuíferos; y su transporte en el aire (Valderrama, Baena & Molina, 2012), Con respecto a este último, dependerá también el valor de la presión de vapor de los plaguicidas ya que estas propiedades determinan donde se depositarán finalmente estas sustancias, en el agua, el suelo o el aire (Jekel y Reemtsma, 2006).

La presión de vapor es la presión que la fase gaseosa ejerce sobre la fase líquida en un sistema cerrado a una temperatura determinada, en la que ambas fases encuentran un equilibrio (Reid & Sherwood, 1968).

El uso masivo de estas sustancias puede provocar presencia en los distintos recursos, aire, agua y suelo por largos periodos de tiempo debido a la afinidad de los insecticidas y sus propiedades para suspensión y recalcitrancia (Betancur, 2013).

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Los plaguicidas cuentan con otras propiedades como la toxicidad oral aguda, dérmica y de inhalación que permiten determinar que tanto puede afectar al organismo que ingiera en una sola dosis la cantidad correspondiente a la DL50 (Dosis Letal) que se define como la cantidad mínima de una sustancia que es capaz de matar al 50% de una población de animales de prueba, de esta manera, estos resultados son extrapolados a los humanos y sirven de base para los sistemas de clasificación de la toxicidad (INECC, 2007).

El fipronil presenta una mayor toxicidad letal que el imidacloprid, los artrópodos y sus especies relacionadas se encuentran entre los taxones más sensibles al fipronil, esto es debido a la toxicidad que presenta este insecticida una vez metabolizado, ya que el sulfuro de fipronilo y la sulfona de fipronilo son de dos a tres veces más tóxicos que el original (Weston y Lydy, 2014). Muestras tomadas en aguas subterráneas y superficiales superan umbrales ecológicos que han sido establecidos como límite en países de América del Norte y Europa con respecto a fipronil o sus metabolitos (Bonmatin et al., 2015). Su mecanismo de acción consiste en bloquear la transmisión de impulsos nerviosos mediados por el ácido aminobutírico (GABA) en la unión con sus receptores en el sistema nervioso de insectos, el metabolito sulfona es más tóxico que el propio compuesto primario. (INECC, 2019)

La cipermetrina es un piretroide sintético con un mecanismo de acción capaz de dañar el sistema neural de insectos produciendo alteraciones en los enlaces iónicos de sodio, puede causar contracciones involuntarias e hipersensibilidad, se ha evidenciado que la cipermetrina afecta a organismos marinos, artrópodos, anfibios y en forma reducida a mamíferos y aves. (Velásquez, Muñoz & Bautista, 2017)

El octaborato tetrahidratado de disodio $\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ es un polvo inerte, soluble, inorgánico con propiedades insecticidas y fungicidas; es una sustancia que no es combustible, inflamable o explosiva, y tiene una baja toxicidad aguda oral y epidérmica.

Los polvos plaguicidas son compuestos higroscópicos (como un talco), es por esto que la contaminación al ambiente será lenta, siendo su principal vía de intoxicación la respiratoria,

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

al contrario de los plaguicidas líquidos que se encuentran disueltos con derivados de petróleo o en una forma de suspensión coloidal, por lo que tendrá un impacto más rápido en el medio y traerá intoxicaciones debido a que sus vías de ingreso a los organismos son de manera oral o cutánea, por último los fumigantes o plaguicidas en forma de gases llegan al equilibrio con la presión ambiental y la humedad, provocando un efecto adverso inmediato sobre el entorno y la salud de los expuestos, la principal vía de ingreso es la respiratoria (Cortes, 2011).

Los plaguicidas son estudiados y desarrollados para innovar y reducir su toxicidad, sin embargo, aún se utilizan productos que mantienen riesgos importantes para los factores ambientales expuestos a su contacto, es por esto que se debe investigar y evaluar a nuevos productos en el mercado para que las empresas puedan informarse, entender y adquirirlos con el objetivo de efectuar actividades menos contaminantes y con esto precautelar la salud del personal y del ambiente. A pesar de existir empresas de control de plagas profesionales, es común la utilización de los productos plaguicidas por parte de los agricultores y trabajadores de las industrias sin ningún criterio técnico.

Ecuador cuenta con 482827 industrias que son posibles requeridoras del servicio de control de plagas y existe un total de 2756610 hectáreas a nivel nacional dedicadas a la producción agrícola (INEC, 2014) que requieren obligatoriamente la aplicación de plaguicidas para su producción con el objetivo de evitar pérdidas.

En Ecuador, el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura, en su Art. 67 exige a la industria alimentaria mantener planes de saneamiento que incluya un sistema de control de plagas, objeto de un programa integral. “Los planes de saneamiento deben incluir un sistema de Control de plagas, entendidas como insectos, roedores, aves y otras que deberán ser objeto de un programa de control específico” (ARCSA, 2002.). Por lo que es indispensable el servicio de las organizaciones a cargo del control de plagas en la industria, tanto de manera preventiva como correctiva por lo que se ha planteado demostrar como hipótesis de trabajo que *el proceso de desinsectación de áreas industriales de una empresa de control de plagas puede ser realizado de manera amigable con el ambiente a través del uso de productos recomendados*

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

con base de una revisión bibliográfica de sus propiedades; y sustentadas en la evaluación de impacto ambiental de estos productos plaguicidas, con respecto a los utilizados actualmente en una empresa de control de plagas.

Por ello, el objetivo principal fue proponer recomendaciones generales de desinsectación de áreas para que las organizaciones y personas encargadas de estas actividades puedan realizar este servicio de manera amigable con el ambiente. Los objetivos específicos fueron (1) evaluar los impactos ambientales generados en el proceso de desinsectación de áreas con el cambio de productos propuestos y previo a este cambio, (2) determinar indicadores para la reducción de impactos ambientales en el proceso de desinsectación de áreas.

Materiales y Métodos.

Área de estudio

La empresa de Control de Plagas en la que se propone el cambio de producto mantiene su matriz en el norte del Distrito Metropolitano de Quito en el sector de Cotocollao, esta organización se dedica a brindar servicios de control y eliminación de plagas a nivel nacional utilizando un total de 423 litros mensuales de producto insecticida, 117 litros de fipronil, 191 litros de imidacloprid y 115 litros de malathion, los cuales son deliberados a su personal técnico en distintos puntos del país, para cumplir con el servicio de desinsectación de áreas en las industrias. Los tratamientos de control de plagas se deben a procedimientos que exigen las entidades de control sanitario locales, es por esto que las aplicaciones son realizadas de manera continua en áreas externas de instalaciones para mantener un control de las poblaciones de insectos que pueden ingresar a zonas de producción y causar una contaminación en el producto final, el procedimiento es realizado con distintos equipos: nebulizador, termonebulizador y bomba de aspersion, la elección del equipo a utilizar dependerá del tipo y características del área como por ejemplo: su tamaño, altura de vegetación, tipo estructura y tipo de terreno.

En base a revisión de productos de bodega se determinaron los plaguicidas que son utilizados en los servicios de desinsectación actualmente. Con esto se realizó una descripción

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

de las propiedades de cada uno de estos insecticidas junto con los propuestos donde se toma en cuenta la toxicidad, presión de vapor, coeficiente de partición octanol – agua, constante de carbono orgánico, dosis y concentraciones letales de los productos, datos obtenidos de sus fichas técnicas.

Para cada producto en uso, se realizó la evaluación de impacto ambiental (EIA) y se realizó la comparación con el producto propuesto que también fue evaluado a través de la matriz de Leopold modificada: Matriz de importancia. Las metodologías de EIA no proporcionan respuestas exactas a las preguntas que surgen cuando se analiza los posibles impactos de una actividad, tampoco manifiestan todas las ventajas o desventajas de un conjunto de alternativas, no son recetas que conduzcan a una evaluación definitiva con solo seguir las indicaciones. La evaluación de los impactos se realizó en el marco de procedimientos adecuados que, en forma concurrente permitieron identificar las actividades y los medios a ser impactados, se establecieron las posibles alteraciones y valoración a las mismas. Esta última etapa está encaminada a expresar los impactos en forma cuantitativa y cuando ello no fue posible, cualitativamente.

Parámetros de Evaluación

La selección del método se realizó a través de una valoración apropiada, producto de la experiencia profesional, discerniendo con juicio crítico sobre los insumos de datos, el análisis y la interpretación de resultados. Sin embargo, resulta fundamental incluir en la evaluación todos los factores ambientales pertinentes.

Para la evaluación del impacto ambiental se tomaron en cuenta distintas variables que Leopold, (1971) utiliza para esta evaluación:

- El carácter del impacto que hace referencia a su consideración positiva o negativa respecto al estado previo a la acción; indica si, en lo que se refiere a la faceta de la vulnerabilidad que se esté teniendo en cuenta, ésta es beneficiosa o

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

perjudicial. Los primeros son caracterizados por el signo positivo, los segundos se los expresan como negativos.

- El efecto del impacto de una acción sobre el medio puede ser “directo” -es decir impactar en forma directa-. O “indirecto” – se produce como consecuencia del efecto primario el que, por tanto, devendría en causal de segundo orden,

A los efectos de la ponderación del valor se consideraron según Leopold (1971):

Efecto secundario: 1

Efecto directo: 4

- La magnitud o intensidad del impacto informa de su extensión y representa la “cantidad e intensidad del impacto”: ¿Cuántas hectáreas se ven afectadas? ¿qué número de especies se amenaza? ¿Cuáles son los volúmenes de contaminantes o porcentaje de superación de una norma, etc.

Para ponderar la magnitud se consideró Leopold (1971):

Baja: 1

Media baja: 2

Media alta: 3

Alta: 4

Muy alta: 8

Total: 12

- La extensión hace referencia a los efectos del impacto y su disminución conforme la extensión de la incidencia hasta que los mismos no son medibles. En algunos casos sus efectos pueden manifestarse más allá del área de la actividad y de la zona de localización del mismo. Por caso, los efectos secundarios sobre la atmosfera (CO₂ y su incidencia en el Efecto Invernadero) y los efectos de degradación de humedales o de contaminación de cultivos (disminución de áreas reproductivas o de alimentación de aves migratorias y la

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

mortandad directa de las aves, y sus efectos en sistemas ecológicas de otros países) (Leopold, 1971).

Se ponderó en base a Leopold (1971) de la siguiente manera:

Impacto Puntual: 1

Impacto Parcial: 2

Impacto Extenso: 4

Impacto Total: 8

- El momento se refirió al tiempo transcurrido entre la acción y la aparición del impacto.

La predicción del momento de aparición del impacto, será mejor cuanto menor sea el plazo de aparición del efecto. Además, la predicción es importante en razón de las medidas de corrección de los impactos que deben realizarse (Leopold, 1971).

En base a Leopold (1971) el momento se valoró de la siguiente manera:

Inmediato: 4

Corto Plazo: 4

Mediano Plazo: 2

Largo Plazo: 1

Si el momento de aparición del impacto es crítico se debe adicionar cuatro (4) unidades a las correspondientes.

- La Persistencia se refirió al tiempo que el efecto se manifiesta hasta que se retorne a la situación inicial en forma natural o a través de medidas correctoras. Un efecto considerado permanente puede ser reversible cuando finaliza la acción causal (caso de vertidos de contaminantes) o irreversibles (caso de afectar el valor escénico en zonas de importancia turística o urbana a través de la alteración de geformas o por la tala de u bosque). En otros casos los efectos pueden ser temporales (Leopold, 1971).

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Leopold (1971) determina que los impactos se valoran de la siguiente manera:

Fugaz: 1

Temporal (entre 1 y 10 años): 2

Permanente (duración mayor a 10 años):

- La reversibilidad del impacto tuvo en cuenta la posibilidad, dificultad o imposibilidad de retornar a la situación anterior a la acción. Se habla de impactos reversibles y de impactos terminales o irreversibles. La persistencia y la reversibilidad son independientes. Este atributo está referido a la posibilidad de recuperación del componente del medio o factor afectado por una determinada acción. Se considera únicamente aquella recuperación realizada en forma natural después de que la acción ha finalizado. Cuando un efecto es reversible, después de transcurrido el tiempo de permanencia, el factor retornará a la condición inicial. (Leopold, 1971)

Se asignaron, a la reversibilidad, los siguientes valores según (Leopold, 1971):

Corto plazo: 1

Mediano Plazo: 2

Irreversible: 4

- La recuperabilidad mide la posibilidad de recuperar (total o parcialmente) las condiciones de calidad ambiental iniciales como consecuencia de la aplicación de medidas correctoras (Leopold, 1971).

La recuperabilidad se valoró en base a Leopold (1971) de la siguiente manera:

Si la recuperación puede ser total e inmediata: 1

Si la recuperación puede ser total a mediano plazo: 2

Si la recuperación puede ser parcial: 4

Si es irrecuperable: 8

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

- La sinergia se refiere el efecto global de dos o más efectos simples es mayor a la suma de ellos, es decir a cuando los efectos actúan en forma independiente (Leopold, 1971).

Se le otorgó los siguientes valores:

Si la acción no es sinérgica sobre un factor: 1

Si la presenta un sinergismo moderado: 2

Si es altamente sinérgico: 4

Si en lugar de “sinergismo” se produce “debilitamiento”, el valor considerado se presenta como negativo (Leopold, 1971).

- La periodicidad hace referencia al ritmo de aparición del impacto (Leopold, 1971).

En base a Leopold (1971) se le asignaron los siguientes valores:

Si los efectos son continuos: 4

Si los efectos son periódicos: 2

Si son discontinuos: 1

- La acumulación evaluó como un impacto producido en la actividad puede llegar a sumarse con una situación ya existente y contribuir al aumento de estas condiciones negativas para el medio ambiente (Leopold, 1971).

Se le asignaron los siguientes valores en base a evaluación de Leopold (1971):

Si la acumulación es simple: 1

Si es acumulativo: 4

- Se expresó la importancia del impacto a través de la metodología propuesta por Conesa (1997) que establece la siguiente ecuación

$$I_i = \pm (3 \text{ Importancia} + 2 \text{ Extensión} + \text{Momento} + \text{Persistencia} \\ + \text{Reversibilidad} + \text{Sinergismo} + \text{Acumulación} + \text{Efecto} \\ + \text{Periodicidad} + \text{Recuperabilidad}). \quad (1)$$

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Los valores de Importancia del Impacto varían entre 13 y 100. Se los clasificó como:

- Irrelevantes (o compatibles) cuando presentan valores menores a 25.
- Moderados cuando presentan valores entre 25 y 50.
- Severos cuando presentan valores entre 50 y 75.
- Críticos cuando su valor es mayor de 75.

Una vez obtenidos los valores en la evaluación de Impacto Ambiental de la Matriz de Leopold Modificada, se utilizó como metodología propia, la suma del total de las importancias de los impactos ambientales por cada producto a través de la ecuación 2 obteniendo un valor total y posterior una comparativa de los productos (los utilizados actualmente con los propuestos), a través de porcentajes de disminución del impacto ambiental que son indicadores para conocer cuánto beneficio ambiental se obtiene y efectuar las recomendaciones para obtener una actividad de desinsectación de áreas industriales más ecológica. Para esto se realizó la suma de los impactos ambientales de todos los factores por producto, los actuales y los propuesto para el cambio, con estos valores se aplicó la ecuación 3 definida a través de estadística simple por Coral K, 2013

Valor Total de Producto: Suma del total importancias

Valor Total de Producto

$$\begin{aligned} &= \text{Importancia de Impacto Ambiental Aire} \\ &+ \text{Importancia de Impacto Ambiental Agua} \\ &+ \text{Importancia de Impacto Ambiental Suelo} \\ &+ \text{Importancia de Impacto Ambiental Flora} \\ &+ \text{Importancia de Impacto Ambiental Fauna} \\ &+ \text{Importancia de Impacto Ambiental Fauna} \\ &+ \text{Importancia de Impacto Ambiental Salud} \\ &+ \text{Importancia de Impacto Ambiental Salud} \end{aligned} \quad (2)$$

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Porcentaje de Disminución de Impacto Ambiental

$$\% \text{ Disminución de Impacto Ambiental} = \frac{(\text{Valor Total de Producto Utilizado} - \text{Valor Total de Producto para el Cambio})}{\text{Valor Total de Producto Utilizado}} * 100 \quad (3)$$

Matriz de Conessa modificada, adaptado por Coral K, 2013

Con los porcentajes obtenidos a través de la ecuación 3 se realizó la comparativa entre productos, donde, además, se realizó la representación gráfica de los porcentajes y los beneficios que se obtienen por cada factor determinado: Agua, Aire, Suelo, Fauna, Flora, Salud Humana.

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Resultados.

Recolección de datos: Fichas Técnicas y Hojas de seguridad

Cuadro 2. Datos de propiedades de plaguicidas a tomarse en cuenta para evaluación

Plaguicidas	Koc	Log Kow	Pv. Presión	DL50	DL50	CL50	Persistencia
	Coefficiente de Adsorción de carbono orgánico	Coefficiente de Partición Octanol/ Agua	de vapor a 20°C (mmHg)	Dosis Letal aguda (mg/kg)	Dosis Letal dérmica (mg/kg)	Concentración Letal inhalación (mg/l)	en suelo
Timbor (Octaborato Tetrahidratado de disodio)	Es soluble en agua y se escurre a través del suelo normal	Sin valor, el octaborato tetrahidratado de disodio se convierte en ácido bórico no disociado	Insignificante	2550	2000	2,0	El boro se presenta naturalmente en el ambiente
Cipermetrina (Cipersol)	4,93	6,09	$1,5 \times 10^{-9}$	5800	1400	4870	4 semanas
Imidacloprid en gel (Invict Gold)	Insignificante	Insignificante	Sin datos disponibles	5000	5000	Sin datos disponibles	12 meses
Imidacloprid líquido (Leverage)	225	0,57	3×10^{-12}	1044	2000	2,03	De 48 a 190 días
Fipronil	1278	4,01	$3,4 \times 10^{-6}$	336	382	0,4	300 días
Malation	151	0,35	$3,4 \times 10^{-6}$	1375	2000	5,2	25 días

Se encontró que el octaborato tetrahidratado de disodio se encuentra de forma natural en el ambiente y al entrar en contacto con agua es muy soluble, es por esto que su bioacumulación es nula y los suelos se verán poco afectados, contrario a lo que se puede observar en productos como el Malation y el Imidacloprid que al mantener coeficientes de

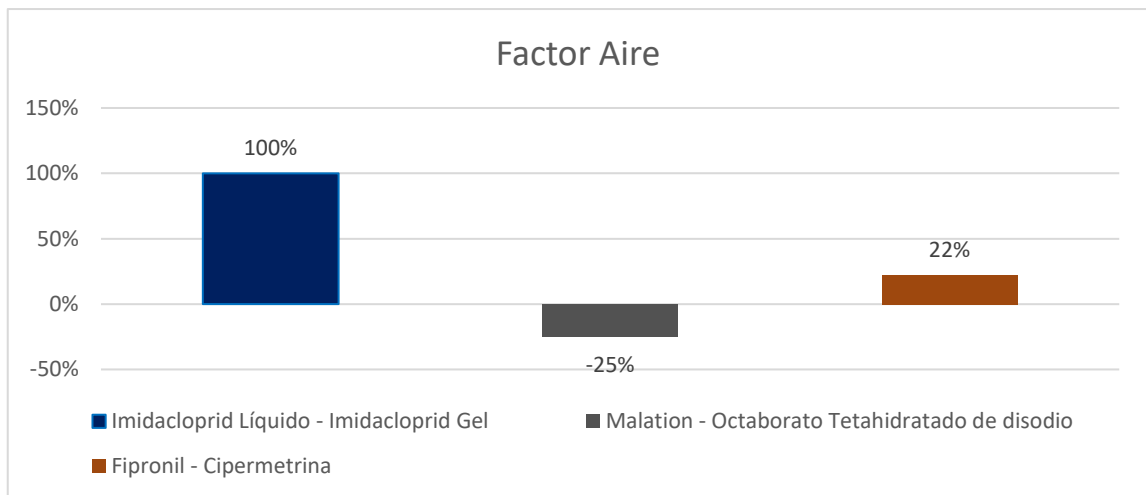
CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

adsorción de carbono orgánico altos, se mantendrán presentes en los suelos por un tiempo prolongado, eliminando de esta forma insectos que habitan en el interior de este factor y además, afectando microorganismos, que, en conjunto con los organismos ya mencionados facilitan el reciclaje de nutrientes, a diferencia de la presentación en gel que debido a sus características atrayentes provocará el acercamiento de las plagas hacia una menor área, de forma puntual y se filtrará lentamente por el suelo. Otra diferencia encontrada es el log Kow, que define la capacidad de acumulación en tejidos grasos del plaguicida donde se observa a la cipermetrina con el valor más alto. Sin embargo, se encontró que su persistencia es baja debido a procesos de biodegradación y posee una presión de vapor baja lo que permite un cambio de estado pronto y gracias a su Koc, facilidad de infiltrarse por el suelo y depositarse en cuerpos de agua cercanos lo que reduciría el tiempo exposición a los animales y personas que se encuentren en el área y por lo tanto un posible consumo del plaguicida. El Imidacloprid no puede evaluarse de la misma forma, pese su dificultad de infiltración a causa de su alto Koc mantiene una acumulación en tejido graso (Log Kow) baja lo que reduciría la bioacumulación en organismos que consuman alimentos contaminados.

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Porcentajes de reducción para cada factor con el cambio de productos propuesto

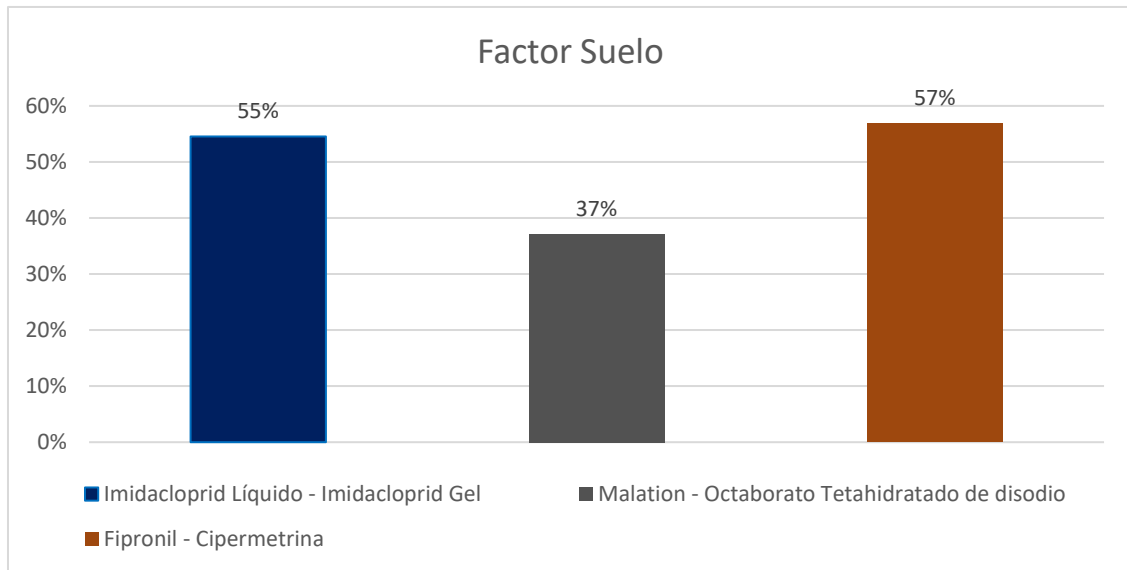
Figura 1. Representación del porcentaje de reducción de Impacto Ambiental por cambio de producto en el factor aire.



De los tres cambios propuestos, observamos que en el caso de remplazar al Imidacloprid líquido por gel obtenemos un porcentaje de reducción del 100% para este factor, esto se debe a la composición del producto que evitará una fácil evaporación y descomposición hacia la atmosfera evitando gases y material particulado. Al contrario de una desinsectación con Octaborato Tetahidratado de disodio que, al ser un compuesto sólido podrá ser arrastrado por el viento convirtiéndose en material particulado y siendo contraproducente en un -25% en la evaluación este factor.

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

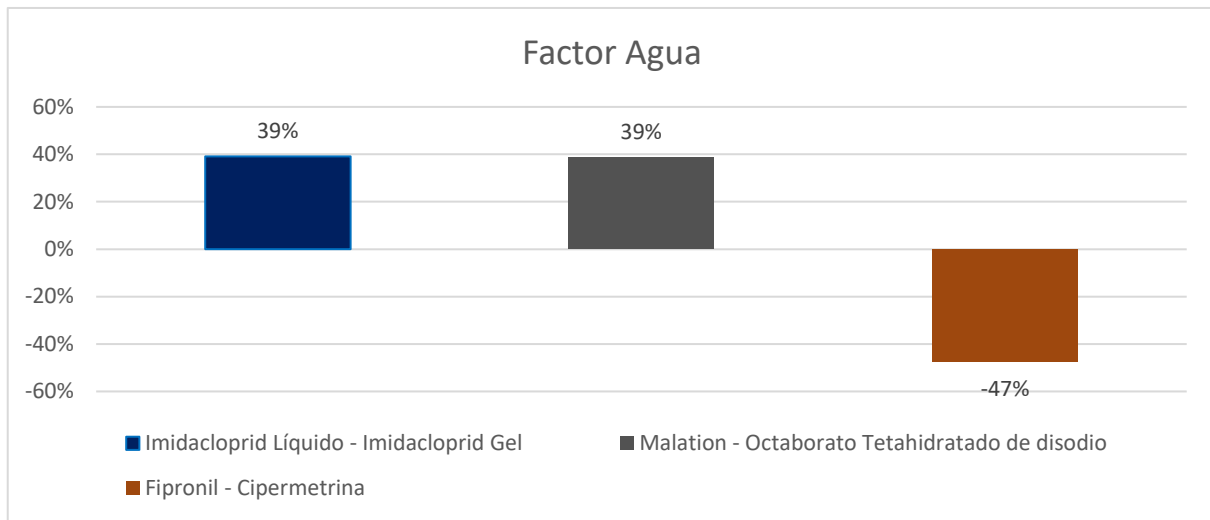
Figura 2. Representación del porcentaje de reducción de Impacto Ambiental por cambio de producto en el factor suelo.



Para el factor suelo se encontró un mayor beneficio al reemplazar por cipermetrina, como ya se ha mencionado antes, a causa de su bajo Koc podrá infiltrarse hacia zonas bajas de suelo y su residualidad se podrá biodegradar más rápidamente que los otros compuestos obteniendo un 57% de reducción de impacto, seguido de un 55% de reducción en el reemplazo de imidacloprid líquido por gel que nos permite obtener este valor debido en su mayoría, al área reducida que se ve afectada en la aplicación de este compuesto con las propiedades indicadas y por último el 37% al utilizar el octaborato tetrahidratado de disodio que al ser un compuesto natural muy soluble podrá mezclarse con agua para ser infiltrado por los suelos sin mantener una acumulación importante en el sustrato.

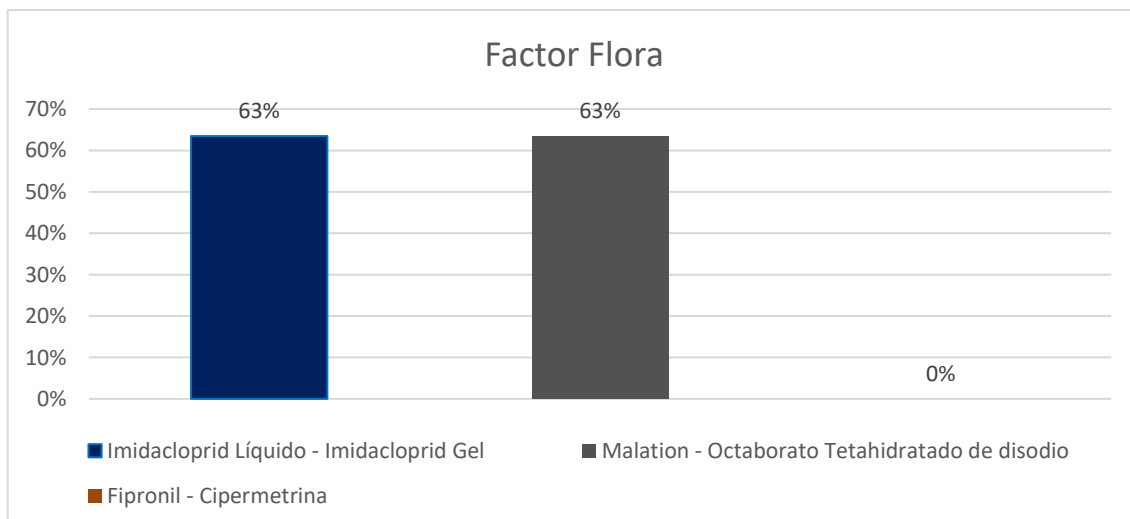
CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Figura 3. Representación del porcentaje de reducción de Impacto Ambiental por cambio de producto en el factor Agua.



Encontramos un valor de -47%. El Koc bajo de cipermetrina, en comparación con el del fipronil, permite una filtración de producto hacia cuerpos de agua subterráneos y cercanos de manera más pronta, en el caso del fipronil el producto se mantendrá adherido a la materia orgánica del suelo evitando su llegada hacia estos cuerpos de agua cercanos, en las propuestas de cambio restantes mantenemos una reducción del impacto ambiental en un 39%, la aplicación de gel será en menor cantidad y en zonas puntuales, mientras que el octaborato Tetahidratado de Disodio es un compuesto natural que resultará menos tóxico para los componentes.

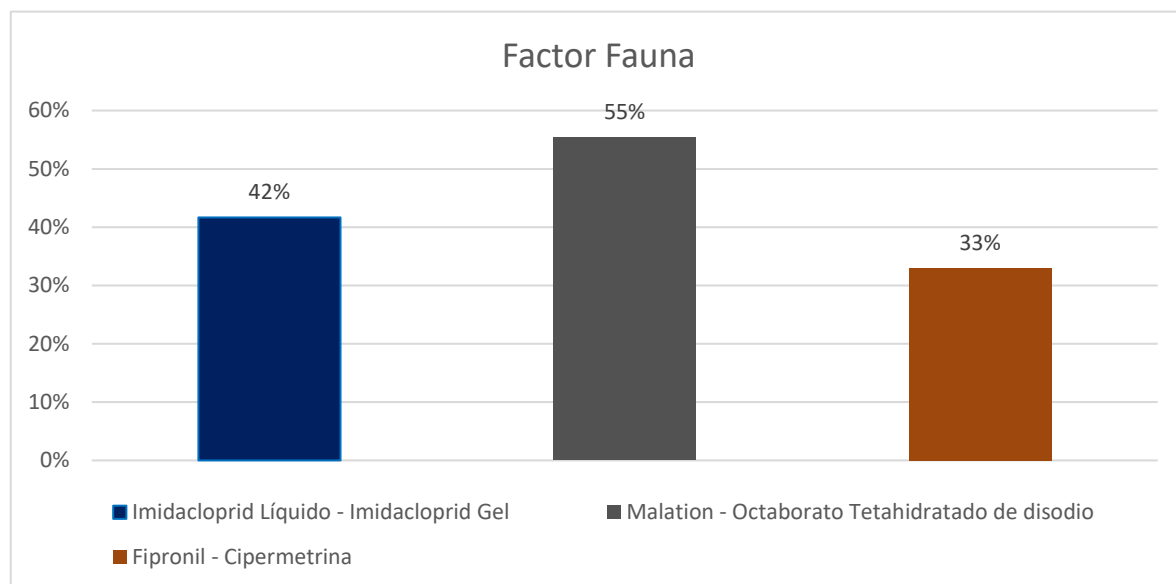
Figura 4. Representación del porcentaje de reducción de Impacto Ambiental por cambio de producto en el factor flora.



CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Se encontró que se puede reducir en un 63% el impacto ambiental en el factor flora utilizando los productos imidacloprid Gel y Octaborato Tetrahidratado de disodio, el impacto que se tomó en cuenta fue la eliminación de polinizadores. El gel cebo, al ser un atrayente de insectos rastreros, no eliminará organismos no objetivo como abejas que se ven afectadas por compuestos líquidos que inhiben su sistema nervioso como la cipermetrina y el fipronil, este cambio no beneficia ni perjudica a este factor, es decir se encuentra una reducción del Impacto Ambiental del 0%.

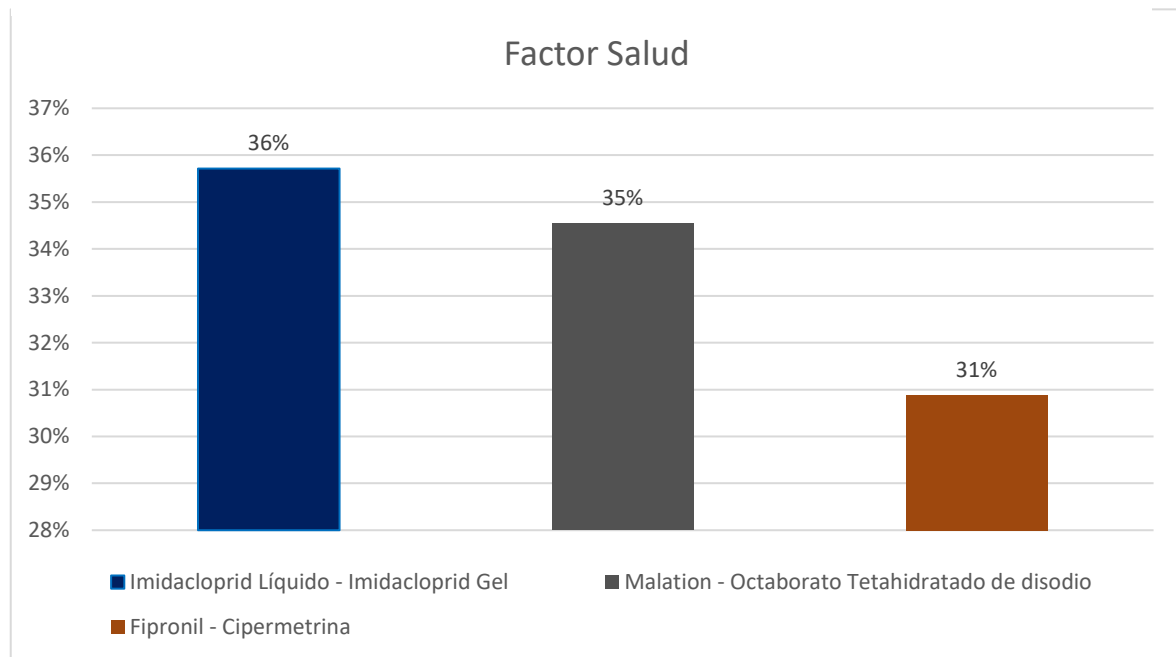
Figura 5. Representación del porcentaje de reducción de Impacto Ambiental por cambio de producto en el factor fauna.



Porcentajes muy positivos, se encontraron en cuánto al objetivo de reducir el impacto ambiental de esta actividad, al evitar afecciones a la fauna, se obtiene un máximo de 55% utilizando producto natural que mantiene una DL más alta que el producto seleccionado para el remplazo. La cipermetrina además de ser menos tóxico posee un valor de Log Kow menor que el del fipronil con lo que el porcentaje de reducción de Impacto Ambiental fue del 33% y debido a la poca extensión de la superficie de aplicación, la fauna se verá beneficiada al utilizar producto en gel en un 42%.

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Figura 6. Representación del porcentaje de reducción de Impacto Ambiental por cambio de producto en el factor salud.



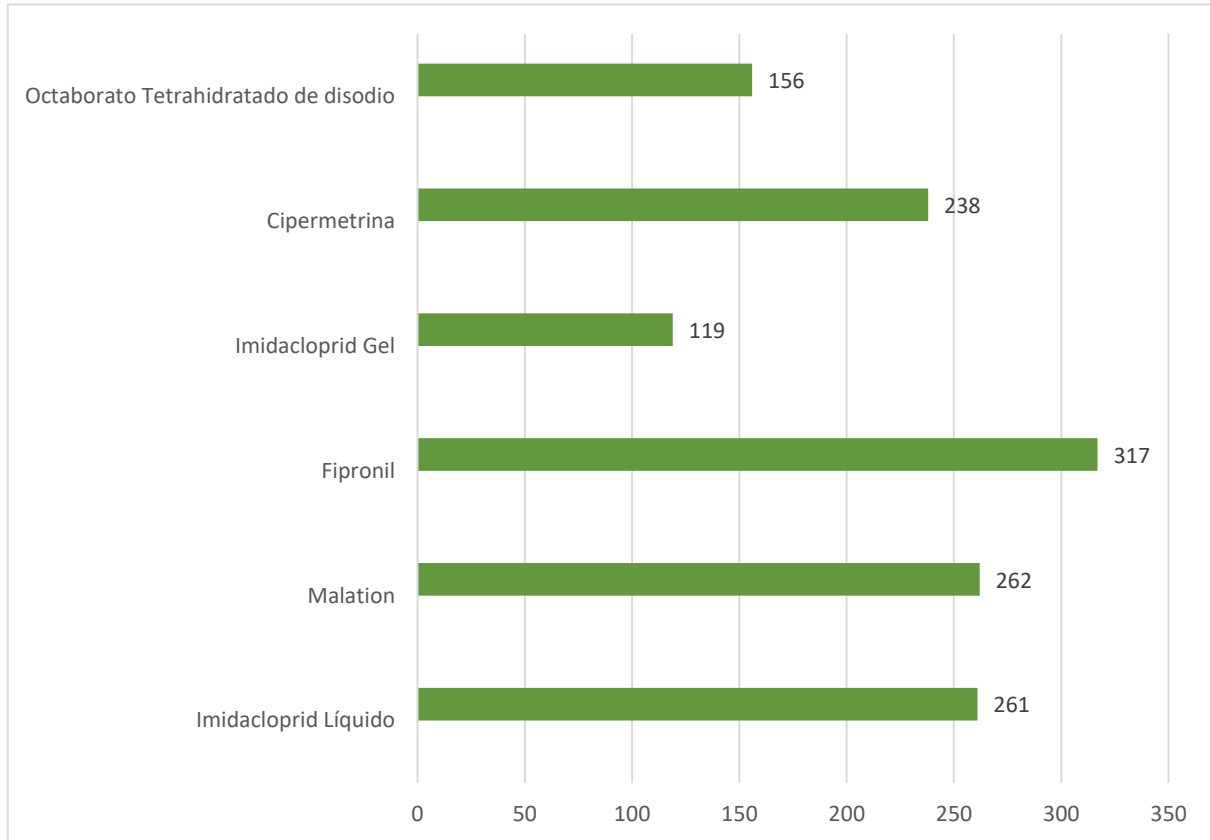
En cuanto al factor salud, se encontró porcentajes de reducción de Impacto Ambiental muy similares que van desde el 36% hasta el 31%. Al tomar en cuenta la reducción en la exposición, por ejemplo, la nula inhalación de gases tóxicos con la aplicación de gel en el caso del remplazo del imidacloprid, o la alta toxicidad en la exposición a gases de fipronil por su baja presión de vapor y su baja CL.

Los plaguicidas propuestos, a excepción de la cipermetrina, mantienen una menor bioacumulación, pero en todos los productos propuestos encontramos Dosis Letales menos altas que permitirán una menor afección a la salud humana, la persistencia de los plaguicidas es una propiedad importante para tomar en cuenta, debido al tiempo en que se encuentran expuestos al consumo por animales de la zona y que posteriormente podrán ser consumidos por el ser humano a través de la cadena trófica.

Se estableció una metodología propia para determinar el total del impacto a través de la suma de las importancias obtenidas en la evaluación utilizando la Matriz de Leopold que consiste en la suma de las importancias de todos los impactos por producto como se muestra a continuación en la Ecuación 3.

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Figura 7. Resultado de las sumas de importancias de impactos ambientales de los plaguicidas en evaluación



Comparativa de productos

Imidacloprid Líquido – Imidacloprid en Gel

$$\% \text{ Disminución de Impacto Ambiental} = ((261 - 119) \div 261) * 100$$

$$\% \text{ Disminución de Impacto Ambiental} = 54,41$$

Malation – Octaborato Tetrahidratado de disodio

$$\% \text{ Disminución de Impacto Ambiental} = ((262 - 156) \div 262) * 100$$

$$\% \text{ Disminución de Impacto Ambiental} = 40,46$$

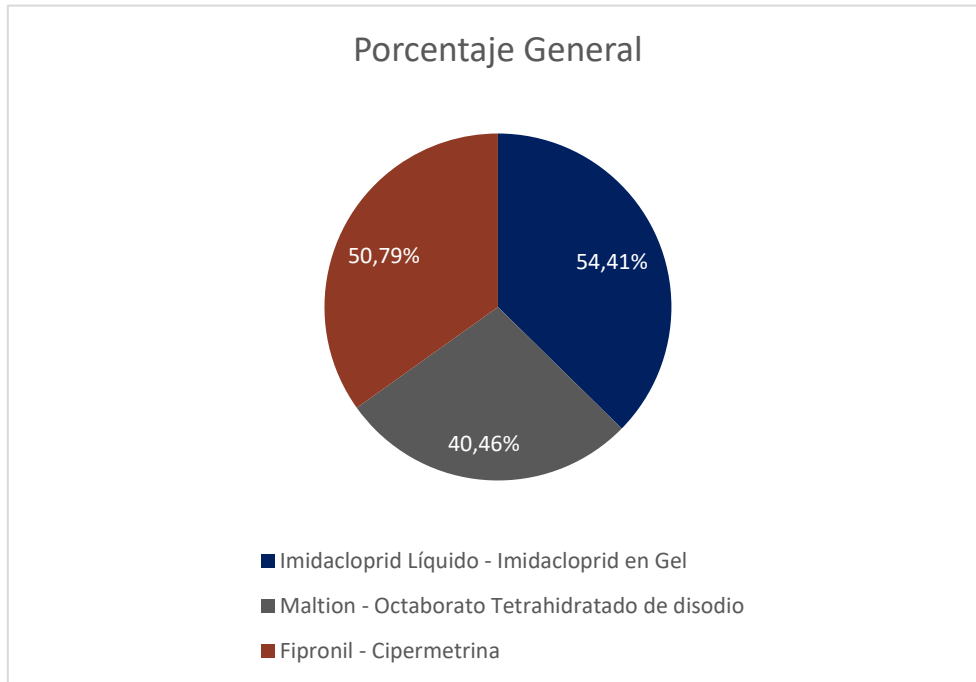
CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Fipronil – Cipermetrina

$$\% \text{Disminución de Impacto Ambiental} = ((317 - 156) \div 317) * 100$$

$$\% \text{Disminución de Impacto Ambiental} = 50,79$$

Figura 8. Porcentaje de Reducción de Impacto Ambiental en el proceso de Desinsectación de Áreas Industriales por remplazo de productos



Se encuentra un porcentaje de reducción de Impacto Ambiental promedio del 48,55, tomando en cuenta todos los factores evaluados, se encontró que el cambio por Imidacloprid Gel brindará un beneficio ambiental mayor con un 54,41% de reducción de Impacto Ambiental, seguido del 50,79% de reducción con el uso de cipermetrina y por último el uso del Octaborato Tetrahidratado de disodio que nos brindará un beneficio ambiental del 40,46%.

Discusión de Resultados

Los piretroides a pesar de una toxicidad que ha sido evidenciada a lo largo del tiempo, demuestran un resultado de menor impacto contra la supervivencia de vertebrados acuáticos en comparación con otros insecticidas como los fenilpirazoles, la explicación del porqué de la reducción de toxicidad de la cipermetrina se debe a que tiene una relación directa con el contenido de materia orgánica en el cuerpo de agua (Aparicio, Gonzalo & Costa, 2017). A

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

concentraciones de 50 mg/L y 10 días de exposición con cipermetrina, las bacterias entran en una fase estacionaria de biodegradación logrando degradar hasta un 90 % del plaguicida, en el caso de tener concentraciones de 10 mg/L el proceso ingresa en fase estacionaria en el día 15 alcanzando una degradación del 89 % (Mendoza, Salvador, Morales & Pérez, 2011). Los plaguicidas, una vez en el ambiente dependerá de factores naturales como la biodegradación, la hidrólisis química y la fotodegradación para su persistencia, en el caso de atravesar por estos procesos puede darse el caso de que los productos del plaguicida transformado sean más tóxico y bioacumulable que el compuesto parental (Narváez, Palacio & Molina, 2012), como es el caso del Fipronil Sulfona, Fipronil sulfato, Fipronil amida, Fipronil desulfínil que son disruptores endocrinos y/o con efectos reproductivos, son persistentes y de alta a medianamente tóxicos para peces e insectos edáficos (Arancibia, Casandinho, Caletti, Arancibia, Vallini, Souza & Vázquez, 2021). Sin embargo, la cipermetrina al ser un compuesto poco adherente al carbono orgánico podrá filtrarse fácilmente y afectar a organismos que se encuentren en cuerpos de agua provocando un daño mayor en estas especies pese a aparentar ser menos tóxico que el Fipronil que quedará acumulado en los suelos.

Un 58,29 % de terrenos ubicados en Ecuador cuentan con fuentes de agua cercanas al lugar de aplicación de plaguicidas, de este porcentaje el 58,12 % corresponde a riego, el 50,75 % a bebederos de animales, el 15,37 % a pesca, el 15,04 % a consumo humano y el restante 11,84 % a recreación humana (INEC, 2013). La exposición a bioacumulación e intoxicación por el uso de estos compuestos es alta al mantener cercanos zonas y organismos vulnerables por lo que se deberá tomar en cuenta el entorno de aplicación para definir que producto será el ideal para evitar una contaminación y afección mayor.

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Figura 9. Terrenos donde se aplican plaguicidas que cuentan con cuerpos de agua cercanos y usos de estas fuentes

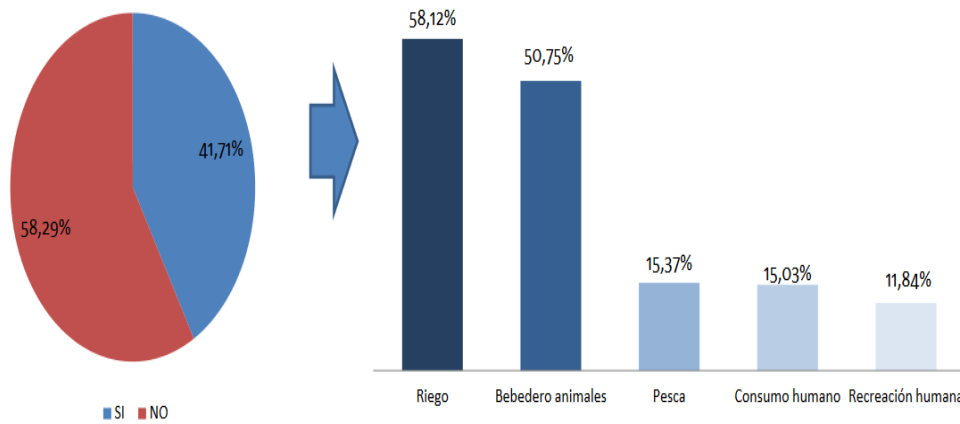


Gráfico tomado de Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos Uso y Manejo de Agroquímicos en la Agricultura, 2014.

Al mantener una deficiencia en capacitación y de criterio técnico, el personal que aplica el producto en su mayoría sufrirá las consecuencias de la toxicidad de estos. El principal criterio utilizado por las personas que compran los productos plaguicidas para realizar el proceso de desinsectación es en un 35,66% por encontrar más eficacia en el producto, 28,65% por sugerencias técnicas o el más conocido, el 21,94% por el precio y tan solo un 13,75% se decide por el producto menos peligroso (INEC, 2014)

Sin embargo, las personas que se encuentran en la actividad consideran que falta impartir conocimientos profundos sobre estos productos según el INEC, los temas que solicitan se impartan son en un 50,86% precauciones a la salud, dosis y uso en un 24,39%, 21,05% contaminación al medio ambiente y solo el 3,70% no tiene interés.

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Figura 10. Información de personas que se dedican a actividades de desinsectación que consideran qué conocimientos faltan impartir

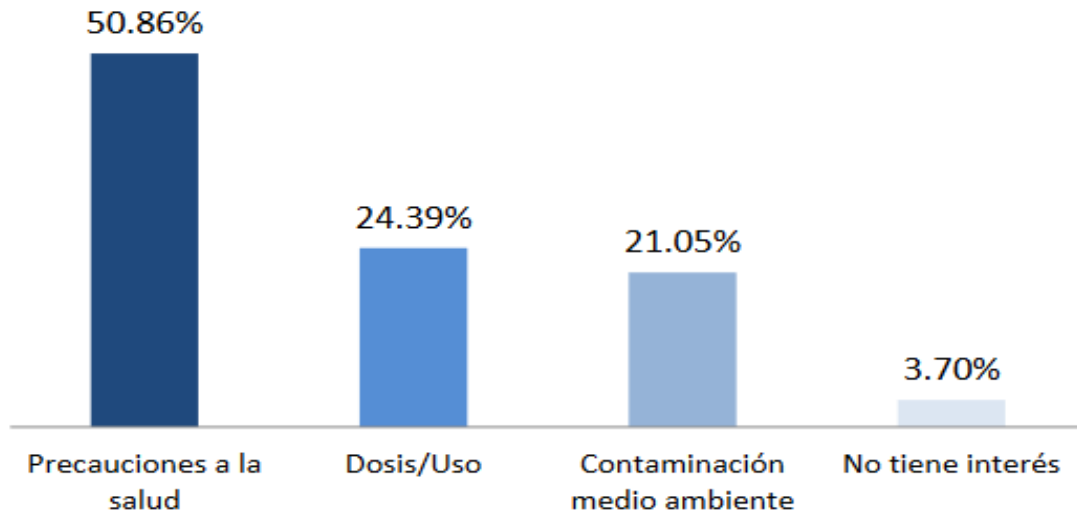


Gráfico tomado de Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos Uso y Manejo de Agroquímicos en la Agricultura, 2014.

Figura 11. Principal criterio utilizado para comprar productos plaguicidas

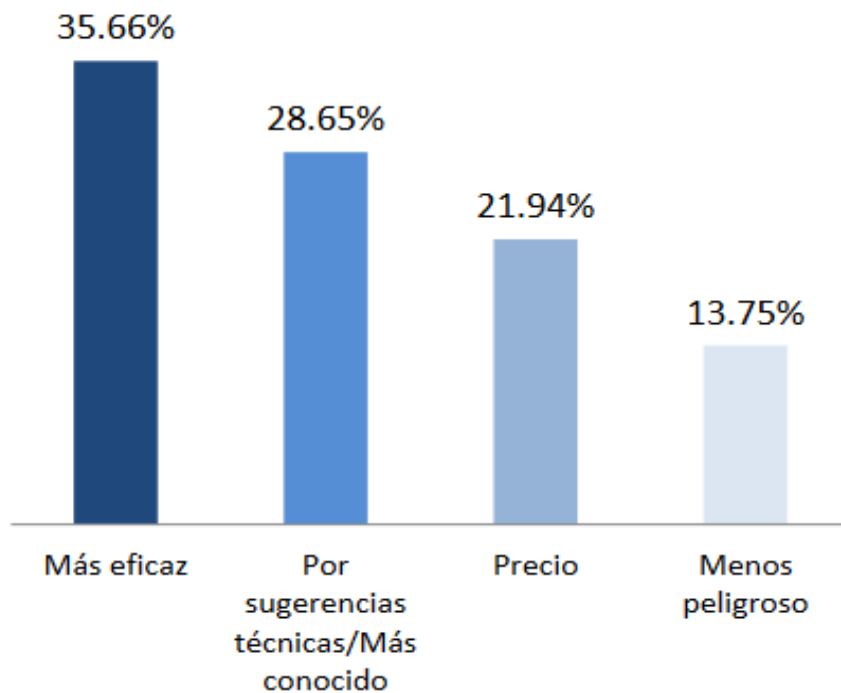


Gráfico tomado de Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos Uso y Manejo de Agroquímicos en la Agricultura, 2014.

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Los plaguicidas tomados para la evaluación tienen un mecanismo de acción que estimula descargas de impulsos nerviosos en los insectos hasta provocar una parálisis y posterior la muerte del organismo (Quisanga, 2015), a excepción del ácido bórico, en la práctica, el octaborato tetrahidratado de sodio absorbe la cera de la cutícula de la cucaracha afectando su adsorción a nivel intestinal y provocando su muerte por deshidratación (Guerrero & Cadena, 2016). En el primer caso podríamos encontrar casos de resistencia fisiológica o bioquímica que puede darse por adición de un mecanismo de protección en el insecto debido a la creación de mecanismos de protección como agrupación de tejidos inertes o resistencia metabólica y no metabólica, es decir, cambios enzimáticos y en la sensibilidad del sitio activo, la resistencia también puede darse por una transformación del exoesqueleto que impida el ingreso del compuesto al organismo (Badii & Garza, 2015), por lo que podríamos determinar que la utilización del octaborato tetrahidratado de sodio y la presentación en gel de Imidacloprid nos permitirá reducir este riesgo al máximo ya que el organismo se encargará de consumir el plaguicida sin necesidad de una aplicación externa o sobre el insecto, una razón extra para efectuar una recomendación de cambio a estos productos.

Las intoxicaciones por plaguicidas son una causa frecuente de ingreso a los servicios de urgencias, en EEUU, por ejemplo, Aapcc, The American Association of Poison Control Centers, reportó durante 2011 2,3 millones de llamadas a causa de este problema, el creciente uso de los plaguicidas tiametoxan e imidacloprid nos compromete a identificarlos y hacer un diagnóstico diferencial con sustancias distintas (Atehortúa, Mejía & Giraldo, 2016). La recomendación del producto en gel, evita mayormente el contacto con la persona que se encuentra aplicando el producto y provocará una eliminación eficaz de insectos al ser un atrayente ya que solo un 4,26% de personas a nivel local son técnicos especializados en la aplicación de productos plaguicidas y el resto se reparte en jornaleros o peones 34,14%, miembros de familia 14,15% y productor o agricultor 47,46% (INEC, 2013).

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Conclusiones.

La recomendación de productos amigables con el medio ambiente es necesaria para las organizaciones y el personal que aplica el producto en las distintas áreas industriales, ya que por falta de conocimiento, las personas que se dedican a esta actividad, proceden sin conocer sus consecuencias, pues se cree que mientras se obtenga el resultado deseado de la eliminación de una plaga, los efectos contra la salud y el medio ambiente deben ser omisos, la investigación realizada para emitir una propuesta permitió dar a conocer los distintos factores que pueden verse afectados por estas aplicaciones y evaluar las propiedades que mantienen los plaguicidas, propiedades que definirán su comportamiento en el medio ambiente y los organismos. De este modo, los productos evaluados serán considerados en la adquisición de plaguicidas permitiéndonos velar por el bienestar del ambiente y de la salud humana. La evaluación del impacto ambiental en el remplazo del fipronil por la cipermetrina nos permite evidenciar que aún existe un impacto importante a los suelos y los cuerpos de agua, además de una bioacumulación importante, sin embargo, su persistencia es de un menor tiempo a causa de la biodegradación evitando una acumulación tal, que desemboque en una intoxicación al ser humano. Como se ha mencionado en el trabajo, el problema resulta al momento de realizar la aplicación, si bien los piretroides mantienen una tecnología más avanzada la persona que se encarga de la actividad aún se encuentra a un gran riesgo de ingesta, contacto dérmico o inhalación del producto, es por esto que se habla de un Manejo Integrado de Plagas que se enfoca en apartar el uso de productos químicos e impulsar la aplicación de barreras físicas como cortinas de plástico o de viento, realizar mantenimiento de áreas verdes y evitar cuerpos de agua que puedan servir de criaderos de insectos.

Las plagas debido a su capacidad reproductiva provocarán una infestación inmediata y de gran magnitud, los productos recomendados tienen la capacidad de prevenir un avance de esta infestación, los compuestos utilizados actualmente son de choque y su objetivo principal es una eliminación del insecto por contacto. Al contrario, los productos como el gel o el

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

Octaborato Tetahidratado de disodio mantienen una residualidad mayor debido a sus características físicas, la sal de boro se mantendrá por un periodo largo en la superficie adhiriéndose a las plagas. En ambos casos se obtendrá un mecanismo de acción distinto (por consumo) que requerirá de menor cantidad de producto para la eliminación de plagas, estos criterios se utilizaron para la obtención de los indicadores y se alcanzó un 54,41 % y 50,79 % de reducción de impacto respectivamente. Se debe revisar el área y determinar qué zonas se encuentran vulnerables a la aparición de plagas para colocar el producto y evitar una infestación de plagas que pueda salirse de control, sino ser eliminados a tiempo, de este modo evitaremos realizar una aplicación innecesaria en áreas que no tengan poblaciones de insectos y por consecuencia un menor impacto ambiental por residualidad del producto y por contacto con los distintos factores evaluados. Al realizar una aplicación controlada se podrá reducir mucho más los impactos ambientales en cada factor, pues las cantidades aplicadas serían menores y no existirían riesgos altos de contaminación e intoxicación.

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Bibliografía.

- Albert, L. A., & Benítez, J. A. (2005). Impacto ambiental de los plaguicidas en los ecosistemas costeros. *Golfo de México. Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnostico y Tendencias*, 157-176.
- Albert, L., & Jacott, M. (2015). *México tóxico: emergencias químicas. Gestión de los productos químicos*. Siglo XXI.
- Aparicio, V.C., Costa, J.L., & Gonzalo Mayoral, E. S. (2017). Plaguicidas en el ambiente. Ediciones INTA.
- Arancibia, A. V., Casandinho, J. S., Caletti, M. G., Arancibia, F., Vallini, A., Souza, J., & Vázquez, M. Á. (2021). Sociedad Argentina de Pediatría
- Atehortúa, A. F. E., Mejía, M. C. B., & Giraldo, J. A. (2016). Toxicidad por neonicotinoides: revisión de tema y reporte de dos casos. *Medicina UPB*, 35(1), 41-46.
- Badii, M. H., & Garza-Almanza, V. (2015). Resistencia en insectos, plantas y microorganismos. *Cultura Científica y Tecnológica*, (18).
- Betancur, B (2013). Biorremediación de suelo contaminado con el pesticida 1,1,1-tricloro-2,2-bis (p-clorofenil) etano (DDT) mediante protocolos de bioestimulación y adición de surfactante. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Bonmatin J., Moineau I., Charvet R., Fleche C., Colin M., Bengsch ER. (2003). A LC/APCI-MS/MS method for analysis of imidacloprid in solis, in plants, and in pollens. *Analytic Chemistry*, 75(9):27-33.
- Carriquiriborde, P. (2021). Principios de Ecotoxicología. *Libros de Cátedra*
- CONESA, Vicente. Guía metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Reimpresión Tercera edición. Madrid-España, 1997.
- Coral, K. (2013). Control de la contaminación de aguas residuales. *Editorial UISEK. Quito- Ecuador*.

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

- Del Puerto Rodríguez, A., Suárez, S., & Palacio, D. (2014) Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM)*, Pg 3-14.
- Devine, G. J., Eza, D., Ogusuku, E., & Furlong, M. J. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista peruana de medicina experimental y Salud Pública*, 25(1), 74-100.
- Guerrero García, L. Y., & Cadena Fernández, L. Á. (2016). Evaluación del control biológico de periplaneta americana (blattidae, linnaeus) por ingestión del hongo metarhizium anisopliae (clavicipitaceae, metchnikoff) y ácido bórico.
- IPCS. (1986). Programa Internacional de Seguridad Química. Organización Mundial de la Salud*
- Izquierdo Rodas, J. J. (2017). *Contaminación de los suelos agrícolas provocados por el uso de los agroquímicos en la parroquia San Joaquín* (Bachelor's thesis).
- Kroma M. & Butler Flora C. (2003). Greening pesticides: A historical analysis of the social construction of farm chemical advertisements. *Agric Human Values*, 20(1), 21-35.
- Leopold, L. B. (1971). *A procedure for evaluating environmental impact* (Vol. 28, No. 2). US Department of the Interior.
- Mallén Rivera, C. (2012). Rachel Carson, 50 años de romper el silencio. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 3(14), 02-10.
- Mendoza, J. C., Perea, Y. S., Salvador, J. A., Morales, J. A., & Pérez, G. (2011). Biodegradación bacteriana de plaguicidas permetrina y cipermetrina en cultivo lote. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2(3), 45-55.
- Mineau P., Collins B. (2008). Avian mortality in agroecosystems 2. *Methods of detection*. In: Greaves M., Smith B., Greig P. *Field methods for the study of environmental effects of pesticides*. London: British Crop. 3-12.
- Narváez Valderrama, J. F., Palacio Baena, J. A., & Molina Pérez, F. J. (2012). Persistencia de plaguicidas en el ambiente y su ecotoxicidad: Una revisión de los procesos de degradación natural.

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. (2010). Problemática ambiental y la utilización de agroquímicos en la producción de coca. *Informe analítico; octubre 2010. Vienna, Austria.*
- Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2000). Evaluación de la contaminación del suelo. *Parámetros de los Plaguicidas Que Influyen en los Procesos Que Tienen Lugar en el Suelo, Apéndice 2.*
- Paredes Sandoval, M. K. (2017). *Evaluación de la biodegradación de un insecticida carbamato en muestras de suelo de cultivo de papa, mediante Trichoderma harzianum y Pleurotus ostreatus*
- Puerto, A. D., Suárez, S., & Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de higiene y epidemiología*, 52(3), 372-387.
- Quisanga Moreno, J. R. (2015). *Manejo de pesticidas y salud laboral de los trabajadores agrícolas afiliados al seguro social campesino en la comunidad de Guantalo* (Master's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Coropaxi: Dirección de Posgrados).
- Reemtsma, T., & Jekel, M. (Eds.). (2006). *Organic pollutants in the water cycle: properties, occurrence, analysis and environmental relevance of polar compounds*. John Wiley & Sons.
- Stoorvogel, J. J., Jaramillo, R., Merino, R., & Kosten, S. (2003). Plaguicidas en el medio ambiente. In *Los Plaguicidas. Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador* (pp. 49-69). Centro Internacional de la Papa.
- Velásquez, T. M. T., Muñoz, L. M. H., & Bautista, M. H. B. (2017). Toxicidad aguda del insecticida cipermetrina (Cybermon® 20 EC) en cuatro especies de anuros colombianos. *Acta Biológica Colombiana*, 22(3), 340-347.
- Vivas-Carmona, L. E. (2017). El Manejo Integrado de Plagas (MIP): Perspectivas e importancia de su impacto en nuestra región. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(2), 67-69.
- World Health Organization (WHO). (2018). *Residuos de plaguicidas en los alimentos.*

CAMBIO DE PLAGUICIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN EL PROCESO DE DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES

ANEXO 1. Evaluación de Impacto Ambiental de productos iniciales: Matriz de Leopold Modificada

actividades	productos	FISICO																		BIOTICO																		ANTROPICO																																																																																																																																																											
		AIRE						AGUA						SUELO						FLORA						FAUNA						FAUNA						SALUD						SALUD																																																																																																																																																					
		C	I	EX	MO	PS	PR	SI	AC	EF	RV	RC	C	I	EX	MO	PS	PR	SI	AC	EF	RV	RC	C	I	EX	MO	PS	PR	SI	AC	EF	RV	RC	C	I	EX	MO	PS	PR	SI	AC	EF	RV	RC	C	I	EX	MO	PS	PR	SI	AC	EF	RV	RC																																																																																																																																									
DESINSECTACIÓN DE ÁREAS INDUSTRIALES	Imidacloprid líquido	Contaminación de aire por evaporación de plaguicida																								Contaminación de cuerpos de agua por infiltración de plaguicida																								Alteración a la fertilidad del suelo																								Falta de reproducción de especies vegetales endémicas y nativas por eliminación de insectos polinizadores																								Toxicidad sobre aves, mamíferos y organismos acuáticos																								Bioacumulación en organismos																								intoxicación por inhalación, ingestión o contacto dérmico																								Enfermedades por consumo de animales expuestos a plaguicidas																							
		- 4 4 4 1 2 2 1 1 4 1 2						- 3 1 2 1 2 1 1 1 1 2 2						- 4 2 2 1 2 2 4 2 2 2						- 8 4 2 2 4 4 1 1 2 4						- 4 1 2 2 2 2 1 4 2 4						- 3 2 1 1 2 2 1 1 4 2 2						- 4 1 2 1 4 1 1 4 2 1						- 1 1 2 4 4 1 1 1 4 4																																																																																																																																																					
		37,00						23,00						33,00						52,00						33,00						27,00						30,00						26,00																																																																																																																																																					
		Moderado						Irrelevante						Moderado						Severo						Moderado						Moderado						Moderado						Moderado																																																																																																																																																					
	Malathion	Contaminación de aire por evaporación de plaguicida																								Contaminación de cuerpos de agua por infiltración de plaguicida																								Alteración a la fertilidad del suelo																								Falta de reproducción de especies vegetales endémicas y nativas por eliminación de insectos polinizadores																								Toxicidad sobre aves, mamíferos y organismos acuáticos																								Bioacumulación en organismos																								intoxicación por inhalación, ingestión o contacto dérmico																								Enfermedades por consumo de animales expuestos a plaguicidas																							
		- 2 2 2 1 2 1 1 4 1 2						- 4 2 4 2 2 1 1 1 2 2						- 4 2 2 1 2 2 4 2 2 4						- 8 4 2 2 4 4 1 1 2 4						- 4 1 2 2 2 2 1 4 2 4						- 4 2 2 2 2 1 1 4 2 2						- 4 1 2 1 4 1 1 4 1 1						- 1 1 2 4 4 1 1 1 4 4																																																																																																																																																					
		24,00						31,00						35,00						52,00						33,00						32,00						29,00						26,00																																																																																																																																																					
		Irrelevante						Moderado						Moderado						Severo						Moderado						Moderado						Moderado						Moderado																																																																																																																																																					
	Fipronil	Contaminación de aire por evaporación de plaguicida																								Contaminación de cuerpos de agua por infiltración de plaguicida																								Alteración a la fertilidad del suelo																								Falta de reproducción de especies vegetales endémicas y nativas por eliminación de insectos polinizadores																								Toxicidad sobre aves, mamíferos y organismos acuáticos																								Bioacumulación en organismos																								intoxicación por inhalación, ingestión o contacto dérmico																								Enfermedades por consumo de animales expuestos a plaguicidas																							
		- 4 4 4 1 2 1 1 4 1 2						- 1 1 4 1 2 1 1 1 2 2						- 8 4 2 1 2 2 4 4 2 2						- 8 4 2 2 4 4 1 1 2 4						- 8 1 4 2 2 2 1 4 2 4						- 8 2 2 2 2 1 1 4 2 2						- 8 1 2 2 1 1 4 1 1 1						- 2 1 2 4 4 1 1 1 4 4																																																																																																																																																					
		36,00						19,00						51,00						52,00						47,00						44,00						39,00						29,00																																																																																																																																																					
		Moderado						Irrelevante						Severo						Severo						Moderado						Moderado						Moderado						Moderado																																																																																																																																																					

