



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MEDIO AMBIENTE**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN BIODIVERSIDAD Y RECURSOS  
GENÉTICOS**

**TEMA:**

---

**DESCUBRIENDO LAS POTENCIALIDADES Y AMENAZAS DE LOS  
HELECHOS PARA SU USO EN EL ECUADOR**

---

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Biodiversidad y Recursos Genéticos.

**Autor(a)**

Reyes Egas Christian Adrian

**Tutor(a)**

PhD. Salazar Cotugno Laura Inés

QUITO – ECUADOR

2022

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA  
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, Christian Adrian Reyes Egas, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “DESCUBRIENDO LAS POTENCIALIDADES Y AMENAZAS DE LOS HELECHOS PARA SU USO EN EL ECUADOR”, como requisito para optar al grado de Ingeniero en Biodiversidad y Recursos Genéticos y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 24 días del mes de febrero del 2022, firmo conforme:

Autor: Christian Adrian Reyes Egas

Firma:  .....

Número de Cédula: 1718803677

Dirección: Pichincha, Quito, La Concepción, Chaupicruz.

Correo Electrónico: christian.reyes@udlanet.ec

Teléfono: 0982612754

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “DESCUBRIENDO LAS POTENCIALIDADES Y AMENAZAS DE LOS HELECHOS PARA SU USO EN EL ECUADOR” presentado por Christian Adrian Reyes Egas, para optar por el Título de Ingeniero en Biodiversidad y Recursos Genéticos.

### **CERTIFICO**

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 7 de marzo del 2022



Firmado electrónicamente por:

**LAURA INES  
SALAZAR**

.....**COTUGNO**

PhD, Salazar Cotugno Laura Inés

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero en Biodiversidad y Recursos Genéticos, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 25 de febrero del 2022



.....

(Christian Adrian Reyes Egas)  
(C.C.: 1718803677)

## **APROBACIÓN TRIBUNAL**

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **DESCUBRIENDO LAS POTENCIALIDADES Y AMENAZAS DE LOS HELECHOS PARA SU USO EN EL ECUADOR**, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Biodiversidad y Recursos Genéticos, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 26 de marzo del 2022

PhD. Mónica Isabel Páez Vacas.

Nombres completos  
LECTOR

PhD. Ibon Tobes Sesma.

Nombres completos  
LECTOR

## **DEDICATORIA**

Este proyecto está dedicado para mis padres Ricardo Reyes y Viviana Egas, que sin esperar nada a cambio se esforzaron y se sacrificaron para formarme con valores que fueron muy necesarios para cursar esta etapa de mi vida.

También lo dedico a mis amigos más cercanos quienes estuvieron siempre presentes en todo momento y me dieron el ánimo necesario para seguir siempre adelante.

Para todas las personas que de una u otra manera han formado parte de este camino educativo y han estado dispuestos a brindarme su ayuda.

## **AGRADECIMIENTO**

Porque la gratitud en silencio no tiene sentido, me gustaría agradecer a:  
Dios por permitirme este momento y enseñarme que sus tiempos son perfectos.

A mis padres quienes han sido el pilar fundamental para la culminación de esta  
etapa universitaria.

A mis amigos y compañeros de la universidad quienes siempre supieron  
brindarme su apoyo incondicional.

A mi gran grupo de amigos y familia “Mangualuda” por siempre estar para mi en  
los momentos más significativos de mi vida y ser un ejemplo de buenas acciones  
y superación.

A mi novia Eduarda Valderrama por su incondicional apoyo y fortaleza que me  
brindó a lo largo de este periodo.

A mi tutora Laura Salazar, por ser quien me guio en la resolución y elaboración de  
este tema junto con perseverante apoyo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN PARA EL REPOSITORIO DIGITAL.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN DE LECTORES .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN EJECUTIVO .....	xii
ABSTRACT.....	xiii

### CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	5
1.1.1 OBJETIVO GENERAL .....	5
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5

### CAPITULO II

2. METODOLOGÍA.....	6
2.1 BASE DE DATOS DE LOS USOS Y AMENAZAS DE LOS HELECHOS ...	6

2.1.1 Organización de la información en la base de datos .....	6
2.2 PROBLEMAS AMBIENTALES EN ECUADOR .....	7
2.3 UTILIDAD DE LOS HELECHOS PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS AMBIENTALES EN ECUADOR .....	8

### **CAPITULO III**

3.1 USOS Y AMENAZAS DE LOS HELECHOS .....	9
3.2 PROBLEMAS AMBIENTALES EN ECUADOR .....	14
3.3 SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES EN ECUADOR MEDIANTE EL USO DE HELECHOS .....	17

### **CAPITULO IV**

4. DISCUSIÓN .....	19
--------------------	----

### **CAPITULO V**

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	21
5.1 LITERATURA CITADA .....	22
5.2 ANEXOS .....	26

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formato de tabla para organización de información .....	6
Tabla 2. Formato de tabla para organización de información .....	7
Tabla 3. Especies de helechos para usos ornamentales .....	10
Tabla 4. Especies de helechos para usos medicinales .....	10
Tabla 5. Especies de helechos alimenticios .....	11
Tabla 6. Especies de helechos para usos medioambientales .....	12

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de fuentes bibliográficas utilizadas .....	9
Figura 2. Países con más estudios realizados sobre la utilidad de los helechos .....	13
Figura 3. Porcentaje de estudios que reportan a los helechos con usos beneficiosos o como perjudiciales .....	13
Figura 4. Representación en porcentajes de los diferentes tipos de usos .....	14
Figura 5. Principales problemas ambientales en el Ecuador .....	15
Figura 6. Principales problemas ambientales en Ecuador, encontrados en la base de datos .....	15
Figura 7. Provincias con mayor número de registros de problemas ambientales ..	16
Figura 8. Principales causas que originan la contaminación del agua .....	16
Figura 9. Principales causas que originan la contaminación del suelo .....	17
Figura 10. Principales causas que originan la deforestación .....	17
Figura 11. Tipos de usos medioambientales más utilizados de la base de datos ..	18

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MEDIO AMBIENTE**  
**CARRERA BIODIVERSIDAD Y RECURSOS GENÉTICOS**

**TEMA: “DESCUBRIENDO LAS POTENCIALIDADES Y AMENAZAS DE LOS HELECHOS PARA SU USO EN EL ECUADOR”.**

**AUTOR:** (Christian Adrian Reyes Egas.)

**TUTOR:** (PhD. Laura Inés Salazar  
Cotugno.)

**RESUMEN EJECUTIVO**

Los helechos son plantas sin flores y semillas que pertenecen al grupo de las Pteridofitas. Son plantas que dependen del agua para completar su ciclo biológico y se reproducen mediante esporas. Estas plantas son morfológicamente distintas de las demás por la forma de sus frondas. Cumplen un rol muy importante en la naturaleza como colonizadores de zonas que han sufrido disturbios; además de sus múltiples usos medicinales, ornamentales, alimenticios y medioambientales que ofrecen. Sin embargo, existen muy pocos estudios sobre el uso de los helechos para su aplicación en Ecuador. Por tanto, en esta investigación se busca evaluar que tan beneficiosos o perjudiciales son los helechos para solucionar problemas medioambientales en Ecuador. En este estudio se realizó una búsqueda de información bibliográfica acerca de los usos y amenazas de los helechos a nivel global y los principales problemas medioambientales que sufre el Ecuador, relacionando esta información para establecer posibles soluciones. El resultado más importante es que varias especies de los géneros *Pteris*, *Azolla* y *Culcita* son capaces de actuar como biorremediadores de suelos afectados por actividades antrópicas como los derrames de petróleo y la ganadería. Finalmente, este estudio servirá como base para futuras investigaciones asociadas al uso de otras especies de helechos o plantas para solucionar diversos problemas ambientales.

**DESCRIPTORES:** helechos, usos, problemas ambientales, biorremediadores.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MEDIO AMBIENTE**  
**CARRERA BIODIVERSIDAD Y RECURSOS GENÉTICOS**

**THEME: “DISCOVERING THE POTENTIALS AND DANGERS OF FERNS AND THEIR USES IN ECUADOR”.**

**AUTHOR:** (Christian Adrian Reyes Egas.)

**TUTOR:** (PhD. Laura Inés Salazar Cotugno)

**ABSTRACT**

Ferns are plants without flowers and seeds that belong to the group of Pteridophytes. They are plants that depend on water to complete their biological cycle and reproduce by spores. These plants are morphologically different from other plants by the shape of their fronds. They play a very important role in nature as colonizers of areas that have suffered disturbances; in addition to their multiple medicinal, ornamental, food, and environmental uses that they offer. However, there are very few studies on the use of ferns for their application in Ecuador. Therefore, this research seeks to assess how beneficial or harmful ferns are to solve environmental problems in Ecuador. Therefore, this research seeks to assess how beneficial or harmful ferns are to solve environmental problems in Ecuador. This study conducted a search for bibliographical information about the uses and threats of ferns globally and the main environmental problems suffered by Ecuador, relating this information to establish possible solutions. The most important result is that several species of the genera *Pteris*, *Azolla*, and *Culcita* are capable of acting as bioremediators of soils affected by anthropogenic activities such as oil spills and cattle ranching. Finally, this study will serve as a basis for future research associated with the use of other fern or plant species to solve various environmental problems.

**KEYWORDS:** Ferns, uses, environmental problems, biomediator.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

Los helechos constituyen una antigua división de plantas vasculares, algunas de ellas tan antiguas como el Período Carbonífero (que comenzó hace unos 358,9 millones de años) y quizás más antiguas (Kelly et al., 2019). A partir de los helechos, evolucionaron todas las plantas vasculares que se conocen actualmente como las coníferas y las plantas con flores. En la actualidad existen aproximadamente 11000 especies de helechos alrededor del mundo, lo que las ubica en el segundo grupo más diverso de las plantas vasculares después de las plantas con semillas (PPG, 2016; Navarrete, 2001). Análisis morfológicos y filogenéticos moleculares recientes indican que los helechos son el grupo hermano de las plantas con semillas, e incluyen las familias Psilotaceae y Equisetaceae (Vasco et al., 2013).

Los helechos pertenecen al grupo de las pteridofitas y son plantas morfológicamente muy distintivas a las demás. Sus principales órganos y estructuras están compuestos por una raíz fibrosa, tallo (llamado rizoma en los helechos), hojas (también llamadas frondas), venas y soros (agrupación de esporangios que contienen las esporas) (Navarrete, 2001). Las frondas corresponden a una parte inconspicua del helecho donde algunos generalmente son rastreros y se propagan alrededor de la superficie de la tierra, debajo de los suelos o fangos; las longitudes varían dependiendo de las especies desde milímetros hasta diez metros cuando se trata de helechos arborescentes (Schmitt et al., 2017).

Los helechos han conservado un ciclo de vida primitivo que involucra dos generaciones o fases separadas y más o menos independientes, donde las plantas son completamente en muchos aspectos (Jarsun et al., 2020). En la primera fase, el esporofito (planta asexual que produce esporas) cuenta con el número total de cromosomas en las especies ( $2n$ ), y en la segunda fase el gametofito (planta bisexual que produce gametos X y Y) tiene la mitad del número de cromosomas ( $n$ ) (Navarrete, 2001). Los esporofitos producen esporas, cuando ya han alcanzado su estado de madurez, y estas se liberan y son dispersadas por acción directa del viento y el agua. Estas esporas germinan y producen gametofitos una vez que han encontrado las condiciones apropiadas para su desarrollo. Los anteridios (masculino) y arquegonios (femenino), son órganos sexuales que se desarrollan en el lado ventral del gametofito. El

anteridio produce los anterozoides y el arquegonio la célula huevo. La fecundación se da cuando existe agua de por medio, ya que el agua hace que se hinchen los anteridios y descarguen sus anterozoides los cuales fecundarán la célula huevo, y a su vez los arquegonios secretan una sustancia química cuya función principal es la de atraer a los anterozoides. El cigoto crece por división celular luego de la fecundación, y se transforma en una planta con raíz y hoja la cual posteriormente desarrollara a un nuevo esporofito (Navarrete, 2001).

Los helechos se encuentran adaptados a múltiples hábitats y zonas dentro de la naturaleza tales como bosques tropicales, de niebla, templados y varios ambientes secos (Albán, 2020). Crecen en el suelo, troncos de árboles, rocas y cuerpos de agua (Hernández & Pérez, 2019). Geográficamente, a nivel mundial los helechos son más abundantes en los trópicos. Las regiones árticas y antárticas poseen pocas especies (Gorrer et al., 2018). La mejor muestra de diversidad de helechos se observa en las selvas tropicales, donde en solo unas pocas hectáreas se pueden encontrar más de 100 especies, algunas de las cuales pueden constituir un elemento dominante de la vegetación (Martínez et al., 2020).

Ecuador cuenta con una extensión territorial de 25800 km<sup>2</sup>, lo que representa aproximadamente el 0,02% de la superficie terrestre y a pesar de ser un país relativamente pequeño, está considerado como uno de los 17 países megadiversos del mundo, debido a su gran diversidad de ecosistemas y gran cantidad de especies tanto en flora como en fauna (Neill, 2012; Mittermeier et al., 1998). En Ecuador existen alrededor de 1300 especies de pteridofitas (helechos y plantas afines), las cuales están ubicadas en su mayoría en bosques nublados en altitudes entre 1500 y 3000 m.s.n.m. (Navarrete, 2001). Según (Salazar et al., 2013) en la región andina existen países con una alta diversidad de especies como Bolivia (1163 especies) y Perú (1200 especies). Dado que los helechos se encuentran en múltiples hábitats, no es sorprendente que sus hojas exhiban una gran diversidad formas y tamaños (Martínez et al., 2020).

De acuerdo a literatura, los helechos tienen diversos tipos de uso. Para empezar este grupo de plantas juega un rol ecológico muy importante, mejorando las condiciones del suelo en zonas disturbadas. Esto se debe a algunas de sus características como propagación vegetativa mediante bulbos, albergar cianobacterias fijadoras de nitrógeno, formas nidos que recolectan humus que cae desde arriba o dispersar eficientemente las esporas (Jiménez et al., 2021). Los helechos también son utilizados como fuente de alimento animal y humano, especialmente las hojas jóvenes son consideradas comestibles en algunas regiones del mundo (Gamboa, 2018). Sin embargo, no existen descripciones muy especializadas sobre su consumo y preparación.

A pesar de que se conoce una especie de helecho (*Pteridium aquilinum*) que es venenosa específicamente para el ganado vacuno ya que posee propiedades tóxicas para estos animales provocándoles así la muerte y causando varias pérdidas económicas en el sector ganadero (Schmitt et al., 2017). Existen muchas otras especies que son utilizadas en diferentes áreas, con funciones medicinales, medioambientales, ornamentales, materiales para construcción y alimenticios (Méndez et al., 2018).

El principal valor económico de los helechos ha sido la horticultura, es así que existen viveros que suministran millones de plantas anualmente tanto para decoración de interiores y exteriores como para jardines y paisajismo al aire libre. Además, por sus múltiples formas y su aspecto estas plantas son consideradas como un gran atractivo ornamental (Cárdenas et al., 2021). Ciertas especies son usadas en el área de la construcción, como postes y columnas de casas gracias a su resistencia, además son poco atacados por termitas y otros insectos (Jiménez, 2011).

Los helechos en la actualidad llaman mucho la atención de los humanos debido a la gran cantidad de propiedades con las que cuentan. Por tanto, tienen un gran potencial en usos etnomedicinales (Lage & Vieira, 2020). Por ejemplo, algunas especies de helechos son utilizados como diuréticos, antibacteriales, antioxidantes, antimicóticos, antivirales y expectorantes que alivian la congestión de las vías respiratorias (Vale et al., 2021). También existen algunas especies que son utilizados en productos para el cuidado del cuero cabelludo, perfumes, lociones e incluso jabones (Gamboa, 2018).

En varios estudios sobre los helechos se ha evidenciado ciertos ejemplos, donde el helecho avestruz (*Matteuccia*) del noreste de América del Norte se come con frecuencia, sin efectos nocivos para la salud de los humanos, pero se ha demostrado que los dos helechos más comúnmente consumidos en el este de Asia (*Osmunda* y *Pteridium*) son fuertemente cancerígenos (Albán, 2020).

Algunos helechos son utilizados como fertilizantes, abonos y fitorremediadores para disminuir la contaminación de los suelos especialmente de metales pesados. El diminuto helecho mosquito acuático (*Azolla*) se ha convertido en una planta valiosa gracias a sus usos como biorremediadores de aguas contaminadas, especialmente en el sudeste asiático. Este helecho tiene un alga azul verdosa (*Azolla anabaena*) la cual siempre se encuentra en las bolsas de las hojas de *Azolla* y ayuda a convertir el nitrógeno en una forma utilizable por otras plantas,

aumentando así en gran medida la productividad de los arrozales donde se produce el helecho (Gamboa, 2018). Otra particularidad de los helechos es que son utilizados en la biorremediación del suelo debido a que tienen la capacidad de acumular ciertos contaminantes. Los helechos acuáticos, en particular, exhiben un potencial exorbitante para eliminar diversos contaminantes y compuestos orgánicos del medio ambiente (Tello et al., 2015). Dentro de estos se encuentra (*Pteris vittata*), un helecho el cual tiene alta tolerancia a altas temperaturas y ha sido utilizado para la absorción de metales pesados en zonas con suelos contaminados, producto de actividades petroleras (Nithya et al., 2021). Numerosos estudios han demostrado que la composición de especies de helechos se puede utilizar para predecir las propiedades del suelo, estado de los nutrientes y a su vez, pueden usarse para clasificar los sitios en términos de su productividad primaria esperada y la disponibilidad de alimento para los animales del bosque (Cárdenas et al., 2021).

Este estudio se enfoca en responder las siguientes preguntas: ¿qué tan beneficiosos o perjudiciales son los helechos para su potencial uso? y ¿cómo se podría utilizar los helechos, con la finalidad de solucionar problemas ambientales en Ecuador? De estas preguntas se desprende el principal objetivo que es evaluar que tan beneficiosos o perjudiciales son los helechos para su potencial uso en función de solucionar problemas ambientales en Ecuador.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo General**

Evaluar que tan beneficiosos o perjudiciales son los helechos para su potencial uso en función de solucionar problemas ambientales en Ecuador.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- 1) Crear una base de datos sobre los usos y amenazas de los helechos.
- 2) Determinar los problemas ambientales en Ecuador.
- 3) Determinar cómo los helechos pueden ser utilizados para solucionar problemas ambientales en Ecuador.

## CAPÍTULO II

### 2. METODOLOGÍA

#### 2.1 BASE DE DATOS DE LOS USOS Y AMENAZAS DE LOS HELECHOS

Como primer paso para la creación de la base de datos sobre los potenciales usos y amenazas de los helechos se diseñó la plantilla en Excel de la base de datos, con una guía del artículo científico de (Peña, 2020).

El segundo paso fue la recopilación de información bibliográfica sobre los usos y amenazas de los helechos, se realizó la búsqueda bibliográfica de información global de literatura y de archivos en base al tema para que se tenga fuentes confiables. En diferentes bases de datos, se tomó como partida las fuentes primarias como: libros, conferencias, revistas científica y enciclopedias que servirán de apoyo para encontrar fuentes bibliográficas secundarias o terciarias. Además, se tuvo en consideración las plataformas que cubren todas las características para la búsqueda de información, entre las cuales son: Scopus, Scien Direct, Scielo, etc.

Para facilitar dicha investigación se consideró ciertos parámetros que ayudaron a facilitar la búsqueda informativa, 1. Se realizó la búsqueda por el título, utilizando palabras clave como “Uses of ferns” y “ Potential uses of Pteridophytes, 2. Posteriormente se revisó el resumen para determinar si contiene la información que se necesita, 3. Luego se consideró la fecha, ya que la investigación debe contener información actualizada, basándose en un 70% de 5 años atrás, 3. Finalmente se evaluó el tipo de documento.

##### 2.1.1 Organización de la información en la base datos

La información fue seleccionada según los criterios mencionados anteriormente, dicha información se recopiló en una tabla de Excel (Tabla 1), la cual contiene toda la información necesaria de los artículos o estudios en los que están comprendidos el tema de investigación, de acuerdo a la especie y al uso que brinda.

**Tabla 1.** Formato de tabla para organización de información.

Tipo de fuente bibliográfica	Nombre de la fuente (revista, página, etc)	Enlace de la fuente	Nombre científico	Nombre común	País donde se usó	Tipo de uso (medicinal, ornamental, alimenticio, medioambiental)	Qué categoría cuando el uso es medioambiental (restauración, fitoremediación, biorremediación)	Beneficioso / Perjudicial
------------------------------	--	---------------------	-------------------	--------------	-------------------	--	--	---------------------------

Posteriormente se creó una serie de tablas y figuras, filtrando y agrupando los resultados obtenidos en la base de datos creada, de acuerdo a su tipo y categoría de uso en relación sus beneficios o perjuicios. De esta forma se brinda una mejor comprensión de los resultados a los lectores.

## 2.2 PROBLEMAS AMBIENTALES EN ECUADOR

Dentro de la elaboración del proyecto se realizó una búsqueda de literatura en base al tema en el cual se explica los problemas ambientales. Los cuales fueron determinados mediante la búsqueda de publicaciones en la plataforma “Google Académico” mediante palabras clave como: “problemas ambientales en el Ecuador asociadas con el petróleo”, “contaminación de aguas”, “minería y deforestación en el Ecuador” “Environment problems in Ecuador”. También se indagó en entidades competentes y responsables del manejo medioambiental en el Ecuador, al igual que la búsqueda de testimonios mediante video entrevistas en poblaciones locales afectadas, donde se evidencian los principales problemas medioambientales en el Ecuador.

Posteriormente se realizó un gráfico de pastel donde se presentan los principales problemas ambientales en Ecuador y cuáles son los más comunes, representados por porcentajes. Además, se elaboró una base de datos donde se encuentran los promotores más comunes de los principales problemas ambientales en Ecuador y su causa de origen, organizado bajo los criterios que se muestran en la (Tabla 2).

**Tabla .2** Formato de tabla para organización de información.

Tipo de fuente (Artículos, informes técnicos, revistas y tesis)	Enlace de la fuente	Problemas ambientales (Contaminación de agua y suelo, Deforestación)	Causa (Minería, Actividad petrolera, Agricultura y ganadería)	Lugar del problema	Número de registros
---	---------------------	--	---	--------------------	---------------------

Finalmente se filtró la información obtenida y se realizó gráficos de barras para relacionar los diferentes promotores de los principales problemas ambientales en función a las causas que los originan y al número de registros encontrados en la base de datos.

### **2.3 UTILIDAD DE LOS HELECHOS PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS AMBIENTALES EN ECUADOR**

Una vez recopilada la información acerca de los usos medioambientales de los helechos y conociendo cuales son los principales problemas ambientales que sufre el Ecuador, se procedió a relacionar los tipos de daños medioambientales más comunes encontrados en la literatura junto con los localizados en Ecuador, al igual que las diferentes especies de helechos utilizados para la solución de los problemas ambientales.

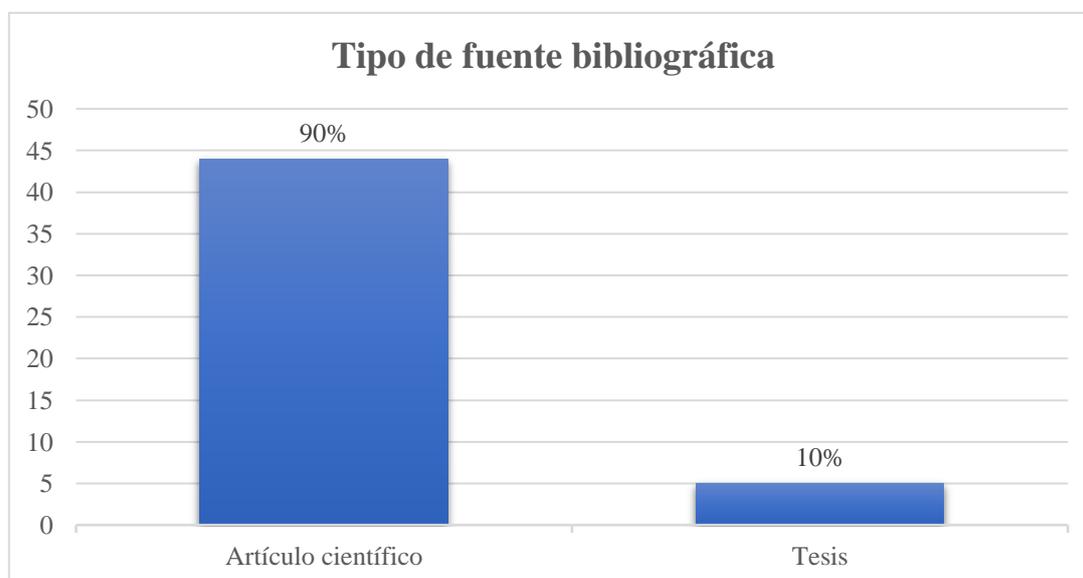
Finalmente se elaboró un gráfico de barras, el cual señala el tipo de uso medioambiental más común donde se ha utilizado a los helechos como biorremediadores, determinado mediante la filtración de la categoría de uso medioambiental de la base de datos principal (Anexo 1).

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 USOS Y AMENAZAS DE LOS HELECHOS

Se elaboró una base de datos (Anexo 1) a partir de un total de 49 referencias bibliográficas entre artículos científicos y tesis (Figura 1), donde se encontró varios tipos de usos de los helechos como: medicinales, medioambientales, ornamentales y alimenticios. De igual forma en la base de datos se puede observar diferentes tipos de usos medioambientales encontrados de la búsqueda bibliográfica. Estos son: fitorremediación, restauración, biocontroladores y fijadores de nitrógeno.



**Figura 1.** Tipos de fuentes bibliográficas utilizadas.

Es importante aclarar que la columna “Número de registros” en las tablas 3,4,5 y 6, indica el número de veces que en la búsqueda bibliográfica se reportó un uso para cada especie.

Con respecto al uso ornamental (Tabla 3) se encontraron cinco especies de helechos que son utilizados como adornos de interiores en hoteles, hogares, centros comerciales y jardines (Velázquez & Aguirre , 2015).

**Tabla 3.** Especies de helechos para usos ornamentales.

USO	ESPECIE	NÚMERO DE REGISTROS
<b>Adorno de interiores</b>	<i>Rumhora adiantiformis</i>	2
	<i>Nephrolepis exaltata</i>	2
	<i>Campyloneurum phyllitidis</i>	1
	<i>Cyathea rutenbergii</i>	1
	<i>Culcita macrocarpa</i>	1

Nota: Elaboración propia filtrada de la base de datos principal creada a partir de la búsqueda bibliográfica (Anexo 1).

Para los usos medicinales (Tabla 4) se reportaron 13 especies utilizadas para combatir y prevenir diferentes problemas de salud tanto en personas como en animales (de León et al., 2007).

**Tabla 4.** Especies de helechos para usos medicinales.

USO	ESPECIE	NÚMERO DE REGISTROS
<b>Medicinal</b>	<i>Adiantum chilense Kaulf</i>	1
	<i>Notholaena tomentosa</i>	1
	<i>Blechnum auriculatum</i>	2
	<i>Dryopteris filix-mas</i>	1
	<i>Adiantum capillus-veneris</i>	1
	<i>Nephrolepis</i>	2

<i>Azolla microphylla</i>	1
<i>Selaginellaceae</i>	2
<i>Pteridium rachnoideum</i>	2
<i>Pteris ensiformis Burm</i>	1
<i>Davallia solia</i>	1
<i>Lindsaea obtusa</i>	1
<i>Culcita macrocarpa</i>	1

Nota: Elaboración propia filtrada de la base de datos creada (Anexo 1).

Con respecto al uso alimenticio se encontró tres diferentes especies de helechos que son comestibles (Tabla 5) tanto para humanos y animales (Méndez et al., 2018).

**Tabla 5.** Especies de helechos alimenticios.

USO	ESPECIE	NÚMERO DE REGISTROS
<b>Comestible</b>	<i>Azolla microphylla</i>	2
	<i>Azolla pinnata</i>	2
	<i>Pteridium aquilinum</i>	1

Nota: Elaboración propia filtrada de la base de datos creada (Anexo 1).

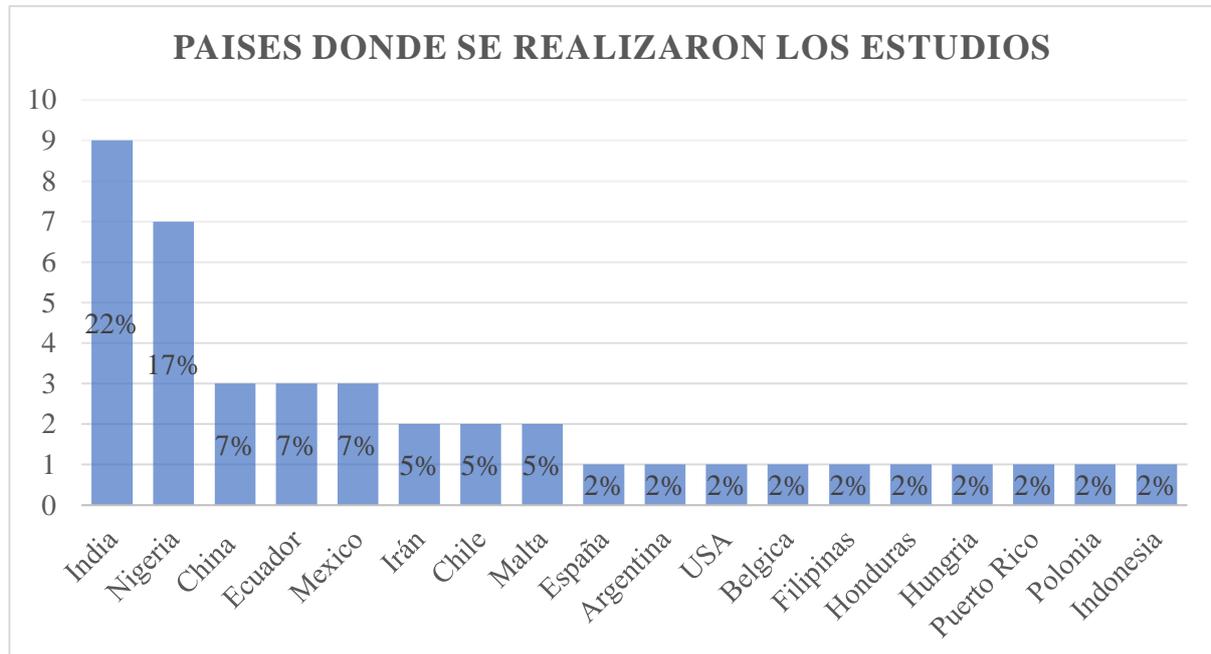
En cuanto a los usos medioambientales (Tabla 6), se encontró 16 especies de helechos utilizados para reparar diferentes problemas relacionados al medio ambiente, específicamente mediante fitorremediación (Tello et al., 2015).

**Tabla 6.** Especies de helechos para usos medioambientales. En esta tabla se muestran las diferentes categorías de uso dentro del uso medioambiental.

USO	ESPECIE	NÚMERO DE REGISTROS
<b>Fitorremediación</b>	<i>Azolla filiculoides</i>	1
	<i>Polypodium vulgare</i>	1
	<i>Azolla caroliniana</i>	1
	<i>Azolla anabaena</i>	1
	<i>Thelypteris kunthii</i>	1
	<i>Azolla pinnata</i>	1
	<i>Azolla microphylla</i>	2
	<i>Asplenium sagittatum</i>	1
	<i>Asplenium marinum</i>	1
	<i>Pteris vittata</i>	2
	<i>Salvinia natans</i>	1
	<i>Pteris ensiformis L</i>	2
	<i>Pteris tremula</i>	2
<b>Restauración</b>	<i>Culcita macrocarpa</i>	1
<b>Biocontroladores</b>	<i>Azolla microphylla</i>	1
<b>Fijadores de nitrógeno</b>	<i>Azolla filiculoides</i>	1

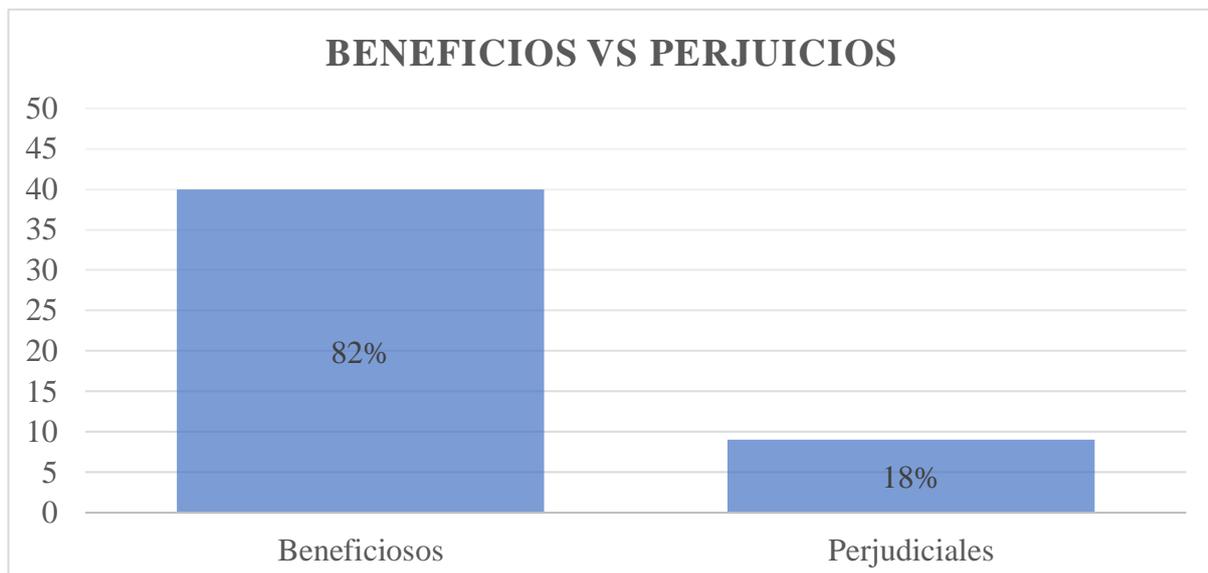
Nota: Elaboración propia filtrada de la base de datos creada (Anexo 1).

En la Figura 2 se observan los lugares y en qué porcentaje se realizaron los estudios sobre la utilidad de diferentes especies de helechos. India y Nigeria son los países donde más estudios se han ejecutado sobre los usos de este grupo de plantas. Ecuador cuenta con un 7% de estudios relacionados a la utilidad de los helechos.



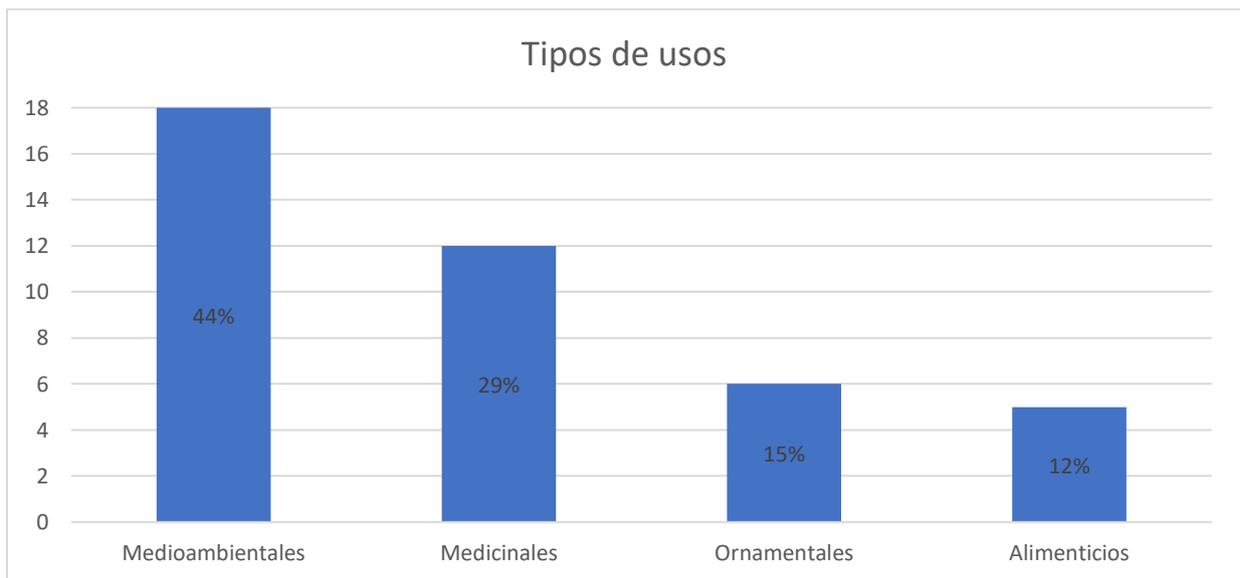
**Figura 2.** Países con más estudios realizados sobre la utilidad de los helechos.

En la Figura 3 se evidencia que existe una diferencia marcada entre los beneficios y perjuicios de los helechos. Se puede observar que 40 estudios reportan algún tipo de uso de los helechos, mientras que nueve estudios consideran que los helechos son perjudiciales.



**Figura 3.** Porcentaje de estudios que reportan a los helechos con usos beneficiosos o como perjudiciales.

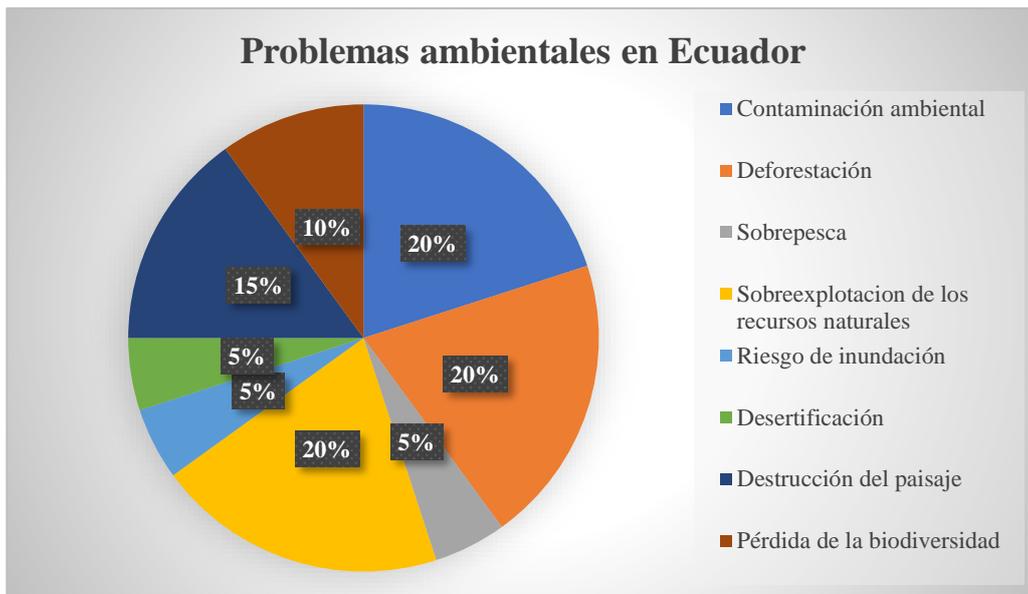
En la Figura 4 se puede observar los diferentes tipos de usos que se encontró a partir de la búsqueda bibliográfica. Como se puede evidenciar el uso medioambiental (18 estudios) es el que se reporta en mayor cantidad de estudios, luego sigue el uso medicinal (12 estudios), mientras que el uso ornamental (6 estudios) y el alimenticio (5 estudios) son los menos reportados.



**Figura 4.** Representación en porcentajes de los diferentes tipos de usos.

### 3.2 PROBLEMAS AMBIENTALES EN ECUADOR

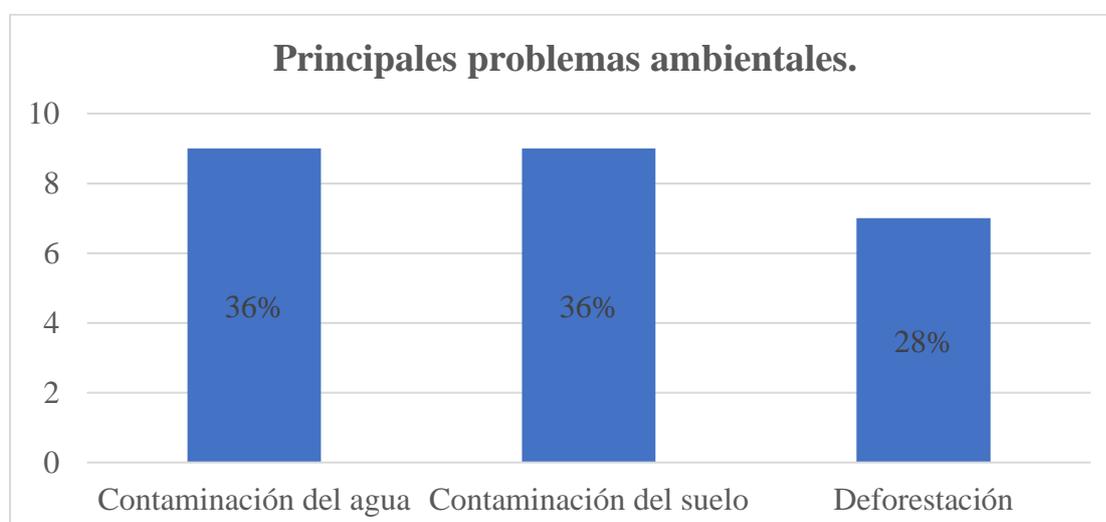
De acuerdo a un reporte del MAE (2001) existen aproximadamente ocho problemas medioambientales principales en el Ecuador (Figura 5) derivados de varias actividades que potencializan estos problemas.



**Figura 5.** Principales problemas ambientales en el Ecuador, expresado en porcentajes.

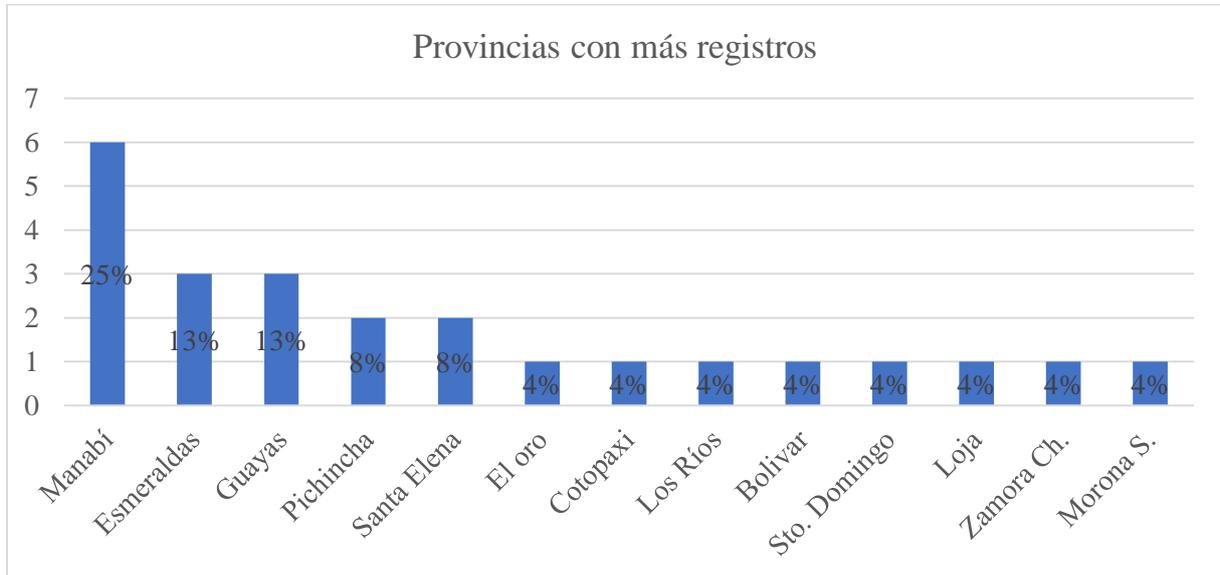
**Fuente:** (MAE, 2001).

A partir de la búsqueda bibliográfica se obtuvo una pequeña base de datos (Anexo 2) acerca de las causas más comunes que producen los problemas ambientales en Ecuador. Se obtuvo un total de 25 referencias bibliográficas entre artículos científicos, tesis, informes técnicos y reportes. Se encontró como principales problemas ambientales (Figura 6) a la deforestación (7 estudios), contaminación de aguas (9 estudios) y contaminación del suelo (9 estudios) causados por la minería, actividades petroleras, agricultura y ganadería.



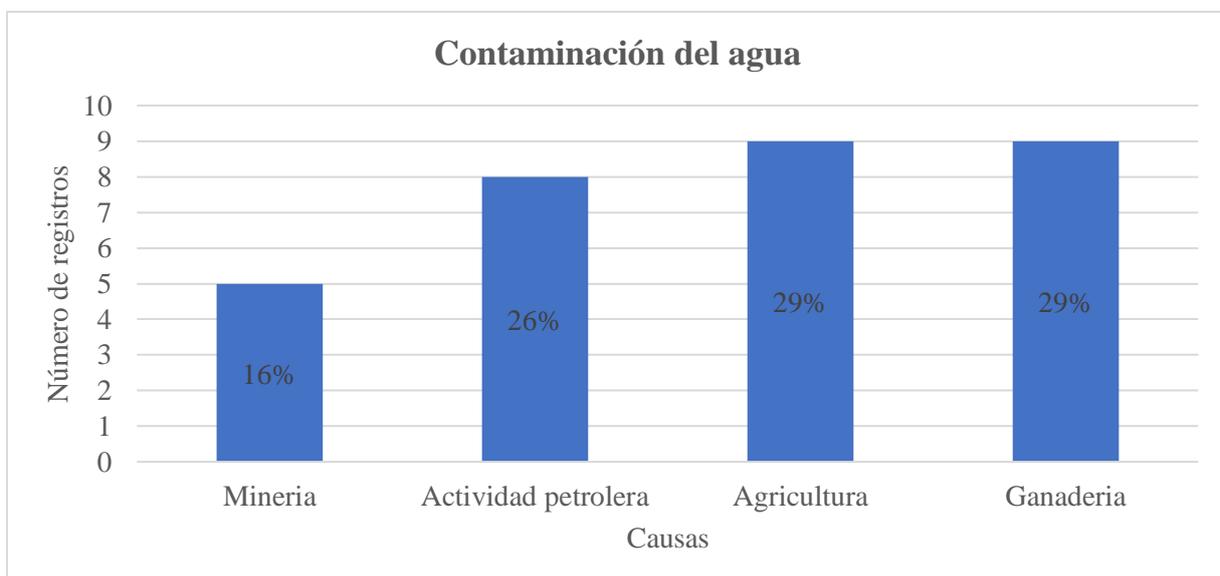
**Figura 6.** Principales problemas ambientales en Ecuador, encontrados en la base de datos (Anexo 2).

Los lugares donde se registraron un mayor número de problemas ambientales fueron las Provincias de Manabí, Esmeraldas y Guayas (Figura 7).

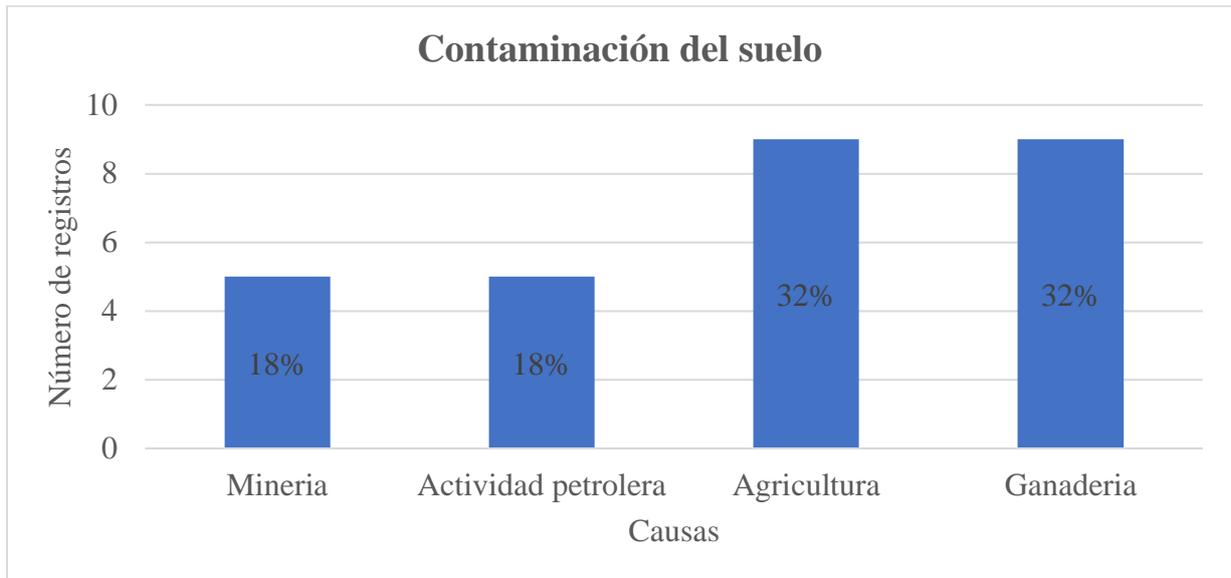


**Figura 7.** Provincias con mayor número de registros de problemas ambientales.

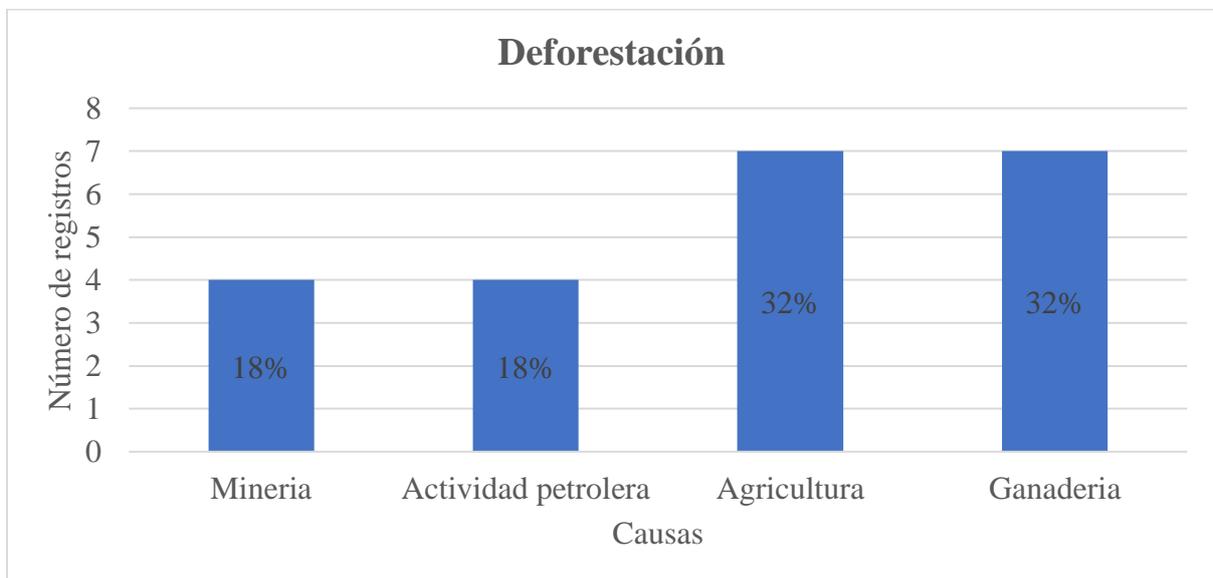
En las figuras 8, 9 y 10 se puede evidenciar el porcentaje de las causas que originan la contaminación de agua, contaminación del suelo y la deforestación. Además, se puede observar el número de registros encontrados por cada una de las causas, a partir de la búsqueda bibliográfica.



**Figura 8.** Principales causas que originan la contaminación del agua.



**Figura 9.** Principales causas que originan la contaminación del suelo.

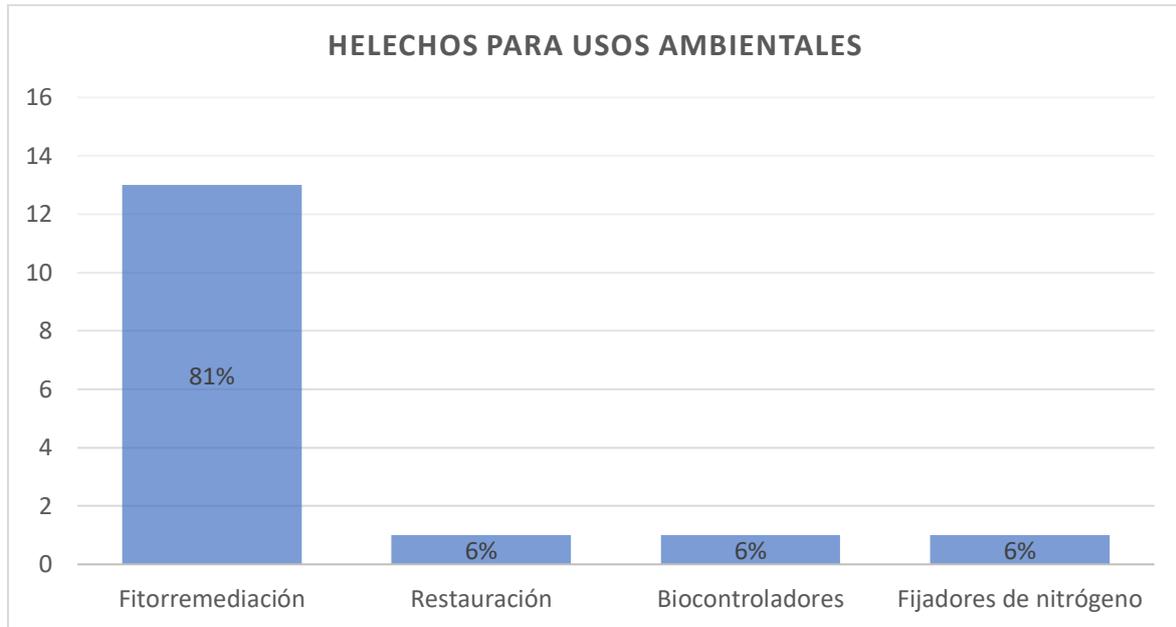


**Figura 10.** Principales causas que originan la deforestación.

### **3.3 SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES EN ECUADOR MEDIANTE EL USO DE HELECHOS**

Para solucionar los problemas ambientales en Ecuador, se escogió el uso medioambiental de los helechos. La Figura 11 muestra que el uso medioambiental más común es el de la

fitorremediación. Esto se relacionó con los resultados mostrados en las figuras 8, 9 y 10 que indican los principales problemas ambientales en Ecuador y las causas que los originan.



**Figura 11.** Tipos de usos medioambientales más utilizados de la base de datos (Anexo 2).

## CAPÍTULO IV

### 4. DISCUSIÓN

El principal aporte de esta investigación es conocer que tan beneficiosos o perjudiciales son los helechos para resolver los principales problemas ambientales que sufre el Ecuador. Como se presentó en los resultados (Figura 5), el Ecuador posee grandes problemas medioambientales, los cuales ponen en riesgo la salud de los seres humanos y su entorno.

El hallazgo más interesante de esta investigación fue que los helechos tienen muchos más beneficios que perjuicios. Como se indica en la Figura 3 existe una marcada diferencia de los estudios que señalan que los helechos son más beneficiosos que perjudiciales, obteniendo un 83% de estudios a favor de sus beneficios, frente a un 16% en contra.

Los perjuicios de los helechos se deben principalmente a que algunas especies de helechos *Pteridium aquilinum*, *Pteridium arachnoideum*, *Lygodium microphyllum* entre otras, son consideradas como especies invasoras y algunas pueden ser tóxicas para el ganado vacuno (Marreno & Calderón, 2012). Pese a que la especie *Pteridium aquilinum* es considerada venenosa, en uno de los estudios encontrados esta especie es reportada como alimento de animales (Tabla 5), específicamente del ganado porcino utilizado como antiparasitario (Méndez et al., 2018).

Los beneficios de los helechos son otorgados debido a los múltiples usos que ofrecen para solventar problemas en diferentes áreas. Existen especies de helechos que son específicas en el área ornamental (Tabla 3) como adorno de interiores y exteriores, en el área medicinal (Tabla 4) como antibacteriales o expectorantes y en el área medioambiental (Tabla 6) utilizados como biorremediadores, ya que gracias a sus propiedades existen especies de helechos capaces de absorber metales pesados o ser utilizados como filtros de aguas contaminadas, e incluso como restauradores de zonas degradadas producto de las actividades antrópicas en Ecuador (Chen et al., 2002; Pubby et al., 2003; Quintanilla et al., 2000).

Otro hallazgo importante de la búsqueda bibliográfica es que, dentro del uso medioambiental de los helechos se encontró que la fitorremediación es el más utilizado para solucionar problemas ambientales (Figura 11). Teniendo en cuenta que las causas principales de la deforestación y la contaminación del agua y suelo en Ecuador son las actividades extractivistas más comunes, agropecuarias y petroleras (figuras 8, 9 y 10) (Villacrés, 2017), la

fitoremediación a través de helechos podría ser una solución a estos problemas. Debido a que la fitorremediación consiste en restaurar ambientes contaminados como aguas o suelos, mediante la aplicación de especies vegetales (López et al., 2004). En este contexto, la especie *Pteris vittata* es caracterizada por su capacidad de absorber metales pesados y remediar zonas con antecedentes de haber sufrido derrames de petróleo como señalan Chen et al. (2002) y Wang et al. (2002) en sus estudios.

Por otro lado, Pubby et al. (2003), Arora y Saxena (2005) evidencian en sus publicaciones, la eficacia de la especie *Azolla anabaena* para la filtración y purificación de aguas contaminadas producto de actividades agropecuarias y ganaderas mientras que, la especie *Cladophora macrocarpa* ha sido utilizada como restaurador de zonas degradadas o que carecen de cobertura vegetal (Quintanilla et al., 2000).

Todas estas aplicaciones de los helechos pueden funcionar como alternativas para la mitigación de los problemas ambientales en Ecuador mediante la utilización de especies de helechos nativos. En el caso de que las especies sean originarias de otros lugares como por ejemplo la especie *Pteris vittata*, se deberían realizar investigaciones experimentales con especies nativas del Ecuador del género *Pteris* para probar su eficacia como fitorremediador en sitios donde se ha producido contaminación de suelo causado por derrames de petróleo y la agricultura.

Finalmente, pero no menos importante, es trascendental señalar que el porcentaje de estudios sobre los usos de los helechos en Ecuador encontrados en esta búsqueda bibliográfica es mucho menor (7%) que en otras regiones del mundo (India 22% y Nigeria 17%). Por lo que este estudio es una gran contribución para generar investigaciones más detalladas y experimentales sobre la aplicación de los helechos para solucionar problemas de contaminación de suelos y agua en el Ecuador.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Pese a que Ecuador posee una gran diversidad de plantas, no cuenta con estudios suficientes que puedan determinar el uso potencial de especies de helechos. Así los resultados de este trabajo, nos indican que existe un campo casi sin explorar respecto a los beneficios para los seres humanos y los ecosistemas de grupos de planta poco estudiados, en este caso los helechos.

A pesar de que algunas especies de helechos son consideradas perjudiciales, un porcentaje mayor de especies de este grupo de plantas tiene algún tipo de uso medicinal, ornamental y alimenticio e incluso algunas especies se pueden aplicar para restaurar suelos y aguas contaminadas.

En este estudio se evidencia el potencial de los helechos para solucionar problemas medioambientales a través de la fitorremediación. Por tanto, a partir de los resultados de este estudio se recomienda realizar, en el Ecuador, investigaciones experimentales enfocadas en la fitorremediación de suelos y agua utilizando especies nativas de los géneros de helechos *Pteris*, *Azolla* y *Culcita*.

## 5.1 LITERATURA CITADA

- Albán, M. (2020). *CARACTERIZACIÓN DE LOS HELECHOS (PTERYDOPHYTAS) PRESENTES EN EL CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI*. Universidad Técnica de Cotopaxi , Latacunga. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6643/1/PC-000839.pdf>
- Arora, A., & Saxena, S. (2005). Cultivation of *Azolla microphylla* biomass on secondary-treated Delhi municipal effluents. *Biomass and Bioenergy*, 29(1), 60-64. Obtenido de <https://n9.cl/iliy6>
- Cárdenas , G., Jones , M., Heymann, E., & Tuomisto, H. (2021). Characterizing primate home-ranges in Amazonia: Using ferns and lycophytes as indicators of site quality. *Wiley Online Library*, 53(3), 930-940. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/btp.12935>
- Chen, T., Wei, C., Huang, Z., Huang, Q., Lu, Q., & Fan, Z. (2002). Arsenic hyperaccumulator *Pteris vittata* L. and its arsenic accumulation. *Chinese Science Bulletin*, 47(11), 902-905. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1360/02tb9202>
- de León, M. E. M. D., Mendoza-Ruíz, A., & Pérez-García, B. (2007). Usos de los helechos y plantas afines. *Etnobiología*, 5(1), 117-126. Obtenido de <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/240>
- Gamboa, M. (2018). Flora Farallonensis I: los helechos del bosque premontano de Pico de Águila. *Scielo*, 9(2), 7-24. Obtenido de <http://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/8434/1412-Texto%20del%20art%20c3%adculo-3559-2-10-20190118.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Gorrer, D., Cayetano, P., Ramos, J., Giudice, G., & Luján, M. (2018). Morfogénesis de la fase sexual de los helechos epífitos *Microgramma mortoniana* y *Pleopeltis macrocarpa* (Polypodiaceae) de la Reserva Natural Punta Lara, Buenos Aires, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 66(3), 1078-1089. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v66n3/0034-7744-rbt-66-03-1078.pdf>
- Hernández, M., & Pérez, L. (2019). *Diversidad de Licopodios y Helechos en cuatro municipios de la Huasteca Hidalguense*. Instituto Tecnológico Nacional de México. Obtenido de

<http://rinacional.tecnm.mx/jspui/bitstream/TecNM/1139/1/1.-Tesis%20HELECHOS%20C.pdf>

Jarsun , A., Chmabi, J., Jaimez, D., Cacharani, D., & Martínez , O. (2020). Ferns and lycophytes: an update on the flora of the Valle de Lerma- Salta, Argentina. *Polibotánica*(49), 1-14. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n49/1405-2768-polib-49-1.pdf>

Jiménez, R., Worthy, S., Valencia, R., Pérez, A., Reynolds, A., Barone, J., & Burgess, K. (2021). Tree community composition, structure and diversity along an elevational gradient in an Andean forest of Northern Ecuador. *SpringerLink*, 18(1), 2315-2327. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11629-020-6479-3>

Jiménez, S. (2011). *ESTADO ACTUAL DE CONOCIMIENTO DEL USO DE ALGUNOS DE LOS HELECHOS PRESENTES EN COLOMBIA*. Pontificia Universidad Javeriana , Bogotá. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8838/tesis783.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kelly, S., Yañez, A., Ocampo, D., & Marquez, G. (2019). Ferns and Lycophytes from Yabotí Biosphere Reserve, Misiones, Argentina: Parque Provincial Moconá. *Scielo*, 70(1), 1-11. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/rod/a/BPXYXys7NNK4KMwMqJsSXFv/?format=pdf&lang=es>

Lage , N., & Vieira , C. (2020). Ferns and lycophytes from a forest associated with quartzite fragments in southern Espírito Santo state, Brazil. *Heringeriana*, 14(1), 33-48. Obtenido de <http://revistas.jardimbotanico.ibict.br/index.php/heringeriana/article/view/917912>

López, R. A. N., Vong, Y. M., Borges, R. O., & Olguín, E. J. (2004). Fitorremediación: fundamentos y aplicaciones. *Revista Ciencia*, 69-83. Obtenido de <https://n9.cl/byma9>

Marrero Faz, E., & Calderón Tobar, Á. (2012). Plantas tóxicas e inocuidad alimentaria: Hematuria Enzoótica Bovina por Pteridium spp. un problema relevante de salud. *Revista de Salud Animal*, 34(3), 137-143. Obtenido de <https://n9.cl/utzip>

Martínez, D., Hernández, N., Hernández, B., Hernández, A., & Sánchez, A. (2020). Diversity of lycopods and ferns of the tropical subdeciduous forest of Hidalgo state, Mexico. *Acta*

*Botánica de México*, 12(2), 1-15. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n126/2448-7589-abm-126-e1434.pdf>

Méndez-Martínez, Y., Pérez-Tamames, Y., Pérez, J. J. R., & Jimenez, V. D. P. (2018). Azolla sp., un alimento de alto valor nutricional para la acuicultura. *Biotecnia*, 20(1), 32-40. Obtenido de <https://n9.cl/12ini>

Ministerio del Ambiente Ecuador, EcoCiencia, Unión Mundial para la Naturaleza - UICN. (2001). La Biodiversidad en el Ecuador Informe 2000. (C. Josse, Ed.) Quito. Obtenido de <https://n9.cl/u5ugo>

Mittermeier, R. A., Myers, N., Thomsen, J. B., da Fonseca, G. A. B., y Olivieri, S. (1998). Biodiversity hotspot and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology*, 12, 526–520.

Navarrete, H. (2001). *Helechos comunes de la Amazonia baja ecuatoriana*. Quito: Editorial Simbioe.

Neill, D. A. (2012). ¿Cuántas especies nativas de plantas vasculares hay en el Ecuador? *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 0(0), 2.

Nithya, T., Snega, P., & Kamaraj, M. (2021). Bioremediation of Heavy Metals Using *Salvina Molesta* – A Freshwater Aquatic Weed. *SpringerLink*, 337-353. Obtenido de [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-63575-6\\_16](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-63575-6_16)

Pabby, A., Prasanna, R., & Singh, P. K. (2003). Azolla-Anabaena symbiosis-from traditional agriculture to biotechnology. Obtenido de <http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/11286>

Peña Altamirano, T. P. (2020). *Estudio de la diversidad y biomasa de helechos en bosques de diferentes estados de conservación en un gradiente altitudinal en los Andes tropicales del Ecuador para determinar su respuesta al cambio de uso del suelo* (Master's thesis, Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica). Obtenido de <http://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/1847>

Pteridophyte Phylogeny Group (2016). A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. *Journal of Systematics and Evolution*, 54(6), 563–603. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jbi.14076>

- Quintanilla, L. G., Pajarón, S., Pangua, E., & Amigo, J. (2000). Effect of temperature on germination in northernmost populations of *Culcita macrocarpa* and *Woodwardia radicans*. *Plant Biology*, 2(06), 612-617. Obtenido de <https://n9.cl/cyjzd>
- Salazar, L., Homeier, J., Kessler, M., Abrahamczyk, S., Lehnert, M., Krömer, T., & Kluge, J. (2013). Diversity patterns of ferns along elevational gradients in Andean tropical forests. *Plant Ecology and Diversity*, 8(1), 13–24. <https://doi.org/10.1080/17550874.2013.843036>
- Schmitt, M., Mehltreter, K., Sundue, M., Testo, W., Watanabe, T., & Jansen, S. (2017). The evolution of aluminum accumulation in ferns and lycophytes. *American Journal of Botany*, 10(4), 573-583. Obtenido de <https://bsapubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.3732/ajb.1600381>
- Tello Zevallos, W., Salvatierra, L. M., & Perez, L. M. (2015). Evaluación de los mecanismos de eliminación de Pb<sup>2+</sup> en sistemas de fitorremediación en lotes operados con *Salvinia biloba raddi* (acordeón de agua). Obtenido de <https://n9.cl/a7cpl>
- Vale, H., Torke, B., & Almeida, T. (2021). An inventory of the ferns and lycophytes of the Lower Tapajós River Basin in the Brazilian Amazon reveals collecting biases, sampling gaps, and previously undocumented diversity. *SpringerLink*, 73, 459-480. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s12228-021-09668-7>
- Vasco, A., Moran, R., & Ambrose, B. (2013). La evolución, morfología y desarrollo de las hojas de helecho. *NCBI*, 4(1), 345-350. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761161/>
- Velázquez, E., & Aguirre, E. (2015). Los Helechos como plantas ornamentales. Obtenido de [https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/66\\_3/PDF/Helechos.pdf](https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/66_3/PDF/Helechos.pdf)
- Villacrés, F. C., Quiñónez, L. V., Ponce, F. Q., Charcopa, K. S., & da Silva, E. V. (2017). Situación de la agricultura familiar y el extractivismo en el Ecuador caso de estudio en las parroquias rurales del cantón Muisne. *Dominio de las Ciencias*, 3(3), 689-713. Obtenido de <https://n9.cl/biokf>
- Wang, J., Zhao, F. J., Meharg, A. A., Raab, A., Feldmann, J., & McGrath, S. P. (2002). Mechanisms of arsenic hyperaccumulation in *Pteris vittata*. Uptake kinetics, interactions with phosphate, and arsenic speciation. *Plant physiology*, 130(3), 1552-1561. Obtenido de <https://n9.cl/0xtr2>

## 5.2 ANEXOS

### Anexo 1. Base de datos principal.

Tipo de fuente bibliográfica	Nombre de la fuente (revista, página, etc)	Enlace de la fuente	Nombre científico	Nombre común	País donde se usó	Tipo de uso (medicinal, ornamental, alimenticio, medioambiental)	Qué categoría cuando el uso es medioambiental (restauración, fitorremediación, biorremediación)	Beneficioso / Perjudicial
Tesis de Maestría	Universidad Central del Ecuador	<a href="http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/12941/1/T-UCE-0016-010.pdf">http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/12941/1/T-UCE-0016-010.pdf</a>	<i>Azolla filiculoides</i>	Helecho Acuático	Ecuador	Medioambiental	Fitorremediación	Beneficioso
Tesis de Maestría	Universidad Da Coruña	<a href="https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/24238/FernandezMartinez_Eva_TFG_2019.pdf?sequence=2&amp;isAllowed=y">https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/24238/FernandezMartinez_Eva_TFG_2019.pdf?sequence=2&amp;isAllowed=y</a>	<i>Culeita macrocarpa</i>	Helecho Relicto	España	Ornamental-medioambiental	Restauración	Beneficioso
Artículo Científico	Proceedings	<a href="https://www.mdpi.com/2504-3900/71/1/2">https://www.mdpi.com/2504-3900/71/1/2</a>	<i>Adiantum chilense</i> Kaulf.	Culantrillo	Chile	Medicinal	-	Beneficioso
Artículo Científico	Scielo	<a href="https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S0717-66432004000100001">https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S0717-66432004000100001</a>	<i>Notholaena tomentosa</i>	-	Chile	Medicinal	-	Beneficioso
Artículo Científico	Scielo	<a href="https://www.ingentaconnect.com/content/nhn/blumea/pre-prints/content-nbc-blumea-0602">https://www.ingentaconnect.com/content/nhn/blumea/pre-prints/content-nbc-blumea-0602</a>	<i>Blechnum auriculatum</i>	Palmilla	Argentina	Medicinal	-	Beneficioso

Artículo Científico	Scielo	<a href="https://smujo.id/jnpb/article/view/9509/5241">https://smujo.id/jnpb/article/view/9509/5241</a>	<i>Lindsaea obtusa</i>	<i>Lindsaea obtusa</i>	Indonesia	Medicinal	-	Beneficioso
Artículo Científico	Annals of Botany	<a href="https://academic.oup.com/aob/article/125/4/691/5709651?login=true">https://academic.oup.com/aob/article/125/4/691/5709651?login=true</a>	<i>Pteridium aquilinum</i>	<i>Pteridium aquilinum</i>	USA	Alimento	-	Beneficioso
Artículo Científico	PubMed	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6612247/">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6612247/</a>	<i>Dryopteris filix-mas</i>	<i>Dryopteris filix-mas</i>	Nigeria	Medicinal	-	Beneficioso
Artículo Científico	PubMed	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5810381/">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5810381/</a>	<i>Adiantum capillus-veneris</i>	<i>Helecho culantrillo</i>	Iran	Medicinal	-	Beneficioso
Artículo Científico	ELSEVIER	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894721033325">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894721033325</a>	<i>Polypodium vulgare</i>	<i>Polypodium vulgare</i>	Polonia	Ambiental	Fitorremediación	Beneficioso
Artículo Científico	Research Gate	<a href="https://www.researchgate.net/profile/Fabiola-Arecas-Berazain/publication/322898470_Cyathea_ruttenbergii_a_new_tree_fern_Cyatheaaceae_Polypodiopsida_from_Puerto_Rico/links/5c8c96ba45851564fae0ead7/Cyathea-ruttenbergii-a-new-tree-fern-Cyatheaaceae-Polypodiopsida-from-Puerto-Rico.pdf">https://www.researchgate.net/profile/Fabiola-Arecas-Berazain/publication/322898470_Cyathea_ruttenbergii_a_new_tree_fern_Cyatheaaceae_Polypodiopsida_from_Puerto_Rico/links/5c8c96ba45851564fae0ead7/Cyathea-ruttenbergii-a-new-tree-fern-Cyatheaaceae-Polypodiopsida-from-Puerto-Rico.pdf</a>	<i>Cyathea ruttenbergii</i>	<i>Cyathea ruttenbergii</i>	Puerto Rico	Ornamental	-	Beneficioso
Artículo Científico	Wildlife and Environmen	<a href="https://www.ajol.info/index.php/jrfwe/article/view/178581">https://www.ajol.info/index.php/jrfwe/article/view/178581</a>	<i>Angiopteris evecta</i>	<i>Angiopteris evecta</i>	Nigeria	Invasivo	-	Perjudicial
Artículo Científico	Wildlife and Environmen	<a href="https://www.ajol.info/index.php/jrfwe/article/view/178582">https://www.ajol.info/index.php/jrfwe/article/view/178582</a>	<i>Salvinia molesta</i>	<i>Salvinia molesta</i>		Invasivo	-	Perjudicial
Artículo Científico	Research Gate	<a href="https://www.researchgate.net/profile/Imoh-Johnny/publication/340444351_PHYTOMEDICINAL_POTENTIALS_OF_SPECIES_OF_NEPHROLEPIS_SCHOTT/links/5e89b9e74585150839c13468/PHYTOMEDICINAL-POTENTIALS-OF-SPECIES-OF-NEPHROLEPIS-SCHOTT.pdf">https://www.researchgate.net/profile/Imoh-Johnny/publication/340444351_PHYTOMEDICINAL_POTENTIALS_OF_SPECIES_OF_NEPHROLEPIS_SCHOTT/links/5e89b9e74585150839c13468/PHYTOMEDICINAL-POTENTIALS-OF-SPECIES-OF-NEPHROLEPIS-SCHOTT.pdf</a>	<i>Nephrolepis</i>	<i>Nephrolepis</i>	Nigeria	medicinal	-	Beneficioso
Artículo Científico	Research Gate	<a href="https://www.ajol.info/index.php/jrfwe/article/view/178581">https://www.ajol.info/index.php/jrfwe/article/view/178581</a>	<i>Pellaea link</i>	<i>Monedita</i>	Nigeria	Ornamental	-	Beneficioso
Tesis de Pregrado	Repositorio de la Universidad de Guayaquil	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/33641">http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/33641</a>	<i>Azolla caroliniana</i>	<i>Azolla caroliniana</i>	Ecuador	Ambiental	Fitorremediación	Beneficioso

Tesis de Pregrado	Repositorio Universidad Técnica de Ambato	<a href="https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/8455/1/BQ%2056%20.pdf">https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/8455/1/BQ%2056%20.pdf</a>	Azolla anabaena	Azolla anabaena	Ecuador	Ambiental	Fitorremediación	Beneficioso
Artículo Científico	Revista Británica	<a href="https://www.britannica.com/plant/Angiopteris-evecta">https://www.britannica.com/plant/Angiopteris-evecta</a>	Angiopteris evecta	Angiopteris evecta	-	Invasivo	-	Perjudicial
Artículo Científico	Revista Británica	<a href="https://www.britannica.com/plant/Angiopteris-evecta">https://www.britannica.com/plant/Angiopteris-evecta</a>	Lygodium microphyllum	Lygodium microphyllum	-	Invasivo	-	Perjudicial
Artículo Científico	Wildlife and Environmen	<a href="https://www.ajol.info/index.php/jrfwe/article/view/178581">https://www.ajol.info/index.php/jrfwe/article/view/178581</a>	Pityrogramma calomelanos L.	Pityrogramma calomelanos L.	Nigeria	Invasivo	-	Perjudicial
Artículo Científico	wildlife and Environmen	<a href="https://www.ajol.info/index.php/jrfwe/article/view/178582">https://www.ajol.info/index.php/jrfwe/article/view/178582</a>	Michaux	Polystichum acrostichoides	Indonesia	Invasivo	-	Perjudicial
Artículo Científico	wildlife and Environmen	<a href="https://www.ajol.info/index.php/jrfwe/article/view/178583">https://www.ajol.info/index.php/jrfwe/article/view/178583</a>	Pteridium aquilinum	Pteridium aquilinum	Nigeria	Invasivo	-	Perjudicial
Artículo Científico	wildlife and Environmen	<a href="https://www.ajol.info/index.php/jrfwe/article/view/178584">https://www.ajol.info/index.php/jrfwe/article/view/178584</a>	Pteridium arachnoideum	Pteridium arachnoideum	Nigeria	Invasivo	-	Perjudicial
Artículo Científico	Dialnet	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5294471">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5294471</a>	Campyloneurum phyllitidis	Campyloneurum phyllitidis	Mexico	Ornamental	-	Beneficioso
Artículo Científico	Dialnet	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5294472">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5294472</a>	Rumohra adiantiformis	Rumohra adiantiformis	Mexico	Ornamental	-	Beneficioso
Artículo Científico	REVISTA INTERNACIONAL DE DESARROLLO REGIONAL SUSTENTABLE)	<a href="http://www.rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/77/81">http://www.rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/77/81</a>	Thelypteris kunthii	Thelypteris kunthii	Mexico	Ambiental	Fitorremediación	Beneficioso
Artículo Científico	ELSEVIER	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S009884720500153X">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S009884720500153X</a>	Azolla pinnata	Azolla pinnata	India	Ambiental	Fitorremediación	Beneficioso
Artículo Científico	ELSEVIER	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953405000310">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953405000310</a>	Azolla microphylla	Azolla microphylla	India	Ambiental	Fitorremediación	Beneficioso
Artículo Científico	ELSEVIER	<a href="https://www.ripublication.com/ijafst_spl/ijafstv4n3sp1_06.pdf">https://www.ripublication.com/ijafst_spl/ijafstv4n3sp1_06.pdf</a>	Azolla microphylla	Azolla microphylla	India	Alimento	-	Beneficioso

Artículo Científico	ELSEVIER	<a href="https://www.researchgate.net/profile/Selvaraj-Kunjiappan-2/publication/285947614_Isolation_and_structural_elucidation_of_flavonoids_from_aquatic_fern_Azolla_microphylla_and_evaluation_of_free_radical_scavenging_activity/links/59c23dad0f7e9b21a82a5181/Isolation-and-structural-elucidation-of-flavonoids-from-aquatic-fern-Azolla-microphylla-and-evaluation-of-free-radical-scavenging-activity.pdf">https://www.researchgate.net/profile/Selvaraj-Kunjiappan-2/publication/285947614_Isolation_and_structural_elucidation_of_flavonoids_from_aquatic_fern_Azolla_microphylla_and_evaluation_of_free_radical_scavenging_activity/links/59c23dad0f7e9b21a82a5181/Isolation-and-structural-elucidation-of-flavonoids-from-aquatic-fern-Azolla-microphylla-and-evaluation-of-free-radical-scavenging-activity.pdf</a>	<i>Azolla microphylla</i>	<i>Azolla microphylla</i>	India	Medicinal	-	Beneficioso
Artículo Científico	Onlinelibrary	<a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0426.2004.00562.x">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0426.2004.00562.x</a>	<i>Azolla microphylla</i>	<i>Azolla microphylla</i>	Belgica	Alimento	-	Beneficioso
Artículo Científico	SpringerLink	<a href="https://link.springer.com/article/10.1007/BF00337207">https://link.springer.com/article/10.1007/BF00337207</a>	<i>Azolla microphylla</i>	<i>Azolla microphylla</i>	Filipinas	Ambiental	Agricultura	Beneficioso
Artículo Científico	Onlinelibrary	<a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2915.1991.tb00556.x">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2915.1991.tb00556.x</a>	<i>Azolla microphylla</i>	<i>Azolla microphylla</i>	India	Ambiental	Biocontrolador	Beneficioso
Artículo Científico	Indian Journals	<a href="https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijs&amp;volume=44&amp;issue=2&amp;article=010">https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijs&amp;volume=44&amp;issue=2&amp;article=010</a>	<i>Azolla pinnata</i>	<i>Azolla pinnata</i>	India	Alimento	-	Beneficioso
Artículo Científico	indian Journals	<a href="https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijs&amp;volume=26&amp;issue=4&amp;article=009">https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijs&amp;volume=26&amp;issue=4&amp;article=009</a>	<i>Azolla pinnata</i>	<i>Azolla pinnata</i>	India	Alimento	-	Beneficioso
Artículo Científico	ELSEVIER	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653503011317">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653503011317</a>	<i>Azolla caroliniana</i>	<i>Azolla caroliniana</i>	Polonia	Ambiental	Removedor de metales pesados	Beneficioso
Artículo Científico	Revista de Agricultura y alimentos quimicos	<a href="https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf60219a051">https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf60219a051</a>	<i>Azolla filiculoides</i>	<i>Azolla filiculoides</i>	Vietnam	Ambiental	Fijador de Nitrógeno	Beneficioso
Artículo Científico	ELSEVIER	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143720805002135">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143720805002135</a>	<i>Azolla filiculoides</i>	<i>Azolla filiculoides</i>	India	Ambiental	Bioarsorción	Beneficioso
Artículo Científico	The Central Mediterranean Naturalist	<a href="http://um.edu.mt/library/oar/bitstream/123456789/15244/1/4-4-2008-A4.pdf">um.edu.mt/library/oar/bitstream/123456789/15244/1/4-4-2008-A4.pdf</a>	<i>Asplenium sagittatum</i>	<i>Asplenium sagittatum</i>	Malta	Ambiental	Fitorremediación	Beneficioso
Artículo Científico	The Central Mediterranean Naturalist	<a href="http://um.edu.mt/library/oar/bitstream/123456789/15244/1/4-4-2008-A4.pdf">um.edu.mt/library/oar/bitstream/123456789/15244/1/4-4-2008-A4.pdf</a>	<i>Asplenium marinum</i>	<i>Asplenium marinum</i>	Malta	Ambiental	Fitorremediación	Beneficioso
Artículo Científico	Impact Factor	<a href="https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2015.00000">https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2015.00000</a>	<i>Pteris vittata</i>	<i>Pteris vittata</i>	China	Ambiental	Fitorremediación	Beneficioso

Artículo Científico	Fisiología Acuática	<a href="https://japb.guilan.ac.ir/article_4688.html?lang=en">https://japb.guilan.ac.ir/article_4688.html?lang=en</a>	<i>Salvinia natans</i>	<i>Salvinia natans</i>	Iran	Ambiental	Fitorremediación	Beneficioso
Artículo Científico	ELSEVIER	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S</a>	<i>Pteris ensiformis</i> L	<i>Pteris ensiformis</i> L	India	Ambiental	Fitorremediación	Beneficioso
Artículo Científico	Onlinelibrary	<a href="https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j">https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j</a>	<i>Pteris tremula</i>	<i>Pteris tremula</i>	Uk	Ambiental	Fitorremediación	Beneficioso
Tesis de Pregrado	Repositorio de la Zamorano	<a href="https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/3045">https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/3045</a>	<i>Hoja de cuero</i>	<i>Rumhora adiantiformis</i>	Honduras	ornamental	-	Beneficioso
Artículo Científico	CNKI	<a href="https://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-GSSX2">https://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-GSSX2</a>	<i>Selaginellaceae</i>	<i>Selaginellaceae</i>	China	medicinal	-	Beneficioso
Artículo Científico	SpringerLink	<a href="https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319">https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319</a>	<i>Pteridium rachnoideum</i>	<i>Pteridium rachnoideum</i>	Hungria	medicinal	-	Beneficioso
Artículo Científico	SpringerLink	<a href="https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319">https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319</a>	<i>Pteris ensiformis</i> Burm	<i>Pteris ensiformis</i> Burm	Rumania	medicinal	-	Beneficioso
Artículo Científico	SpringerLink	<a href="https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319">https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319</a>	<i>Davallia solia</i>	<i>Davallia solia</i>	China	medicinal	-	Beneficioso

**Anexo 2.** Base de datos de los principales promotores de problemas ambientales del Ecuador.

<b>Tipo de fuente (Artículos, informes técnicos, revistas y tesis)</b>	<b>Enlace de la fuente</b>	<b>Problemas ambientales (Contaminación de agua y suelo, Deforestación)</b>	<b>Causa (Minería, Actividad petrolera, Agricultura y ganadería)</b>	<b>Lugar del problema</b>	<b>Número de registros</b>
Artículo Científico	<a href="https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/160/294">https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/160/294</a>	Deforestación	minería	Jambelí	0
			actividad petrolera		0
			agricultura		1
			ganadería		1
Artículo Científico	<a href="https://www.redalyc.org/pdf/5055/505554804005.pdf">https://www.redalyc.org/pdf/5055/505554804005.pdf</a>	Contaminación del agua	minería	Guayaquil	0
			actividad petrolera		1
			agricultura		1
			ganadería		0
Tesis	<a href="http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/646/1/TESIS%20TOAPANTA%20MENDOZA%20AMANDA.pdf">http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/646/1/TESIS%20TOAPANTA%20MENDOZA%20AMANDA.pdf</a>	Contaminación del suelo	minería	Pichincha	0
			actividad petrolera		0
			agricultura		1
			ganadería		1
Revista Científica	<a href="https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/179/175">https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/179/175</a>	Deforestación	minería	Loja	0
			actividad petrolera		0
			agricultura		1
			ganadería		1
Informe Técnico	<a href="https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/29824/S9000506_es.pdf">https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/29824/S9000506_es.pdf</a>	Contaminación del agua	minería	Esmeraldas	1
			actividad petrolera		1
			agricultura		1
			ganadería		1
Teis	<a href="file:///C:/Users/Usuario/Downloads/T-UTC-00295.pdf">file:///C:/Users/Usuario/Downloads/T-UTC-00295.pdf</a>	Contaminación del suelo	minería	Latacunga	1
			actividad petrolera		0
			agricultura		1
			ganadería		1
Teis	<a href="https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/457/1/TA51.pdf">https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/457/1/TA51.pdf</a>	Deforestación	minería	Portoviejo	1
			actividad petrolera		1
			agricultura		1
			ganadería		1

Teis	<a href="https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6025/1/T-UTEQ-0023.pdf">https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6025/1/T-UTEQ-0023.pdf</a>	Contaminación del suelo	minería	Babahoyo	0
			actividad petrolera		1
			agricultura		1
			ganadería		1
Tesis	<a href="https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10564">https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10564</a>	Contaminación del agua	minería	Machachi	0
			actividad petrolera		1
			agricultura		1
			ganadería		1
Tesis	<a href="http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15947/1/T-UCE-0013-JUR-037.pdf">http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15947/1/T-UCE-0013-JUR-037.pdf</a>	Deforestación	minería	Guaranda	1
			actividad petrolera		1
			agricultura		1
			ganadería		1
Tesis	<a href="https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1649/1/TTMA63D.pdf">https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1649/1/TTMA63D.pdf</a>	Contaminación del suelo	minería	Chone	1
			actividad petrolera		1
			agricultura		1
			ganadería		1
Tesis	<a href="http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1445/1/UNESUM-ECUA-ING.MEDIO-55.pdf">http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1445/1/UNESUM-ECUA-ING.MEDIO-55.pdf</a>	Contaminación del agua	minería	Manta	1
			actividad petrolera		1
			agricultura		1
			ganadería		1
Artículo científico	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6087626">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6087626</a>	Deforestación	minería	Manabí	0
			actividad petrolera		1
			agricultura		1
			ganadería		1
Tesis	<a href="https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18284">https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18284</a>	Contaminación del suelo	minería	Cayambe	1
			actividad petrolera		0
			agricultura		1
			ganadería		1
Tesis	<a href="https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4831/1/UPSE-TII-2019-0006.pdf">https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4831/1/UPSE-TII-2019-0006.pdf</a>	Contaminación del agua	minería	La Libertad	0
			actividad petrolera		1
			agricultura		1
			ganadería		1

Tesis	<a href="https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12078/1/UPS-QT03468.pdf">https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12078/1/UPS-QT03468.pdf</a>	Contaminacion del agua	mineria	Esmeraldas	1
			actividad petrolera		1
			agricultura		1
			ganaderia		1
Tesis	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7343795">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7343795</a>	Contaminacion del suelo	mineria	Manabí	0
			actividad petrolera		0
			agricultura		1
			ganaderia		1
Artículo científico	<a href="https://watermark.silverchair.com/ia202114659.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kKhW Ercy7Dm3ZL 9Cf3qfKAc48">https://watermark.silverchair.com/ia202114659.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kKhW Ercy7Dm3ZL 9Cf3qfKAc48</a>	Contaminación del agua	mineria	Santo domingo	1
			actividad petrolera		1
			agricultura		1
			ganaderia		1
Artículo científico	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8219372">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8219372</a>	Deforestación	mineria	Zamora Chinchi	1
			actividad petrolera		1
			agricultura		1
			ganaderia		1

Revista científica	<a href="https://www.researchgate.net/profile/Eduardo-Rodolfo-Rebolledo-Monsalve/publication/28472">https://www.researchgate.net/profile/Eduardo-Rodolfo-Rebolledo-Monsalve/publication/28472</a>	Contaminacion del suelo	mineria	Esmeraldas	1
			actividad petrolera		0
			agricultura		1
			ganaderia		1
Tesis	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29315/1/TRAJAJO%20FINAL%20VITE%20V ERA.pdf">http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29315/1/TRAJAJO%20FINAL%20VITE%20V ERA.pdf</a>	Contaminación del agua	mineria	Milagro	1
			actividad petrolera		1
			agricultura		1
			ganaderia		1
Artículo científico	<a href="https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3511/7952">https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3511/7952</a>	Deforestación	mineria	Morona Santiago	1
			actividad petrolera		0
			agricultura		1
			ganaderia		1
Tesis	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11697/1/TESIS%20Johnny%20Delgado%20M.%20%2821-07-16%29.pdf">http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11697/1/TESIS%20Johnny%20Delgado%20M.%20%2821-07-16%29.pdf</a>	Contaminacion del suelo	mineria	Bahía de Caraquez	0
			actividad petrolera		1
			agricultura		1
			ganaderia		1

Tesis	<a href="http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/1540/1/T-ULVR-1161.pdf">http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/1540/1/T-ULVR-1161.pdf</a>	Contaminacion del agua	mineria	Santa Elena	0
			actividad petrolera		0
			agricultura		1
			ganaderia		1
Tesis	<a href="https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/116833/TFM_Yadira_Pazmi%3b%b1o_Flores_.pdf?sequence=1&amp;">https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/116833/TFM_Yadira_Pazmi%3b%b1o_Flores_.pdf?sequence=1&amp;</a>	Contaminacion del suelo	mineria	-	1
			actividad petrolera		1
			agricultura		1
			ganaderia		1