



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE ACTIVIDADES  
AGRÍCOLAS DEL SECTOR "EL SHUYO" DE LA CIUDAD DE  
RIOBAMBA**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTORES:** JENSY RAMIRO TOAPANTA VENEGAS

JHONY FABIÁN YUCAILLA ZÚÑIGA

**DIRECTORA:** Ing. MARÍA SOLEDAD NÚÑEZ MORENO, MSc.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, **Jensy Ramiro Toapanta Venegas & Jhony Fabián Yucailla Zúñiga**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Jensy Ramiro Toapanta Venegas y Jhony Fabián Yucailla Zúñiga declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 01 de diciembre de 2023



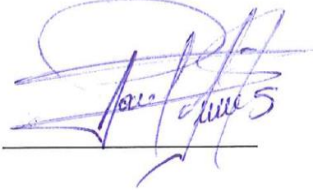


**Jensy Ramiro Toapanta Venegas**  
**C.I. 065017710-8**



**Jhony Fabián Yucailla Zúñiga**  
**C.I 060406340-4**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE ACTIVIDADES AGRÍCOLAS DEL SECTOR "EL SHUYO" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**, realizado por los señores: **JENSY RAMIRO TOAPANTA VENEGAS Y JHONY FABIÁN YUCAILLA ZÚÑIGA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Paul Rolando Armas Pesantez, MSc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-12-01
Ing. María Soledad Núñez Moreno, MSc. <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-12-01
Ing. Silvana Paola Ocaña Coello, MSc. <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-12-01

## **DEDICATORIA**

A mis padres Edison Toapanta y Myriam Venegas, quienes con su sabiduría, esfuerzo, sacrificio, apoyo incondicional y sobre todo brindarme todo su amor siendo mi principal fortaleza en el transcurso de mi vida y estudios he podido conseguir no solo una más de mis metas, sino un logro más para la familia.

A mis hermanos Christopher y Kevin, los que enseñaron a nunca rendirme, que con educación, esfuerzo y trabajo todo es posible, sido un ejemplo para mi ayudarme a lo largo de este camino y estando pendientes siempre de mí pendientes, siendo los pilares fundamentales en mi educación e inspirándome a no quedarme en la mediocridad siendo una mejor persona cada día.

A mis dos angelitos Mercedes y Luis, los que me enseñaron a humildad yo sé que desde el cielo están contentos por ver una que la familia poco a poco va progresando y sé que desde donde estén ellos me cuidan y guían mi camino. Finalmente quiero dedicar este trabajo a todos mis familiares y amigos que en su momento de una u otra manera estuvieron apoyándome en esta meta.

Gracias por ser una parte fundamental de mi vida, demostrándome que humildad, trabajo y esfuerzo todo lo que uno se proponga lo puede conseguir en esta vida.

***Jensy***

Desde lo más profundo de mi corazón este proyecto de investigación va dedicado a mi familia, Jaqueline Zúñiga y a mi querido padre Luis Yucailla, que son las personas que sacrificaron todo sin esperar recibir nada a cambio, admiro el trabajo que ellos hicieron y la dedicación que le pusieron por un mismo objetivo, del mismo modo a mis hermanos Luis y Brayan Yucailla Zúñiga, ya que nada de esto hubiese sido posible, estoy consciente del trabajo conjunto e incondicional conjunto que han tenido con el fin de apoyarme y darme una mejor calidad de vida y es por eso que les dedico y también les agradezco, sé que siempre puedo confiar en mi familia, porque nunca me fallaron, porque siempre estuvieron, porque mis sueños los comparto junto a ellos, porque simplemente los amo.

***Jhony***

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos expresar los más sinceros agradecimientos a nuestros familiares por el apoyo incondicional que recibimos a lo largo de nuestra carrera, por el esfuerzo realizado ya que sin ellos nada de esto hubiese sido posible, porque ellos fueron el motor principal de este viaje tan hermoso lleno de vivencias y buenas experiencias en nuestra querida y poderosísima ESPOCH, del mismo modo queremos agradecer a la Ing. Soledad Núñez Moreno MSc. Por guiarnos en el proceso de la realización del presente trabajo de integración curricular. Así mismo, queremos agradecer a todos nuestros buenos amigos que contribuyeron con su granito de arena y de manera positiva a fortalecer nuestros espíritus y agrandar las ganas de salir adelante sin ver ninguna frontera.

Nuestros agradecimientos están expresados para todos ustedes, porque son las personas más importantes, personas de bien, que nos ayudan a ser hombres que contribuyen de forma positiva a formar una buena sociedad para el futuro y que quedará marcada por los años.

*Jensy & Jhony*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1.	Planteamiento del problema.....	2
1.2.	Problema general de investigación.....	3
1.3.	Problemas específicos de investigación.....	3
1.4.	Objetivos.....	3
1.4.1.	<i>Objetivo general</i> .....	3
1.4.2.	<i>Objetivos específicos</i> .....	3
1.5.	Justificación.....	4
1.5.1.	<i>Justificación teórica</i> .....	4
1.5.2.	<i>Justificación metodológica</i> .....	4
1.5.3.	<i>Justificación práctica</i> .....	4

### CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.	Antecedentes de investigación.....	5
2.2.	Referencias teóricas.....	6
2.2.1.	<i>Impacto ambiental</i> .....	6
2.2.1.1.	<i>Tipos</i> .....	6
2.2.2.	<i>Evaluación del impacto ambiental</i> .....	8
2.2.2.1.	<i>Etapas</i> .....	9
2.2.3.	<i>Metodologías de la evaluación de impactos ambientales</i> .....	9
2.2.3.1.	<i>Método Ad hoc</i> .....	9
2.2.3.2.	<i>Método de lista de chequeo</i> .....	10

2.2.3.3.	<i>Matriz de Leopold</i> .....	10
2.2.3.4.	<i>Diagramas de redes</i> .....	14
2.2.3.5.	<i>Métodos cartográficos</i> .....	14
2.2.3.6.	<i>Método Battelle-Columbus</i> .....	14
2.2.4.	<i>Factores ambientales susceptibles de recibir impactos</i> .....	15
2.2.5.	<i>Actividad agrícola</i> .....	16
2.2.5.1.	<i>Fases</i> .....	16
2.2.5.2.	<i>Clasificación</i> .....	18
2.2.6.	<i>Agricultura y medio ambiente</i> .....	18
2.2.6.1.	<i>Malas prácticas agrícolas</i> .....	19
2.2.7.	<i>Impacto ambiental de actividades agrícolas</i> .....	20
2.2.7.1.	<i>Agua</i> .....	20
2.2.7.2.	<i>Suelo</i> .....	21
2.2.7.3.	<i>Biodiversidad</i> .....	22
2.2.8.	<i>Agricultura en el Ecuador</i> .....	22
2.2.9.	<i>Agricultura ecológica</i> .....	23
2.2.9.1.	<i>Elementos de la agroecología</i> .....	24
2.2.9.2.	<i>Técnicas de cultivo</i> .....	24
2.2.9.3.	<i>Beneficios medioambientales</i> .....	26
2.2.9.4.	<i>Desventajas</i> .....	27
2.2.10.	<i>Plan de manejo ambiental</i> .....	27
2.3.	<b>Marco legal</b> .....	28
2.3.1.	<i>Constitución de la República del Ecuador</i> .....	28
2.3.2.	<i>Código Orgánico del Ambiente</i> .....	28

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	30
3.1.	<b>Tipo de investigación</b> .....	30
3.1.1.	<b>Nivel de la investigación</b> .....	30
3.1.2.	<b>Enfoque de la investigación</b> .....	30
3.2.	<b>Diseño de la investigación</b> .....	30
3.2.1.	<b>No experimental</b> .....	30
3.3.	<b>Identificación de las variables</b> .....	30
3.4.	<b>Población y muestra</b> .....	31
3.4.1.	<i>Población</i> .....	31



3.4.2.	<i>Muestra</i> .....	31
3.5.	<b>Técnicas e instrumentos</b> .....	31
3.5.1.	<i>Técnicas</i> .....	31
3.5.2.	<i>Instrumentos</i> .....	32
3.6.	<b>Localización</b> .....	32
3.7.	<b>Procedimiento de la investigación</b> .....	32
3.7.1.	<i>Levantamiento de la línea base ambiental</i> .....	32
3.7.1.1.	<i>Área de influencia</i> .....	33
3.7.1.2.	<i>Medio físico</i> .....	33
3.7.1.3.	<i>Componente biótico</i> .....	37
3.7.1.4.	<i>Componente socioeconómico</i> .....	37
3.7.2.	<i>Evaluación de impacto ambiental</i> .....	38
3.7.2.1.	<i>Identificación de las principales actividades agrícolas y los factores susceptibles a recibir impactos</i> .....	38
3.7.2.2.	<i>Matriz de Leopold</i> .....	38
3.7.2.3.	<i>Matriz de importancia</i> .....	39
3.7.3.	<i>Medidas de manejo ambiental</i> .....	40

#### CAPÍTULO IV

4.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	41
4.1.	<b>Área de influencia</b> .....	41
4.1.1.	<i>Área de influencia directa</i> .....	41
4.1.2.	<i>Área de influencia indirecta</i> .....	42
4.2.	<b>Levantamiento de línea base</b> .....	42
4.2.1.	<i>Medio físico</i> .....	42
4.2.1.1.	<i>Climatología</i> .....	42
4.2.1.2.	<i>Geografía</i> .....	47
4.2.1.3.	<i>Hidrografía</i> .....	49
4.2.1.4.	<i>Uso y cobertura del suelo</i> .....	50
4.2.1.5.	<i>Calidad del suelo</i> .....	51
4.2.1.6.	<i>Calidad del agua</i> .....	58
4.2.2.	<i>Componente biótico</i> .....	59
4.2.2.1.	<i>Flora</i> .....	60
4.2.2.2.	<i>Fauna</i> .....	60
4.2.3.	<i>Componente socio-económico</i> .....	60

4.2.3.1.	<i>Población</i> .....	60
4.2.3.2.	<i>Economía</i> .....	61
4.2.3.3.	<i>Salud</i> .....	61
4.2.3.4.	<i>Educación</i> .....	62
4.3.	<b>Evaluación de impacto ambiental</b> .....	62
4.3.1.	<b><i>Principales actividades agrícolas</i></b> .....	62
4.3.1.1.	<i>Preparación del terreno</i> .....	62
4.3.1.2.	<i>Siembra</i> .....	63
4.3.1.3.	<i>Mantenimiento y cuidado del cultivo</i> .....	63
4.3.1.4.	<i>Cosecha</i> .....	64
4.3.1.5.	<i>Disposición de residuos sólidos</i> .....	64
4.3.2.	<b><i>Factores ambientales susceptibles a recibir impactos</i></b> .....	65
4.3.2.1.	<i>Medio físico</i> .....	66
4.3.2.2.	<i>Medio biótico</i> .....	66
4.3.2.3.	<i>Medio socioeconómico</i> .....	66
4.3.3.	<b><i>Matriz de Leopold</i></b> .....	66
4.3.3.1.	<i>Análisis de los resultados obtenidos en la Matriz de Leopold</i> .....	68
4.3.4.	<b><i>Matriz de Importancia</i></b> .....	69
4.3.4.1.	<i>Análisis de los resultados obtenidos en la Matriz de Importancia</i> .....	71

## CAPÍTULO V

5.	<b>MARCO PROPOSITIVO</b> .....	74
5.1.	<b>Propuesta de plan de manejo ambiental</b> .....	74
5.1.1.	<i>Objetivo</i> .....	74
5.1.2.	<i>Alcance</i> .....	74
5.1.3.	<b><i>Estructura del plan de manejo ambiental</i></b> .....	74
5.1.3.1.	<i>Plan de prevención y mitigación de impactos ambientales</i> .....	75
5.1.3.2.	<i>Plan de manejo de desechos</i> .....	79

## CAPÍTULO VI

6.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	81
6.1.	<b>Conclusiones</b> .....	81
6.2.	<b>Recomendaciones</b> .....	82

**BIBLIOGRAFÍA**  
**ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b>	Resumen de los tipos de impacto ambiental .....	7
<b>Tabla 2-2:</b>	Valoración de importancia .....	12
<b>Tabla 2-3:</b>	Factores ambientales susceptible de recibir impacto ambiental .....	15
<b>Tabla 3-1:</b>	Variabes del estudio.....	30
<b>Tabla 3-2:</b>	Parámetros analizados para determinar la calidad de suelo .....	35
<b>Tabla 3-3:</b>	Parámetros analizados para determinar la calidad del agua.....	36
<b>Tabla 3-4:</b>	Criterios de calificación .....	39
<b>Tabla 3-5:</b>	Valoración de impacto .....	39
<b>Tabla 3-6:</b>	Índice de significancia de impacto.....	40
<b>Tabla 4-1:</b>	Precipitación atmosférica (mm) del año 2018 al 2022.....	43
<b>Tabla 4-2:</b>	Datos por mes de la temperatura del aire (°C) año 2018-2022 .....	44
<b>Tabla 4-3:</b>	Datos por mes de la humedad relativa (%) año 2018-2022 .....	45
<b>Tabla 4-4:</b>	Datos por mes de la velocidad (m/s) y dirección del viento año 2018-2022 .....	46
<b>Tabla 4-5:</b>	Propiedades físico químicas y biológicas del suelo por muestra .....	52
<b>Tabla 4-6:</b>	Media de las propiedades físico químicas y biológicas del suelo en el sector “ El Shuyo” .....	53
<b>Tabla 4-7:</b>	Media de las propiedades del agua de canal de riego en el sector “ El Shuyo” ..	58
<b>Tabla 4-8:</b>	Flora de la zona de estudio.....	60
<b>Tabla 4-9:</b>	Fauna de la zona de estudio .....	60
<b>Tabla 4-10:</b>	Factores ambientales susceptibles a recibir impactos .....	65
<b>Tabla 4-11:</b>	Matriz de Leopold.....	67
<b>Tabla 4-12:</b>	Matriz de importancia .....	70
<b>Tabla 5-1:</b>	Plan de prevención y mitigación de impactos ambientales.....	75
<b>Tabla 5-2:</b>	Plan de manejo de desechos.....	79

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b>	Matriz de Leopold.....	11
<b>Ilustración 2-2:</b>	Indicadores del Método Battelle-Columbus .....	15
<b>Ilustración 3-1:</b>	Área de estudio .....	32
<b>Ilustración 3-2:</b>	Puntos de muestreo de suelo y agua en el sector “El Shuyo” .....	36
<b>Ilustración 4-1:</b>	Área de influencia directa.....	41
<b>Ilustración 4-2:</b>	Área de influencia indirecta.....	42
<b>Ilustración 4-3:</b>	Precipitación atmosférica (mm) de Riobamba año 2018 - 2022.....	43
<b>Ilustración 4-4:</b>	Datos por mes de temperatura del aire (°C) de Riobamba año 2018-2022	44
<b>Ilustración 4-5:</b>	Datos por mes de humedad relativa (%) de Riobamba año 2018-2022.....	45
<b>Ilustración 4-6:</b>	Datos de velocidad del viento (m/s) de Riobamba en el año 2018-2022...	46
<b>Ilustración 4-7:</b>	Mapa de relieve del cantón Riobamba.....	47
<b>Ilustración 4-8:</b>	Mapa de pendiente del cantón Riobamba .....	49
<b>Ilustración 4-9:</b>	Mapa de hidrografía del cantón Riobamba.....	50
<b>Ilustración 4-10:</b>	Mapa de uso y cobertura del cantón Riobamba .....	51
<b>Ilustración 4-11:</b>	Gestión de residuos orgánicos .....	64
<b>Ilustración 4-12:</b>	Gestión de residuos inorgánicos .....	65
<b>Ilustración 4-13:</b>	Resultado de la evaluación de impactos por Matriz de Leopold .....	68

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** FORMATO DE ENCUESTA

**ANEXO C:** TRABAJO EN CAMPO

**ANEXO D:** ANÁLISIS EN LABORATORIO

**ANEXO E:** ANÁLISIS DE METALES, ORGANOCLORADOS Y  
ORGANOFOSFORADOS

## RESUMEN

La agricultura, aunque impulsa el desarrollo y el empleo, ocasiona problemas ambientales como salinización, deforestación y contaminación debido a prácticas inadecuadas como el exceso de pastoreo y la falta de rotación de cultivos. Este estudio evaluó el impacto ambiental de las actividades agrícolas en el sector "El Shuyo" de Riobamba. Se empleó una investigación descriptiva con un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos. Se recopilaron datos de 27 agricultores seleccionados, utilizando técnicas como levantamiento de datos de campo, encuestas y análisis documental. El análisis de la Matriz de Leopold examinó 36 interacciones con una calificación total de impacto de -126, reflejando 30 impactos negativos y 6 positivos. Los resultados revelan un impacto ambiental leve, resaltando el deterioro del agua y el suelo. Acciones como el "Control de plagas" y "Gestión de residuos inorgánicos" tienen impactos negativos, mientras que la "Generación de empleo" muestra un efecto positivo moderado. La Matriz de importancia indica que la mayoría de los impactos son moderados, enfatizando la necesidad de mitigación y equilibrio entre desarrollo y conservación. En respuesta, se diseñó un plan de manejo ambiental con dos sub-planes clave: uno para prevenir y mitigar impactos y otro para gestionar los desechos generados. Estos sub-planes buscan garantizar prácticas agrícolas responsables, reduciendo el impacto ambiental y manteniendo niveles aceptables de sostenibilidad.

**Palabras clave:** <ACTIVIDAD AGRÍCOLA>, <IMPACTO AMBIENTAL>, <MATRIZ DE LEOPOLD>, <MATRIZ DE IMPORTANCIA>, <PLAN DE MANEJO AMBIENTAL>, <RIOBAMBA (CANTÓN)>.

2190-DBRA-UPT-2023



## SUMMARY

Agriculture, although it draws development and employment, causes environmental problems such as salinization, deforestation, and pollution due to inadequate practices such as overgrazing and lack of crop rotation. This study evaluated the environmental impact of agricultural activities at "El Shuyo" in Riobamba city. Descriptive research with a mixed approach was used, combining qualitative and quantitative methods. Data was collected from 27 selected farmers, using techniques such as field data collection, surveys, and documentary analysis. The Leopold Matrix analysis examined 36 interactions with a total impact score of -126, reflecting 30 negative and 6 positive impacts. The results reveal a slight environmental impact, highlighting the deterioration of water and soil. Actions such as "pest control" and "inorganic waste management" have negative impacts, while "employment generation" shows a moderate positive effect. The Importance Matrix indicates that most impacts are moderate, emphasizing the need for mitigation and balance between development and conservation. In response, an environmental management plan was designed with two key sub-plans: one to prevent and mitigate impacts and the other to manage the waste generated. These sub-plans seek to ensure responsible agricultural practices, reducing environmental impact and maintaining acceptable levels of sustainability.

**Keywords:** < AGRICULTURAL ACTIVITY>, <ENVIRONMENTAL IMPACT>, <LEOPOLD MATRIX>, <MATRIX OF IMPORTANCE>, <ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PLAN>, <RIOBAMBA (CITY) >.

2190-DBRA-UPT-2023



Ing. Romel Francisco Calles Jimenez

0603877713



## INTRODUCCIÓN

La evaluación del impacto ambiental de actividades agrícolas es una temática crucial en el contexto actual, donde la necesidad de equilibrar el desarrollo económico con la preservación del medio ambiente se vuelve cada vez más apremiante. La actividad agrícola ha sido históricamente un pilar fundamental en el crecimiento y desarrollo de las sociedades, siendo un sector vital para la economía y el bienestar de las comunidades. No obstante, la expansión y la intensificación de las prácticas agrícolas también han generado preocupaciones significativas en cuanto a sus efectos adversos sobre el entorno natural y la sostenibilidad del ecosistema (Huanambal, 2019, págs.1-21).

En Ecuador, la agricultura desempeña un papel esencial en la economía, y la provincia de Chimborazo alberga una significativa presencia de esta actividad (MAGAP, 2019, pág. 1). Sin embargo, la falta de prácticas agrícolas sostenibles puede tener consecuencias graves en términos de degradación del suelo, pérdida de biodiversidad y contaminación ambiental. Por ende, es fundamental identificar los problemas existentes y proponer medidas de manejo ambiental que fomenten la sostenibilidad en las actividades agrícolas del área de estudio.

En este sentido, el objetivo principal de esta investigación es evaluar el impacto ambiental de las actividades agrícolas llevadas a cabo en el sector "El Shuyo" de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador. Para alcanzar este propósito, se empleará un enfoque mixto en la metodología del estudio, que combina diversas técnicas de recolección de datos. Se llevarán a cabo levantamientos de datos mediante revisión documental, trabajo de campo y análisis en laboratorio. La evaluación de los impactos se llevará a cabo mediante el uso de matrices de Leopold e importancia.

Esta investigación está estructurada en secciones fundamentales: Problemática, Revisión de la literatura, Metodología, Resultados y Discusión, Conclusiones, Recomendaciones y Referencias bibliográficas. La Revisión de la literatura proporciona el contexto esencial para comprender la relevancia y el estado del conocimiento sobre el tema. La Metodología describe en detalle los procedimientos utilizados para llevar a cabo el estudio. Los Resultados y Discusión presentan y analizan los hallazgos obtenidos. En las Conclusiones, se resumen los resultados y sus implicaciones, y en las Recomendaciones se ofrecen sugerencias para futuras acciones. Por último, se incluye una lista de Referencias bibliográficas que respaldan la investigación.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

A lo largo de la historia, la actividad agrícola ha sido un motor importante en el crecimiento y desarrollo de las sociedades, y representa un sector crucial en la economía de cualquier país, no solo en términos de proporcionar alimentos y materias primas, sino también de generar empleo para una gran cantidad de personas (Bula, 2020, pág. 5). Sin embargo, esta actividad también genera impactos ambientales negativos, como la salinización, la degradación del suelo, la deforestación, la pérdida de biodiversidad, y la contaminación por plaguicidas y fertilizantes. Además, prácticas inadecuadas como el excesivo pastoreo de animales y la falta de rotación de cultivos pueden llevar a la degradación del suelo (UNIBA 2018, pág. 1).

El impacto ambiental negativo de la agricultura afecta la fertilidad del suelo, la productividad agrícola y los costos de producción, lo que limita la autosuficiencia, la seguridad y soberanía alimentaria, especialmente para pequeños agricultores que dependen de sus rendimientos para su subsistencia. Además, la baja productividad agrícola puede limitar la inversión en nuevas tecnologías y la adopción de prácticas más sostenibles (Cotler et al., 2020, págs.1-14).

En Ecuador, la agricultura es una actividad económica muy importante, especialmente en la provincia de Chimborazo, donde el sector agrícola tiene una fuerte presencia en la economía local (Cevallos et al., 2017, págs.1-15). Sin embargo, las prácticas agrícolas no siempre se realizan de manera sostenible, lo que puede tener graves consecuencias ambientales y socioeconómica.

El sector agrícola "El Shuyo" de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, no es ajeno a estas problemáticas. Las prácticas agrícolas realizadas en este sector tienen un impacto en la calidad del suelo y el medio ambiente, lo que puede tener consecuencias graves en términos de productividad agrícola y sostenibilidad.

Por lo tanto, es importante evaluar el impacto ambiental de las actividades agrícolas en el sector "El Shuyo" de la ciudad de Riobamba, con el fin de identificar los problemas existentes y proponer medidas para mejorar la gestión de las prácticas agrícolas y promover actividades más sostenibles y amigables con el ambiente. Esto a su vez, contribuirá a mejorar la calidad del suelo, aumentar

la productividad agrícola y reducir los costos de producción, lo que puede mejorar la calidad de vida de los agricultores y la comunidad en general.

## **1.2. Problema general de investigación**

¿Cuál es el impacto ambiental de las actividades agrícolas del sector "El Shuyo" de la ciudad de Riobamba en la provincia de Chimborazo?

## **1.3. Problemas específicos de investigación**

- ¿Cuáles son las prácticas agrícolas utilizadas en el sector "El Shuyo" de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo?
- ¿Cuál es el impacto ambiental de las actividades agrícolas en el sector "El Shuyo" de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo?
- ¿Qué medidas pueden proponerse para reducir los impactos negativos de las prácticas agrícolas en el sector "El Shuyo" de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo?

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo general***

Evaluar el impacto ambiental de las actividades agrícolas del sector "El Shuyo" de la ciudad de Riobamba.

### ***1.4.2. Objetivos específicos***

- Realizar un levantamiento de la línea base de los componentes físico, bióticos y socioeconómicos del área de estudio
- Analizar el impacto ambiental generado por las actividades agrícolas en el área de estudio.
- Proponer medidas de manejo ambiental que fomenten la sostenibilidad en las actividades agrícolas.

## **1.5. Justificación**

### ***1.5.1. Justificación teórica***

La justificación teórica de esta investigación se basa en la necesidad de analizar y comprender los efectos ambientales de las actividades agrícolas en el sector "El Shuyo" de Riobamba. Si bien la agricultura desempeña un papel crucial en esta región, también enfrenta desafíos importantes en términos de sostenibilidad. Por lo tanto, este estudio se vuelve relevante al proporcionar información valiosa sobre la situación actual en el sector agrícola mencionado, permitiendo identificar problemas existentes y proponer soluciones prácticas para mejorar la gestión de estas actividades. Los resultados obtenidos pueden servir como punto de referencia para futuras investigaciones y contribuir al conocimiento disponible sobre la sostenibilidad agrícola en la región.

### ***1.5.2. Justificación metodológica***

La metodología seleccionada para la evaluación de impacto ambiental en el sector agrícola de "El Shuyo" involucra un enfoque integral que combina el trabajo documental, de campo y laboratorio. En primer lugar, a través del trabajo documental, se llevará a cabo una revisión exhaustiva de estudios previos, informes técnicos y datos secundarios relacionados con el sector. En segundo lugar, el trabajo de campo permitirá recopilar datos directos y específicos sobre las prácticas agrícolas implementadas en la zona. Por último, mediante el trabajo en laboratorio, se realizarán análisis cuantitativos y cualitativos de muestras de suelo y agua. La evaluación de los impactos se llevará a cabo mediante matrices de Leopold e importancia, lo que permitirá obtener una visión holística y precisa de la situación ambiental en el sector de estudio.

### ***1.5.3. Justificación práctica***

Los resultados de esta investigación permitirán identificar los problemas ambientales en las prácticas agrícolas en "El Shuyo" y proponer medidas para mejorar su gestión. Esto puede aumentar la productividad agrícola, reducir los costos de producción y mejorar la calidad de vida de los agricultores y la comunidad. Además, los hallazgos pueden ser útiles para otras comunidades agrícolas con problemáticas similares, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y económica de las comunidades rurales.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de investigación

La evolución cultural y biológica de la especie humana ha tenido como consecuencia la transformación de los ecosistemas naturales en agroecosistemas, lo que ha generado conflictos con la conservación de los bosques y los recursos naturales, provocando desequilibrios ecológicos. Esta situación se debe al empleo de prácticas agrícolas no sostenibles, como el uso excesivo de agroquímicos, el empleo de maquinaria agrícola, la quema de residuos agrícolas, la práctica de monocultivos y la expansión urbana e infraestructural que conlleva al sellado del suelo. Además, el uso continuado e intensivo del suelo con fines alimenticios y comerciales agrava aún más esta situación (Quijano-Cuervo et al., 2021, págs.40-49; García & Álvarez, 2021, págs.1-22).

En este contexto, se han realizado diversos estudios para abordar la problemática del impacto ambiental de la actividad agrícola. Un ejemplo a nivel internacional es el estudio de Goycochea y Carranza (2016, págs.1-56) titulado "Determinación del impacto ambiental producido por el uso de agroquímicos en la producción agrícola del distrito de Japelacio, Perú", en el cual se identificó el tipo de agroquímico utilizado mediante una lista de chequeo y se aplicó una encuesta para recopilar información sobre el grado de conocimiento del agricultor. Además, se tomaron muestras de suelo para determinar la persistencia del plaguicida. Los resultados obtenidos permitieron conocer los impactos generados por el uso de plaguicidas y tomar medidas preventivas para el manejo y uso de estos químicos, lo que contribuyó a mejorar la calidad de vida de la población y del ambiente.

En el ámbito nacional, Rodríguez et al. (2021, págs.557-564) realizaron un estudio en la granja Santa Inés, provincia de El Oro, Ecuador, titulado "Degradación del suelo en sistemas agrícolas", con el objetivo de evaluar la degradación del suelo en diferentes condiciones de manejo agrícola. El estudio incluyó cinco sistemas de producción agrícola y se tomaron muestras de suelo, luego se analizaron las propiedades físicas, químicas y biológicas, incluyendo la densidad real, los contenidos de arcilla y arena, el pH, la capacidad de intercambio catiónico y la materia orgánica. Como resultado se demostró que el manejo agrícola intensivo y continuado sin alternativas de conservación y mejora del suelo aumentó la densidad real y el contenido de arena, y disminuyó el pH, el contenido de materia orgánica y los valores de CIC, lo que redujo la fertilidad y la capacidad productiva del suelo.

Finalmente, a nivel local, Salas et al. (2023, págs.1248-1268) llevaron a cabo la investigación "Evaluación de los impactos socioambientales de las actividades agrícolas sostenibles: estudio de caso en la Estación Experimental Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo". El objetivo del estudio fue evaluar los impactos socioambientales de las actividades agrícolas en la Estación Experimental Tunshi y elaborar un plan de manejo ambiental para mitigar los impactos negativos y potenciar los impactos positivos. Para ello, se elaboró una línea base socioambiental mediante una encuesta aplicada a 104 estudiantes de la carrera de Recursos Naturales Renovables y se realizaron entrevistas semiestructuradas a cuatro actores de la Estación Experimental. El resultado del estudio identificó un total de 26 impactos socioambientales significativos, siendo 76,50% impactos socioambientales positivos y 23,50% impactos socioambientales negativos.

Los estudios previos citados tienen una gran relevancia y utilidad para sustentar la importancia y pertinencia de esta investigación. Dichos antecedentes proporcionan una perspectiva sólida y consolidada del tema de estudio, lo que permite construir una línea de investigación coherente y consistente.

## **2.2. Referencias teóricas**

### ***2.2.1. Impacto ambiental***

El impacto ambiental se define como el resultado de las acciones humanas específicas sobre el medio ambiente en todas sus dimensiones. También puede referirse, aunque con menos precisión, a los efectos de desastres naturales. Desde un punto de vista técnico, implica modificar la condición original del entorno, ya sea por acciones humanas o eventos naturales. Por lo tanto, se puede hablar de impacto ambiental cuando una actividad genera alteraciones, ya sean beneficiosas o perjudiciales, en el ambiente o en alguno de sus elementos (Rodríguez, 2018, págs.6).

#### ***2.2.1.1. Tipos***

Los impactos pueden clasificarse en impactos negativos e impactos positivos, según la definición de Córdova (2020, pág. 11). Los impactos negativos se caracterizan por provocar la pérdida de valor en términos naturales, estéticos, culturales y paisajísticos. Por otro lado, los impactos positivos son aquellos que son reconocidos como beneficiosos tanto por la comunidad científica y técnica como por la población en general. Además de esta clasificación, existen otros tipos de categorías de impactos que se detallan en la tabla 1-2.

**Tabla 2-1:** Resumen de los tipos de impacto ambiental

<b>Tipos de impacto</b>	<b>Tipos</b>
Intensidad	Se refiere al nivel de intensidad o cambio de los componentes ambientales. Bajo Medio Alto Muy alto
Extensión	Se refiere el emplazamiento del impacto sobre el área afectada Puntual Parcial Amplio
Importancia	Se refiere al ambiente donde se va a desarrollar el impacto Alta Media Corto
Persistencia o duración	Se refiere al efecto del impacto desde el momento de su aparición. Fugaz Momentáneo Temporal Persistente Permanente
Capacidad de recuperación	Capacidad de regresar a las cualidades iniciales a través de la intervención humana. Irreversible Reversible Recuperable
Magnitud	Capacidad de percepción del impacto. Menor Moderado Alto
Sinergia	Se refiere al momento de magnificar el efecto de un impacto con más impactos

	Simple Acumulativo Sinérgico
Periodicidad	Hace referencia a la regularidad en el tiempo que el impacto se manifiesta Continuo Discontinuo

**Fuente:** (Huanambal, 2019, págs.17-18).

**Realizado por:** Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

### ***2.2.2. Evaluación del impacto ambiental***

La valoración del impacto ambiental constituye un procedimiento esencial para identificar las particularidades de una actividad o proyecto. A partir de este examen, se desarrollan alternativas que garantizan la conservación de la calidad del entorno en los ecosistemas donde se implementarán. Esta evaluación es crucial para anticipar y mitigar los posibles efectos negativos que puedan surgir, garantizando así la protección del entorno natural (Inca y Ortiz, 2018, pág.6).

Según Medina (2018, pág.14), la evaluación de impacto ambiental se considera una herramienta preventiva que tiene como objetivo identificar las repercusiones ambientales de la ejecución y operación de una actividad humana. Su propósito es establecer medidas preventivas y de control que permitan desarrollar la actividad sin causar daños significativos al medio ambiente, o en su defecto, minimizarlos al máximo.

### **Objetivos**

Los objetivos de la evaluación de impacto ambiental son los siguientes:

- Identificar y evaluar los efectos ambientales resultantes de un proyecto o acción específica.
- Proponer las medidas necesarias para corregir o reducir los posibles impactos negativos del proyecto propuesto.
- Recomendar la implementación de acciones que permitan maximizar los impactos positivos del proyecto en cuestión (Martínez, et al., 2019, págs.6-7).



### *2.2.2.1. Etapas*

Con el fin de alcanzar estos objetivos, que presentan una intrínseca complejidad, el Estudio de Impacto Ambiental debe incluir las siguientes etapas en un orden cronológico:

- 1) Recopilación exhaustiva de información relevante.
- 2) Realización de estudios de campo.
- 3) Desarrollo de una matriz metodológica adecuada.
- 4) Desarrollo teórico integral del estudio.
- 5) Recopilación y análisis tanto de datos primarios como secundarios.
- 6) Implementación y análisis de matrices.
- 7) Evaluación de los impactos tanto positivos como negativos.
- 8) Propuesta de medidas de mitigación para contrarrestar los efectos negativos identificados.
- 9) Elaboración de un plan de gestión apropiado (Martínez, et al., 2019, págs.6-7).

### **2.2.3. Metodologías de la evaluación de impactos ambientales**

Existen diversas metodologías disponibles para llevar a cabo la evaluación de impactos ambientales. Estas metodologías pueden clasificarse según su enfoque general o específico, su naturaleza cualitativa o cuantitativa, su nivel de complejidad, los requisitos de información necesarios, así como los instrumentos de cálculo y procesamiento de datos que se utilizan, que pueden ser desde simples hasta sofisticados (Guzmán, 2018, pág.22).

#### *2.2.3.1. Método Ad hoc*

El enfoque utilizado en este método se centra en la participación de expertos con el objetivo de identificar de manera exhaustiva los posibles impactos ambientales que puedan surgir como resultado de un proyecto. Además de esta identificación, el método busca proponer medidas correctivas adecuadas para mitigar los impactos negativos identificados. Además, se proporciona orientación en la aplicación de métodos de supervisión y vigilancia para asegurar que las medidas sugeridas sean efectivas y para garantizar el logro de los objetivos ambientales definidos (Boris, 2021, págs. 2-4).

### 2.2.3.2. Método de lista de chequeo

Este enfoque implica una serie organizada de factores ambientales que podrían ser impactados por actividades humanas. Su función principal radica en reconocer las posibles ramificaciones asociadas con la acción propuesta. En las primeras fases de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), este método se asegura de que no se omita ninguna alteración significativa. Esencialmente, se trata de un método cualitativo que se limita a un análisis preliminar en el proceso de EIA (GEOSIGMA, 2021, pág. 1).

Un inventario completo debe contener los elementos siguientes: agua, tierra, aire, plantas, animales, recursos naturales, aspectos culturales y otros. Hay varias clasificaciones disponibles, siendo las más notables las siguientes:

**Listados simples:** Estos listados implican la identificación de factores o variables ambientales afectados, o una relación de las características de la acción que causan ese impacto, o ambas cosas. Estas listas aseguran que durante el análisis no se pase por alto ningún factor importante (Castillo, 2018, págs.5-6).

**Listados descriptivos:** Estas listas ofrecen directrices para analizar los parámetros del entorno que están siendo afectados, incluyendo medidas potenciales para reducir los impactos o información sobre las comunidades afectadas, entre otras consideraciones (Castillo, 2018, págs.5-6).

**Cuestionarios:** Es un conjunto organizado de preguntas que exploran áreas generales de factores ambientales. Al revisar las respuestas, se obtiene una comprensión cualitativa sobre la importancia relativa de un impacto específico, ya sea negativo o positivo (Castillo, 2018, págs.5-6).

### 2.2.3.3. Matriz de Leopold

La matriz de Leopold, reconocida como el primer enfoque formal para evaluar el impacto ambiental, puede ser utilizada en prácticamente cualquier proyecto. En esta matriz, las acciones del proyecto se encuentran en las columnas, mientras que las filas contienen los diversos componentes del medio ambiente junto con sus características correspondientes. Tal como sugiere su nombre, este método se basa en el uso de una matriz para el estudio que se va a llevar a cabo. Se trata de una herramienta empleada para analizar los impactos ambientales de forma cualitativa y cuantitativa. Su objetivo principal es establecer relaciones causa-efecto al correlacionar los factores ambientales involucrados a través de la interacción entre ellos (Medina, 2018, pág. 20).

En esta tabla bidimensional, los factores ambientales susceptibles de ser afectados se enlistan en las filas, mientras que las acciones que pueden generar impacto se enumeran en las columnas. Después de refinar la matriz de identificación en la primera fase, se crea la matriz de importancia en la segunda etapa del proceso. Cada casilla se divide en diagonal. En la parte superior se indica la magnitud (M) del impacto, precedida por el signo "+" o "-" según si el impacto es positivo o negativo, respectivamente. Se emplea una escala del 1 al 10, donde 1 representa un cambio mínimo y 10 representa un cambio máximo. En la sección inferior del triángulo se registra la importancia (I), también en una escala del 1 al 10, indicando la intensidad del impacto. Aunque la ponderación es subjetiva, es esencial contar con la contribución de todo el equipo de especialistas para asegurar la mayor objetividad posible en este proceso. La suma de los valores en cada fila señala la influencia del conjunto de acciones sobre cada factor y, por ende, su nivel de vulnerabilidad. Por otro lado, la suma de los valores en cada columna ofrece una evaluación relativa del impacto que cada acción generará, es decir, su intensidad (Almonte, 2019, págs.34-35).

Este enfoque implica el empleo de dos tipos de matrices en diferentes fases del análisis:

- **Matriz de identificación de impactos ambientales:** Se establece una conexión entre las acciones del proyecto y los factores que se deben evaluar. Estos factores son identificados previamente mediante listas de verificación obtenidas de la literatura especializada y revisadas por el equipo de trabajo. Es posible hacer ajustes para adecuarlas a proyectos particulares (Romero, 2020, págs. 3-10).

Factores Ambientales	ACCIONES						Afectaciones positivas	Afectaciones negativas	Agregado de Impacto
	Acción 1	Acción 2	Acción 3	Acción 4	Acción 5	Acción 6			
Factor 1		+7	-5	+4	-8		0	2	
Factor 2	+9	+6		+10	-9	+4	2	1	
Factor 3			+4	-9			0	1	
Factor 4	+2	-5			+7	+8	1	1	
Factor 5		+6	+4	-10	+5		1	1	
Afectaciones positivas	1	1	0	0	1	1	COMPROBACIÓN		
Afectaciones negativas	1	1	1	3	0	0			
Agregado de Impacto									

**Ilustración 2-1:** Matriz de Leopold

Fuente: (Romero, 2020, págs. 3-10).

- **Matriz de importancia:** En esta tabla, se evalúan varios atributos vinculados a los impactos ambientales. A través de una fórmula que integra estos atributos, se calcula un valor llamado

"Importancia del impacto". Este valor indica la relevancia del impacto ambiental causado por una actividad específica en un elemento del entorno, y no debe confundirse con la importancia intrínseca del componente ambiental afectado en sí mismo (Romero, 2020, págs. 3-10).

**Tabla 2-2:** Valoración de importancia

<b>Signo</b>		<b>Intensidad (i)</b>	
Beneficioso	+	Baja	1
		Media	2
		Alta	4
Perjudicial	-	Muy alta	8
		Total	12
<b>Extensión (EX)</b>		<b>Momento (MO)</b>	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Mediano plazo	2
Extenso	4	Corto plazo	3
Total	8	Inmediato	4
Crítico	12	Crítico	8
<b>Persistencia (PE)</b>		<b>Reversibilidad (RV)</b>	
Fugaz o efímero	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Mediano plazo	2
Permanente	4	Largo plazo	3
		Irreversible	4
<b>Efecto (EF)</b>		<b>Periodicidad (PR)</b>	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
<b>Recuperabilidad (RE)</b>		<b>Sinergia</b>	
Recuperabilidad inmediata	1	Sin sinergia	1
Recuperable	2	Sinérgico moderado	2
Mitigable	4	Muy sinérgico	4
Irrecuperable	8		
<b>Acumulación (AC)</b>		$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	
Simple	1		
Acumulativo	4		

**Fuente:** Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, CONESA, 2010.

**Realizado por:** Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

A continuación se presenta la explicación de estos conceptos a partir de lo descrito por Conesa (2010):

**Naturaleza (+/-):** Se relaciona con la naturaleza favorable (+) o desfavorable (-) de las distintas acciones que influirán en los diversos factores contemplados.

**Intensidad (i):** Este término denota el nivel de impacto que tiene la acción sobre el factor en el contexto específico en el que ocurre.

**Extensión (EX):** Hace referencia a la zona teórica de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto, expresada como un porcentaje del área total en la que se observa el efecto.

**Momento (MO):** El periodo de manifestación del impacto se refiere al lapso que pasa desde que ocurre la acción hasta que comienza a surtir efecto en el factor ambiental analizado.

**Persistencia (PE):** Se trata del período durante el cual el efecto perdurará desde su inicio hasta que el factor afectado vuelva a sus condiciones originales, ya sea a través de procesos naturales o mediante la aplicación de acciones correctivas.

**Reversibilidad (RV):** Hace referencia a la capacidad de restaurar el elemento afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de volver a las condiciones originales antes de la acción a través de procesos naturales una vez que la acción haya terminado.

**Recuperabilidad (MC):** Se refiere a la capacidad de reconstruir, ya sea en su totalidad o parcialmente, el elemento afectado debido al proyecto. En otras palabras, implica la habilidad para restaurar las condiciones originales antes de la acción a través de intervención humana mediante la aplicación de medidas correctivas.

**Sinergia (SI):** Este atributo implica el fortalecimiento de dos o más efectos individuales. La suma total de los efectos individuales, resultantes de acciones que ocurren simultáneamente, es mayor de lo esperado si los efectos se manifestaran de manera independiente y no simultánea.

**Acumulación (AC):** Este atributo señala el aumento gradual en la aparición del efecto cuando la acción que lo causa se mantiene de forma constante o se repite en el tiempo.

**Efecto (EF):** Este atributo hace referencia a la relación causa-efecto, es decir, cómo se presenta el efecto en un factor debido a una acción específica.

**Periodicidad (PR):** La periodicidad se relaciona con la consistencia con la que el efecto ocurre, ya sea en un patrón cíclico o recurrente (efecto periódico), de manera impredecible en el tiempo (efecto irregular), o de forma constante a lo largo del tiempo (efecto continuo).

#### *2.2.3.4. Diagramas de redes*

Las redes de impacto ambiental son una extensión de los diagramas de flujo que incluyen consideraciones de impactos a largo plazo. Estas redes representan la interconexión de los diferentes componentes ambientales y jerarquizan los impactos en términos de su importancia, distinguiendo entre impactos primarios, secundarios y las interacciones entre ellos. Estas estructuras son particularmente efectivas para identificar impactos que son indirectos o secundarios, así como para descubrir las interconexiones en proyectos complicados. Sin embargo, las redes de impacto tienen una limitación: no ofrecen criterios definidos para valorar la importancia relativa de los impactos identificados. Además, si la red se vuelve muy extensa, puede causar confusión y problemas en la gestión de la información (Mijangos y López, 2018, págs.37-42).

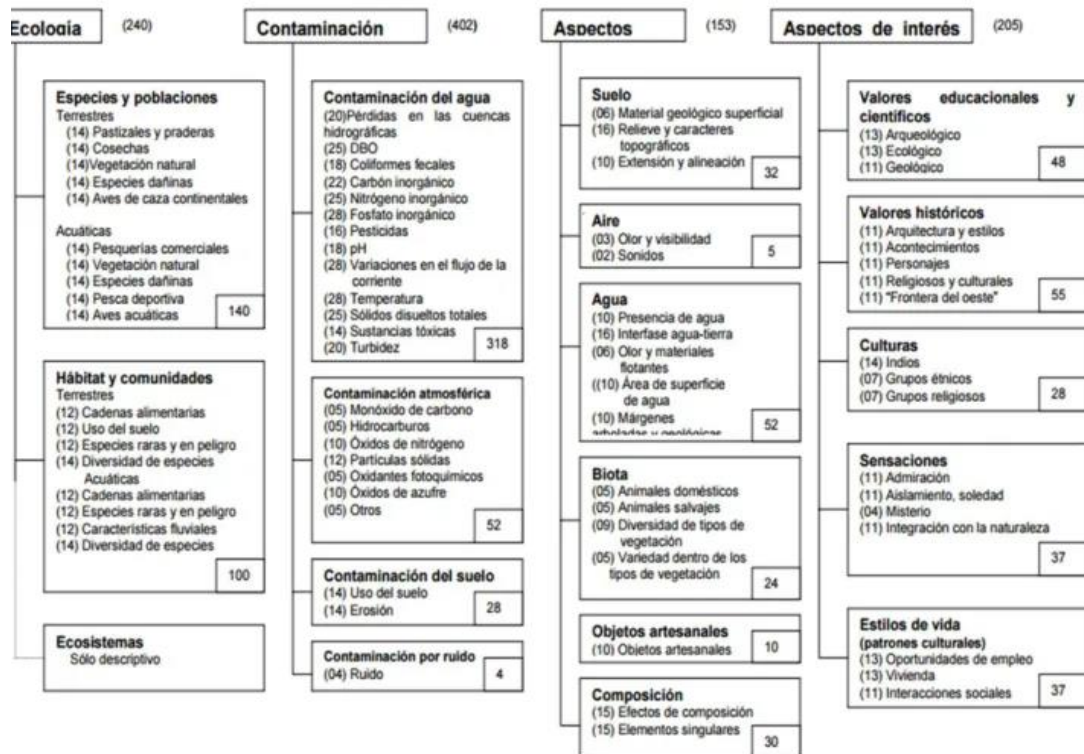
#### *2.2.3.5. Métodos cartográficos*

El núcleo de este método se enfoca en el análisis espacial mediante los sistemas de información geográfica (SIG). Estas herramientas proporcionan respuestas a desafíos geográficos complicados y mejoran la toma de decisiones en investigaciones, planificación y desarrollo, al permitir una comprensión más profunda del espacio geográfico. Utilizando capas matemáticas, operaciones lógicas, bases de datos y simulaciones avanzadas, los sistemas de información geográfica (SIG) crean mapas, gráficos y datos tabulares. Uno de los métodos más comunes es la superposición de capas, donde varios mapas que representan impactos individuales en una zona se combinan para mostrar el impacto global de manera unificada (Boris, 2021, págs. 2-4).

#### *2.2.3.6. Método Battelle-Columbus*

El método Battelle-Columbus fue creado originalmente para evaluar proyectos vinculados con recursos hídricos. Es un enfoque que se basa en una lista detallada que utiliza escalas de ponderación para describir factores ambientales, asignar unidades de importancia a cada aspecto y posibilitar una evaluación metódica de los impactos ambientales de un proyecto. Este método emplea indicadores uniformes y simplifica la planificación a largo plazo de proyectos con un impacto ambiental mínimo (Cervantes, 2022, pág. 4).

Este método utiliza una lista de 78 indicadores de impacto (como se muestra en la Ilustración 2-2), cada uno de los cuales representa una unidad o aspecto específico del medio ambiente que debe ser considerado por separado. Estos indicadores abarcan 18 componentes ambientales agrupados en cuatro categorías principales: ecología, contaminación ambiental, aspectos estéticos y consideraciones de interés humano. No todos estos parámetros se ven afectados en todos los tipos de proyectos, por lo que es necesario seleccionar aquellos sobre los cuales el proyecto tendrá un impacto significativo (Cervantes, 2022, pág. 4).



**Ilustración 2-2:** Indicadores del Método Battelle-Columbus

Fuente: (Cervantes, 2022, pág. 4).

#### 2.2.4. Factores ambientales susceptibles de recibir impactos

El ambiente se compone de varios subsistemas que abarcan lo físico, lo socioeconómico y lo cultural, y cada uno de estos subsistemas está formado por diversos elementos ambientales.

**Tabla 2-3:** Factores ambientales susceptible de recibir impacto ambiental

Sistema	Subsistema	Componente ambiental
---------	------------	----------------------

Medio físico natural	Medio inerte	Aire, Clima, Agua, Suelo
	Medio biótico	Vegetación, Fauna
	Medio perceptual	Valor testimonial, Paisaje intrínseco, Intervisibilidad, Componentes singulares, Recursos científico-culturales
	Medio territorial (uso del territorio)	Recreativo , Rural y productivo, Viario rural
Medio núcleos habitados	Medio infraestructura y servicios	Estructura de los servicios y equipamientos. Vías de comunicación, otras infraestructuras.
Medio socioeconómico y cultural	Medio sociocultural	Aspectos culturales, Estructura de la población, Aspectos humanos, Patrimonio histórico y artístico
	Medio económico	Nivel de renta, Actividades y relaciones económicas

**Fuente:** (Dellavedova, 2016, págs.1-31).

**Realizado por:** Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

### 2.2.5. *Actividad agrícola*

La principal finalidad de la agricultura es utilizar la tierra a través de la colaboración entre el trabajo humano y la tecnología para producir productos de consumo que cubran distintas necesidades, en especial las relacionadas con la alimentación (Jaramillo, 2021, págs. 1-4).

#### 2.2.5.1. *Fases*

- 1) Preparación del terreno:** La fase inicial vital para garantizar un rendimiento óptimo en los cultivos implica crear condiciones ideales en el suelo para las plantas. El objetivo principal es preparar una cama de siembra que contenga los nutrientes adecuados y cumpla con las condiciones esenciales para que las semillas germinen y el cultivo se establezca con éxito, facilitando su crecimiento posterior. Tradicionalmente, estas actividades se han realizado a través de métodos agresivos como voltear el suelo y quemar restos de cultivos. Sin embargo, estas prácticas, aparte de no ser sostenibles a largo plazo, requieren mucha mano de obra,



especialmente en áreas con poca mecanización. Esto supone un desafío considerable para los agricultores pequeños que deben preparar el suelo usando herramientas básicas y trabajando manualmente (FAO, 2023).

- 2) **Siembra:** La siembra se define como el procedimiento mediante el cual las semillas se colocan en el suelo con el objetivo de estimular su germinación y permitir el crecimiento de nuevas plantas (Rivera, 2023, pág.6). La adecuada cantidad de semillas y la distancia apropiada entre ellas son aspectos vitales para el desarrollo óptimo de las plantas. Este procedimiento está estrechamente vinculado a las características del suelo y al método de cultivo utilizado. Desde las técnicas de siembra a voleo hasta la siembra de precisión neumática, hay varias herramientas y equipos disponibles que pueden optimizar las actividades de siembra, ajustándose a las condiciones económicas, sociales y ambientales en las que trabaja el agricultor (FAO, 2023).
  
- 3) **Mantenimiento y cuidado del cultivo:** La escarda implica la eliminación de las malas hierbas en los campos y puede llevarse a cabo manual o químicamente. Usando instrumentos tradicionales como una azada de mano, se necesitan aproximadamente 140 horas de trabajo por persona por cada hectárea, aunque este tiempo se reduce a 65 horas por hectárea en la tercera ronda de escarda. Se lleva a cabo la escarda en momentos estratégicos para prevenir que las malas hierbas se arraiguen y causen daños al cultivo. El uso de las herramientas y maquinaria apropiadas puede agilizar el proceso de escarda y disminuir la cantidad de trabajo manual requerido, lo que resulta en una mejora en la calidad de vida del agricultor y en la eficiencia de su labor. La decisión entre optar por métodos mecánicos o químicos de control está determinada por variables tales como el tipo de cultivo, la cantidad de malas hierbas presentes y las normativas ambientales y de seguridad vigentes (FAO, 2023).
  
- 4) **Cosecha :** La cosecha implica recolectar las partes comestibles de las plantas, como hojas, raíces, frutas, flores, tallos, tubérculos y hierbas aromáticas. La selección y recolección precisa de estas partes son fundamentales para garantizar una cosecha de alta calidad y rendimiento satisfactorio (Rivera, 2018, pág.6).

#### 2.2.5.2. Clasificación

- **Transitoria:** Se refiere a un período vegetativo de corta duración que abarca desde la siembra hasta la recolección y tiene una duración que varía entre 9 y 3 meses, dependiendo del tipo de cultivo. Entre los cultivos que se incluyen en esta categoría se encuentran el arroz, el maíz, la soya, el ajonjolí, el sorgo, el algodón, el tomate y las leguminosas, entre otros (Jaramillo, 2021, págs. 1-4).
- **Permanente:** Engloba aquellas actividades agrícolas cuyo período vegetativo desde la siembra hasta la recolección supera un año. Algunos ejemplos de cultivos permanentes incluyen el cacao, el café, la caña de azúcar, los pastos, los forrajes, los árboles maderables, los cultivos frutales y las palmas, entre otros (Jaramillo, 2021, págs. 1-4).

#### 2.2.6. Agricultura y medio ambiente

La agricultura, una actividad ancestral centrada en la producción de alimentos, ha experimentado transformaciones significativas a lo largo del tiempo. Desde los tiempos prehistóricos, la humanidad ha dependido de los productos agrícolas para la subsistencia y, posteriormente, para generar excedentes. Sin embargo, estos cambios no siempre han tenido efectos positivos, especialmente en lo que respecta a los recursos naturales y el medio ambiente. La adopción de nuevas técnicas de producción, la mecanización y el uso de insumos para incrementar la productividad y reducir las pérdidas causadas por fenómenos naturales han generado impactos significativos en el entorno ambiental. Existe una creciente preocupación acerca de estos efectos negativos y la necesidad de encontrar soluciones que promuevan la sostenibilidad y minimicen el impacto ambiental de las prácticas agrícolas (UOL, 2023, pág. 1).

La agricultura desempeña un papel fundamental en la alimentación de una gran parte de la población mundial, alcanzando a miles de millones de personas (7.000 millones). No obstante, esta práctica también contribuye significativamente a varios tipos de degradación ambiental. Se calcula que las acciones agrícolas son responsables de generar entre el 25% y el 33% de los gases de efecto invernadero. Además, ocupan aproximadamente el 40% de la superficie terrestre del planeta. Estas actividades también tienen un impacto significativo en la extracción de agua dulce, siendo responsables de más del 70% de esta extracción. Asimismo, la agricultura está relacionada con la deforestación, la fragmentación del hábitat y la consiguiente pérdida de biodiversidad. Además, el uso de agroquímicos también conduce a la eutrofización y acidificación de los

ecosistemas acuáticos y terrestres, lo que representa efectos negativos adicionales (Contreras, 2019, pág. 1).

#### *2.2.6.1. Malas prácticas agrícolas*

Existen diversas prácticas agrícolas que pueden considerarse inadecuadas o perjudiciales para el medio ambiente y la sustentabilidad agrícola. A continuación, se presentan algunos ejemplos de estas prácticas:

##### **Ganadería y sobrepastoreo**

La utilización de animales de granja como una alternativa para controlar las malas hierbas en los campos es una estrategia favorable. No obstante, es importante tener en cuenta que un uso excesivo de este método puede contribuir a la aceleración de la deforestación y la erosión del suelo (Ecoticias, 2020, pág. 1).

##### **Riego y sobreexplotación de recursos hídricos**

Un sistema de riego ineficaz en los campos agrícolas conlleva a un mayor uso de agua dulce extraída de fuentes como ríos, lagos, humedales y acuíferos subterráneos cercanos. Es esencial tener en cuenta que solo el 2,5% del agua en la Tierra es dulce y en muchas regiones esta cantidad es limitada (Banco Mundial, 2018, pág. 1).

##### **Contaminación del suelo**

Existen diversas formas de contaminar el suelo, pero dos de ellas se llevan a cabo de manera frecuente. La primera consiste en la contaminación del suelo a través del uso excesivo de productos químicos, como plaguicidas o pesticidas, con el objetivo de proteger los cultivos de posibles daños causados por la fauna local. Por otro lado, la segunda forma de contaminación proviene de la quema de rastrojos y de partes de la cosecha que no cumplen con los estándares para su venta o consumo (Vázquez y Landeros, 2019, págs.19-25).

## **Despeje y movimiento de tierras, deforestación y tala de árboles**

La supresión de árboles y otras formas de vegetación que son consideradas como "obstáculos" en las zonas destinadas a la actividad agrícola puede tener efectos negativos en el equilibrio ambiental y la biodiversidad de la región (Ecoticias, 2020, pág. 1).

## **Plasticultura**

La práctica conocida como plasticultura implica el uso de materiales plásticos para cubrir una porción significativa del suelo en cultivos agrícolas. Los agricultores emplean láminas de plástico que cubren aproximadamente el 50-70% del área de cultivo, y utilizan sistemas de riego por goteo para controlar de manera más precisa los niveles de nutrientes y humedad en el suelo. No obstante, a pesar de los numerosos beneficios asociados con los plásticos agrícolas, la práctica de la plasticultura a nivel mundial ha generado una cantidad significativa de residuos. Si estos residuos no son gestionados o tratados de manera adecuada y responsable, y si no se buscan soluciones sostenibles, podrían tener consecuencias negativas para el medio ambiente (Fabres, 2022, pág. 2).

Además, los plásticos utilizados en esta práctica contienen aditivos estabilizadores, colorantes y, en algunos casos, metales pesados, lo que dificulta su reciclaje y limita su manejo ambientalmente responsable (Ecoticias, 2020, pág. 1).

## **Monocultivo**

La técnica del monocultivo no debe ser considerada automáticamente como negativa, pero su aplicación debe ser respaldada por una fundamentación sólida. El cultivo repetido de una sola variedad agota los niveles de nitrógeno en el suelo, a excepción de las leguminosas, y contribuye a la erosión del mismo. Además, el monocultivo requiere el uso constante de productos químicos que pueden tener impactos ambientales adversos (Ecoticias, 2020, pág. 1).

### ***2.2.7. Impacto ambiental de actividades agrícolas***

#### ***2.2.7.1. Agua***

Los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos, se encuentran bajo una amenaza significativa debido a varios factores, como la erosión del suelo, la presencia de residuos agroquímicos, el anegamiento de los cultivos de regadío y la capacidad de algunas especies

cultivadas, como las palmas, de absorber grandes cantidades de humedad y agua de los alrededores (Ramos, 2021, págs.1-2).

### **Contaminación por fertilizantes**

El exceso de fertilización, riego excesivo y precipitaciones concentradas pueden llevar a la lixiviación de fertilizantes, lo que supone un riesgo de contaminación de los acuíferos subterráneos en áreas agrícolas. Los nitratos, especialmente derivados del nitrógeno, son los principales contaminantes de las aguas subterráneas y pueden originarse tanto en actividades agrícolas como en la contaminación por aguas residuales (Ramos, 2021, págs.1-2).

### **Contaminación por fitosanitarios**

El uso de productos fitosanitarios que son persistentes y solubles en agua puede resultar en la contaminación de las aguas subterráneas, al igual que ocurre con los fertilizantes. Esta situación es especialmente relevante en el caso de los productos aplicados al suelo, como herbicidas o nematocidas (Barroso y López, 2018, págs.4-23).

#### *2.2.7.2. Suelo*

El suelo desempeña un papel fundamental en la producción agrícola, ya que cumple diversas funciones esenciales. Entre ellas, se destaca su capacidad para suministrar agua y nutrientes a los cultivos, así como su función como soporte físico para la agricultura. Además, el suelo actúa como receptor de residuos agrícolas y desempeña un papel crucial como filtro depurador, protegiendo las aguas subterráneas y garantizando la calidad de la cadena alimentaria (Sinergia, 2017, págs.2-10).

### **Contaminación por fitosanitarios y fertilizantes**

El uso excesivo de fertilizantes y productos fitosanitarios puede conducir a la salinización del suelo, lo cual tiene efectos perjudiciales en la capacidad productiva de la tierra. Es importante destacar que la salinización del suelo ocurre cuando se acumulan altas concentraciones de sales, lo que altera la composición y estructura del suelo, dificultando la absorción de nutrientes por parte de las plantas y disminuyendo su crecimiento y rendimiento (Barroso y López, 2018, págs.4-23).

## **Agua de mala calidad**

El uso de aguas de baja calidad para el riego puede resultar en la salinización o sodificación de los suelos utilizados para la agricultura, lo cual tiene un impacto negativo en su capacidad productiva. Para abordar este problema, es necesario implementar medidas que mejoren la calidad del recurso hídrico disponible. Esto puede lograrse mediante la desalinización de aguas salobres o mediante la mezcla con aguas de mejor calidad. Además, es importante trabajar en la mejora del manejo de estas aguas, proporcionando capacitación a los agricultores en técnicas como el fraccionamiento del riego y la aplicación de productos con calcio para contrarrestar la sodificación del suelo (García, 2020, págs.5-6).

### *2.2.7.3. Biodiversidad*

En estudios recientes, se ha identificado una relación correlacional entre la intensificación agrícola y la disminución de la biodiversidad. Esta relación puede estar influenciada por diversos factores, como el uso de insumos agrícolas como fertilizantes o pesticidas, los cuales pueden tener efectos negativos en los ecosistemas y en los organismos que dependen de ellos. Además, la mayor densidad de cultivos en la intensificación agrícola puede resultar en la pérdida de hábitats presentes en las áreas agrícolas de menor intensidad (García, 2020, págs.5-6).

La magnitud del impacto de la agricultura en la biodiversidad puede variar en función de varios factores, como la intensidad del sistema agrícola, la tecnología utilizada, el espacio ocupado y la vulnerabilidad del ecosistema natural involucrado. En líneas generales, los sistemas agrícolas de baja intensidad, tecnología menos avanzada y pequeña escala tienden a tener un menor impacto negativo en la biodiversidad de la región en comparación con los sistemas comerciales de gran escala, los cuales suelen implicar una mayor sustitución de la vegetación natural y el uso de insumos químicos para reducir la competencia de especies no deseadas. (Eastmond y García de Fuentes, 2020, 98-104).

### *2.2.8. Agricultura en el Ecuador*

En Ecuador, se ha observado una expansión de la frontera agrícola a través de la deforestación que tuvo lugar entre los años 2000 y 2010, abarcando un total de 618,000 hectáreas. Este fenómeno está relacionado con el modelo propuesto de capitalismo-agrario y financiero, el cual presenta diversos aspectos problemáticos. Por ejemplo, la práctica de monocultivo conlleva la erosión del suelo y la contaminación del agua debido al uso de insumos en la fumigación. Además,

la introducción de semillas transgénicas ha disminuido la biodiversidad y ha contribuido a la producción de gases de efecto invernadero (Houtart, 2018, págs.177-186).

La agricultura se destaca como una de las principales fortalezas del país, ya que cuenta con mercados tanto a nivel nacional como internacional. Esto ha llevado a que tanto agricultores como profesionales del sector agrícola y pecuario sientan la necesidad de emprender un cambio en la matriz productiva. Este cambio implica ajustes en aspectos como el manejo, la fertilización, el control de plagas y enfermedades, entre otros. El objetivo es impulsar la transición hacia una agricultura sostenible y sustentable, explorando la adopción de nuevos sistemas de cultivo (Cuadrado, 2023, pág. 3).

Con el objetivo de satisfacer la demanda de diversos mercados, los agricultores emplean una amplia gama de agroquímicos, lo cual puede resultar en una sobreexplotación del suelo, prácticas inadecuadas y el incumplimiento de normas de seguridad laboral. Como consecuencia de estas prácticas, los trabajadores de grandes empresas exportadoras de flores, brócoli y banano pueden experimentar diversos problemas de salud, como daños en la piel, problemas pulmonares e incluso el desarrollo de enfermedades como el cáncer (Houtart, 2018, págs.177-186).

### ***2.2.9. Agricultura ecológica***

A lo largo de los años, la agricultura ha tenido un impacto significativo en el medio ambiente, tanto positivo como negativo. Conscientes de los resultados obtenidos, en la actualidad se han implementado prácticas ecológicas y ambientalistas que buscan preservar el medio ambiente desde las etapas iniciales de los procesos productivos. Además, se están llevando a cabo esfuerzos para fomentar una concientización a nivel global, con el objetivo de mitigar los impactos generados por la actividad humana en la naturaleza (Agropinos, 2019, pág.1).

En comparación con la agricultura convencional, la agricultura ecológica u orgánica se distingue por su enfoque en la adopción de prácticas destinadas a minimizar el impacto ambiental de la actividad agrícola. Este enfoque implica reducir el uso de labores intensivas y agroquímicos, optando en su lugar por el uso de productos de origen orgánico como alternativa (Calvo, 2021, pág. 1).

### *2.2.9.1. Elementos de la agroecología*

Con el propósito de orientar a los países en la transformación de sus sistemas agrícolas y alimentarios, y alcanzar metas como el Desafío del Hambre Cero y otros Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), se establecieron durante los seminarios regionales de la FAO sobre agroecología los siguientes 10 elementos.

1. Diversidad
2. Sinergias
3. Eficiencia
4. Resiliencia
5. Reciclaje y creación conjunta
6. Intercambio de conocimientos
7. Valores humanos y sociales
8. Cultura y tradiciones alimentarias
9. Economía circular y solidaria
10. Gobernanza responsable

Estos factores están vinculados y dependen mutuamente, y abarcan tanto las características fundamentales de los sistemas agroecológicos, las prácticas esenciales y los estándares innovadores, como los aspectos del contexto y el entorno propicio necesarios para llevar a cabo la transición hacia una agricultura sostenible a gran escala y cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (FAO,2022, pág. 2).

### *2.2.9.2. Técnicas de cultivo*

#### **El acolchado o mulching**

En el ámbito de la agricultura ecológica, se emplea una técnica que tiene como objetivo la protección del suelo. Esta técnica consiste en utilizar materiales naturales para formar una capa protectora que retenga la humedad en el suelo. Además de cumplir con esta función, estos materiales aportan materia orgánica al suelo (Agro Spray, 2022, págs. 1-2).



## **Abonos orgánicos o naturales**

La utilización de biomasa es una estrategia que los agricultores pueden emplear para aprovechar los nutrientes generados a través de la descomposición orgánica. Estos nutrientes se obtienen a partir de los residuos de cultivos y los excrementos de los animales de granja. Una forma de gestionar esta biomasa de manera efectiva es a través de la implementación de composteros, que son sistemas de producción de abono orgánico que permiten reciclar los materiales generados en el campo (Intagri, 2023, págs.2-6).

## **Laboreo del suelo**

En el contexto de la agricultura actual, se busca adoptar enfoques que prioricen la conservación y protección del suelo. Con este propósito, se promueven técnicas que minimizan la intervención y perturbación del suelo, preservando así sus características físicas y químicas. Esta tendencia hacia prácticas de laboreo reducido o mínimo tiene como objetivo principal evitar la degradación del suelo y mantener su salud a largo plazo. Al disminuir la manipulación excesiva del suelo, se busca prevenir la compactación, erosión y pérdida de nutrientes, lo cual contribuye a la sostenibilidad y productividad de las actividades agrícolas. Además, al reducir la perturbación del suelo, se fomenta la conservación de la biodiversidad y se minimiza el impacto ambiental asociado con la agricultura (Agro Spray, 2022, págs. 1-2).

## **Rotación de cultivos**

La rotación de cultivos es una estrategia antigua y altamente efectiva para controlar las enfermedades y plagas del suelo. Sin embargo, el éxito económico de esta práctica depende en gran medida de la selección, frecuencia y secuencia de los cultivos, así como de su adaptación a las condiciones locales y la integración de otras prácticas de manejo (Houben, 2020, págs. 1-6).

Una rotación de cultivos adecuada tiene beneficios a largo plazo, ya que contribuye a mantener la salud del suelo y reduce la incidencia de enfermedades y plagas. Esto se traduce en un rendimiento óptimo de los cultivos. Además, una buena rotación de cultivos ayuda a preservar la fertilidad y la estructura del suelo, lo cual es crucial para el éxito a largo plazo de la agricultura (Houben, 2020, págs. 1-6).

## **Asociaciones de cultivos**

Esta práctica consiste en cultivar diferentes especies de plantas juntas, donde una especie brinda soporte nutricional a la otra a través de la mejora de los nutrientes presentes en el suelo. Esta asociación beneficia el rendimiento de las cosechas, promoviendo una mayor eficiencia en el uso de los recursos y fomentando un equilibrio natural en el ecosistema agrícola (Agro Spray, 2022, págs. 1-2).

### *2.2.9.3. Beneficios medioambientales*

#### **Aire**

Una aplicación adecuada de la agricultura ecológica contribuye a mitigar los efectos del calentamiento global y la alteración del clima al reducir las emisiones de tres gases clave: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Una característica destacada de la agricultura orgánica es la rotación de cultivos, la cual se ha demostrado que previene la pérdida de nitrógeno hacia la atmósfera y fomenta un aumento en la biomasa radicular (TWENERGY, 2023, pág. 1).

#### **Agua**

La agricultura ecológica, gracias a su capacidad para infiltrar y retener el agua de manera más efectiva, demanda una menor cantidad de riego en comparación con otros métodos agrícolas. Como resultado, esta práctica contribuye al ahorro de agua de manera significativa (TWENERGY, 2023, pág. 1).

#### **Suelo**

En comparación con los suelos tratados únicamente con productos químicos, aquellos enriquecidos con materia orgánica a través de enmiendas presentan una mayor cantidad y diversidad de bacterias beneficiosas, lo que favorece el equilibrio y la resiliencia del ecosistema del suelo. Además, estos suelos mejoran la capacidad de absorción y retención de agua, así como el desarrollo de las raíces, lo que promueve el crecimiento óptimo de los cultivos. Otro beneficio relevante es el aumento de la fertilidad química del suelo, lo que se traduce en una mayor presencia de nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas (Calvo, 2023, pág. 1; TWENERGY, 2023, pág. 1).

#### *2.2.9.4. Desventajas*

Es pertinente discutir las desventajas asociadas a la agricultura ecológica. Aunque se considera que este enfoque agrícola es altamente beneficioso para el medio ambiente, es importante reconocer que presenta ciertas limitaciones.

- La agricultura ecológica demanda más tiempo y dedicación por parte del agricultor. En comparación con otros métodos agrícolas, no es necesario que el trabajador esté tan involucrado en el monitoreo constante de los cultivos.
- Los insumos necesarios para la agricultura ecológica suelen ser más costosos. Aunque se ha observado una tendencia a la disminución de precios en los últimos años, todavía existe una diferencia notable. Los materiales y suministros requeridos para la agricultura ecológica suelen tener un costo más elevado en comparación con la agricultura convencional. Como resultado, los agricultores, en general, pueden obtener una menor ganancia de sus cosechas (Polo, 2021, págs.3-4).

#### *2.2.10. Plan de manejo ambiental*

El Plan de Manejo Ambiental es una herramienta normativa que plantea medidas detalladas y secuenciales para prevenir, mitigar y compensar los posibles impactos negativos en el medio ambiente. De igual manera, busca resaltar los impactos positivos y promover un enfoque de desarrollo sostenible. Este plan suele dividirse en diversos sub-planes, los cuales varían según el tipo de actividad o proyecto llevado a cabo (Adriano y Guerra, 2021, pág. 19).

## **2.3. Marco legal**

### **2.3.1. Constitución de la República del Ecuador**

La Constitución de la República del Ecuador proporciona orientaciones para la protección del medio ambiente en los siguientes artículos:

- El *Artículo 14* reconoce el derecho de la población al buen vivir, incluyendo el acceso a un ambiente saludable donde se preserve la biodiversidad, se prevengan daños y se restauren los ecosistemas.
- El *Artículo 72* resalta el derecho de la naturaleza a la restauración, lo cual implica la adopción de medidas para prevenir y reducir los efectos negativos.
- El *Artículo 396* establece la responsabilidad del Estado ecuatoriano en la creación de políticas destinadas a proteger la naturaleza y el ambiente.
- El *Artículo 397* establece que el Estado debe tomar medidas inmediatas en caso de impactos ambientales negativos, incluyendo la imposición de sanciones, con el fin de garantizar la restauración y preservación.

(Constitución de la República del Ecuador, 2008).

### **2.3.2. Código Orgánico del Ambiente**

El artículo destacado del Código Orgánico del Ambiente es el Artículo 5, el cual establece el derecho de la población a vivir en un ambiente saludable. Este derecho incluye:

1. La conservación, manejo sostenible y recuperación del patrimonio natural, la biodiversidad y todos sus componentes, respetando los derechos de la naturaleza y los derechos colectivos de las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades.
2. El manejo sostenible de los ecosistemas, prestando especial atención a aquellos frágiles y amenazados como los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos, manglares y ecosistemas marinos y marino-costeros.
3. La intangibilidad del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, según los términos establecidos en la Constitución y la ley.
4. La conservación, preservación y recuperación de los recursos hídricos, las cuencas hidrográficas y los caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico.
5. La conservación y uso sostenible del suelo, previniendo la erosión, la degradación, la desertificación y permitiendo su restauración.
6. La prevención, control y reparación integral de los daños ambientales.

7. La obligación de someter cualquier obra, proyecto o actividad, en todas sus etapas, al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.
8. El fomento del desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y saludables, así como de energías alternativas no contaminantes, renovables, diversificadas y de bajo impacto ambiental.
9. El uso, experimentación y desarrollo de la biotecnología y la comercialización de sus productos, cumpliendo estrictas normas de bioseguridad y sujeto a las prohibiciones establecidas en la Constitución y demás legislación vigente.
10. La participación, en el marco de la ley, de las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos en cualquier actividad o decisión que pueda generar o haya generado impactos o daños ambientales.
11. La adopción de políticas públicas, medidas administrativas, normativas y jurisdiccionales que garanticen el ejercicio de este derecho.
12. La implementación de planes, programas, acciones y medidas de adaptación para aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad ambiental, social y económica frente a la variabilidad climática y los impactos del cambio climático, así como la implementación de acciones para mitigar sus causas (COA, 2017).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo de investigación

##### 3.1.1. Nivel de la investigación

El estudio utilizó una investigación descriptiva para comprender en detalle las prácticas agrícolas y su impacto ambiental en el sector "El Shuyo" de Riobamba. Esta metodología proporcionó información valiosa para identificar problemas y proponer medidas de manejo ambiental sostenibles.

##### 3.1.2. Enfoque de la investigación

El enfoque utilizado fue mixto debido a que se combinaron métodos cualitativos y cuantitativos en diferentes etapas de la investigación lo que permitió abordar una visión más precisa y completa de los efectos ambientales de las prácticas agrícolas.

#### 3.2. Diseño de la investigación

##### 3.2.1. No experimental

Se empleó un diseño de investigación no experimental debido a que no se realizaron manipulaciones intencionales de variables ni se establecieron grupos de control. En su lugar, se recopilaron datos en un entorno natural sin intervenir en las variables de interés.

#### 3.3. Identificación de las variables

**Tabla 3-1:** Variables del estudio

<b>Independiente</b>	<b>Dependiente</b>
Actividades agrícolas en el sector "El Shuyo"	Impacto ambiental de las actividades agrícolas en el sector "El Shuyo".

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

### **3.4. Población y muestra**

#### **3.4.1. Población**

La población de estudio estuvo compuesta por todas las actividades agrícolas que se llevan a cabo en el sector Shuyo.

#### **3.4.2. Muestra**

Con el objetivo de obtener una representación significativa de las diferentes prácticas agrícolas y los impactos ambientales en el área de estudio, se seleccionó una muestra de 27 agricultores de manera conveniente, teniendo en cuenta su disponibilidad y accesibilidad.

### **3.5. Técnicas e instrumentos**

#### **3.5.1. Técnicas**

En el estudio de evaluación del impacto ambiental de las actividades agrícolas en el sector "El Shuyo" de la ciudad de Riobamba, se utilizaron las siguientes técnicas de recopilación de datos:

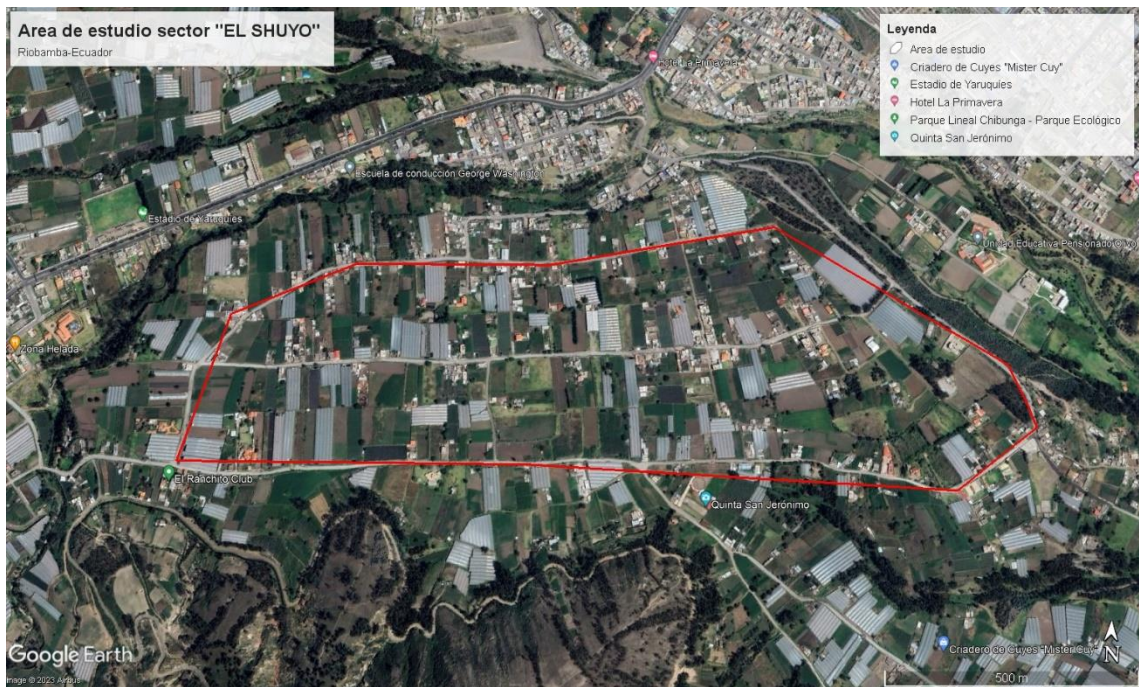
- **Levantamiento de datos de campo:** Esta técnica involucró la recolección de información directamente en el área de estudio mediante diferentes métodos. Se llevaron a cabo muestreos de suelo y agua. También se realizaron observaciones directas en el campo para registrar y evaluar aspectos relevantes de las actividades agrícolas, como el uso de maquinaria, la aplicación de fertilizantes o plaguicidas, la gestión del riego y el manejo de los cultivos.
- **Encuestas estructuradas:** Se diseñaron y aplicaron encuestas estructuradas a los agricultores del sector "El Shuyo". Estas encuestas contenían 22 preguntas específicas sobre las prácticas agrícolas utilizadas, el uso de agroquímicos, el manejo del suelo, la gestión de los residuos y otros aspectos relacionados con la actividad agrícola. Las respuestas obtenidas proporcionaron información cuantitativa y cualitativa sobre las prácticas agrícolas y permitieron identificar patrones y tendencias.
- **Revisión documental:** Se realizó una revisión exhaustiva de literatura científica, informes técnicos, normativas ambientales y otros documentos relevantes relacionados con la temática de estudio.

### 3.5.2. Instrumentos

- Kit de análisis de suelo y agua.
- Cuestionario de encuestas estructuradas.
- Lista de verificación (checklists).
- Matriz de Leopold
- Matriz de importancia

### 3.6. Localización

El Sector El Shuyo se encuentra ubicado al suroeste de la ciudad de Riobamba, en la provincia de Chimborazo, específicamente en la parroquia de Yaruquíes.



**Ilustración 3-1:** Área de estudio

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

### 3.7. Procedimiento de la investigación

#### 3.7.1. Levantamiento de la línea base ambiental

Con el objetivo de establecer la línea base, se llevó a cabo un proceso de recopilación de información secundaria y salidas de campo. Este enfoque permitió obtener conocimiento detallado sobre los componentes físico, bióticos y sociales, cumpliendo con los requisitos



establecidos en la RAOHE y en los Términos de Referencia de la Declaratoria del Impacto Ambiental aplicables a actividades, obras y proyectos de otros sectores.

#### *3.7.1.1. Área de influencia*

La delimitación de las áreas de influencia directa e indirecta se realizó considerando los aspectos biofísicos y socioeconómicos que podrían ser impactados por las actividades llevadas a cabo en el sector "El Shuyo". Mediante este análisis, se identificaron las zonas cercanas y lejanas que podrían verse afectadas positiva o negativamente.

#### **Área de influencia directa**

La delimitación del área de influencia directa se llevó a cabo mediante la consideración de los impactos y efectos directos generados por las actividades desarrolladas en el sector "El Shuyo".

#### **Área de influencia indirecta**

Se delimitó como la zona de influencia indirecta la totalidad del entorno urbano de Riobamba, que se extiende aproximadamente sobre una superficie de 39.85 km<sup>2</sup>, según lo establecido en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT Riobamba, 2020-2023, pág.28). Dentro de esta extensión, 34.14 km<sup>2</sup> engloban la Ciudad San Pedro de Riobamba y las áreas urbanas principales de las parroquias, mientras que los 5.71 km<sup>2</sup> restantes abarcan áreas rurales de expansión urbana que están conurbadas o adyacentes al límite urbano de la ciudad de Riobamba. Esta designación se basa en el hecho de que las actividades agrícolas tienen una relevancia local desde una perspectiva socioeconómica, lo que implica que la ciudad de Riobamba es influenciada de manera indirecta por dichas actividades.

#### *3.7.1.2. Medio físico*

Para la descripción del entorno físico del proyecto, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

#### **Climatología**

Se utilizó como principal fuente de datos para el área de estudio la estación Agrometeorológica de la Facultad de Recursos Naturales, ubicada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

A través de esta estación, se recopilaron datos específicos sobre el clima de Riobamba en los últimos cinco años (2018-2022), abarcando una serie de parámetros meteorológicos esenciales:

- Precipitación atmosférica
- Temperatura del aire
- Humedad relativa
- Velocidad y dirección de viento

## **Geografía**

En el proceso de caracterización de este aspecto, se recurrió a la utilización de información proveniente del Plan Cantonal de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Riobamba 2020-2023, así como a la obtención de cartografía temática a través del software informático ArcGIS.

## **Hidrografía**

Se procedió a identificar los cuerpos de agua próximos a la zona de influencia del proyecto mediante la revisión de información cartográfica y el análisis del Plan Cantonal de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Riobamba 2020-2023.

## **Uso y cobertura del suelo**

Se recopilaron datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y se consultó el Plan Cantonal de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Riobamba 2020-2023 para obtener información sobre las actividades llevadas a cabo en el cantón.

## **Calidad del suelo**

### **A. Muestreo**

Previo a la realización del muestreo, se llevó a cabo una identificación de las condiciones similares mediante encuestas, con el objetivo de seleccionar los sitios de muestreo. En este caso, las similitudes se establecieron en función del tipo de cultivo, los cuales se categorizaron en tres: tomate riñón, maíz y fresa.

- **Tamaño de muestra:** Siguiendo la metodología establecida en el Anexo 2 del Libro VI del TULSMA para el muestreo de suelos, así como las recomendaciones propuestas por Mendoza y Espinoza (2017, págs.11-21), se procedió a recolectar muestras de suelo de acuerdo con el tipo de cultivo específico. Para garantizar un nivel de precisión del 80%, se tomaron tres muestras por cada tipo de suelo seleccionado. Cada muestra estuvo compuesta por ocho submuestras, lo que permitió obtener una representación más completa y confiable de las características del suelo en cada sitio de muestreo.
- **Técnica de muestreo:** Se adoptó la metodología propuesta por AGROCALIDAD (2018, págs.1-11) y Mendoza y Espinoza (2017, págs.11-21) como guía para llevar a cabo el muestreo.

## B. Análisis de laboratorio

Con el fin de evaluar la calidad del suelo, se llevaron a cabo análisis de los parámetros fisicoquímicos establecidos en el Anexo 2 del Libro VI del TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria en Materia Ambiental). Estos parámetros proporcionaron una base sólida para determinar la composición y las características del suelo, permitiendo identificar posibles contaminantes y evaluar el estado general de la calidad del suelo en el área de estudio.

**Tabla 3-2:** Parámetros analizados para determinar la calidad de suelo

Parámetros físicos	Parámetros químicos	Parámetro biológicos
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Textura</li> <li>▪ Humedad relativa</li> <li>▪ Granulometría</li> <li>▪ Temperatura</li> <li>▪ Densidad</li> <li>▪ Porosidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Potencial hidrógeno (pH)</li> <li>▪ Conductividad Eléctrica</li> <li>▪ Materia orgánica</li> <li>▪ Carbono orgánico (CO)</li> <li>▪ Nitrógeno total (NT)</li> <li>▪ Fósforo (P)</li> <li>▪ Relación Carbono/Nitrógeno</li> <li>▪ Organoclorados</li> <li>▪ Organofosforados</li> <li>▪ Metales pesados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aerobios mesófilos</li> </ul>

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

## Calidad del agua

### A. Muestreo

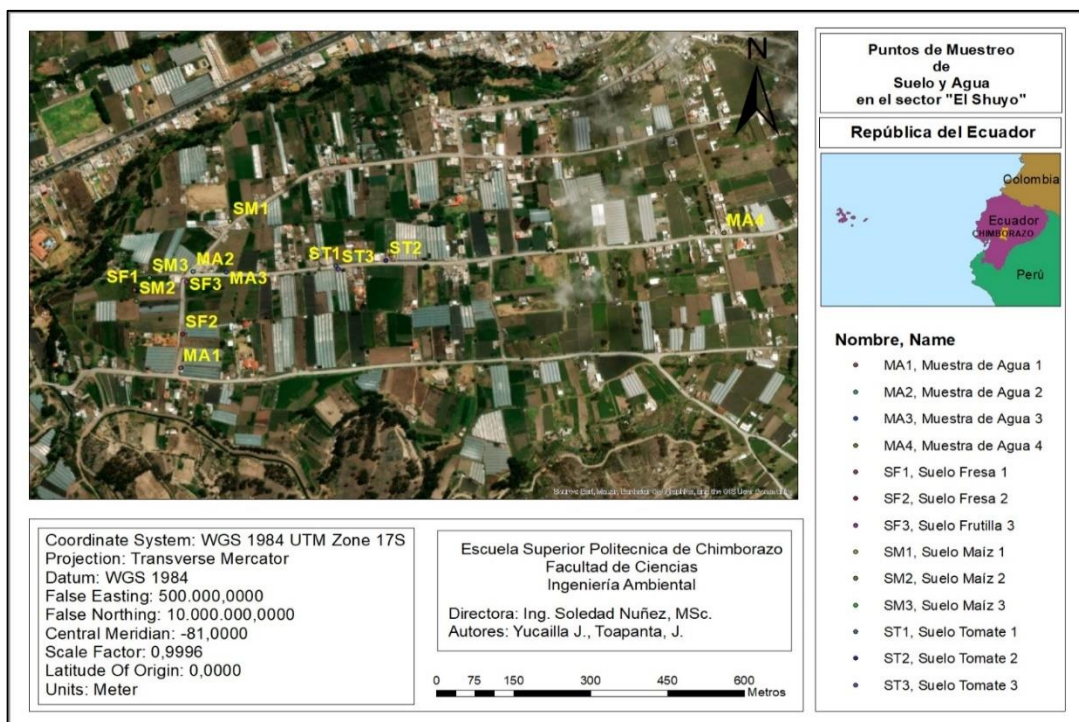
- **Muestreo:** Se realizaron muestreos del agua del canal de riego siguiendo dos normas técnicas importantes: NTE INEN 2176:2013 para el muestreo en sí, asegurando precisión y representatividad, y NTE INEN 2169:2013 para el manejo y conservación adecuada de las muestras, evitando contaminación hasta el análisis posterior.

### B. Análisis de laboratorio

**Tabla 3-3:** Parámetros analizados para determinar la calidad del agua

Parámetros fisicoquímicos
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Potencial hidrógeno (pH)</li><li>▪ Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO5)</li><li>▪ Demanda química de Oxígeno (DQO)</li><li>▪ Oxígeno disuelto (OD)</li></ul>

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.



**Ilustración 3-2:** Puntos de muestreo de suelo y agua en el sector "El Shuyo"

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

### *3.7.1.3. Componente biótico*

Se procedió a realizar la caracterización y descripción de las especies animales y vegetales que se encuentran en el área de influencia mediante visitas de observación en el sector, acompañadas de un registro fotográfico detallado. También se recurrió a varias fuentes bibliográficas como parte de la información secundaria consultada.

#### **A. Selección de sitios de muestreo**

Se identificaron sitios representativos en el área de estudio, considerando diferentes tipos de hábitats y coberturas vegetales presentes. Se priorizaron aquellos sitios con características particulares o de interés ambiental.

#### **B. Muestreo de flora y fauna**

Se realizaron recorridos a pie por cada sitio de muestreo para registrar visual y auditivamente las especies de plantas y animales presentes.

- Para la flora, se registraron las especies de plantas observadas, tomando notas sobre sus características distintivas.
- Para la fauna, se registraron las especies de animales observadas, incluyendo aves, mamíferos, reptiles, anfibios, etc., junto con cualquier comportamiento o características notables.

### *3.7.1.4. Componente socioeconómico*

La información para este componente se obtuvo del Plan Cantonal de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Riobamba correspondiente al periodo 2020-2023, además de recurrir a fuentes de información secundaria como el INEC. En este aspecto, se consideraron los elementos más relevantes dentro de la población involucrada en el área de influencia.

### 3.7.2. *Evaluación de impacto ambiental*

#### 3.7.2.1. *Identificación de las principales actividades agrícolas y los factores susceptibles a recibir impactos*

Tras realizar visitas al área de estudio y aplicar los instrumentos de investigación a los agricultores del Sector Shuyo, se procedió a identificar las acciones agrícolas más comunes en cada etapa de la actividad agrícola, considerando sus posibles impactos en el medio ambiente. Posteriormente, se analizaron los factores ambientales que podrían verse afectados de manera positiva o negativa debido a estas acciones agrícolas.

#### 3.7.2.2. *Matriz de Leopold*

Para considerar las afectaciones que se están generando, se empleó la metodología de Leopold, la cual se basa en el empleo de una matriz de interacción causa efecto de impacto ambiental, donde las actividades se ubicaron en la parte superior y los factores ambientales y socioculturales en el eje vertical, a la izquierda.

Para evaluar las interacciones identificadas, se emplearon tres parámetros:

**Clase:** Indica la naturaleza o dirección de las consecuencias del impacto, ya sea positivas o beneficiosas (+) o negativas o perjudiciales (-) (Chicaiza, 2018, pág.33).

**Magnitud (M):** Representa el grado o nivel de alteración que experimenta el factor ambiental debido a la acción del proyecto. Se asigna una calificación en una escala del 1 al 10, donde 1 representa una alteración mínima y 10 indica una alteración máxima. Este criterio evalúa los cambios en las variables o condiciones inherentes al factor, es decir, cuánto ha empeorado, cuánto se ha destruido, etc (Chicaiza, 2018, pág.33).

**Importancia (I):** Evalúa el peso relativo que tiene el factor ambiental considerado dentro del entorno que puede verse afectado por el proyecto. Se utiliza una escala del 1 al 10, donde 1 indica una insignificancia y 10 representa una máxima importancia. Este criterio considera otros aspectos externos al factor analizado, como su valor dentro del entorno afectado o su importancia para la comunidad (Chicaiza, 2018, pág.33).

$$\text{Valor de impacto (VI)} = \pm (\text{Importancia} \times \text{Magnitud})$$

**Tabla 3-4:** Criterios de calificación

Magnitud			Importancia		
Intensidad	Alteración	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	±1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	±2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	±3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	±4	Temporal	Local	4
Media	Media	±5	Media	Local	5
Media	Alta	±6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	±7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	±8	Media	Regional	8
Alta	Alta	±9	Permanente	Regional	9
Muy Alta	Alta	±10	Permanente	Nacional	10

Fuente: Chicaiza, 2018, pág.33.

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

**Tabla 3-5:** Valoración de impacto

Valoración de impacto	
Leve	0 -150
Moderado	151-300
Significativo	301-450
Altamente significativo	451-600

Fuente: Auditoría medioambiental: Guía Metodológica. Vicente Conesa.

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

### 3.7.2.3. Matriz de importancia

Utilizando la matriz del método de determinación de importancia, se identificaron los impactos críticos y severos que requieren una máxima prioridad en las acciones de mitigación y recuperación. La evaluación se basó en los factores y valoraciones presentados en la tabla 2-2. A continuación, se muestra la fórmula utilizada en este proceso.

$$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Dónde:

± = Naturaleza del impacto.

I = Importancia del impacto

i = Intensidad o grado probable de destrucción

EX = Extensión o área de influencia del impacto

MO = Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto

PE = Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto

RV = Reversibilidad

SI = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples

AC = Acumulación o efecto de incremento progresivo

EF = Efecto (tipo directo o indirecto)

PR = Periodicidad

MC = Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos

**Tabla 3-6:** Índice de significancia de impacto

Índice de significancia	Valor
Bajo	<25
Moderado	$25 \geq < 50$
Severo	$50 \geq < 75$
Crítico	$\geq 75$

**Fuente:** Guía metodología para la Evaluación del Impacto Ambiental, CONESA, 2010.

**Realizado por:** Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

En este estudio, se empleó de manera complementaria la matriz de Leopold y la matriz de importancia. La matriz de Leopold proporcionó datos numéricos y cuantitativos acerca de los impactos generados por las actividades agrícolas en el sector "El Shuyo". Por otro lado, la matriz de importancia permitió establecer la relevancia de estos impactos al clasificarlos en categorías de bajos, moderados, severos o críticos. La utilización conjunta de ambas matrices fue justificada para obtener resultados integrales y confiables en la evaluación del impacto ambiental.

### 3.7.3. *Medidas de manejo ambiental*

Una vez se obtuvieron los resultados de la evaluación de impacto ambiental (EIA) y se identificaron los impactos más relevantes en las áreas de influencia directa e indirecta, se procedió a desarrollar el plan de manejo ambiental (PMA) el cual consiste en un conjunto de medidas y acciones diseñadas para prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales asociados a las actividades agrícolas.

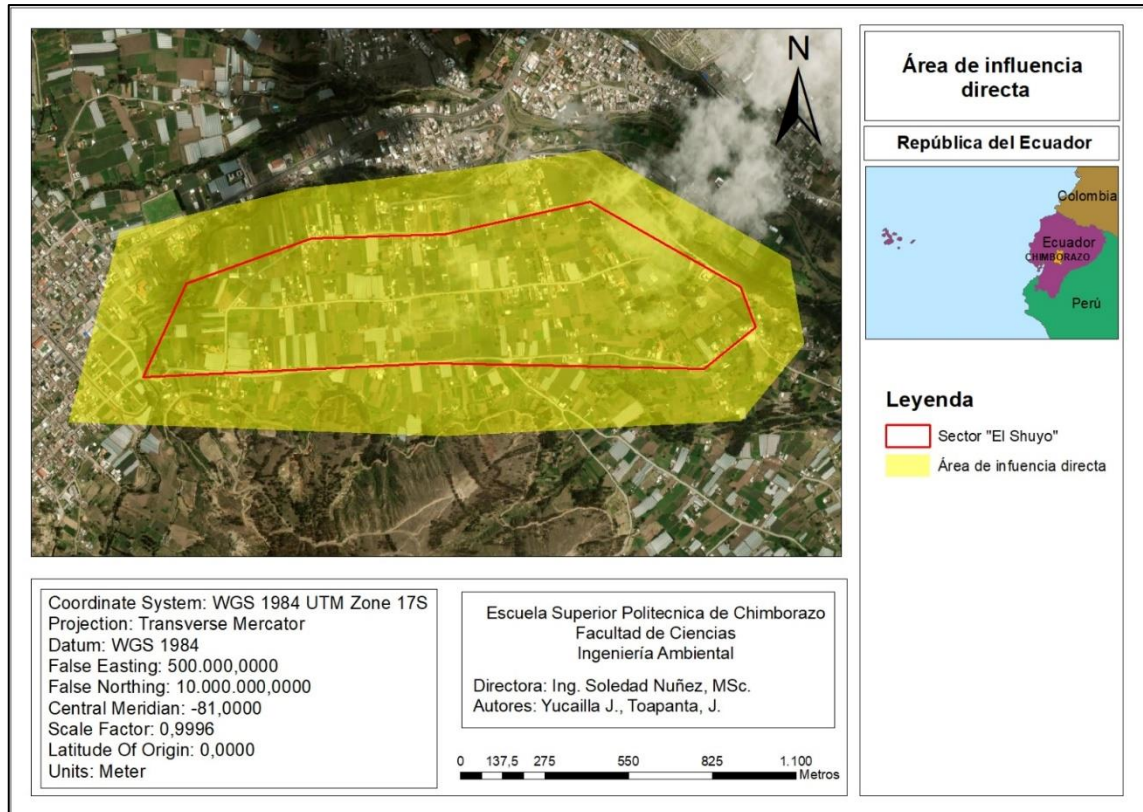


## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Área de influencia

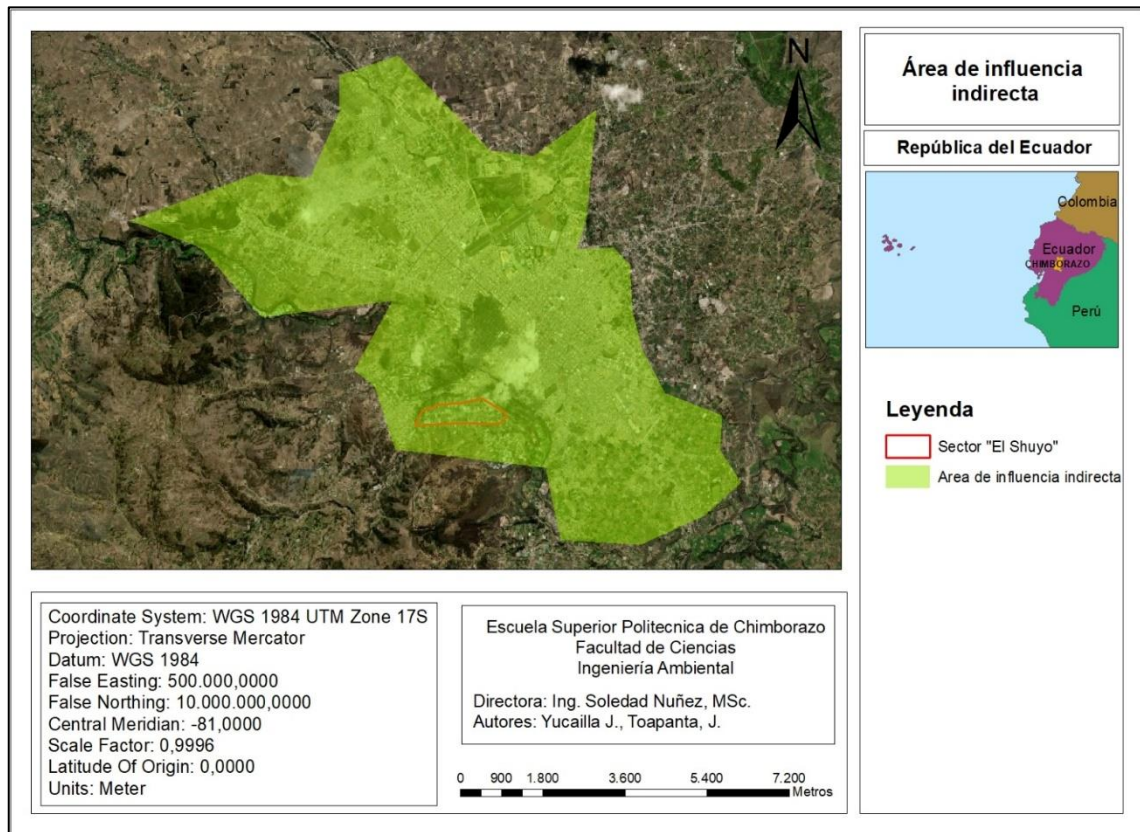
##### 4.1.1. Área de influencia directa



**Ilustración 4-1:** Área de influencia directa

**Realizado por:** Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

#### 4.1.2. Área de influencia indirecta



**Ilustración 4-2:** Área de influencia indirecta

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

## 4.2. Levantamiento de línea base

### 4.2.1. Medio físico

#### 4.2.1.1. Climatología

#### Precipitación atmosférica

La precipitación atmosférica se refiere a las diversas formas de agua, como lluvia, llovizna, nieve, granizo, hielo granulado, etc., que caen desde las nubes hasta la superficie terrestre (INAMHI, 2017, pág.17). En la tabla 4-1 se presentan los registros de precipitación atmosférica en milímetros desde el año 2018 hasta el 2022, revelando un rango de variabilidad en la cantidad de lluvia en la región durante esos años. Se identificó un mínimo de 38,4 mm en el año 2020, mientras que se alcanzó un máximo de 60,6 mm en el año 2021. Además, se calculó una media anual de 46,8 mm,

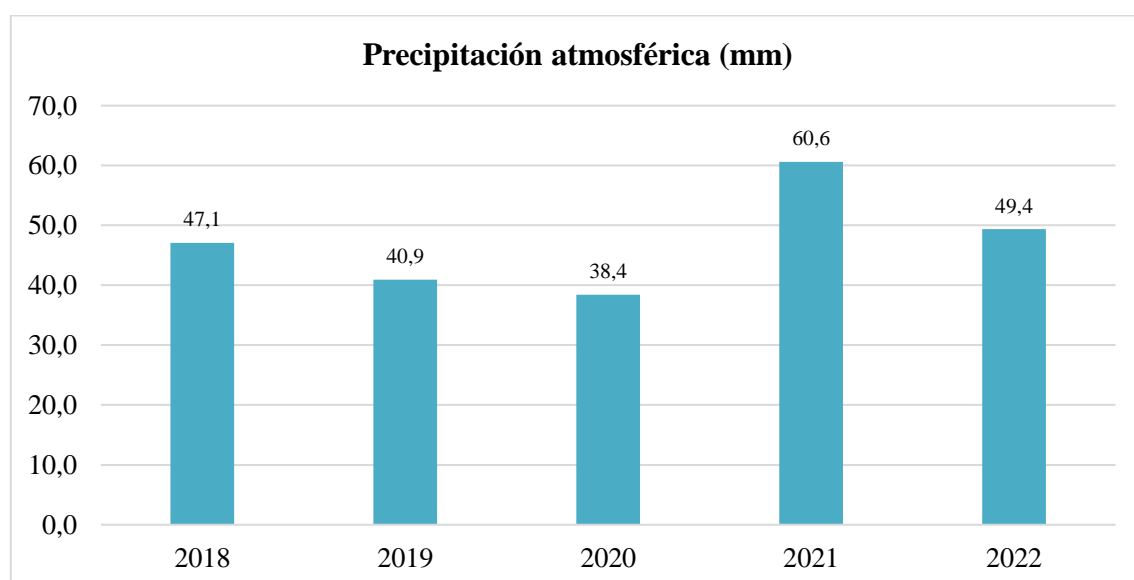
ofreciendo un valor promedio que representa la cantidad de lluvia esperada en la región en un año típico.

**Tabla 4-1:** Precipitación atmosférica (mm) del año 2018 al 2022

Año	Cantidad de precipitación
2018	47,1
2019	40,9
2020	38,4
2021	60,6
2022	49,4
<b>Media</b>	<b>46,8</b>

Fuente: Estación meteorológica, ESPOCH, 2018-2022.

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.



**Ilustración 4-3:** Precipitación atmosférica (mm) de Riobamba año 2018 - 2022

Fuente: Estación meteorológica, ESPOCH, 2018-2022.

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

### Temperatura del aire

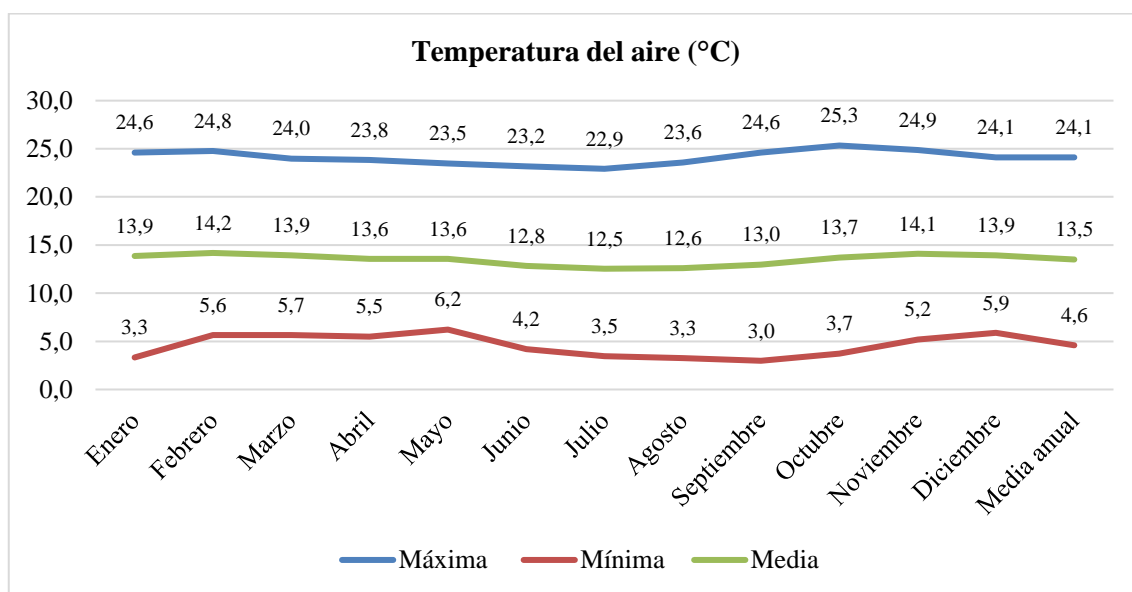
En la tabla 4-2 se muestran los registros mensuales de la temperatura del aire para los años 2018-2022 en Riobamba. La media anual revela que, durante este periodo de cinco años, la temperatura máxima promedio fue de 24,1 °C, mientras que la temperatura mínima promedio fue de 4,6 °C. Además, la temperatura media anual se situó en 13,5 °C. Estos datos son representativos del comportamiento térmico promedio en la ciudad a lo largo de un año completo durante ese lapso de tiempo.

**Tabla 4-2:** Datos por mes de la temperatura del aire (°C) año 2018-2022

Mes	Máxima	Mínima	Media
Enero	24,6	3,3	13,9
Febrero	24,8	5,6	14,2
Marzo	24,0	5,7	13,9
Abril	23,8	5,5	13,6
Mayo	23,5	6,2	13,6
Junio	23,2	4,2	12,8
Julio	22,9	3,5	12,5
Agosto	23,6	3,3	12,6
Septiembre	24,6	3,0	13,0
Octubre	25,3	3,7	13,7
Noviembre	24,9	5,2	14,1
Diciembre	24,1	5,9	13,9
<b>Media anual</b>	<b>24,1</b>	<b>4,6</b>	<b>13,5</b>

Fuente: Estación meteorológica, ESPOCH, 2018-2022.

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.



**Ilustración 4-4:** Datos por mes de temperatura del aire (°C) de Riobamba año 2018-2022

Fuente: Estación meteorológica, ESPOCH, 2018-2022.

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

## Humedad relativa

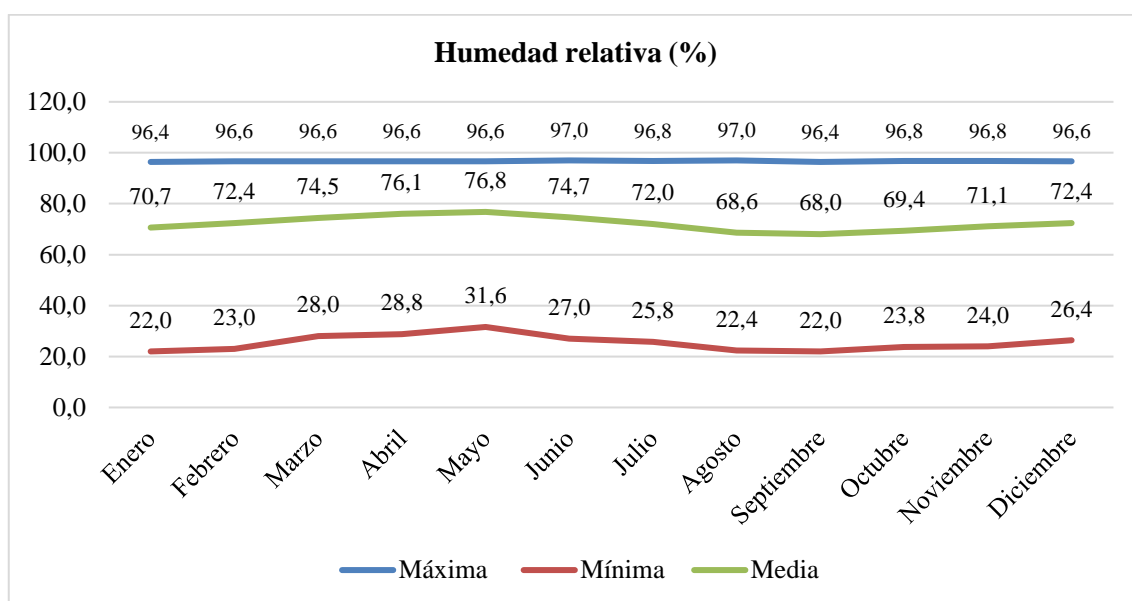
La tabla 4-3 proporciona información sobre la humedad relativa en la ciudad durante los cinco años. En promedio, la humedad relativa anual se sitúa en alrededor del 72,2%. Se destaca que la humedad máxima alcanza un valor del 96,7%, indicando momentos de alta saturación en el ambiente, mientras que la humedad mínima baja a un 25,4%, reflejando condiciones más secas.

**Tabla 4-3:** Datos por mes de la humedad relativa (%) año 2018-2022

Mes	Máxima	Mínima	Media
Enero	96,4	22,0	70,7
Febrero	96,6	23,0	72,4
Marzo	96,6	28,0	74,5
Abril	96,6	28,8	76,1
Mayo	96,6	31,6	76,8
Junio	97,0	27,0	74,7
Julio	96,8	25,8	72,0
Agosto	97,0	22,4	68,6
Septiembre	96,4	22,0	68,0
Octubre	96,8	23,8	69,4
Noviembre	96,8	24,0	71,1
Diciembre	96,6	26,4	72,4
<b>Media anual</b>	<b>96,7</b>	<b>25,4</b>	<b>72,2</b>

Fuente: Estación meteorológica, ESPOCH, 2018-2022.

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.



**Ilustración 4-5:** Datos por mes de humedad relativa (%) de Riobamba año 2018-2022

Fuente: Estación meteorológica, ESPOCH, 2018-2022.

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

## Velocidad y dirección del viento

La tabla 4-4 proporciona los registros mensuales de la velocidad y dirección del viento. Durante esos cinco años, la media anual de la velocidad del viento se mantiene constante en 2,2 m/s, y se observa que la dirección predominante del viento es "Sur Este".

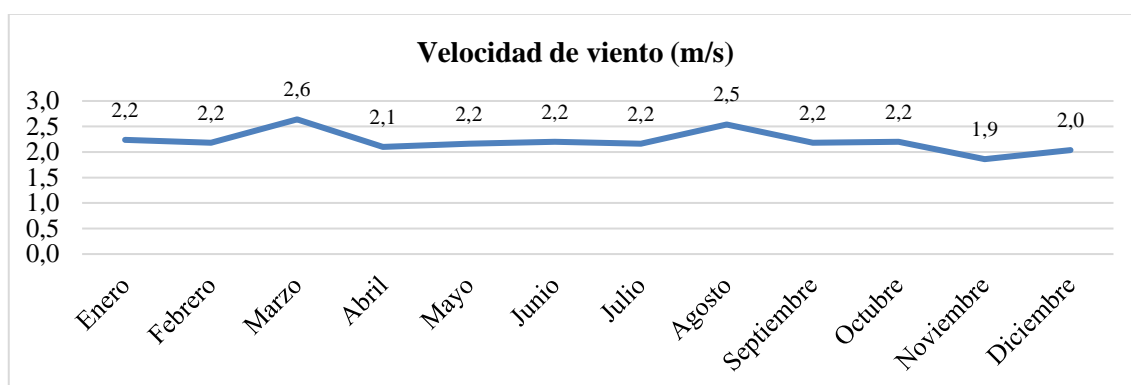
Cabe mencionar que no se dispone de datos específicos sobre los valores máximos y mínimos para el año 2018, posiblemente debido a la falta de información disponible para ese periodo. Sin embargo, la consistencia en la media anual y la dirección del viento a lo largo de los meses y años analizados sugiere una cierta estabilidad en las condiciones climáticas relacionadas con el viento en la región.

**Tabla 4-4:** Datos por mes de la velocidad (m/s) y dirección del viento año 2018-2022

Mes	Media	Dirección
Enero	2,2	Sur Este
Febrero	2,2	Sur Este
Marzo	2,6	Sur Este
Abril	2,1	Sur Este
Mayo	2,2	Sur Este
Junio	2,2	Sur Este
Julio	2,2	Sur Este
Agosto	2,5	Sur Este
Septiembre	2,2	Sur Este
Octubre	2,2	Sur Este
Noviembre	1,9	Sur Este
Diciembre	2,0	Sur Este
<b>Media anual</b>	<b>2,2</b>	<b>Sur Este</b>

Fuente: Estación meteorológica, ESPOCH, 2018-2022.

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.



**Ilustración 4-6:** Datos de velocidad del viento (m/s) de Riobamba en el año 2018-2022

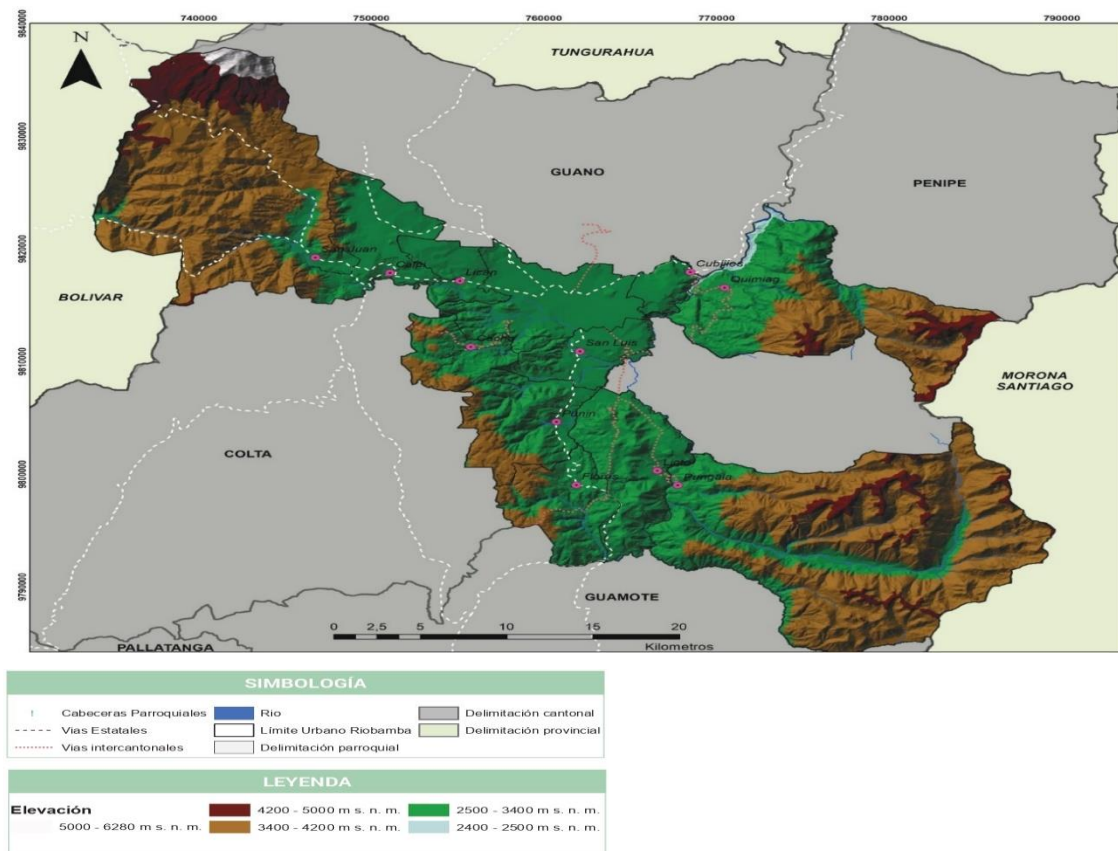
Fuente: Estación meteorológica, ESPOCH, 2018-2022.

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

#### 4.2.1.2. Geografía

### Relieve

El terreno montañoso es común en el Cantón Riobamba, así como en sus parroquias rurales como Cacha, Flores, Licto, Pungalá, Punín, Quimiag y San Juan, cubriendo un área total de 213,07 km<sup>2</sup>, lo que representa el 21% del territorio. Estas zonas se destacan por tener elevaciones y depresiones. Por otro lado, la ciudad de Riobamba y algunas áreas parroquiales como Licto, Pungalá, San Juan y San Luis presentan una superficie más plana que abarca una extensión de 33,42 km<sup>2</sup> (3%). El Cantón Riobamba y sus parroquias rurales, como Calpi, Licán, Licto, Punín, San Juan y San Luis, se caracterizan por tener valles andinos que cubren un área de 68,52 km<sup>2</sup> (0,69%). Estos valles destacan por su rica naturaleza y la formación de ríos en la región. En cuanto a la textura geomorfológica, las parroquias rurales como Cacha, Calpi, Cubijés, Flores, Licán, Pungalá, San Juan y la ciudad de Riobamba muestran áreas con vertientes convexas que ocupan 54,35 km<sup>2</sup> (5%) y áreas con vertientes cóncavas que ocupan 108,58 km<sup>2</sup> (11%) (PDOT Riobamba, 2020-2023, pág.13).



**Ilustración 4-7:** Mapa de relieve del cantón Riobamba

Fuente: PDOT Riobamba, 2020-2023.

## **Pendiente**

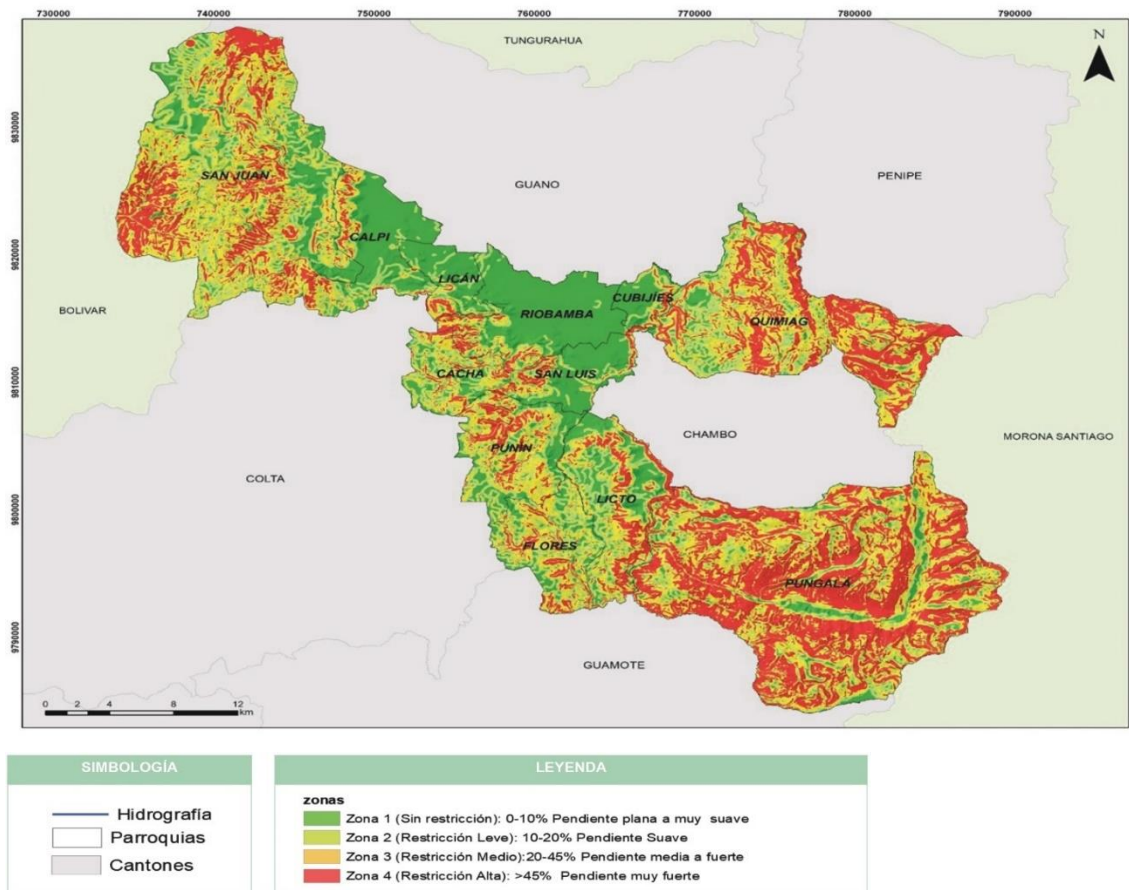
El Cantón Riobamba cuenta con cuatro categorías de pendientes basadas en el porcentaje de inclinación: muy alta (> 45%), alta (20-45%), media (10-30%) y baja (0-10%). Las áreas de pendientes bajas o suelos planos, que abarcan aproximadamente el 4,10% del territorio total del Cantón, se localizan en la ciudad de Riobamba, cubriendo un área de 40,97 km<sup>2</sup>. Asimismo, estas pendientes bajas también se encuentran presentes en las parroquias rurales de Calpi con 25,56 km<sup>2</sup> (2,56% del total) y San Juan con 21,62 km<sup>2</sup> (2,16% del total) (PDOT Riobamba, 2020-2023, pág.15).

En las parroquias rurales de San Juan, Pungalá, Quimiag y Licto, las pendientes medias (10-20%) son predominantes, cubriendo áreas de 31,79 km<sup>2</sup> (3,18%), 21,82 km<sup>2</sup> (2,18%), 15,04 km<sup>2</sup> (1,51%) y 12,57 km<sup>2</sup> (1,26%) respectivamente. Estas pendientes exhiben suelos con un pH entre 6,6 y 7,5, lo cual los hace ideales para la producción, además de tener texturas gruesas (PDOT Riobamba, 2020-2023, pág.15).

Las pendientes altas (20-45%) son dominantes en las parroquias rurales de San Juan, con un área de 98,54 km<sup>2</sup>, lo que equivale al 9,87% del total del Cantón. También se extienden en Pungalá con 79,85 km<sup>2</sup> (7,99%) y en Quimiag con 45,49 km<sup>2</sup> (4,55%). Estas pendientes proporcionan condiciones ideales para el cultivo, ya que los suelos tienen un pH que oscila entre 6,6 y 8,5, siendo mayoritariamente gruesos y, en menor proporción, de texturas medias (PDOT Riobamba, 2020-2023, pág.15).

Las pendientes muy altas o abruptas (>45%) se encuentran en las parroquias rurales de Pungalá, con una extensión de 160,87 km<sup>2</sup> (16,11%); San Juan, abarcando 68,79 km<sup>2</sup> (6,88%); y Quimiag, con una superficie de 67,83 km<sup>2</sup>, lo que representa un 6,79% de la totalidad del Cantón. Estas pendientes se caracterizan por tener niveles bajos de pH, oscilando entre 4,5 y 5, y presentan texturas medias que varían entre franco, franco limoso y limoso (PDOT Riobamba, 2020-2023, pág.15).



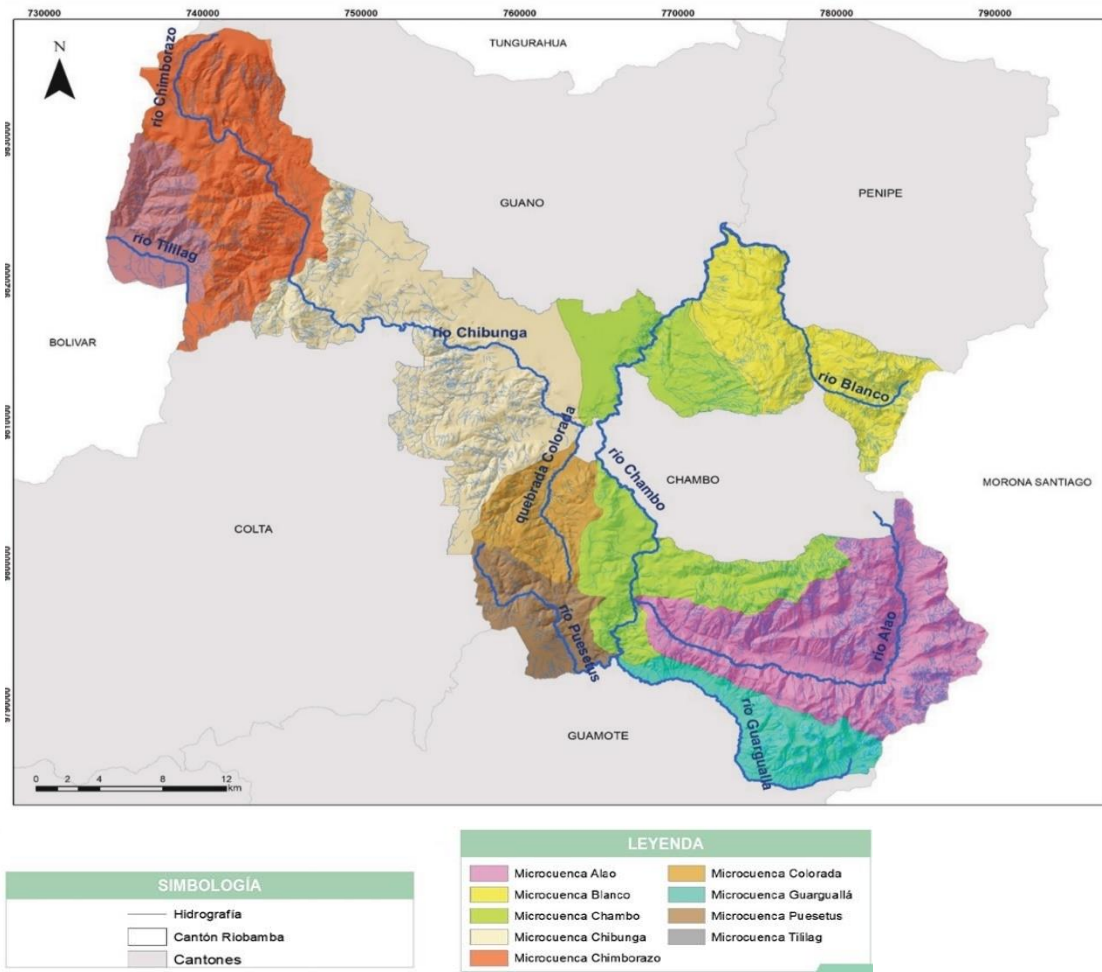


**Ilustración 4-8:** Mapa de pendiente del cantón Riobamba

Fuente: PDOT Riobamba, 2020-2023.

#### 4.2.1.3. Hidrografía

La red hidrográfica de la región está compuesta por nueve microcuencas: río Chimborazo, río Tililag, río Chibunga, río Chambo, río Blanco, río Alao, río Guarguallá, quebrada Colorada y río Pusetus. Ocho de estas microcuencas pertenecen a la unidad hidrográfica 49968, formando parte de la cuenca del río Pastaza, mientras que la microcuenca del río Tililag pertenece a la unidad hidrográfica 14496 y forma parte de la cuenca del río Guayas. El río Chimborazo, que nace en los afluentes del volcán Chimborazo, se une con el río Calera para formar el río Chibunga, que tiene una influencia directa en la zona urbana del cantón (PDOT Riobamba, 2020-2023, pág.21).



**Ilustración 4-9:** Mapa de hidrografía del cantón Riobamba

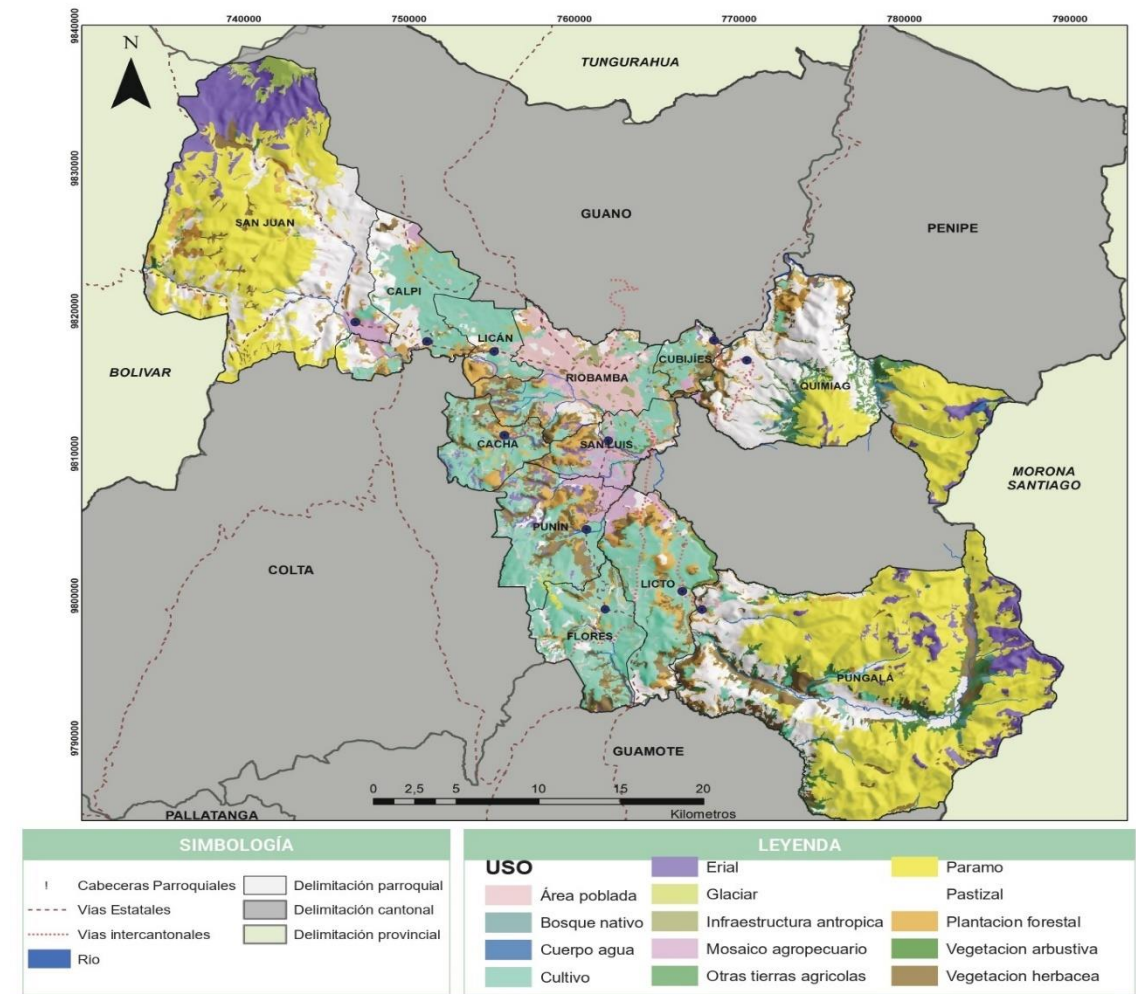
Fuente: PDOT Riobamba, 2020-2023.

#### 4.2.1.4. Uso y cobertura del suelo

El cantón tiene diez clasificaciones de uso y cobertura del suelo. El 34% del territorio, que equivale a 337,72 km<sup>2</sup>, se destina a la conservación y protección del suelo, siendo el segundo valor más relevante. El uso agrícola abarca una extensa área de 500,75 km<sup>2</sup>, representando el 50% del territorio; sin embargo, este indicador muestra que la frontera de suelos agrícolas sigue en aumento, lo que ha llevado a un mayor uso de fertilizantes y una disminución en la diversidad de plantas en la región. Por otro lado, las tierras improductivas cubren 119,18 km<sup>2</sup>, es decir, el 12% del territorio, y desempeñan un papel importante en el cuidado y la protección del suelo en la zona cantón (PDOT Riobamba, 2020-2023, pág.20).

En la ciudad de Riobamba, la agricultura abarca una extensión de alrededor de 31,60 km<sup>2</sup>, lo que la convierte en la principal ocupación del suelo, seguida de cerca por el área urbana que ocupa 24,68 km<sup>2</sup>. Específicamente, el sector El Shuyo se caracteriza por estar mayoritariamente

dominado por campos de cultivo y pastizales. Según la información proporcionada por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba (GADM Riobamba) (2020, citado en Tixe, 2022, págs.45-47), en este sector, la actividad agrícola predomina de manera significativa, cubriendo el 57.50% de la superficie total. Además, dentro del mismo sector, se han registrado 876 edificaciones permanentes, lo que equivale al 40.14% de ocupación del suelo (GADM, 2020 citado en Tixe, 2022, págs.45-47).



**Ilustración 4-10:** Mapa de uso y cobertura del cantón Riobamba

Fuente: PDOT Riobamba, 2020-2023.

#### 4.2.1.5. Calidad del suelo

A continuación, se presentan los resultados del análisis de suelo para cada uno de los cultivos considerados de mayor relevancia, así como el promedio general de las propiedades químicas del suelo. Esta perspectiva proporciona una visión más completa y general del estado del suelo en el sector "El Shuyo".

**Tabla 4-5:** Propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo por muestra

Parámetro	Muestra		
	SM	SF	ST
<b>Textura</b>	Arcilloso Limoso	Arcilloso Limoso	Arcilloso Limoso
<b>Humedad relativa (%)</b>	34,67	33,00	31,67
<b>Temperatura (°C)</b>	18,43	18,40	18,77
<b>Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1,05	1,04	1,25
<b>Densidad real (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1,37	1,25	1,31
<b>Porosidad (%)</b>	59,31	42,61	48,39
<b>pH</b>	7,12	6,91	6,85
<b>Conductividad eléctrica (dS/cm)</b>	0,69	2,33	9,20
<b>Materia orgánica (%)</b>	2,58%	3,52%	3,56%
<b>Carbono (g/Kg)</b>	0,15	0,21	0,20
<b>Nitrógeno total (g/Kg)</b>	0,17	0,73	0,50
<b>C/N</b>	96,67	29,44	41,33
<b>Fósforo (g/Kg)</b>	0,93	0,93	1,00
<b>Plomo (mg/kg)</b>	7,62	8,94	13,55
<b>Cromo (mg/kg)</b>	4,98	7,06	11,12
<b>Mercurio (mg/kg)</b>	0,03	0,03	0,06
<b>Arsénico (mg/kg)</b>	2,43	2,7	3,22
<b>Cadmio (mg/kg)</b>	0,56	0,61	0,78
<b>Pesticidas organoclorados y metabolitos totales</b>	ND	ND	ND
<b>Organofosforados</b>			
<b>Clorpirifos (mg/kg)</b>	0,04	0,04	0,05
<b>Profenofos (mg/kg)</b>	0,03	0,03	0,04
<b>Aerobios mesófilos (UFC)</b>	2,68 x 10 <sup>3</sup>	1,21 x 10 <sup>3</sup>	1,55 x 10 <sup>2</sup>

SM: Suelo de maíz; SF: Suelo Fresa, ST: Suelo tomate

ND: No detectable inferior a 0,002

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

**Tabla 4-6:** Media de las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo en el sector “ El Shuyo”

<b>Parámetro</b>	<b>Media</b>	<b>Rango óptimo</b>	<b>Referencia</b>
<b>Textura</b>	Arcilloso Limoso	-	-
<b>Humedad relativa (%)</b>	33,11	5-50	Geotecnia y Mecánica de Suelos (2020)
<b>Temperatura (°C)</b>	18,53	18-25	Rotoplas Agro (2022)
<b>Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1,11	Arenas 1.4 - 1.6 Francos 1.3 - 1.4 Arcillas 1.1 - 1.3 Suelos orgánicos 0.7 - 1.1	Fernández (2015)
<b>Densidad real (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1,31	2,65	FAO (2019)
<b>Porosidad (%)</b>	50,10	40-60	UNLP (2019)
<b>pH</b>	7,0	6 a 8	Anexo 2 TULSMA
<b>Conductividad eléctrica (mS/cm)</b>	4,07	2	Anexo 2 TULSMA
<b>Materia orgánica (%)</b>	3,22	<3 Bajo 3,0-5,00 Medio >5 Alto	INFOAGRO
<b>Carbono (g/Kg)</b>	0,19	>0,2	Torres et al. (2018)
<b>Nitrógeno total (g/Kg)</b>	0,47	1-2	Agromática (2023)
<b>C/N</b>	56	8,5-11,5	Delgado et al. (2019)
<b>Fósforo (g/Kg)</b>	1,0	0,2-0,8	Fragro (2018)
<b>Plomo (mg/kg)</b>	10,0	25	Anexo 2 TULSMA
<b>Cromo (mg/kg)</b>	7,7	20	Anexo 2 TULSMA
<b>Mercurio (mg/kg)</b>	0,04	0,1	Anexo 2 TULSMA
<b>Arsénico (mg/kg)</b>	2,8	5	Anexo 2 TULSMA
<b>Cadmio (mg/kg)</b>	0,7	0,5	Anexo 2 TULSMA

<b>Pesticidas organoclorados y metabolitos totales</b>	ND	0,1	Anexo 2 TULSMA
<b>Organofosforados</b>			
<b>Clorpirifos (mg/kg)</b>	0,04	N/A	-
<b>Profenofos (mg/kg)</b>	0,03	N/A	-
<b>Aerobios mesófilos (UFC)</b>	1,35 x 10 <sup>3</sup>	N/A	-

ND: No detectable inferior a 0,002

N/A: No aplica

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

- **Análisis de parámetros físicos**

La textura "arcillosa limosa" del suelo indica una combinación de partículas de arcilla y limo, con menos presencia de partículas de arena. Esto resulta en una alta retención de agua y nutrientes, lo que puede ser beneficioso para el crecimiento de cultivos en condiciones de escasez hídrica. Sin embargo, esta textura también puede llevar a problemas de drenaje y compactación, requiriendo una gestión cuidadosa del agua y prácticas de manejo para evitar encharcamientos y facilitar el desarrollo de raíces saludables (Bowen, 2023, págs.3.85).

La humedad relativa que se ha registrado se encuentra dentro del rango comúnmente observado en suelos agrícolas. El valor obtenido sugiere que el aire presenta un nivel de sequedad significativo y tiene la capacidad de absorber una gran cantidad de agua antes de alcanzar el 100% de humedad relativa. Asimismo, la temperatura registrada de 18,73 °C se encuentra dentro del rango óptimo. La temperatura juega un papel crucial en la proliferación de microorganismos, la descomposición de la materia orgánica, el metabolismo de las plantas y otros procesos relevantes (Rotoplas Agro, 2022, págs.2-3). La temperatura y la humedad del suelo están estrechamente vinculadas. Según lo señalado por Hernández (2023, págs.1-2), en condiciones de alta temperatura, la humedad relativa tiende a disminuir, mientras que en situaciones de temperaturas más bajas, tiende a aumentar.

De acuerdo con los resultados obtenidos de densidad aparente, se confirma que el suelo del sector es de tipo arcilloso, con características adicionales de arcillo limoso. El valor medido de densidad aparente es ligeramente mayor a 1,10, lo que lo coloca dentro del rango considerado como ideal,

ya que valores por encima de 1,30 podrían afectar negativamente el crecimiento de las raíces (Fernández, 2015, págs.7-22).

Según la FAO, la densidad real generalmente se encuentra alrededor de 2,65, lo cual es un valor superior al obtenido en nuestro estudio. La densidad real es una característica comúnmente observada en muchos suelos y puede variar según la textura y composición del suelo. Una densidad real más baja puede resultar beneficiosa, ya que favorece una mejor porosidad y aireación del suelo, lo que a su vez promueve un crecimiento óptimo de las raíces y una mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas (Universidad Agrícola, 2019, págs.2-3).

La porosidad juega un papel fundamental en la fertilidad del suelo, siendo el factor principal que influye en el desarrollo de las raíces, la capacidad de retener agua, la disponibilidad de nutrientes, la movilidad de sales, la incidencia de enfermedades y, en gran medida, la actividad fotosintética (Fernández, 2015, págs.7-22). En el caso del suelo del sector Shuyo, se clasifica como un suelo de porosidad media, ya que cuenta con aproximadamente un 50% de porosidad.

- **Análisis parámetros químicos**

El pH del suelo se encuentra dentro de los límites establecidos por la normativa actual, manteniéndose en un nivel neutro. Según lo indicado por Vimos (2017, págs.27-37), las características físicas del suelo son más estables cuando el pH es neutro. Además, se señala que el pH afecta la disponibilidad de nutrientes en el suelo, ya que algunos nutrientes no están disponibles para las plantas en ciertos niveles de pH. La mayor disponibilidad de nutrientes ocurre cuando el pH se encuentra en el rango de 6 a 7.5, aunque esta preferencia puede variar según el tipo de cultivo. No obstante, los suelos con pH neutro son considerados óptimos para el desarrollo de la mayoría de los cultivos y la asimilación adecuada de nutrientes.

La salinidad en el suelo se evalúa a través de la conductividad eléctrica (CE). Según los resultados de este estudio, se ha obtenido un valor mayor que el límite establecido por la normativa vigente. De acuerdo con la clasificación de LabFerrer (2022, págs.1), la CE promedio corresponde a suelos que pueden afectar los rendimientos de los cultivos muy sensibles y se clasifican como ligeramente salinos.

En lo que respecta a la materia orgánica (MO), que es el principal indicador y ejerce una influencia significativa sobre la calidad y productividad del suelo, se obtuvo un nivel medio tendente a una disminución de la misma. La pérdida continua de materia orgánica conlleva una serie de efectos

negativos que afectan la productividad del suelo. Desde la perspectiva de la fertilidad química, disminuye la capacidad de intercambio catiónico y provoca un aumento en el pH, ya que normalmente la materia orgánica tiende a acidificar el suelo (Vimos, 2017, págs.27-37).

El Carbono orgánico en el suelo juega un papel esencial en diversos procesos, ya que está estrechamente relacionado con una amplia gama de características químicas, físicas y biológicas (Duval et al., 2016, págs.197-209). Varios estudios en suelos agrícolas templados han establecido un umbral crítico para el contenido de C orgánico, situándolo en torno al 2% o 0,2 g/Kg. En nuestro estudio actual, se obtuvo un valor promedio de 0,19 g/Kg, ligeramente inferior al nivel óptimo. Este descenso podría llevar a pérdidas significativas en la calidad del suelo, y si el contenido sigue disminuyendo, los suelos podrían llegar a contener menos del 1% de C orgánico, lo que afectaría negativamente el desarrollo de los cultivos, incluso con el uso de fertilizantes sintéticos, debido al bajo contenido de N mineralizable (Torres et al.; 2021, págs.78-85).

El contenido total de nitrógeno obtenido, que es de 0,47 g/Kg, se encuentra por debajo del valor de referencia indicado por Agromática (2023, pág. 1), que es de 1-2 g/Kg. Una cantidad baja de nitrógeno en suelos agrícolas tiene importantes consecuencias en el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Las plantas pueden manifestar síntomas de clorosis y presentar un crecimiento deficiente, lo que disminuye la producción de frutos y las vuelve más susceptibles a enfermedades y plagas. Además, puede causar desequilibrios nutricionales en el suelo y afectar su fertilidad a largo plazo, ya que las plantas no aportan la cantidad suficiente de materia orgánica de vuelta al suelo (Orchardson, 2020, págs.1-4). Los factores que contribuyen a la disminución del nitrógeno en el suelo incluyen la extracción excesiva de nutrientes por los cultivos, erosión y pérdida de suelo por agua o viento, lixiviación hacia capas más profundas debido a exceso de riego o lluvias intensas, volatilización del nitrógeno en suelos ricos en amonio, y prácticas de manejo inadecuadas como uso incorrecto de fertilizantes y falta de gestión adecuada de residuos orgánicos (Perdomo, S.f., págs.13-49).

El análisis de la relación C/N en el suelo arrojó un valor de 56, lo que indica una proporción moderadamente alta de carbono con respecto al nitrógeno presente. En otras palabras, el contenido de carbono en el suelo es relativamente elevado en comparación con la cantidad de nitrógeno. Cuando la relación C/N supera el umbral de 11.5, esto sugiere que la descomposición de la materia orgánica puede ser lenta, lo cual a su vez podría afectar negativamente la disponibilidad inmediata de nitrógeno para las plantas (Delgado et al., 2019, págs.956-977). Esta alta relación C/N en el suelo puede ser causada por el uso excesivo de materia orgánica sin suficiente aporte de nitrógeno, el



monocultivo, la quema de rastrojos, el mal manejo de residuos agrícolas y el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados de liberación rápida (Agromática, 2023, pág. 1),

De acuerdo con Fragro (2018, págs.1-15), el contenido total de fósforo en el suelo es generalmente considerado como relativamente bajo, usualmente ubicado en un rango que va desde 0,2 g/Kg hasta 0,8 g/Kg. Según los resultados de este estudio, se ha registrado un valor de 1,0 g/Kg, lo cual sugiere que el contenido de fósforo en el suelo analizado es ligeramente más alto que la concentración promedio comúnmente encontrada. Es importante destacar que la cantidad de fósforo disponible en el suelo no es un valor fijo y constante, sino que varía en función de las condiciones ambientales que influyen tanto en el suelo como en el desarrollo de las plantas.

### Metales pesados

Los resultados del análisis de metales pesados en el suelo agrícola en el sector "El Shuyo" son en su mayoría favorables. Las concentraciones de plomo, cromo, mercurio y arsénico están por debajo de los límites permisibles establecidos por el Anexo 2 de TULSMA, lo que indica un bajo riesgo para la salud humana y el medio ambiente. No obstante, la presencia de cadmio en el suelo se encuentra ligeramente por encima del límite permisible.

De acuerdo con Herrera (s.f., págs.42-46), este ligero aumento en la concentración de cadmio en suelos agrícolas podría derivar de diversas razones, tales como el uso histórico de fertilizantes y pesticidas que contenían cadmio, la existencia de actividades industriales en proximidad, o incluso de las características naturales de la geología local. Esta elevación podría tener consecuencias potenciales, incluyendo la absorción y acumulación de cadmio en los cultivos, lo que podría poner en riesgo la seguridad alimentaria y la calidad de los productos recolectados. Adicionalmente, la filtración de cadmio en el suelo podría ocasionar efectos adversos en la calidad de las aguas subterráneas y superficiales, impactando negativamente la salud de los ecosistemas acuáticos y la diversidad biológica.

### Organoclorados y organofosforados

Los pesticidas organoclorados, que comprenden una categoría de compuestos químicos previamente empleados en la agricultura, han sido objeto de prohibiciones debido a sus impactos perjudiciales en la salud humana y el ecosistema. Según los resultados del análisis del suelo agrícola, no se han identificado pesticidas organoclorados ni sus derivados, presentando niveles

inferiores al límite aceptado de 0,1 mg/kg. Esta evaluación sugiere una situación favorable para el entorno medioambiental y la calidad del suelo en la zona en cuestión.

En el proceso de análisis del suelo agrícola, se logró identificar la presencia de dos compuestos organofosforados: Clorpirifos, con una concentración de 0,04 mg/kg, y Profenofos, con una concentración de 0,03 mg/kg. A pesar de su amplio uso en la agricultura, la detección de estos pesticidas en el suelo plantea inquietudes debido a los posibles efectos negativos en la salud humana y el medio ambiente. Es fundamental considerar que los plaguicidas organofosforados presentan una vida media relativamente corta, lo que podría influir en su persistencia en el suelo. Además, es relevante mencionar que el TULSMA carece de pautas específicas para regular los plaguicidas de este grupo en el contexto del uso agrícola del suelo. En este sentido, se hace hincapié en la importancia de mantener una vigilancia constante y adoptar prácticas agrícolas sostenibles para mitigar los riesgos asociados a estos compuestos organofosforados, con el objetivo de garantizar la salud del ecosistema y la viabilidad a largo plazo de las actividades agrícolas en la región.

- **Análisis parámetros biológicos**

En el suelo agrícola, la cantidad de aproximadamente  $1,35 \times 10^3$  UFC de aerobios mesófilos es alentadora, indicando una población moderada de microorganismos beneficiosos. Estos aerobios desempeñan un papel clave en la descomposición de materia orgánica y liberación de nutrientes esenciales para el crecimiento de los cultivos. Esto sugiere un suelo bien equilibrado y propicio para el desarrollo de las plantas. En general, la presencia de aerobios mesófilos es un indicador positivo de la salud y fertilidad del suelo agrícola (TECNAL, 2023, págs. 2-3).

#### 4.2.1.6. Calidad del agua

**Tabla 4-7:** Media de las propiedades del agua de canal de riego en el sector “ El Shuyo”

Parámetro	Media	Rango óptimo	Referencia
Oxígeno disuelto (ppm)	6,3	> 3	Moreno et al. (2020)
DBO5 (ppm)	6,8	≤ 15	Ministerio de Salud de Perú (S.f.)
DQO (ppm)	7	≤ 50	Calderón (2022)

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

El Oxígeno Disuelto (OD) es uno de los parámetros más relevantes para evaluar la calidad del agua, ya que está relacionado con la contaminación orgánica. El valor de 6.3 ppm obtenido es positivo, pues generalmente un alto nivel de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad (Peña,

2007, págs.2-3). Este nivel es adecuado para satisfacer las necesidades de las raíces de las plantas y los organismos acuáticos presentes. Asimismo, beneficia a los microorganismos del suelo, permitiéndoles descomponer la materia orgánica y liberar nutrientes esenciales. Por otro lado, cuando el agua de riego carece de oxígeno o tiene niveles muy bajos, inferiores a 3 ppm, puede llevar a condiciones de hipoxia, lo que tiene efectos negativos en el crecimiento de las plantas y la vida acuática (Moreno et al, 2020, págs.931-943).

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) son dos parámetros clave que permiten evaluar la calidad del agua de riego. La DBO representa la cantidad de oxígeno que los microorganismos necesitan para descomponer la materia orgánica presente en el agua, lo que indica la carga biológica y la actividad microbiana presentes en el agua. Por otro lado, la DQO proporciona información sobre la cantidad total de oxígeno requerida para oxidar tanto la materia orgánica como los compuestos químicos presentes en el agua, reflejando la carga de contaminantes químicos y materia orgánica que podría afectar la salud del agua y, en última instancia, la de los cultivos (INDUANALISIS, 2021, pág. 1)

En el sector "El Shuyo", el agua de canal de riego utilizada por los agricultores muestra valores promedio de DBO y DQO que se sitúan dentro de los rangos óptimos indicados por las referencias empleadas. Esto implica que el agua de riego está bajo control en términos de carga de contaminantes y materia orgánica, lo que podría favorecer el crecimiento saludable de los cultivos. No obstante, según Calderón (2022, págs. 1-4), si los niveles de DBO y DQO exceden los rangos óptimos, podrían tener efectos perjudiciales en el suelo y, en consecuencia, en los cultivos. El exceso de materia orgánica y contaminantes químicos puede disminuir la calidad del suelo, alterar su estructura y reducir su capacidad de retención de nutrientes y agua, lo que afectaría negativamente el crecimiento de las plantas.

#### **4.2.2. *Componente biótico***

El sector "El Shuyo" en la parroquia de Yaruquies muestra un paisaje transformado debido a su urbanización, lo que ha provocado la ausencia de especies nativas de flora y fauna representativas. Se recopiló la información mediante una combinación de observación directa en el campo y el uso de fuentes secundarias, con especial énfasis en las especies más representativas presentes en el área.

#### 4.2.2.1. Flora

Se observaron diversas especies de flora en el sector Shuyo, siendo predominantes las plantas alimenticias características de la zona.

**Tabla 4-8:** Flora de la zona de estudio

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
Maíz	<i>Zea mays</i>	Poaceae
Fresa	<i>Fragaria chiloensis</i>	Rosaceae
Tomate	<i>Solanum sect. Lycopersicon</i>	Solanaceae
Tomate de árbol	<i>Solanum betaceum</i>	Solanaceae
Pepino	<i>Cucumis sativus</i>	Cucurbitaceae
Cebolla	<i>Allium cepa</i>	Amaryllidaceae
Pimiento	<i>Capsicum annuum</i>	Solanaceae
Arveja	<i>Pisum sativum</i>	Fabaceae
Habas	<i>Vicia faba</i>	Fabaceae
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	Fabaceae
Pasto	<i>Buchloe dactyloides</i>	Poaceae

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

#### 4.2.2.2. Fauna

**Tabla 4-9:** Fauna de la zona de estudio

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
Gallina	<i>Gallus gallus domesticus</i>	Phasianidae
Conejo	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Leporidae
Paloma	<i>Columba livia doméstica</i>	Columbidae
Tórtola	<i>Streptopelia turtur</i>	Columbidae
Pato	<i>Anas platyrhynchos domesticus</i>	Anatidae
Colibrí	<i>Archilochus colubris</i>	Trochilidae
Cuy	<i>Cavia orcellu</i>	Caviidae

Fuente: Sangoquiza, D, 2017.

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

### 4.2.3. Componente socio-económico

#### 4.2.3.1. Población

El censo más reciente del cantón Riobamba en 2010 reportó una población total de 234,170 habitantes. De este número, el 69.43% residía en zonas urbanas, mientras que el 30.57% vivía en

áreas rurales. En cuanto a la distribución por género, la población rural estaba compuesta por un 42.36% de hombres y un 57.64% de mujeres, mientras que en las áreas urbanas, los hombres representaban el 47.89% y las mujeres el 52.11%. El análisis demográfico muestra una tendencia de crecimiento estable y significativa concentrada principalmente en la ciudad de Riobamba, que actúa como el epicentro de este aumento poblacional (PDOT Riobamba, 2020-2023, pág.31).

#### *4.2.3.2. Economía*

La economía del Cantón Riobamba se divide en un 65% de población urbana y un 35% de población rural. La migración hacia la ciudad de Riobamba, la escasa iniciativa emprendedora en la industria y la limitada actividad agrícola han resultado en que el 63.80% de la fuerza laboral esté empleada en el sector terciario o de servicios. Las principales actividades en este sector son el comercio al por mayor y menor (17.65%), la enseñanza (9.05%) y la administración pública (6.82%). Por otro lado, el 20.02% de la fuerza laboral se dedica a actividades primarias, principalmente agricultura y ganadería, mientras que el 8.59% se encuentra en el sector secundario, involucrado en la fabricación de cemento, cerámica y muebles (PDOT Riobamba, 2020-2023, pág.41).

Las principales limitaciones para el desarrollo de la agricultura y ganadería en la región incluyen el uso intensivo del suelo, la producción en minifundios, falta de acceso al crédito, escasa adopción de tecnologías innovadoras, falta de capacitación y asistencia técnica, degradación del suelo, limitada disponibilidad de recursos hídricos para riego, y una infraestructura productiva y vial deficiente. Estos factores contribuyen a una baja producción y productividad agropecuaria, resultando en una falta de competitividad en el territorio (PDOT Riobamba, 2020-2023, pág.42).

#### *4.2.3.3. Salud*

En todas las cabeceras parroquiales del Cantón, así como en muchas comunidades rurales, se dispone de infraestructura de servicios de salud, incluyendo Subcentros. Sin embargo, la mayor concentración de equipamientos de salud se encuentra en la Cabecera Cantonal y su área urbana, donde existen 2 hospitales regionales y el 50% de los establecimientos de salud públicos, además del 90% de los establecimientos privados. En las zonas rurales, el estado de la infraestructura de salud es preocupante, ya que el 70% de ella se encuentra deteriorada. Además, el 50% de los asentamientos rurales carecen de equipamiento en materia de salud y educación. En el área urbana, un 25% no cuenta con subcentros para la atención inicial en salud. (PDOT Riobamba, 2020-2023, pág.47).

#### *4.2.3.4. Educación*

La infraestructura educativa se distribuye entre establecimientos públicos, con el 30% ubicado en el área urbana y el 70% en la zona rural, abarcando todas las parroquias rurales. En cuanto a los establecimientos privados, el 90% se encuentra en el área urbana y solo el 10% en la zona rural urbano-parroquial. En general, el 42% de los establecimientos educativos están en el área urbana, mientras que el 58% se encuentran en la zona rural. Además, existen cuatro universidades, dos de las cuales cuentan con grandes campus universitarios (PDOT Riobamba, 2020-2023, págs.46-47).

En cuanto al nivel de instrucción de la población, aproximadamente el 9% no ha recibido ninguna educación formal. De la población total, un 39% ha completado la educación primaria, el 24% ha alcanzado la educación secundaria y un 15% ha recibido educación superior, a pesar de contar con cuatro universidades reconocidas y varios institutos tecnológicos superiores. En lo que respecta a estudios de posgrado o especialización, solo un 0,4% de la población ha accedido a este nivel educativo (PDOT Riobamba, 2020-2023, pág.34).

### **4.3. Evaluación de impacto ambiental**

#### *4.3.1. Principales actividades agrícolas*

##### *4.3.1.1. Preparación del terreno*

#### **Arado y Rastra**

Los agricultores realizan la preparación del suelo, que incluye el volteo y nivelación, para lograr la aireación del suelo y eliminar malezas y otras plantas que podrían afectar el cultivo, utilizando como maquinaria al tractor.

#### **Fertilización**

Se añaden nutrientes a los cultivos con el propósito de mejorar su crecimiento y rendimiento. Mayormente, se utilizan fertilizantes químicos, aunque algunos agricultores prefieren emplear tanto fertilizantes químicos como orgánicos. Entre los fertilizantes más comunes se encuentran:

- Activador
- Fijador

- Hakaphos
- Sulfato de magnesio

#### *4.3.1.2. Siembra*

##### **Siembra directa**

Los agricultores proceden a sembrar las semillas directamente en el suelo preparado sin realizar una labranza adicional. La siembra directa se realiza sobre la superficie sin voltear ni remover el suelo nuevamente. Tanto la práctica de monocultivo como la de policultivo son utilizadas. Los principales cultivos son:

- Maíz
- Fresa
- Tomate riñón
- Cebolla
- Pimiento

#### *4.3.1.3. Mantenimiento y cuidado del cultivo*

##### **Riego**

Proceso de proporcionar agua al suelo para favorecer el crecimiento y desarrollo de las plantas es conocido como riego. Entre los métodos más comunes utilizados para el riego se encuentran el riego por gravedad, que implica el uso de canales de riego, el riego por goteo, que consiste en aplicar agua de forma controlada directamente a las raíces de las plantas mediante tubos o mangueras perforadas, y el riego con aspersores, donde el agua es dispersada sobre el cultivo a través de dispositivos que simulan la lluvia.

##### **Control de plagas**

Monitorear y aplicar medidas para prevenir y controlar plagas y enfermedades que puedan afectar negativamente la salud de las plantas. Se utiliza por lo general insecticidas, fungicidas y herbicidas, siendo los más comunes:

- Predostar
- Zero
- Kañón
- Ridomil Gold
- Curacron

#### 4.3.1.4. Cosecha

### Recolección de frutos

La cosecha implica la recolección de frutas, granos y hortalizas en el momento en que han alcanzado su madurez adecuada.

#### 4.3.1.5. Disposición de residuos sólidos

### Gestión de residuos orgánicos

La mayoría de los agricultores optan por utilizar los residuos agrícolas orgánicos como alimento para sus animales, mientras que algunos eligen quemarlos de manera controlada. Solo unos pocos agricultores los utilizan para realizar compostaje.



**Ilustración 4-11:** Gestión de residuos orgánicos

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.



## Gestión de residuos inorgánicos

Con respecto a los residuos agrícolas inorgánicos, es común que una gran proporción de agricultores opte por eliminarlos en vertederos o basureros. Además, los envases de agroquímicos también suelen ser depositados junto con la basura común.



**Ilustración 4-12:** Gestión de residuos inorgánicos

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

### 4.3.2. Factores ambientales susceptibles a recibir impactos

A continuación se describen los factores ambientales susceptibles de ser afectados y los posibles impactos de las actividades agrícolas realizadas en el sector el Shuyo.

**Tabla 4-10:** Factores ambientales susceptibles a recibir impactos

Medio	Componente	Impacto potencial
Físico	Agua	Calidad del agua de consumo agrícola Consumo de agua
	Suelo	Alteración de propiedades fisicoquímicas Contaminación por agroquímicos
Biótico	Flora	Pérdida de cobertura vegetal
	Fauna	Pérdida de especies
Socioeconómico	Población	Afectación a la salud
	Económico	Generación de ingresos para la población

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

#### *4.3.2.1. Medio físico*

**Calidad del agua de consumo agrícola:** Presencia de sustancias o componentes que afectan la calidad del agua y pueden influir en su idoneidad para ser utilizada en el riego de cultivos y otras actividades agrícolas.

**Consumo de agua:** Agua utilizada por los cultivos y otros procesos agrícolas para satisfacer sus necesidades hídricas.

**Alteración de propiedades fisicoquímicas:** Cambios o modificaciones que ocurren en las características del suelo como resultado de diversas actividades agrícolas.

**Contaminación por agroquímicos:** Presencia y acumulación de compuestos químicos utilizados en la agricultura, como los organoclorados, que pueden tener efectos negativos en la calidad y salud del suelo.

#### *4.3.2.2. Medio biótico*

**Pérdida de cobertura vegetal:** Disminución o degradación de la vegetación natural o cultivada en el área.

**Pérdida de especies:** Disminución o desaparición de especies animales.

#### *4.3.2.3. Medio socioeconómico*

**Afectaciones a la salud:** Perjuicio que afecte la salud física, mental o social de las personas.

**Generación de fuentes de empleo:** Oportunidades laborales disponibles para los residentes del sector de Shuyo.

#### *4.3.3. Matriz de Leopold*

**Tabla 4-11:** Matriz de Leopold

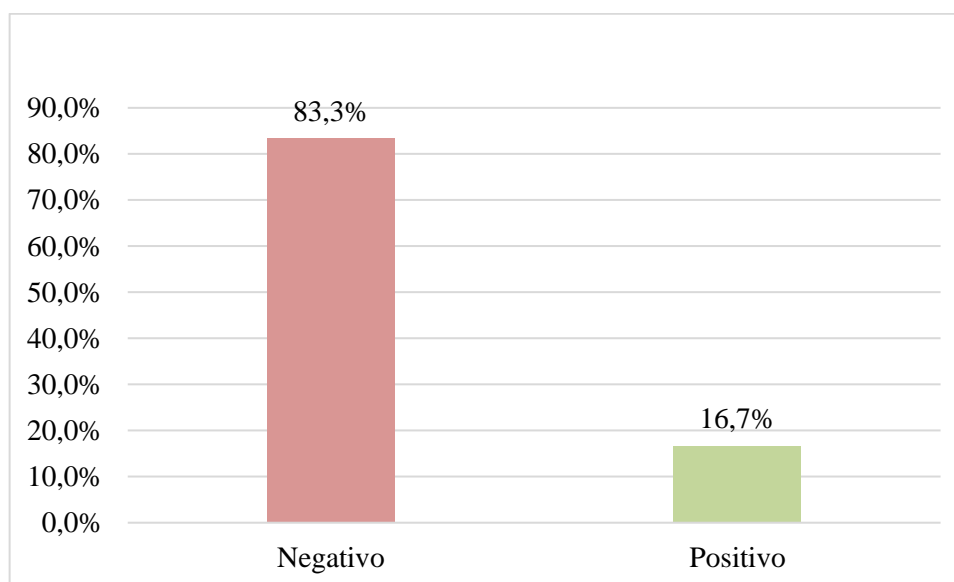
			Etapa de funcionamiento													
			Actividades agrícolas													
Medio	Componente	Factor ambiental	Preparación del terreno		Siembra	Mantenimiento y cuidado del cultivo		Consecha	Disposición de residuos sólidos		Negativa	Positiva	Promedio aritmético	Impacto por componente	Impacto por medio	Impacto total
			Arado y Rastra	Fertilización	Siembra directa	Riego	Control de plagas	Recolección de frutos	Gestión de residuos orgánicos	Gestión de residuos inorgánicos						
Físico	Agua	Calidad del agua de consumo agrícola	-1	-1			-2		-2	-2	5	0	-14	-45	-121	-126
		Consumo de agua	-2	-1	-3	-4	-2					5	0			
	Suelo	Alteración de propiedades físico químicas	-2	-3	-4	-2	-3		-2	-2	7	0	-47	-76		
		Contaminación por agroquímicos		-3			-4			-2	3	0	-29			
Biótico	Flora	Pérdida de cobertura vegetal	-3				-3				2	0	-12	-24	-24	
	Fauna	Pérdida de especies	-2				-2				2	0	-12			
Socioeconómico	Población	Afectación a la salud	-2	-3	-3		-4		-1	-4	6	0	-54	19	19	
	Económico	Generación de ingresos para la población	3	2	3	2	2	5	1	5	0	6	73			
			<b>Negativa</b>		6	5	3	2	7	0	3	4	30			
			<b>Positiva</b>		1	1	1	1	1	1	0	0		6		
			<b>Promedio aritmético</b>		-13	-15	-19	-12	-47	25	-9	-36				
			<b>Impacto total</b>		<b>-126</b>											

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

#### 4.3.3.1. Análisis de los resultados obtenidos en la Matriz de Leopold

Según los datos mostrados en la Tabla 4-11, se han identificado un total de 36 interacciones con una calificación total de impacto de -126. Esta calificación se aplica tanto a las acciones como a los componentes ambientales, y al ser negativa indica que estas interacciones tienen un efecto perjudicial sobre los factores ambientales evaluados. Es importante mencionar que hubo un total de 30 impactos negativos y 6 impactos positivos (Ilustración 4-13).

De acuerdo con la valoración presentada en la Tabla 3-4, el impacto generado por las actividades agrícolas en el sector "El Shuyo" se considera como un impacto leve. Esta calificación sugiere que aunque existen interacciones negativas, su magnitud no es significativamente alta, lo que indica que el impacto ambiental es relativamente bajo en comparación con otros posibles escenarios.



**Ilustración 4-13:** Resultado de la evaluación de impactos por Matriz de Leopold

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

#### Impactos sobre los factores ambientales

En el análisis de los impactos ambientales, se pudo observar que el agua y el suelo fueron los componentes más afectados de manera negativa debido a las actividades agrícolas llevadas a cabo, con una calificación de -45 y -76, respectivamente. Esta situación enfatiza la necesidad urgente de implementar medidas de mitigación para salvaguardar y preservar estos recursos naturales esenciales, asegurando así la sostenibilidad del entorno.

Por otro lado, se constató que el factor socioeconómico tuvo un impacto positivo con una calificación de 19, principalmente gracias a la generación de empleo. Estos resultados indican que las actividades agrícolas realizadas tienen un efecto beneficioso en el desarrollo económico de la comunidad en este sector, proporcionando oportunidades laborales y mejorando las condiciones socioeconómicas locales.

### **Impacto de las acciones sobre los factores ambientales**

En el análisis de las acciones sobre los factores ambientales, se identificaron tres acciones principales que tuvieron un impacto significativo en la calidad del entorno. La acción que registró el mayor impacto negativo fue el "Control de plagas", con una calificación de -47. La aplicación de agroquímicos en esta actividad puede ocasionar la contaminación del suelo y el agua, afectando negativamente la biodiversidad y la salud de los ecosistemas locales. Además, la falta de selectividad en el uso de estos productos puede dañar a especies no objetivo, incluyendo polinizadores y organismos beneficiosos.

Por otro lado, otra acción que mostró un impacto negativo importante fue la "Gestión de residuos inorgánicos", calificada con -36. La mala gestión de residuos agrícolas puede tener efectos perjudiciales para el medio ambiente, ya que su disposición inadecuada puede dar lugar a problemas de contaminación del suelo y el agua. Esto, a su vez, impacta negativamente la salud de los ecosistemas circundantes y puede representar un riesgo para la salud humana.

En contraste, la "Generación de empleo" se destacó como una acción con impacto positivo. Esta contribuyó significativamente a la estabilidad y el desarrollo económico en la localidad, generando oportunidades laborales y mejorando la calidad de vida de las personas. Además, una generación de empleo sólida y sostenible puede contribuir a la reducción de la pobreza y al fortalecimiento de la comunidad.

#### **4.3.4. Matriz de Importancia**

**Tabla 4-12:** Matriz de importancia

			Etapa de funcionamiento								
			Actividades agrícolas								
Medio	Componente	Factor ambiental	Preparación del terreno		Siembra	Mantenimiento y cuidado		Consecha	Disposición de residuos		Promedio
			Arado y Rastra	Fertilización	Siembra directa	Riego	Control de plagas	Recolección de frutos	Gestión de residuos orgánicos	Gestión de residuos inorgánicos	
Físico	Agua	Calidad del agua de consumo agrícola	-26	-28	0	0	-26	0	-39	-39	-20
		Consumo de agua	-38	-34	-39	-40	-39	0	0	0	-24
	Suelo	Alteración de propiedades físico químicas	-39	-42	-43	-35	-52	0	-41	-50	-38
		Contaminación por agroquímicos	0	-45	0	0	-57	0	0	-47	-19
Biótico	Flora	Pérdida de cobertura vegetal	-31	0	0	0	-45	0	0	0	-10
	Fauna	Pérdida de especies	-31	0	0	0	-45	0	0	0	-10
Socioeconómico	Población	Afectación a la salud	-29	-32	-32	0	-41	0	-32	-46	-27
	Económico	Generación de ingresos para la población	40	44	36	36	44	49	0	0	31

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

#### *4.3.4.1. Análisis de los resultados obtenidos en la Matriz de Importancia*

En la matriz de importancia de impactos presentada en la tabla 4-12, se sintetiza la relevancia de cada una de las interacciones identificadas, ofreciendo una visión clara del potencial impacto de las acciones sobre los factores ambientales. Los impactos se han clasificado en diferentes categorías según su valor de importancia, lo que facilita una evaluación rápida de su magnitud.

Los resultados del análisis muestran que la mayoría de los impactos se encuentran en la categoría "moderado", con un total de 33 interacciones clasificadas como tal, lo que representa un 91,67% del total. Estos impactos son considerados de magnitud media y pueden tener efectos significativos en el entorno, por lo que es necesario prestarles una atención adecuada para minimizar sus consecuencias.

Además, se identificaron 3 impactos clasificados como "severo", equivalente al 8,33%. Estos impactos se caracterizan por tener un grado más elevado de afectación y podrían generar repercusiones importantes en el ecosistema local. Es fundamental enfocar esfuerzos en abordar estos impactos de manera prioritaria y aplicar medidas de mitigación adecuadas.

Es relevante resaltar que no se encontraron impactos críticos, aquellos con valor superior a 75, lo que sugiere que, hasta el momento del análisis, no se han identificado acciones con efectos catastróficos o extremadamente perjudiciales para el medio ambiente. Sin embargo, esto no implica que se deba descuidar la gestión y prevención de los impactos identificados, ya que incluso los impactos moderados y severos pueden tener consecuencias significativas si no se abordan de manera adecuada.

En cuanto a la naturaleza de los impactos, el análisis mostró que el 83,33% (30) de las interacciones fueron clasificadas como impactos negativos, mientras que el 16,67% (6) fueron impactos positivos. Estos resultados indican que aún existen desafíos importantes para lograr un equilibrio entre las acciones desarrolladas y la conservación ambiental.

#### **Impacto por componentes**

##### **Agua**

En relación al componente agua, se realizaron evaluaciones que arrojaron valores promedio de -20 para el factor ambiental de calidad del agua en el canal de riego utilizado por los agricultores,

lo que se tradujo en un impacto calificado como "Bajo". Asimismo, se obtuvo un promedio de -24 en el factor ambiental de consumo de agua, generando también un impacto considerado "Bajo".

Estos resultados indican que, en términos ambientales, el uso del canal de riego y el consumo de agua por parte de los agricultores están teniendo un impacto de magnitud baja en la calidad y disponibilidad de los recursos hídricos. Sin embargo, aunque los valores promedio reflejan un impacto relativamente bajo, es importante seguir monitoreando y gestionando adecuadamente el uso del agua para mantener su sostenibilidad a largo plazo.

## **Suelo**

El análisis arrojó que el componente suelo experimenta una significativa afectación en sus propiedades fisicoquímicas, reflejada en un valor promedio de -38, lo que resulta en un impacto calificado como "Moderado". Asimismo, se detectó una afectación menor debido a la contaminación por agroquímicos, con un valor promedio de -19, generando impactos de categoría "Bajo". Estos resultados indican claramente que el componente suelo debe considerarse como una de las áreas prioritarias a abordar en el plan de manejo ambiental.

La alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo puede acarrear consecuencias significativas para su fertilidad y capacidad de retención de agua, lo que, a su vez, puede tener un impacto negativo en la productividad agrícola a largo plazo. Por otro lado, aunque la contaminación por agroquímicos muestra un impacto bajo en promedio, es esencial tratar este tema con cautela y atención. Implementar prácticas de manejo adecuadas, como técnicas de conservación de suelos, rotación de cultivos y una aplicación responsable de agroquímicos, es fundamental para mitigar los efectos negativos y preservar la salud del suelo.

## **Flora y Fauna**

En cuanto al análisis de la flora, se observó un valor de -10 en relación a la pérdida de cobertura vegetal, lo que indica un impacto calificado como "Bajo". Esto significa que, si bien existe cierta afectación en la cobertura vegetal, su magnitud es relativamente limitada y no representa una amenaza significativa para la diversidad vegetal en la zona.

Por otro lado, al considerar el componente fauna, se obtuvo un valor de -10 en pérdida de especies, generando también un impacto categorizado como "Bajo". Esto indica que la pérdida de especies



es de menor magnitud y, por ende, no se identificó un impacto severo sobre la diversidad de la fauna en el área de estudio.

Es importante resaltar que los impactos identificados en ambos componentes, tanto flora como fauna, son considerados "Bajos", lo que sugiere que las alteraciones actuales en estos aspectos del ecosistema son relativamente limitadas. Sin embargo, es fundamental seguir monitoreando y evaluando de manera continua los cambios en la cobertura vegetal y la diversidad de especies para mantener la sostenibilidad y la conservación del entorno natural.

### **Población**

En relación al componente de la población, se identificó un valor de -27, correspondiente a la afectación en la salud de los habitantes, lo que se traduce en un impacto calificado como "Moderado". Estos resultados revelan que existen preocupaciones significativas en cuanto a la salud de la población debido a las actividades llevadas a cabo, siendo las acciones de control de plagas y gestión de residuos inorgánicos las que tienen una mayor repercusión en este aspecto.

El impacto "Moderado" en la salud de los habitantes es una señal importante de la necesidad de abordar de manera prioritaria y efectiva las prácticas que puedan estar afectando negativamente a la población. La exposición a agroquímicos utilizados en el control de plagas y la gestión inadecuada de residuos inorgánicos pueden tener consecuencias para la salud de las personas que viven en la zona.

### **Económico**

El análisis reveló un impacto positivo de 31 en la generación de ingresos para la población, lo cual se considera un efecto moderado. Esto indica que las actividades evaluadas tienen un impacto beneficioso en la economía local al contribuir significativamente a la generación de ingresos para la población.

Es relevante enfatizar que un impacto moderado en la generación de ingresos no debe subestimarse, ya que puede significar una mejora importante en la situación socioeconómica de la población local.

## CAPÍTULO V

### 5. MARCO PROPOSITIVO

#### 5.1. Propuesta de plan de manejo ambiental

##### 5.1.1. *Objetivo*

Elaborar un conjunto integral de medidas ambientales con el propósito de prevenir, controlar, minimizar y mitigar los impactos ambientales originados por las diversas actividades agrícolas, contribuyendo así a preservar y proteger el entorno natural.

##### 5.1.2. *Alcance*

El actual Plan de Manejo Ambiental comprende los impactos negativos identificados en todas las actividades del sector en estudio, con el propósito de mitigar dichos efectos adversos y mejorar tanto la calidad ambiental como el nivel de vida de los habitantes de la zona.

##### 5.1.3. *Estructura del plan de manejo ambiental*

El Plan de Manejo Ambiental se encuentra organizado en los siguientes sub-planes:

- Plan de Prevención, Control y Mitigación de Impactos Ambientales
- Plan de Manejo de Desechos.

5.1.3.1. Plan de prevención y mitigación de impactos ambientales

**Tabla 5-1:** Plan de prevención y mitigación de impactos ambientales

Plan de Prevención, Control y Mitigación de Impactos Ambientales							
<b>Objetivo</b>	Promover la sostenibilidad y la conservación del medio ambiente mediante la implementación de medidas integrales para prevenir y mitigar los impactos ambientales negativos asociados a las actividades agrícolas.						
<b>Lugar</b>	Sector "El Shuyo"						
Aspecto ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medio de verificación	Plazo	Responsable	Costo referencial
Agua	Calidad del agua de riego	Realizar análisis periódicos de la calidad del agua en el canal de riego para detectar contaminantes agrícolas.	Número de análisis de calidad del agua realizados.	- Registros de análisis y resultados	Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca</li> <li>Dirigentes parroquiales</li> </ul>	\$ 200,00
	Consumo de agua	Promover el uso eficiente del agua en las actividades agrícolas y establecer tiempos de riego adecuados para minimizar el desperdicio.	Reducción del consumo de agua por unidad de producción agrícola.	- Reportes de consumo de agua y registros de tiempos de riego.	Mensual		\$ 300,00

Suelo	Alteración en las propiedades del recurso suelo	Practicar la rotación de cultivos en cada parcela agrícola al menos cada dos años, utilizando al menos tres tipos diferentes de cultivos.	Frecuencia de rotación de cultivos en cada parcela agrícola.	- Registros de rotación de cultivos.	Anual	• Agricultores del sector	\$ 350,00
	Contaminación por agroquímicos	Capacitar a todos los agricultores en el manejo responsable de agroquímicos y su impacto en el suelo.	Número de agricultores capacitados en manejo de agroquímicos.	- Registros de asistencia - Registro fotográfico	Semestral		\$ 200,00
		Establecer un sistema de control de inventario de agroquímicos para registrar las compras y aplicaciones realizadas.	Registro del inventario de agroquímicos y su uso.	- Informes de inventario y registros de aplicaciones	Mensual		\$ 250,00
		Promover el uso de fertilizantes orgánicos y el manejo de controladores biológicos.	Número de agricultores que adoptan métodos alternativos.	- Registros de adopción de métodos alternativos. - Registro fotográfico	Semestral		\$ 200,00

Flora	Afectación a la cobertura vegetal	Promover la revegetación y la siembra de especies nativas de rápido crecimiento y bajo mantenimiento.	Área reforestada con especies nativas.	- Informes de reforestación - Registros de especies utilizadas	Anual		\$ 430,00
Fauna	Perdida de especies	Promover la coexistencia responsable con la fauna urbana mediante la implementación de prácticas de manejo sostenible, como la conservación de suelos y la reducción del uso de agroquímicos.	Número de agricultores que adoptan prácticas de manejo sostenible.	Encuestas y registros de adopción de prácticas	Trimestral		\$ 250,00
Población	Afectación a la salud	Implementar un programa de monitoreo de calidad del aire y agua en áreas cercanas a las zonas agrícolas.	Nivel de contaminantes en el aire y agua (según normativas de calidad).	Informes de monitoreo y análisis de calidad del aire y agua	Semestral		\$ 500,00

		Proporcionar equipos de protección personal (EPP) a los agricultores para reducir la exposición a agroquímicos y otros riesgos laborales.	Número de agricultores con EPP entregados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registros de entrega de EPP</li> <li>- Registro fotográfico</li> </ul>	Trimestral		\$ 350,00
--	--	---	---	---	------------	--	-----------

**Realizado por:** Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.

5.1.3.2. Plan de manejo de desechos

**Tabla 5-2:** Plan de manejo de desechos

Plan de Manejo de Desechos							
Objetivo	Reducir la contaminación ambiental a través de una gestión integral de los residuos no peligrosos y peligrosos.						
Lugar	Sector "El Shuyo"						
Aspecto ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medio de verificación	Plazo	Responsable	Costo referencial
Desechos peligrosos	Contaminación del suelo y agua por mala gestión de productos agroquímicos	Identificar, etiquetar y almacenar adecuadamente los desechos peligrosos en contenedores separados.	Número de desechos peligrosos correctamente almacenados	- Registro etiquetado - Registro fotográfico	Antes de finalizar cada mes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirigentes parroquiales</li> <li>• Agricultores del sector</li> </ul>	\$ 150,00
		Coordinar con empresas autorizadas para llevar a cabo la recolección y disposición adecuada de los desechos peligrosos.	Frecuencia de recolección y disposición de desechos peligrosos.	- Comprobantes de recolección y disposición	Semestralmente		\$ 200,00
Desechos no peligrosos	Acumulación de desechos en áreas comunes.	Instalar contenedores específicos para la segregación de desechos no peligrosos en áreas estratégicas	Cantidad de contenedores instalados para desechos no peligrosos.	- Registro fotográfico	Antes de empezar la temporada		\$ 150,00

		Implementar un programa de recolección y disposición periódica de los desechos no peligrosos a áreas de disposición adecuada.	Frecuencia de recolección de desechos no peligrosos.	- Informes de recolección y disposición.	Mensualmente	\$ 50,00
Desechos orgánicos	Contaminación del agua, suelo y aire por quema o disposición.	Implementar prácticas de compostaje para los desechos orgánicos generados en las actividades agrícolas.	Cantidad de desechos orgánicos compostados.	- Cantidad de compost producido.	Continuamente	\$ 150,00
		Capacitar a los trabajadores en la importancia del compostaje y cómo llevarlo a cabo correctamente	Número de trabajadores capacitados.	- Registro de asistencia a capacitaciones	Semestralmente	\$ 80,00

Realizado por: Toapanta, J.; Yucailla, J., 2023.



## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

El levantamiento de la línea base en el área de estudio "El Shuyo" en Riobamba proporcionó una visión integral de los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos de la región. Los resultados revelaron la importancia de la estabilidad climática, la diversidad geográfica y la red hidrográfica para el uso del suelo y los recursos agrícolas. No obstante, también se identificaron preocupaciones sobre la calidad del suelo y del agua, así como la pérdida de especies nativas debido a la expansión debido a la urbanización, con predominio de cultivos agrícolas y especies animales domésticas. En cuanto al componente socioeconómico, la población se concentra principalmente en áreas urbanas, con una economía dominada por el sector terciario, aunque el sector agrícola también es fundamental en la economía de la ciudad.

La evaluación exhaustiva de los impactos ambientales derivados de las actividades agrícolas en el área de estudio "El Shuyo" arroja una panorámica compleja en la que se entrelazan desafíos y oportunidades cruciales para impulsar un desarrollo sostenible arraigado en esta comunidad agrícola. Los resultados revelan efectos adversos en los aspectos físicos y bióticos, especialmente en relación con la calidad del suelo, la salud de la población y la pérdida de biodiversidad, subrayando la necesidad imperante de abordar estas cuestiones con determinación. Sin embargo, emerge con fuerza el impacto positivo en el ámbito socioeconómico, manifestado en la generación de empleo y su contribución al desarrollo económico local.

Se elaboró un plan de manejo ambiental que incluye dos sub-planes fundamentales: uno enfocado en la prevención y mitigación de impactos ambientales, y otro destinado a la gestión adecuada de los desechos generados. Estos sub-planes buscan garantizar que todas las actividades agrícolas se lleven a cabo de forma responsable, de manera que el impacto sobre el medio ambiente se reduzca significativamente y se mantenga en niveles aceptables. Con estas medidas, se busca lograr una agricultura sostenible que armonice el desarrollo económico con la preservación del entorno natural.

## **6.2. Recomendaciones**

Es fundamental socializar los resultados y hallazgos de la presente investigación con todos los pobladores y entidades relevantes, con el objetivo de obtener su apoyo y fomentar el desarrollo del sector y, en general, de la parroquia Yaruquíes.

Se sugiere llevar a cabo la implementación responsable del Plan de Manejo Ambiental para anticipar y abordar oportunamente cualquier aumento en la magnitud de los impactos identificados o la aparición de nuevos impactos durante el desarrollo de las actividades agrícolas.

Fortalecer la colaboración entre diferentes instituciones con el propósito de difundir la educación ambiental como un aspecto central para abordar la mitigación de impactos en el sector de interés. Al promover la cooperación interinstitucional, se busca enfatizar la importancia de la concientización ambiental y su papel fundamental en la reducción de los impactos negativos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ADRIANO, P., & GUERRA, R.** Plan de manejo ambiental, de la quebrada San Sebastián, Cantón Guano, Provincia De Chimborazo [en línea] (Trabajo de Titulación) (pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2021, págs.1-94. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8830>
2. **AGROCALIDAD.** *Muestreo para análisis de suelos*. Ecuador: Agrocalidad. 2018.
3. **AGROMÁTICA.** *Relación C/N (carbono/nitrógeno) en el suelo* [blog]. 2023. [Consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: <https://www.agromatica.es/relacion-cn-o-carbono-nitrogeno/>
4. **AGROPINOS.** *El papel de la agricultura en el cuidado ambiental* [blog]. Agropinos, 09 abril, 2019. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: <https://www.agropinos.com/blog/agricultura-y-cuidado-medioambiental>
5. **AGROSPRAY.** *Agricultura ecológica y técnicas de cultivo que debes conocer* [blog]. AgroSpray, 20 abril 2022. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: [https://agrospray.com.ar/blog/agricultura-ecologica/#La\\_tecnica\\_del\\_laboreo\\_del\\_suelo](https://agrospray.com.ar/blog/agricultura-ecologica/#La_tecnica_del_laboreo_del_suelo)
6. **ALMONTE, J.** Evaluación e identificación del impacto ambiental en el manejo de los residuos sólidos urbanos en Cuernavaca, Morelos, México [en línea] (Trabajo de Titulación) (pregrado). Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos. 2019, págs.1-83. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/2496>
7. **ANEXO 2.** *Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados*.
8. **BANCO MUNDIAL.** *El agua en la agricultura* [blog]. Grupo Banco mundial, 2018. [Consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture>
9. **BARROSO, N., & LÓPEZ F.** *AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE*. S.l.: EXCMO CABILDO INSULAR DE TENERIFE. 2018.

10. **BORIS, T.** Métodos de evaluación de impacto ambiental: Leopold, Batelle. *Ingeniería Ambiental* [en línea]. 2021. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: <https://ingenieriaambiental.net/metodos-de-evaluacion-de-impacto-ambiental/>
11. **BOWEN, M.** *Principles of soil science exercise manual* [en línea]. S.l.: Libre text. 2023. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: [https://geo.libretexts.org/Bookshelves/Soil\\_Science/Principles\\_of\\_Soil\\_Science\\_Exercise\\_Manual\\_\(Bowen\)](https://geo.libretexts.org/Bookshelves/Soil_Science/Principles_of_Soil_Science_Exercise_Manual_(Bowen))
12. **CALDERÓN, A.** Interpretación de análisis de aguas. *Calderón labs* [en línea]. 2022. Consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: [http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis\\_De\\_Aguas/Interpretacion\\_Analisis\\_de\\_Aguas.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Interpretacion_Analisis_de_Aguas.htm)
13. **CALVO, Adriana.** *Agricultura ecológica: ventajas y desventajas* [blog]. Agroptima, 2021. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: <https://www.agroptima.com/es/blog/agricultura-ecologica-ventajas-desventajas/>
14. **CERVANTES, E.** Métodos cuantitativos. *Aula fácil* [en línea]. 2022. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: <https://www.aulafacil.com/cursos/medio-ambiente/estudio-impacto-ambiental/metodos-cuantitativos-119946>
15. **CEVALLOS, C.; et al.** “Chimborazo: Una reflexión sobre su sector agropecuario”, *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Ecuador* [en línea], 2017, 1(1). [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/chimborazo.html>
16. **CHICAIZA, E.** Evaluación del impacto generado por las actividades de explotación minera, ubicadas en el Sector El Churo, Parroquia Guayaquil De Alpachaca, Cantón Ibarra Provincia De Imbabura [en línea] (Trabajo de Titulación) (pregrado). Universidad Técnica del Norte, Facultad De Ingeniería En Ciencias Agropecuarias Y Ambientales, Ibarra, Ecuador. 2018. págs.1-132. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8143>
17. **CONESA, V.** *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. 2010. págs.1-61.

18. **CONTRERAS, M.** *La producción agrícola y su impacto ambiental* [blog]. La guía, 2019. [Consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: <https://biologia.laguia2000.com/general/la-produccion-agricola-y-su-impacto-ambiental>
19. **CÓRDOVA, A.** Valoración del impacto ambiental producido por la ganadería y agricultura en la zona donde se ubica la estación biológica kutukú de la Universidad Politécnica Salesiana [en línea] (Trabajo de Titulación) (pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Ingeniería Ambiental. 2020. págs.1-156. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18605>
20. **COTLER, H.; et al.** “Erosión de suelos y carencia alimentaria en México: una primera aproximación”. *Investigaciones Geográficas* [en línea], 2020, 1(101), págs.1-14. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.14350/rig.59976>
21. **CUADRADO, J.** Evaluación de impacto ambiental de una actividad agrícola en Pallatanga [en línea] (Trabajo de Titulación) (maestría). Universidad Politécnica de Cataluña, España. 2023, págs.1-65. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/383372/TFM-%20Jenevith%20Cuadrado.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
22. **DECRETO LEGISLATIVO 0.** *Constitución De La Republica Del Ecuador 2008.*
23. **REGISTRO OFICIAL SUPLEMENTO 983.** *Código Orgánico Del Ambiente.*
24. **DELGADO, M.; et al.** “Evaluación del proceso de compostaje de residuos avícolas empleando diferentes mezclas de sustratos”. *Rev. Int. Contam. Ambie* [en línea], 2019, 35 (4), págs.965-977. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992019000400965](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992019000400965)
25. **DELLAVEDOVA, M.** *Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental* [en línea]. Argentina: Universidad de la Plata. 2016. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <https://blogs.ead.unlp.edu.ar/planeamientofau/files/2013/05/Ficha-Nº-17-Guía-metodológica-para-la-elaboración-de-una-EIA.pdf>
26. **DUVAL, M.; et al.** “Comparación de índices de calidad de suelos agrícolas y naturales basados en el carbono orgánico”. *Cienc Suelo* [en línea], 2016, 34(2), págs.197-209.

[Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-20672016000200003](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672016000200003)

27. **EASTMOND, A., & GARCÍA DE FUENTES, A.** *Impacto de los sistemas agropecuarios sobre la biodiversidad* [en línea]. México: El estado. 2020. [Consulta: 11 junio 2023]. Disponible en:  
<https://www.cicy.mx/documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap2/15%20Impacto%20de%20los%20sistemas%20agropecuarios.pdf>
28. **ECOTICIAS.** *7 malas prácticas agrícolas que afectan al cambio climático* [blog]. Ecoticias.com, 10 julio 2020. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en:  
[https://www.ecoticias.com/cambio-climatico/203503\\_7-ejemplos-malas-practicas-agricolas-afectan-cambio-climatico](https://www.ecoticias.com/cambio-climatico/203503_7-ejemplos-malas-practicas-agricolas-afectan-cambio-climatico)
29. **ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA.** *Anuario climatológico*. Riobamba: ESPOCH. 2018-2022.
30. **FABRES.** *El plástico convertido en un instrumento de precisión*. S.l.: Fabres. 2022. pág. 2.
31. **FAO.** *Los 10 elementos de la agroecología, Guía para la transición hacia sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles* [en línea]. S.l.: FAO. 2022. [Consulta: 1 junio 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i9037es/I9037ES.pdf>
32. **FAO.** *Mecanización Agrícola Sostenible*. FAO [en línea]. 2023. [Consulta: 1 junio 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/sustainable-agricultural-mechanization/guidelinesoperations/cropproduction/es/>
33. **FERNÁNDEZ, C.** *Caracterización física del suelo de la granja experimental de la Universidad del Valle* [en línea] (Trabajo de Titulación) (pregrado). Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia. 2015. págs.1-92. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/15889/0527939.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
34. **FRAGO.** *Formas y contenidos en los suelos* [en línea].S.l.: FRAGO. 2018. págs.1-15.

35. **GARCÍA, Alberto.** *The Environmental Impacts of Agricultural Intensification* [en línea]. Italia: CGIAR. 2020. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10568/108993>
36. **GARCÍA, M. P., & ÁLVAREZ, B.** “Preservación del medio natural en los Reales Sitios del entorno de Madrid”. *Investigaciones Geográficas* [en línea], 2021, 76, págs.1–22. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.14198/INGEO.18344>
37. **GEOSIGMA.** *Métodos para la evaluación del impacto ambiental por el desarrollo de proyectos* [blog]. Geosigma, 13 agosto 2021. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: <https://geosigmaconsultores.com/blog/metodos-eia/>
38. **GEOTECNIA Y MECÁNICA DE SUELOS.** Ensayo de humedad de suelos. *Geotechnical Consulting* [en línea]. 2020. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: [https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/humedad-suelos/#:~:text=El%20contenido%20de%20humedad%20en,retención%20\(capacidad%20de%20campo\).](https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/humedad-suelos/#:~:text=El%20contenido%20de%20humedad%20en,retención%20(capacidad%20de%20campo).)
39. **GOYCOCHEA, T., & CARRANZA, M.** Determinación del impacto ambiental producido por el uso de agroquímicos en la producción agrícola del distrito de Japelacio -2014 [en línea] (Trabajo de Titulación) (pregrado). Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, Moyobamba, Perú. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11458/245>
40. **GUZMÁN, Laura.** Evaluación de los impactos ambientales en el cultivo de gulupa ( *Passiflora edulis* sim ) sobre el recurso hídrico asociado al uso de pesticidas. Caso de estudio Jericó Antioquia [en línea] (Trabajo de Titulación) (pregrado). Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ingeniería, 2018. págs.7-110. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: [http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2010/1/Evaluacion\\_impactos\\_ambientales\\_recurso\\_hidrico.pdf](http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2010/1/Evaluacion_impactos_ambientales_recurso_hidrico.pdf)
41. **HERNÁNDEZ, F.** La Conductividad Eléctrica del Agua de Riego. *Universidad Agrícola* [en línea]. 2023. [Consulta: 1 junio 2023]. Disponible en: <https://universidadagricola.com/la-conductividad-electrica-del-agua-de-riego/>

42. **HERNÁNDEZ, F.** La Humedad del Aire, El Punto de Rocío y su Importancia en la Agricultura. *Asistencia Técnica Agrícola* [en línea]. 2023. [Consulta: 1 junio 2023]. Disponible en: [https://www.agro-tecnologia-tropical.com/la\\_humedad.html](https://www.agro-tecnologia-tropical.com/la_humedad.html)
43. **HERRERA, T.** “La contaminación con cadmio en suelos agrícolas”. *Instituto de Edafología. Facultad de Agronomía* [en línea]. S.f. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjR97CGos6AAxXQkmoFHFJ-CNgQFnoECCYQAQ&url=http%3A%2F%2Fsaber.ucv.ve%2Fojs%2Findex.php%2Frev\\_venes%2Farticle%2Fview%2F1112%2F1040&usg=AOvVaw2Of7TuAywWmX5w\\_iUULSNY&opi=89978449](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjR97CGos6AAxXQkmoFHFJ-CNgQFnoECCYQAQ&url=http%3A%2F%2Fsaber.ucv.ve%2Fojs%2Findex.php%2Frev_venes%2Farticle%2Fview%2F1112%2F1040&usg=AOvVaw2Of7TuAywWmX5w_iUULSNY&opi=89978449)
44. **HOUBEN, Saskia.** Rotación de cultivos: información práctica. *Best Soil* [en línea]. 2020. [Consulta: 25 julio 2023]. Disponible en: [https://orgprints.org/id/eprint/43540/7/ES\\_ROTACIÓN%20DE%20CULTIVOS\\_%20INFORMACIÓN%20PRÁCTICA.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/43540/7/ES_ROTACIÓN%20DE%20CULTIVOS_%20INFORMACIÓN%20PRÁCTICA.pdf)
45. **HOUTART, F.** “La agricultura campesina e indígena como una transición hacia el bien común de la humanidad: el caso de Ecuador”. *Desacatos* [en línea], 2018, 56(1). [Consulta: 20 junio 2023]. ISSN 2448-5144. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1607-050X2018000100177](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-050X2018000100177)
46. **HUANAMBAL, Victor.** Estudio de impacto ambiental para las actividades agrícolas de la empresa SANTA REGINA S.A.C., distrito de Cura Mori, provincia y departamento de Piura [en línea] (Trabajo de Titulación) (pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Agrícola, Lambayeque, Perú. 2019. págs.2-92. [Consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/4454>
47. **INCA, D., & ORTIZ, M.** Evaluación del impacto ambiental de los residuos generados por lavadoras y lubricadoras para la propuesta técnica de una guía de manejo. Caso ciudad de Riobamba [en línea] (Trabajo de Titulación) (pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas, Riobamba, Ecuador. 2018. págs.1-181. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/10552>



- 48. INDUANALISIS.** *DBO y DQO* [blog]. Colombia: Induanalisis, 04 junio, 2019. [Consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: [https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/dbo\\_y\\_dqo\\_31](https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/dbo_y_dqo_31)
- 49. INEC.** *Instituto Nacional de Estadística y Censo.* 2022.
- 50. INTAGRI.** Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos y Contenidos Nutrimentales. *Intagri* [en línea]. 2023. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimentales>
- 51. JARAMILLO, T.** *Actividad Agrícola.* S.l.:s.n. 2021. págs.1-4.
- 52. LABFERRER.** Salinidad del suelo. *LabFerrer* [en línea]. 2022. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <https://www.lab-ferrer.com/salinidad-del-suelo/>
- 53. MAGAP.** *Agricultura, la base de la economía y la alimentación* [blog]. MAGAP, 09 septiembre, 2019. [Consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/agricultura-la-base-de-la-economia-y-la-alimentacion/>
- 54. MARTÍNEZ, C., et al.** Estudio de evaluación de impacto ambiental en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad del Salvador [en línea] (Trabajo de Titulación) (pregrado). Universidad del Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, El Salvador. 2019. págs. 1-193. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19512/1/Estudio%20de%20Evaluación%20de%20Impacto%20Ambiental%20en%20la%20Facultad%20de%20Ingeniería%20y%20Arquitectura%20de%20la%20Universidad%20de%20El%20Salvador.pdf>
- 55. MEDINA, B.** Estudio de impacto ambiental de la planta de materiales pétreos del G.A.D. municipal de Morona, provincia de Morona Santiago [en línea] (Trabajo de Titulación) (pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas, Riobamba, Ecuador. 2018. págs.1-162. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/10161>
- 56. MENDOZA, R., & ESPINOZA A.** *Guía técnica para suelos de muestreo.*S.l.: Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services. 2017. págs.11-21.

- 57. MIJANGOS, O., & LÓPEZ, J.** *Metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales* [en línea]. México: Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez. 2018. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: [https://www.utm.mx/edi\\_antteriores/temas50/T50\\_2Notas1-MetodologiasparalaIdentificacion.pdf](https://www.utm.mx/edi_antteriores/temas50/T50_2Notas1-MetodologiasparalaIdentificacion.pdf)
- 58. MORENO, M.; et al.** “El oxígeno en la zona radical y su efecto en las plantas”. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea], 2020, 11(4), págs.931-943. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i4.2128>
- 59. NTE INEN 2169:2013.** *Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras.*
- 60. NTE INEN 2176:2013.** *Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.*
- 61. ORCHARDSON, E.** *El nitrógeno en la agricultura* [blog]. CIMMYT, 04 diciembre, 2023. [Consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: <https://www.cimmyt.org/es/noticias/el-nitrogeno-en-la-agricultura/>
- 62. PDOT RIOBAMBA.** *Plan Cantonal de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Riobamba 2020-2023.* Riobamba: Municipio de Riobamba.
- 63. PEÑA, E.** *Calidad del agua* [en línea]. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica de Litoral. 2007. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6162/5/Investigacion.pdf>
- 64. PERDOMO, C.** *Nitrógeno* [en línea]. Uruguay: Universidad de la República. S.f. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/fertilidad/publica/Tomo%20N.pdf>
- 65. POLO, Cristina.** Agricultura ecológica ventajas y desventajas. *EUROINNOVA* [en línea]. 2021. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: <https://www.euroinnova.mx/blog/agricultura-ecologica-ventajas-y-desventajas#cuales-son-las-caracteristicas-de-la-agricultura-ecologica>
- 66. QUIJANO-CUERVO, L. G.; et al.** “Arañas: tejiendo un eslabón crucial para el equilibrio de los agroecosistemas”. *Revista Digital Universitaria* [en línea], 2021, 22(3), págs.40–49.

[Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en:  
<http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2021.22.3.5>

- 67. RAMOS, K.** *¿AGRICULTURA ECO-FRIENDLY? El verdadero impacto ambiental de la agricultura* [blog]. Conexión ambiental, 15 marzo 2021. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: <https://conexionambiental.pe/agricultura-eco-friendly-el-verdadero-impacto-ambiental-de-la-agricultura/>
- 68. RIVERA, A.** *¿Qué es la siembra y cuál es su importancia?* [blog]. Fundación Red de Árboles, 01 enero, 2023. [Consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: <https://www.reddearboles.org/noticias/nwarticle/699/3/que-siembra-y-cuales-su-importancia>
- 69. RODRÍGUEZ, I.; et al.** “Degradación del suelo en sistemas agrícolas de la granja Santa Inés, provincia de El Oro, Ecuador”. *Revista Universidad y Sociedad*, Vol. 13, n°S2 (2021), págs.557-564.
- 70. RODRÍGUEZ, W.** Estudio de impacto ambiental del río quijos (tramo barrio Guagrayacu - el barrio Jardines del Valle) en la parroquia Baeza, cantón Quijos, provincia de Napo [en línea] (Trabajo de Titulación) (pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería en Ecoturismo, Riobamba, Ecuador. 2018. págs.1-123. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10316>
- 71. ROMERO, D.** *Matriz para La Identificación y Evaluación de Impactos*. S.l.: s.n. 2020.
- 72. ROTOPLAS.** *¿Por qué es importante la temperatura del suelo?* [blog]. Rotoplas Agro, 24 julio, 2019. [Consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: <https://rotoplas.com.ar/agroindustria/por-que-es-importante-la-temperatura-del-suelo/#:~:text=La%20temperatura%20de%20la%20tierra,posibilidad%20de%20germinar%20y%20desarrollarse.>
- 73. SALAS, E.; et al.** “Evaluation of socio-environmental impacts of sustainable agricultural activities: Case study at the Tunshi Experimental Station, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”. *Social Science Journal* [en línea], 2023, 13(2), págs.1248-1268. ). [Consulta:

18 junio 2023]. Disponible en: <https://resmilitaris.net/menu-script/index.php/resmilitaris/article/view/3530>

74. **SANGOQUIZA, D.** Diseño de un sistema integral de manejo de residuos sólidos para la parroquia de Yaruquies [en línea] (Trabajo de Titulación) (pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas, Riobamba, Ecuador. 2017. págs.1-162. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6628>
75. **SINERGIA.** *Impactos ambientales en agricultura* [en línea]. S.l.: Sinergia. 2017. [Consulta: 1 junio 2023]. Disponible en: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/05/Impactos-ambientales-en-agricultura.pdf>
76. **TIXE, Dayana.** Diseño de criterio, lineamientos y estrategias de protección del paisaje en el Shuyo Riobamba [en línea] (Trabajo de Titulación) (pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería, Riobamba, Ecuador. 2022. págs.1-83. [Consulta: 22 septiembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10310>
77. **TECNAL.** *La microbiología del suelo y su importancia para la sostenibilidad agrícola* [blog]. Brasil: Tecnal, 2022. [Consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: [https://tecnal.com.br/es/blog/338\\_la\\_microbiologia\\_del\\_suelo\\_y\\_su\\_importancia\\_para\\_la\\_sostenibilidad\\_agricola](https://tecnal.com.br/es/blog/338_la_microbiologia_del_suelo_y_su_importancia_para_la_sostenibilidad_agricola)
78. **TORRES, E.; et al.** “Impacto de dos usos de suelo en el almacenamiento carbono orgánico en el litoral ecuatoriano”. *Revista Científica Agroecosistemas* [en línea], 2021, 9(2), págs.78-85. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/472>
79. **TWENERGY.** *La agricultura ecológica desventajas* [blog]. Twenergy, 16 septiembre 2020. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: [https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/la-agricultura-ecologica-595/#¿Cuales\\_son\\_sus\\_beneficios](https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/la-agricultura-ecologica-595/#¿Cuales_son_sus_beneficios).
80. **UNIBA.** Estado actual del recurso suelo. *Centro Universitario Internacional de Barcelona* [en línea]. 2018. [Consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: <https://www.unibarcelona.com/int/actualidad/noticias/estado-actual-del-recurso-suelo>

- 81. UNIVERSIDAD AGRÍCOLA.** Propiedades físicas del suelo y el crecimiento de las plantas. *Universidad Agrícola* [en línea]. 2019. [Consulta: 1 junio 2023]. Disponible en: <https://universidadagricola.com/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas/>
- 82. UOL.** Impactos da produção agrícola. 2023. [Consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/impactos-producao-agricola.htm>
- 83. VÁZQUEZ, A., & LANDEROS, C.** *Agricultura y deterioro ambiental* [en línea]. S.l.: s.n. 2019. [Consulta: 1 junio 2023]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/280319205\\_Agricultura\\_y\\_deterioro\\_ambiental](https://www.researchgate.net/publication/280319205_Agricultura_y_deterioro_ambiental)
- 84. VIMOS, M.** Evaluación del estado de degradación y de fertilidad según el uso del suelo en tres agroecosistemas [en línea] (Trabajo de Titulación) (pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Ingeniería Agronómica, Riobamba, Ecuador. 2017. págs.1-162. [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7644>



# ANEXOS

## ANEXO A: FORMATO DE ENCUESTA



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS



### ENCUESTA

Esta encuesta forma parte de una investigación académica realizada por tesisistas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Sus respuestas serán tratadas de manera confidencial. El cuestionario consta de 22 preguntas y se estima que tomará entre 15 a 25 minutos completarlo. Agradecemos enormemente su colaboración, ya que sus respuestas son esenciales para el éxito de este estudio.

**Nombre:**

**Fecha:**

#### IMPACTO AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS EN EL SECTOR "EL SHUYO"

**1. ¿Cuál es el método de preparación del suelo?**

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| Arado  | <input type="checkbox"/> |
| Rastra   | <input type="checkbox"/> |
| Gradoneo   | <input type="checkbox"/> |
| Cero labranza                                    | <input type="checkbox"/> |
| Mecanización pesada (uso de maquinaria agrícola) | <input type="checkbox"/> |
| Otros (especifique) _____                        |                          |

**2. ¿Cuál es el tipo de maquinaria utiliza para la preparación del terreno? (Seleccione todas las opciones que correspondan)**

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| Tractor                   | <input type="checkbox"/> |
| Arado de discos           | <input type="checkbox"/> |
| Rastra de discos          | <input type="checkbox"/> |
| Rolo desterronador        | <input type="checkbox"/> |
| Sembradora directa        | <input type="checkbox"/> |
| Otros (especifique) _____ |                          |

**3. ¿Cuál es el tipo de actividad agrícola que realiza?**

- |                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| Transitoria (cultivo cortos) | <input type="checkbox"/> |
| Permanente (cultivo >1 año)  | <input type="checkbox"/> |

**4. ¿Cuál es el tipo de práctica agrícola que realiza?**

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| Monocultivo (cultivo de una sola especie de planta)                     | <input type="checkbox"/> |
| Policultivo (cultivo de múltiples especies de plantas en la misma área) | <input type="checkbox"/> |
| Otros (especifique) _____   |                          |



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS



5. ¿Cuál es el método de siembra que utiliza ?

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| Siembra directa           | <input type="checkbox"/> |
| Labranza mínima           | <input type="checkbox"/> |
| Labranza convencional     | <input type="checkbox"/> |
| Agroecológica             | <input type="checkbox"/> |
| Otros (especifique) _____ |                          |

6. ¿Cuáles son los principales cultivos?

7. ¿Qué tipo de riego utiliza en sus cultivos?

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| Riego por gravedad (canales o acequias). | <input type="checkbox"/> |
| Riego por aspersión.                     | <input type="checkbox"/> |
| Riego por goteo.                         | <input type="checkbox"/> |
| No utilizo sistema de riego              | <input type="checkbox"/> |
| Otro (especifique) _____                 |                          |

8. ¿Qué tipos de fertilizantes se utilizan en las actividades agrícolas?

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| Fertilizantes orgánicos   | <input type="checkbox"/> |
| Fertilizantes químicos    | <input type="checkbox"/> |
| Compost                   | <input type="checkbox"/> |
| Abonos verdes             | <input type="checkbox"/> |
| Ninguno                   | <input type="checkbox"/> |
| Otros (especifique) _____ |                          |

9. ¿Cuáles son los nombres de los fertilizantes que utiliza en sus cultivos? Si no utiliza dejar en blanco

10. ¿Qué tipos de pesticidas utiliza en sus actividades agrícolas?

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| Herbicidas                | <input type="checkbox"/> |
| Insecticidas              | <input type="checkbox"/> |
| Fungicidas                | <input type="checkbox"/> |
| Rodenticidas              | <input type="checkbox"/> |
| Ninguno                   | <input type="checkbox"/> |
| Otros (especifique) _____ |                          |

11. ¿Cuáles son los nombres de los pesticidas que utiliza en sus cultivos? Si no utiliza dejar en blanco

12. ¿Utiliza equipo de protección personal al manipular agroquímicos?

- |    |                          |
|----|--------------------------|
| Sí | <input type="checkbox"/> |
|----|--------------------------|



No

**13. ¿Cómo gestiona los residuos agrícolas orgánicos generados?**

- Realiza compostaje con los residuos agrícolas orgánicos.
- Utiliza los residuos agrícolas orgánicos como alimento para animales.
- Los quema los residuos agrícolas controladamente.
- Los entierra en el terreno como abono.
- No realiza ninguna gestión específica de los residuos orgánicos.
- Otros (especifique) \_\_\_\_\_

**14. ¿Cómo gestiona los residuos agrícolas inorgánicos generados?**

- Recicla o reutiliza los residuos agrícolas inorgánicos en otras actividades agrícolas
- Entierra los residuos agrícolas inorgánicos en el suelo.
- Elimina los residuos agrícolas inorgánicos en un vertedero o basurero.
- Lleva los residuos agrícolas inorgánicos a un centro de reciclaje o disposición especializada.
- Quema los residuos agrícolas inorgánicos.
- Otros (especifique) \_\_\_\_\_

**15. ¿Cuál es la disposición final de los envases vacíos de agroquímicos?**

- Los devuelve al proveedor autorizado o punto de recolección establecido.
- Los desecha en la basura común.
- Los reutiliza para otros fines en su actividad agrícola.
- No tiene una gestión específica para los envases vacíos de agroquímicos.
- Otros (especifique) \_\_\_\_\_

**16. ¿Ha observado cambios en la presencia o abundancia de especies nativas de flora y fauna en su área de cultivo en comparación con años anteriores?**

- Existe presencia de especies en menor cantidad
- Existe presencia de especies en mayor cantidad
- Misma cantidad de especies
- No existen nuevas especies

**17. ¿Realiza acciones para conservar hábitats naturales en su área de cultivo?**

- Consumir agua de manera racional y eficiente para un mayor aprovechamiento





Tener el área de cultivo sin presencia de desechos inorgánicos

Evitar el uso de agroquímicos

Ninguna de las anteriores


**18. ¿Cree que las actividades agrícolas en el sector "El Shuyo" han contribuido a mejorar la economía local?**

Aprovechamiento de los recursos económicos generados por actividad agrícola, para la mejora de la producción

Aumento y producción de las actividades agrícolas otra honda economía circular

Generación de empleo

Ninguna de las anteriores


**19. ¿Realiza prácticas sostenibles en sus actividades agrícolas?**

Conseguir cultivos más eficientes con el fin de ser más productivos y rentables

Recuperar más tierras de cultivo, preservando la calidad de los recursos naturales

Inculcar a los agricultores con buenas prácticas y uso seguro de nuevas tecnologías agrícolas

Ninguna de las anteriores


**20. ¿Considera que incluir prácticas sostenibles en la agricultura es importante para asegurar un futuro ambientalmente saludable?**

Sí, es de vital importancia

Es importante, pero hay otros factores prioritarios

No considero que sea una prioridad


**21. ¿Qué actividades estaría dispuesto/a incluir para generar prácticas agrícolas más sostenibles para reducir el impacto ambiental en su terreno?**

No utilizar agroquímicos

Planificar la periodicidad de los sembríos para evitar la erosión y sobreexplotación del suelo

Reducir el consumo de agua

Ninguna de las anteriores




**22. ¿Qué factores consideraría para tomar la decisión de incluir medidas para reducir el impacto ambiental en sus actividades agrícolas?**

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| Beneficios económicos                              | <input type="checkbox"/> |
| Cumplimiento de regulaciones ambientales           | <input type="checkbox"/> |
| Mejora en la calidad del suelo                     | <input type="checkbox"/> |
| Protección del agua y los recursos naturales       | <input type="checkbox"/> |
| Conservación de la biodiversidad                   | <input type="checkbox"/> |
| Demandas del mercado y preferencias del consumidor | <input type="checkbox"/> |
| Otro (especifique): _____                          |                          |

## ANEXO B: FORMATO DE CHECK LIST



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS



CHECK LIST					
IMPACTO AMBIENTAL SECTOR "EL SHUYO"					
Elaborado por	Jensy	Aprobado por	Fecha		1/1
	Toapanta		Nº		
	Jhony				
	Yucailla				
Categoría	Elementos de las actividades agrícolas	Presente (X)		Observaciones	
		Si	No		
Prácticas agrícolas	Métodos de siembra				
	El monocultivo acidifica el suelo				
	Uso de fertilizantes				
	Uso de pesticidas				
	Uso de maquinaria agrícola				
	Uso de riego por goteo				
	Uso de riego por aspiración				
	Uso de riego por gravedad				
	Uso de técnicas de conservación del suelo				
Calidad del suelo	Alteración de las propiedades físico químicas				
	Contenido de materia orgánica				
	Contaminación del suelo por agroquímicos				
	Pérdida de fertilidad				
Calidad del agua	Uso de pesticidas que pueden lixiviar al agua				
	Gestión de residuos agrícolas				
	Cuerpos de agua cercanos				



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS



Biodiversidad	Impacto en la flora y fauna nativa			
	Presencia de especies exóticas			
	Conservación de hábitats naturales			
	Uso de prácticas de manejo sostenibles de la biodiversidad			
Recursos naturales	Uso de agua			
	Consumo de energía			
	Uso de suelo			
	Uso de recursos forestales			
Gestión de desechos	Separación de residuos orgánicos y no orgánicos			
	Uso de prácticas adecuadas para la gestión de residuos orgánicos precosecha y poscosecha.			
	Manejo y disposición adecuada de residuos inorgánicos			
Salud humana	Exposición a agroquímicos.			
	Calidad y seguridad de los alimentos producidos			
Socioeconomía	Impacto en la economía local			
	Generación de empleo agrícola			

**ANEXO C: TRABAJO EN CAMPO**







## ANEXO D: ANÁLISIS EN LABORATORIO









ANEXO E: ANÁLISIS DE METALES, ORGANOCLORADOS Y ORGANOFOSFORADOS



**INFORME DE RESULTADOS**

SUPLEMENTO AL INFORME INF.LASA-15-10-21-4877  
ORDEN DE TRABAJO No. 23-4942

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
SOLICITADO POR: JHONY FABIAN YUCAILLA ZUÑIGA		DIRECCIÓN: RIOBAMBA / AV. GERÓNIMO CARRIÓN	
TELÉFONO/FAX: 0961616063	TIPO DE MUESTRA: SUELO	PROCEDENCIA: SECTOR "EL SHUYO"	
IDENTIFICACIÓN: SUELO NATURAL 11H45 - 11H50		CODIGO INICIAL: SM	

Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: LASA	FECHA DE MUESTREO: 31/07/2023	INGRESO AL LABORATORIO: 01/08/2023
FECHA DE ANÁLISIS: 01-15/08/2023	FECHA DE ENTREGA: 15/08/2023	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 23-13496	COORDENADAS: 17S X:0759156-Y:9813222	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO

PLAN DE MUESTREO	MÉTODO DE MUESTREO
165 MS	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA6010D EPA 8270 D

**ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	PLOMO	mg/kg	7,62	25	± 10%	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA 6010D
2	CROMO	mg/kg	4,98	20	± 8 %	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA 6010D
3	MERCURIO	mg/kg	0,03	0,1	± 9,11%	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA 6010D
4	ARSÉNICO	mg/kg	2,43	5	± 7,4%	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA 6010D
5	CADMIO	mg/kg	0,56	0,5	± 9,1%	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA 6010D
6	PESTICIDAS ORGANOCLORADOS Y METABOLITOS TOTALES	mg/kg	ND	0,1	± 8,9%	EPA 8270 D
7	ORGANOFOSFORADOS CLORPIRIFOS	mg/kg	0,04	N/A	± 9,2%	EPA 8270 D
8	ORGANOFOSFORADOS PROFENOFOS	mg/kg	0,03	N/A	± 9,8%	EPA 8270 D

Los ensayos marcados con (a) ESTÁN incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.

<sup>(1)</sup> Valores de referencia tomado de Acuerdo Ministerial N° 097, Libro VI de la Calidad Ambiental. Tabla 2: Criterios de calidad de suelo

<sup>(2)</sup> Tomados en las instalaciones del cliente.

<sup>(3)</sup> El valor de incertidumbre declarado incluye la contribución de la incertidumbre de muestreo.

NOTA: Se modifica (15/08/2023) "Se cambia forma de expresión de resultados y se cambia normativa de comparación"

ND: No detectable inferior a 0,002.

N/A: No aplica

QUÍM. PABLO SAAVEDRA  
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.

LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra tomada por el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la toma de la muestra así como sus datos descriptivos.

Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.

El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com))

Pág. 1 de 3

## INFORME DE RESULTADOS

SUPLEMENTO AL INFORME INF.LASA-15-10-21-4878  
ORDEN DE TRABAJO No. 23-4943

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
SOLICITADO POR: JHONY FABIÁN YUCAILLA ZUÑIGA		DIRECCIÓN: RIOBAMBA / AV. GERÓNOMO CARRIÓN	
TELÉFONO/FAX: 0961616063	TIPO DE MUESTRA: SUELO	PROCEDENCIA: SECTOR "EL SHUYO"	
IDENTIFICACIÓN: SUELO NATURAL 11H45 - 11H50		CODIGO INICIAL: SF	

Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: LASA	FECHA DE MUESTREO: 31/07/2023	INGRESO AL LABORATORIO: 01/08/2023
FECHA DE ANÁLISIS: 01-15/08/2023	FECHA DE ENTREGA: 15/08/2023	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 23-13497	COORDENADAS: 17S X:0759156-Y:9813222	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO

PLAN DE MUESTREO	MÉTODO DE MUESTREO
165 MS	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA6010D EPA 8270 D

### ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	PLOMO	mg/kg	8,94	25	± 10%	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA 6010D
2	CROMO	mg/kg	7,06	20	± 8 %	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA 6010D
3	MERCURIO	mg/kg	0,03	0,1	± 9,11%	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA 6010D
4	ARSÉNICO	mg/kg	2,7	5	± 7,4%	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA 6010D
5	CADMIO	mg/kg	0,61	0,5	± 9,1%	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA 6010D
6	PESTICIDAS ORGANOCLORADOS Y METABOLITOS TOTALES	mg/kg	ND	0,1	± 8,9%	EPA 8270 D
7	ORGANOFOSFORADOS CLORPIRIFOS	mg/kg	0,04	N/A	± 9,2%	EPA 8270 D
8	ORGANOFOSFORADOS PROFENOFOS	mg/kg	0,03	N/A	± 9,8%	EPA 8270 D

Los ensayos marcados con (a) ESTÁN incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.

(1) Valores de referencia tomado de Acuerdo Ministerial N° 097, Libro VI de la Calidad Ambiental, Tabla 2: Criterios de calidad de suelo

(2) Tomados en las instalaciones del cliente.

(3) El valor de incertidumbre declarado incluye la contribución de la incertidumbre de muestreo.

NOTA: Se modifica (15/08/2023) "Se cambia forma de expresión de resultados y se cambia normativa de comparación"

ND: No detectable inferior a 0,002.

N/A: No aplica

QUÍM. PABLO SAAVEDRA  
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.

LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra tomada por el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la toma de la muestra así como sus datos descriptivos.

Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.

El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com))

Pág. 2 de 3

## INFORME DE RESULTADOS

SUPLEMENTO AL INFORME INF.LASA-15-10-21-4879  
ORDEN DE TRABAJO No. 23-4944

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: JHONY FABIAN YUCAILLA ZUÑIGA	DIRECCIÓN: RIOBAMBA / AV. GERÓNOMO CARRIÓN	
TELÉFONO/FAX: 0961616063	TIPO DE MUESTRA: SUELO	PROCEDENCIA: SECTOR "EL SHUYO"
IDENTIFICACIÓN: SUELO NATURAL 11H45 - 11H50		CODIGO INICIAL: ST

*Información suministrada por el cliente*

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: LASA	FECHA DE MUESTREO: 31/07/2023	INGRESO AL LABORATORIO: 01/08/2023
FECHA DE ANÁLISIS: 01-15/08/2023	FECHA DE ENTREGA: 15/08/2023	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 23-13498	COORDENADAS: 17S X:0759156-Y:9813222	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO

PLAN DE MUESTREO	MÉTODO DE MUESTREO
165 MS	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA6010D EPA 8270 D

### ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	PLOMO	mg/kg	13,55	25	± 10%	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA 6010D
2	CROMO	mg/kg	11,12	20	± 8%	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA 6010D
3	MERCURIO	mg/kg	0,06	0,1	± 9,11%	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA 6010D
4	ARSÉNICO	mg/kg	3,22	5	± 7,4%	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA 6010D
5	CADMIO	mg/kg	0,78	0,5	± 9,1%	PE-AL-18 EPA 3015A-EPA 6010D
6	PESTICIDAS ORGANOCORADOS Y METABOLITOS TOTALES	mg/kg	ND	0,1	± 8,9%	EPA 8270 D
7	ORGANOFOSFORADOS CLORPIRIFOS	mg/kg	0,05	N/A	± 9,2%	EPA 8270 D
8	ORGANOFOSFORADOS PROFENOFOS	mg/kg	0,04	N/A	± 9,8%	EPA 8270 D

Los ensayos marcados con (a) ESTÁN incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.

<sup>(1)</sup> Valores de referencia tomado de Acuerdo Ministerial N° 097, Libro VI de la Calidad Ambiental. Tabla 2: Criterios de calidad de suelo

<sup>(2)</sup> Tomados en las instalaciones del cliente.

<sup>(3)</sup> El valor de incertidumbre declarado incluye la contribución de la incertidumbre de muestreo.

NOTA: Se modifica (15/08/2023) "Se cambia forma de expresión de resultados y se cambia normativa de comparación"

ND: No detectable inferior a 0,002.

N/A: No aplica

QUÍM. PABLO SAAVEDRA  
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.  
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra tomada por el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la toma de la muestra así como sus datos descriptivos.

Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.

El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com))

Pág. 3 de 3



epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 15 / 12 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Jensy Ramiro Toapanta Venegas – Jhony Fabián Yucailla Zúñiga
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Ingeniería Ambiental
<b>Título a optar:</b> Ingeniero Ambiental
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

