UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

Procesos de degradación de suelo y alternativas para su recuperación en la Provincia de Pastaza

.

AUTORA:

Angélica Deyalith Palma Albán

DOCENTE - TUTOR:

Dr. Bravo Medina Carlos Alfredo

Puyo - Pastaza - Ecuador

2022

FORMATO 4

APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO Procesos de degradación de suelo y alternativas para su recuperación en la Provincia de Pastaza		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	4/5	EL VERBO DEL OBJETIVO DIFIERE DEL DE LA INTRODUCCIÓN
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	12/15	

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	22/25	
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	
VALORACIÓN TOTAL	100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documentorevisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	93

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
MARIA ADELA VALDES SAENZ

Dra. María Adela Valdés Sáenz

Dado en la ciudad de Puyo, a los 10 días del mes de agosto de 2022

FORMATO 4

APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO: "Procesos de degradación de suelo y alternativas para su recuperación en la Provincia de Pastaza."		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	24/25	
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	
VALORACIÓN TOTAL	100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documentorevisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	99

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
YAMILA LAZOPEREZ

MS, c. Yamila Lazo Pérez

Dado en la ciudad de Puyo, a los 10 días del mes de agosto de 2022

Puyo, 04/08/2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Angelica Deyalith Palma Albán, con C.I. 0604043059, con el Tema: "Procesos de degradación de suelo y alternativas para su recuperación en la Provincia de Pastaza.", de la carrera de Ingeniería Agropecuaria. Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, Carlos Alfredo Bravo Medina", ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 8 %, Informe generado con fecha 04 de agosto 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
CARLOS ALFREDOBRAVO MEDINA

Carlos Alfredo Bravo Medina

1757015373

Docente-director del Trabajo de Integración Curricular

Ouriginal by Turnitin

Document Information

Analyzed document	V2. Procesos de degradación de suelo y alternativas para su recuperación en la Provincia de Pastaza_Urkund.docx (D142659832)
Submitted	8/4/2022 6:01:00 PM
Submitted by	
Submitter email	cbravo@uea.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	cbravo.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / ARTICULO SIN TABLAS Y FIGURAS 04-02-2022.pdf**
Document ARTICULO SIN TABLAS Y FIGURAS 04-02-2022.pdf (D127088108)
Submitted by: for2017083@uea.edu.ec
Receiver: ldiaz.uea@analysis.urkund.com

2

Procesos de degradación de suelo y alternativas para su recuperación en la Provincia de Pastaza

Angelica Deyalith Palma Albán
@uea.edu.ec

Bravo Medina Carlos Alfredo
uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de ciencias de la tierra, Carrera de Ingeniería Agropecuaria1

Resumen

La degradación de suelos definida como un descenso en la habilidad del suelo para cumplir sus funciones como medio para el crecimiento de las plantas, como regulador del régimen hídrico, y como filtro ambiental, debido a causas naturales o antropogénicas, constituye uno de los principales problemas ambientales a nivel mundial. En este contexto, el objetivo de este estudio consistió en caracterizar el proceso de degradación de suelos y las alternativas para su recuperación en la provincia de Pastaza basada en experiencias de estudios realizados en distintas partes. Metodológicamente la recopilación, análisis e interpretación de la información presentada en este trabajo proviene de diferentes bases de datos, la cual fue organizada en carpetas temáticas sobre el tema de degradación usando el gestor bibliográfico Mendeley. Como resultado se puede señalar que la degradación de suelo es una de las mayores amenazas para el bienestar de la humanidad. Para la región amazónica ecuatoriana (RAE) y en especial para la provincia de Pastaza los estudios sobre el proceso de degradación son muy escasos, lo cual le da relevancia a este tipo de estudio para esta zona. Se encontró que los mayores impulsores de la degradación en la RAE y en la Provincia de Pastaza son la deforestación y el avance de la frontera agrícola-pecuaria, ya que estos generan pérdidas de biodiversidad, favoreciendo el escurrimiento superficial, activando la erosión hídrica y como consecuencia la pérdida de materia orgánica y nutrientes. Se evidencia que la erosión hídrica es el mayor problema para la zona en comparación con la compactación de suelos la cual se minimiza por los altos contenidos de materia orgánica presente en los

suelos de la zona. Desde el punto de vista de la degradación química se evidencia que el proceso de acidificación y el desbalance de nutrientes son los principales problemas presentes en la zona, debido fundamentalmente a la influencia de los factores formadores del suelo como el material parental, las abundantes lluvias y el relieve caracterizado por una topografía irregular y altas pendientes. Bajo este marco de referencia como alternativas de manejo para la zona se recomiendan principalmente usos lo más parecido a la vocación potencial del territorio como los sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles, siembras en contorno y coberturas de leguminosas, entre otras.

Palabras Clave: Degradación, Amazonia ecuatoriana, restauración, deforestación.

Abstract

Soil degradation defined as a decrease in the ability of the soil to fulfill its functions as a medium for plant growth, as a regulator of the water regime, and as an environmental filter, due to natural or anthropogenic causes, constitutes one of the main problems global environmental. In this context, the objective of this study was to characterize the process of soil degradation and the alternatives for its recovery in the province of Pastaza based on experiences of studies carried out in different parts. Methodologically, the collection, analysis and interpretation of the information presented in this work comes from different databases, which were organized in thematic folders about degradation using the Mendeley bibliographic manager. As a result, it can be pointed out that soil degradation is one of the greatest threats to the well-being of humanity. For the Ecuadorian Amazon region (RAE) and especially for the province of Pastaza, studies on the degradation process are very scarce, which gives relevance to this type of study for this area. It was found that the biggest drivers of degradation in the RAE and in the Province of Pastaza are deforestation and the advance of the agricultural-livestock frontier, which generate biodiversity losses, favoring surface runoff, activating water erosion and consequently loss. of organic matter and nutrients. It is evident that water erosion is the biggest problem for the area compared to soil compaction, which is minimized by the high content of organic matter present in the soils of the area. From the point of view of chemical

degradation, it is evident that the acidification process and nutrient imbalance are the main problems present in the area, fundamentally due to the influence of soil-forming factors such as parent material, abundant rainfall and the relief characterized by an irregular

topography and high slopes. Under this reference framework, as management alternatives

for the area, uses that are most similar to the potential vocation of the territory are recommended, such as agroforestry systems, silvopastoral systems, contour planting and legume coverage, among others.

Keywords: Degradation, Ecuadorian Amazon, restoration, deforestation.

1. Introducción

El suelo es el sustento de la vida y el desarrollo de esta, además de albergar la cuarta parte de biodiversidad del mundo. Su protección y conservación inicia con el reconocimiento de la valoración de su importancia, reflejada en sus múltiples funciones, tales como la infiltración del agua, la captura de carbono, la posibilidad de mantener los ciclos biogeoquímicos, así como por ser el hábitat para una inmensa biodiversidad y por supuesto, por ser la base de los cultivos que sustentan nuestra civilización (Valdés et al., 2015a).

Más allá de su definición, el suelo como recurso indispensable para la vida permite el desarrollo de las plantas, los animales y el hombre, cumple múltiples funciones dentro de los agroecosistemas. A partir de la visión sistémica, el recurso suelo es un componente de las fincas, en el cual se forman una serie de relaciones funcionales que son necesarias tener el conocimiento para un uso eficiente de los recursos (Bravo et al., 2016).

La degradación del suelo se puede definir como la pérdida de las características físicas, químicas y/o biológicas, que afectan su capacidad de auto regulación, producción de bienes y servicios (FAO 1980). La degradación se diferencia del proceso normal de erosión en cuanto a que este último puede referirse a la pérdida de suelo por agentes naturales (viento, lluvia), mientras que la degradación, el principal causante de pérdida del suelo es el hombre a través del uso inadecuado del recurso. Es por ello que la degradación, además de incluir la erosión por actividades humanas, también incluye la salinización, la sodización, la acidificación, la intoxicación, la contaminación, el aumento

en la compactación, la disminución de la infiltración, la conductividad hidráulica y la cantidad de humus existente (Malagón, 2003).Según Martínez (1993), en el componente físico del suelo, uno de los principales síntomas de degradación ocurre en la morfología del perfil al perder el horizonte orgánico. Los principales cambios químicos que sufre el suelo como causa de la degradación es la pérdida de la materia orgánica y el fósforo (Ordoñez 1989), los cuales también están relacionados con cambios en las poblaciones biológicas.

Esta investigación tuvo como propósito analizar el proceso de degradación de suelos y las alternativas para su recuperación enfocada en la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) principalmente en la provincia de Pastaza, mediante una revisión bibliográfica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

El presente estudio estuvo orientado bajo un enfoque cualitativo en el que se utilizó el método deductivo para llevar a cabo el análisis de los diferentes artículos científicos, libros de reconocimiento que estuvieron relacionados con el tema de los procesos de degradación de suelo y alternativas para su recuperación.

El propósito de la investigación con enfoque cualitativo es describir las cualidades de un determinado fenómeno, que brindan intuición, significado y explicaciones más subjetivas que las personas dan a estímulos, creencias, actitudes e información culturalmente diferentes y actividades, a través de diferentes modelos investigativos. como la teoría biográfica, regulatoria y fenomenológica. Reconoce la elaboración de hipótesis y teorías, no se basa en referencias estadísticas y se mantiene la interacción directa con los participantes en la investigación. En este tipo de estudio, el investigador no tiene un proceso concluyente a pesar de crear un planteamiento del problema (Cecilia & Lévano, 2007)

En las investigaciones cualitativas, no hace falta realizar un diseño de tipo numérico, pues al tener un enfoque inductivo involucra algunas dimensiones que son muy importantes y de las cuales se puede hacer mención: Conocimiento inicial de la problemática a analizar, interpretación en el mismo ámbito, planteamiento de interrogantes y respuestas, y por último se recopila la información mediante diferentes referencias bibliográficas (Corona Lisboa & Maldonado Julio, 2018).

2.1 Área de estudio:

La revisión bibliográfica para el siguiente estudio se realizó en la región Amazónica y haciendo énfasis en la provincia de Pastaza (Figura 1). La Provincia de Pastaza se ubica en el centro de la Región Amazónica Ecuatoriana, también conocida como puerta a la Amazonia, sus coordenadas geográficas son 1°10 latitud sur y 78° 10 de longitud oeste; con una latitud al sur de 2° 35 de y 76° 40 de longitud oeste, sus límites son al

norte con la provincia de Napo y al sur con la provincia de Orellana, Morona Santiago, al este con la República del Perú y al oeste con la provincia de Tungurahua esta divida políticamente en 4 cantones, que a su vez se subdividen en 17 parroquias rurales y 4 urbanas. Tiene una extensión territorial de 29.531 km² (GADPP, 2015).

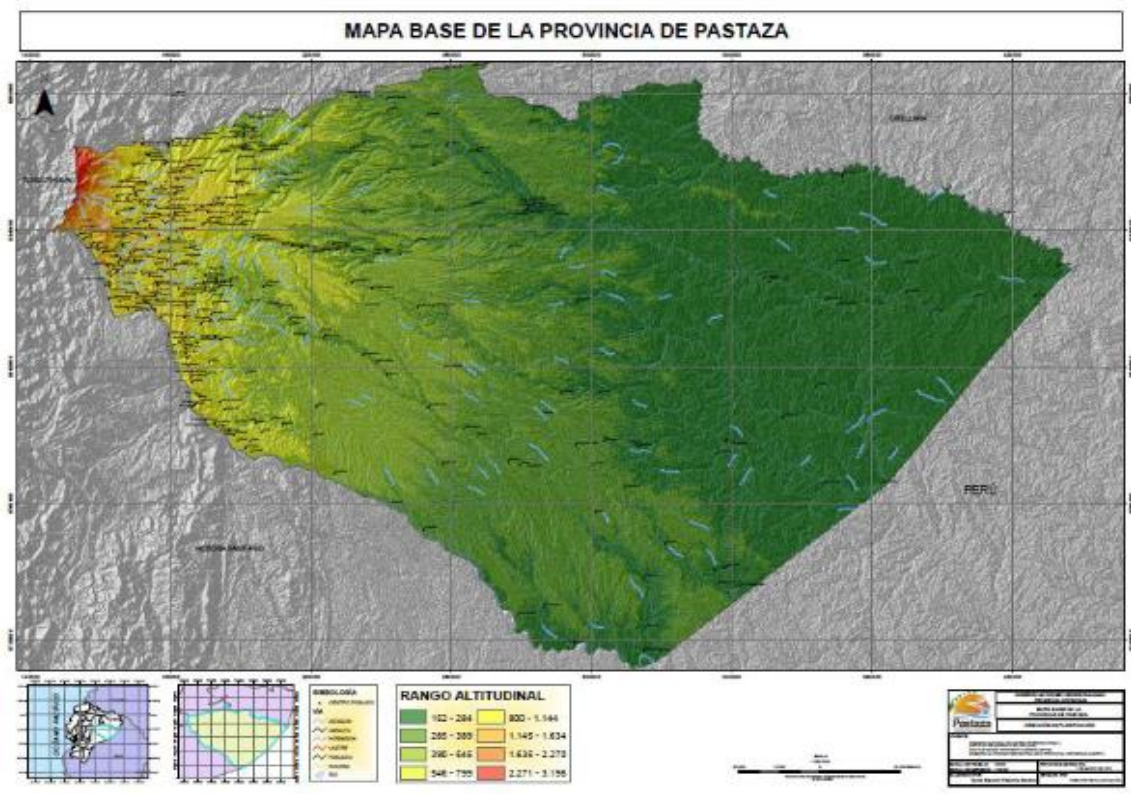

Figura 1. Localización de la zona de estudio**. Fuente:** (GADPP, 2015).

2.2 Tipo de investigación

Para esta investigación se utilizó el tipo documental, la misma que no está basada en la experimentación, por lo que se realizó la búsqueda y selección de documentos científicos, libros de interés para poder consultar con fuentes primarias y secundarias los temas afines al presente estudio.

2.3 Método de investigación

Se utilizó el método exploratorio documental, el cual se basó en analizar una serie de documentos relacionados al tema sobre los procesos de degradación y alternativas para su recuperación. Para efectuar este análisis se llevó a cabo una clasificación de los documentos conseguidos en diversos buscadores de información como Pub Med, Science

Direct, Google Académico, EBSCO, Scielo, Springer y ResearchGate, la cual fue organizada mediante el gestor bibliográfico Mendeley.

2.4 Criterios de inclusión de literatura científica

Para la búsqueda de información referente al tema de la presente investigación, se utilizaron algunas palabras claves las cuales fueron escritas en inglés y español. Estas palabras fueron las siguientes: Degradación de suelos, erosión hídrica, compactación, degradación física, degradación química, amazonia ecuatoriana, recuperación de suelo, practicas agronómicas, prácticas de soporte mecánico. La búsqueda de información fue realizada en diferentes repositorios tales como Pub Med, Science Direct, Google Académico, EBSCO, Scielo, Springer y Research Gate, donde se seleccionaron un total de 75 documentos científicos, de los cuales según los criterios de exclusión se eliminó 55 documentos y esta investigación se llevó con 20 documentos que calificaron para ser analizados.

2.5 Manejo de la información La información relacionada con la degradación del suelo, presento mayor número de estudios a nivel regional y muy poca para la provincia de Pastaza, por lo cual se agrupó dicha información para establecer los principales aspectos asociados a los procesos de degradación, considerando causas y efecto (Figura 2).

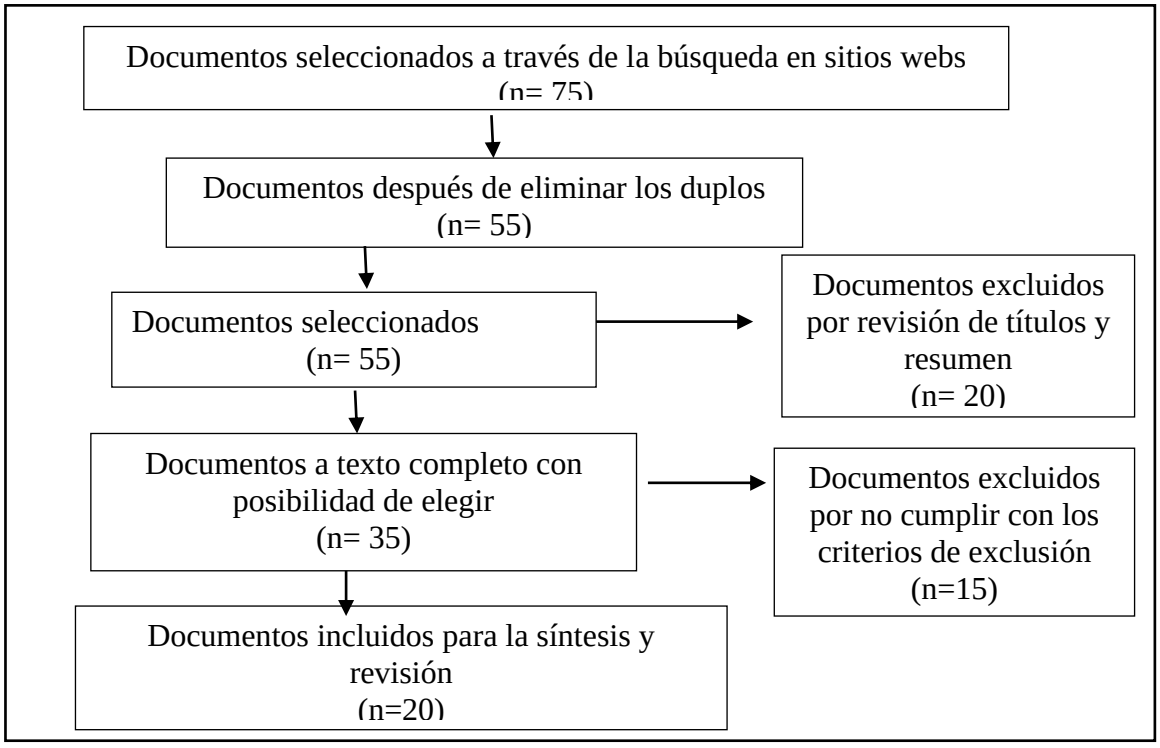

Figura 2. Diagrama de flujo de los artículos científicos seleccionados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La búsqueda de información fue realizada en diferentes repositorios señalados anteriormente, los cuales permitieron la redacción de resultados y dar cumplimiento del presente estudio se muestran en la Tabla 1. Se puede apreciar que del total artículos fueron seleccionados 20 documentos para la redacción de resultados del presente estudio considerando distintos aspectos relacionados con el proceso de degradación de suelos y alternativas para su recuperación.

Tabla 1. Artículos científicos recopilados en la revisión bibliográfica.

N°	Autor y año	Título	Objetivo y tipo de investigación	Resultados
1	(Lal, 2015)	Restauración de la calidad del suelo para mitigar la degradación del suelo	Describir la degradación, sus impulsadores y alternativas para su restauración. -Experimental	Adoptar las estrategias donde deben usar, mejorar y restaurar en recurso suelo.
2	(Bravo et al., 2020)	Fertilidad del recurso suelo en paisajes forestales de la Amazonía Central y Noroccidente del Ecuador.	Demostrar la importancia que los paisajes forestales desempeñan para mantener un equilibrio en el ecosistema. -Experimental.	El estudio describió indicadores que evaluaron el comportamiento de la fertilidad física y química en coberturas a nivel de paisaje que son de gran relevancia para entender el proceso de nutrición de las plantas y el efecto que puede tener el cambio de cobertura.
3	(Bravo et al., 2015)	Caracterización socioambiental de unidades de producción agropecuaria en la Región Amazónica Ecuatoriana: Caso Pastaza y Napo	Caracterización de unidades agropecuarias de provincias de Pastaza y Napo y el impacto de estas en suelo.	Las características ambientales de la UPAs están determinadas por la fragilidad del ecosistema amazónico y las prácticas de manejo aplicadas que pueden mejorarlo o degradarlo.
4	(Rojas & Ibarra, 2017)	La degradación del suelo y sus efectos sobre la población.	Dar a conocer como la degradación de los suelos afecta la calidad de vida de la población.	Colocar los principales resultados
5	(Herrera et al., 2021)	Hacia la Sostenibilidad de la Agroforestería Tradicional Sistemas Kichwa: Caso Reserva de la Biosfera Sumaco, Amazonia.	Determinar la cobertura del suelo y sostenibilidad de estos mediante sistemas agroforestales tradicionales.	Identificó la cobertura del suelo de tipo vegetativo y se identificaron indicadores con bajo desempeño.
6	(Saturnino de Alba et al., 2011)	Erosión y manejo del suelo. importancia del laboreo ante losprocesos erosivos naturales y antrópicos.	Presentar los procesos de la erosión y sus clasificaciones.	Evaluación del impacto de erosión para la producción de la actividad de los campos agrícolas.
7	(Bravo, Torres, et al., 2017)	Indicadores morfológicos y estructurales de calidad y potencial de erosión del suelo bajo diferentes usos de la tierra en la Amazonía	Muestra las consecuencias del impacto de distintos sistemas de producción sobre la calidad y el potencial de erosión del recurso suelo en dos pisos	Permitió agrupar usos de la tierra en función del piso altitudinal y otras variables que definieron el cambio de uso sobre la calidad del

		ecuatoriana	altitudinales de la provincia de Napo, Ecuador. -Revisión documental.	suelo y su potencial de erosión.
8	(Peña et al., 2010)	Dinámica de los suelos amazónicos: procesos de degradación y alternativas para su recuperación	Estudio, caracterización, metodología para toma de muestras, estudio de degradación y alternativa de recuperación del suelo. - Revisión documental.	Tener el conocimiento adecuado del suelo y su reacción ante situaciones adversas.
9	(Karreman, 2014)	Cambio climático y degradación de los suelos en América Latina	Estudio temático que se desarrollado en el marco del programa EUROCLIMA. - Experimental.	Se análisis los diversos métodos de la degradación.
10	(E. Torres et al., 2003)	Evaluación de la degradación de los suelos en la cuenca "el josefino", Jesús, María, Jalisco	Evaluar la degradación de los suelos de la cuenca "El Josefino", localizada en el municipio Jesús María, estado de Jalisco.	Se observo los principales procesos de degradación como la erosión hídrica y eólica.
11	(Valdés et al., 2015a)	Comparación entre dos métodos de ventilación en la composición química de compost de estiércoles pecuarios.	Buscar concienciar a la sociedad y a los responsables de la toma de decisiones sobre la profunda relevancia del suelo. -Experimental	Concientización de la conservación de los suelos.
12	(Medina & Pérez, 2018)	Potencial de sustentabilidad en agroecosistemas ganaderos de la región amazónica ecuatoriana.	Evaluar la sustentabilidad mediante indicadores en diferentes agroecosistemas ganaderos localizados en la parroquia 10 de agosto, provincia de Pastaza, Ecuador. -Experimental	Se sugirió una sustentabilidad a nivel de agroecosistemas que presente niveles críticos en cada dimensión, siendo la económica y política una de mayores limitaciones para la clase baja.
13	(Clavijo et al., 2018)	Metodologías de toma de muestras para degradación de suelos envío a laboratorio y/o in situ para diagnóstico rápido.	Formulación de estrategias para la toma de datos del suelo para analizar su nivel de degradación. -Revisión documental.	Conocimiento de los métodos y estrategias para toma de datos del suelo
14	(Bravo, Ramírez, et al., 2017)	Factores asociados a la fertilidad del suelo en diferentes usos de la tierra de la Región Amazónica Ecuatoriana	Caracterización de la fertilidad física y química del suelo mediante un análisis de componentes principales en diferentes usos de la tierra localizados en las provincias de Napo y Pastaza, Ecuador -Experimental	El estudio demostró la baja fertilidad química y acidez de los suelos donde requieren la aplicación nutrientes y enmiendas para satisfacer la demanda de los cultivos.
15	(Noni, 1986)	Degradación del suelo en el Ecuador: principales causas y algunas reflexiones sobre la conservación de este recurso	Exponer al proceso de degradación y todos -Experimental	El estiércol caprino influyó significativamente sobre los parámetros biométricos del cultivo.
16	(Alemán et al., 2020)	Tipificación agroecológica de los sistemas ganaderos en la región amazónica ecuatoriana	Consistió en la Tipificación de los sistemas ganaderos en situaciones amazónicas como base para la elaboración de una propuesta de manejo agroecológico de unidades de	Se propuso la implementación de un sistema agrosilvopastoril en combinación con buenas prácticas agrícolas y ganaderas.

			producción ganaderas (UPG) en la provincia de Pastaza, Ecuador.	
17	(Pérez & Medina, 2018)	Propuesta de manejo agroecológico de los sistemas ganaderos en la región amazónica ecuatoriana	El trabajo consistió en elaborar una propuesta de manejo agroecológico de unidades de producción (UP) ganaderas en la provincia de Pasta, Ecuador	Como alternativa agroecológica se propone la aplicación de sistemas agrosilvopastoriles, banco de proteínas, asociación de pastos con leguminosas, incorporación de razas autóctonas, en combinación con buenas prácticas agrícolas y ganaderas.
18	(Achung et al., 1991)	Los suelos de la degradación del Amazonas según unidades fisiográficas	Identificación y sistematización de las diferentes unidades fisiográficas propuestas en los diversos estudios de inventario y valoración de suelos realizada en la Región del Amazonas, y correlacionarlos con las unidades edáficas existentes en este espacio geográfico.	Se logro una distribución de los suelos de la RAE para estudios a futuro.
19	(FAO, 2017)	Directrices voluntarias para la sostenibilidad Gestión del suelo	Estudiar la gestión sostenible del suelo en la cual todo sea equitativo.	Estudio que sirve como herramienta de guía a los diferentes profesionales.
20	(Reed et al., 2011)	Monitoreo y evaluación a escala transversal de la degradación de la tierra gestión sostenible de la tierra: un estudio metodológico marco para la gestión del conocimiento.	Presentación de un marco metodológico híbrido que se basa en los enfoques desarrollados por la ONU.	Fue un experiencia en la que el auto da a conocer el proyecto DESIRE que divide los cuatro temas en una serie de pasos metodológicos, y proporciona ejemplos de la gama de herramientas métodos que se pueden utilizar para operacionalizar cada uno de estos paso

Fuente: Elaboración propia

3.1 Proceso de Degradación del suelo (Causas y Efectos).

El mal manejo de los recursos suelo y agua puede conducir a una fuerte degradación de suelos y tierras. La degradación de suelos ha sido definida como un descenso en la habilidad del suelo para cumplir sus funciones como medio para el crecimiento de las plantas, como regulador del régimen hídrico, y como filtro ambiental, debido a causas naturales o antropogénicas (Pla, 2010). Al respecto (Lal, 2015),señala que la degradación del suelo involucra una disminución de la calidad del suelo por lo cual se reduce las funciones para una menor producción y servicios de los ecosistemas, además de tener un impacto negativo en la producción agronómica. La degradación del suelo también puede frenar el crecimiento económico, especialmente en países donde la agricultura es el motor del desarrollo económico. Una vez que el proceso de degradación del suelo se pone en marcha, a menudo por el mal uso y la mala gestión del suelo junto con la agricultura extractiva, se incrementa el potencial de degradación (Lal, 2015).

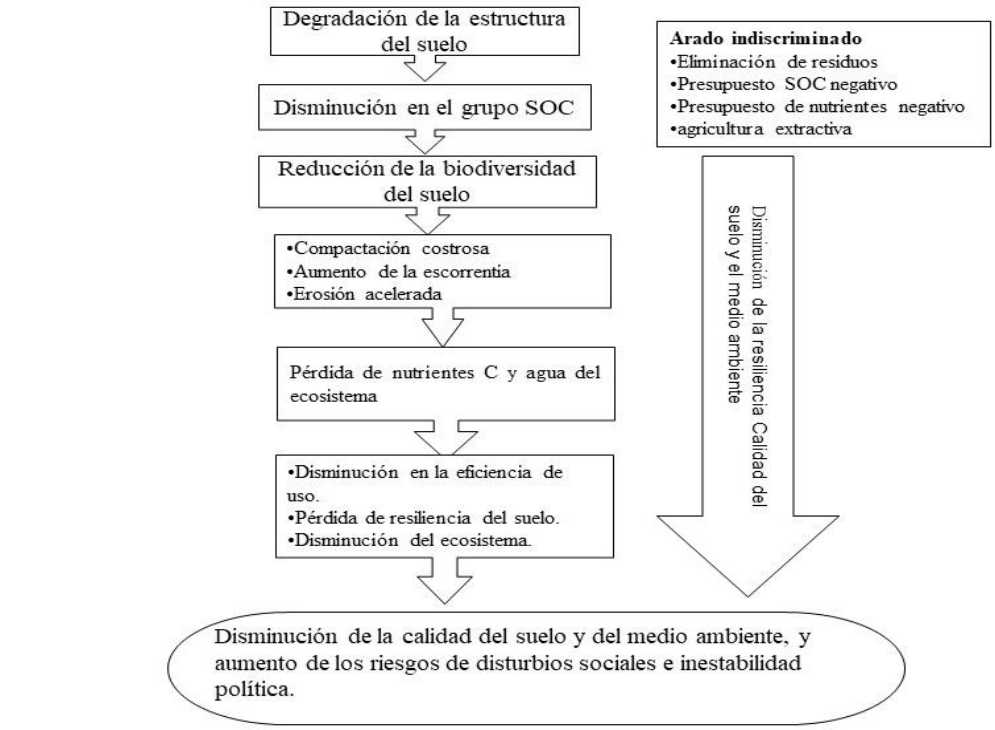

Figura 3. La espiral descendente de deterioro de la calidad del suelo y del medio ambiente exacerbada por el arado indiscriminado, la eliminación de residuos y la agricultura extractiva. (Lal, 2015)

El espiral descendente es un ejemplo clásico de la prevalencia generalizada de suelos degradados, se atribuye a la sobreexplotación, la agricultura extractiva, los bajos insumos externos y la gestión deficiente o inadecuada. En este contexto, es importante mejorar la reserva de carbono orgánico del suelo (COS) para mantener la fertilidad del suelo y la productividad agronómica (Lal, 2015).

Además de los efectos negativos de la erosión del suelo y otros procesos de degradación, el reservorio (COS) también está sujeto al cambio climático y cambios relacionados en el régimen de sostenibilidad (Lal, 2015).

El proceso de degradación del suelo afecta fuertemente la calidad del suelo, el medio ambiente (Figura 3) lo cual es exacerbado por las interacciones entre los procesos, impulsores y causas de la degradación del suelo (Figura 4). Los procesos comprenden mecanismos y factores de degradación del suelo que pueden ser de origen natural o antropogénicos, tales como el manejo, el clima, la fisiografía, los indicadores socioeconómicos (Lal, 2015). Las actividades para la degradación suelen ser específicas y estos son procesos y factores adversos, las causas pueden ser deforestación, el cambio de suelos, malas prácticas agropecuarias, sobreexplotación, etc (Figura 4).



Figura 4. Relación proceso-factor-causa como promotor de la degradación del suelo (Lal, 2015)

3.2. Degradación de Suelos en la RAE y en la provincia de Pastaza.

Para Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) se ha señalado como principal impulsor la deforestación y degradación forestal, así como con el cambio de uso de suelo para agricultura y pastos desmonte para apertura de caminos petroleros estos promotores agravan o ayudan a aumentar los índices de la degradación (B. Torres et al., 2021).

Como se aprecia en la Tabla 2, el área remanente de bosques estimada a 2010 es de 82.697,22 km2 (71,13% de la RAE), con una tendencia según la última toma de datos el proceso de deforestación ha disminuido entre el período 2005-2010, en comparación con el período 2000 – 2005 (TDE1) (López A. et al., 2010)

Resumen Categorías	**Escenario 2000** Km²	%	**Escenario 2005** Km²	%	**Escenario 2010** Km²	%
Bosque	88.361,94	76,00	80.192,46	68,98	82.697,22	71,13
No bosque	18.470,01	15,89	18.515,38	15,93	19.666,48	16,92
Cuerpo de agua	1.245,87	1,07	1.359,68	1,17	1.356,66	1,17
Nubes/ Sin información (gap)	8.183,43	7,04	15.022,40	12,92	11.575,88	9,96
Deforestación			1.171,33	1.01	965,01	0,83
Total	**116.261.24**		**116.261.24**		**116.261.24**	

Tabla 2. Áreas de deforestación (km²) en la RAE para escenarios 2000-2005-2010.

Fuentes: Santos, 2013

Si bien, se observa una tendencia a disminuir, el proceso de deforestación y paralelamente el avance de la frontera agrícola continúan siendo los principales impulsores de la degradación de suelos en la región. Lo cual también está condicionado por la accesibilidad en cada provincia.

En estudios realizado por la Universidad Estatal Amazónica sobre la caracterización socio-ambiental de unidades de producción agropecuaria en la Región Amazónica Ecuatoriana: Caso Pastaza (Bravo et al., 2015) muestran que la calidad de los suelos está marcada por texturas finas arcillosas, con estructura granular en el horizonte superficial, alto contenido de materia orgánica, alta acidez, baja fertilidad, lo cual afecta la disponibilidad de nutrientes y evidencia un problema de degradación química. La evaluación de la estructura del suelo en las unidades de producción exhibió que un 96,70 % en el horizonte superficial presenta una estructura tipo granular, mientras que en el segundo horizonte el 93.3 % registró un tipo de estructura blocosa, en ambos casos se considera adecuado para el proceso de aireación, movimiento de agua y penetración de

raíces sin problemas de compactación. Dichos procesos evaluado a través de la resistencia a la penetración en ambos horizontes muestras valores entre 80 a 600 KPa, muy por debajo de los niveles críticos (1000 KPa), confirmando que no existen problemas de compactación. La baja resistencia a la penetración del suelo está muy relacionada con el alto contenido de humedad cercanos a saturación debido a la lluvia permanentes característica de esta zona, a la baja densidad aparente del suelo asociada al alto contenido de materia orgánica, asociada al uso con pasto gramalote (Bravo et al., 2014). Sin embargo, con esto antecedentes es necesario cuantificar otros índices estructurales para determinar la susceptibilidad o problemas de compactación en unidades representativas de cada una de las zonas de planificación.

Otros estudios realizados en la zona sugieren que la variación de la fertilidad de los suelos está afectada principalmente por el piso climático, la profundidad y algunos indicadores físicos y químicos como: densidad aparente (Da), porosidad total (Pt) y porosidad de retención (Pr), pH, COT; N, P, K^{+1}, S, Ca^{+2}, B y Zn (Bravo et al., 2017). El alto contenido de materia orgánica de estos suelos favorece una adecuada fertilidad física caracterizada por bajos valores de Da, alta capacidad de infiltración y captación de agua relacionada con los altos valores de Ksat y de los poros de retención (Pr), así como una alta capacidad de aireación reflejada por su porosidad total y de aireación (Pa, macroporos). El bajo contenido de nutrientes, alta acidez de los suelos de referencia (Bosque secundario) sugiere que un cambio de uso de la tierra de bosque a sistemas agrícolas y pecuarios implica necesariamente la aplicación de enmiendas y nutrientes para corregir procesos de degradación química y satisfacer la demanda de los cultivos.

En estudio se realizado en la región ganadera localizada en la parroquia 10 de agosto, cantón Pastaza, provincia Pastaza, Ecuador se señala que en la parte la parte ambiental las mayores limitaciones se presentan en aquellas fincas categorizadas como de baja sustentabilidad, la cual muestran como indicadores críticos el bajo número de prácticas agroecológicas, la baja diversificación de cultivos y actividades productivas que se corresponden con mayor nivel de erosión (Bravo et al., 2018).Tales resultados coinciden con Alemán et al., 2018, quienes indican que las unidades de producción ganadera en la amazonia ecuatoriana resultan ineficientes y contribuyen al incremento de la frontera

agrícola con la consecuente deforestación, afectando el ecosistema natural. Como ha sido señalado la mayoría de los sistemas ganaderos en la zona usan el pasto gramalote (*Axonopus scoparius*), junto con especies arbóreas que son utilizadas como maderables (Bravo et al., 2015). Cuando se cambia el pasto gramalote (*Axonopus scoparius)* de ciclo largo por uno de ciclo corto (*Brachiaria sp*.) se evidencian procesos de erosión hídrica del suelo por la presencia de surquillos y erosión laminar en campo (Bravo et al., 2017).

El recurso suelo dentro de los paisajes forestales es un punto clave para el equilibrio del ecosistema, por lo que uno de los temas de mayor relevancia es el proceso de deforestación, que al trasformar la cubierta vegetal genera cambios en el uso de suelo y en el funcionamiento del ecosistema para brindar servicios ecosistémicos. cambios en el uso de suelo y en el funcionamiento del ecosistema para brindar servicios ecosistémicos. En un estudio bajo diferentes tipos de coberturas de bosque a nivel de paisaje como: a) bosques maduros (BM), bosques aprovechados (BA), bosques de sucesión (BS), sistemas agroforestales (SA) y plantaciones (PLA), se describieron algunos parámetros físicos y químicos asociados la fertilidad como una de las funciones del recurso suelo (Bravo et al., 2020). Los resultados indican que la fertilidad física y química de los suelos en el horizonte superficial presenta una mejor condición con respecto a la segunda capa, lo cual está muy relacionados con los altos niveles de materia orgánica y esta es la principal porque mejora las condiciones físicas y la disponibilidad de nitrógeno. El análisis de la fertilidad del suelo permitió diferenciar dos ambientes edáficos con condiciones de fertilidad variada, un ambiente distrófico en la Amazonía ecuatoriana que refleja en gran medida la situación local, suelos muy ácidos, con alto contenido de materia orgánica, alta presencia de Al^{3+}, baja disponibilidad de P y de bases intercambiables (K^{+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}), coincidiendo con previos estudios realizados en la zona (Martín y Pérez 2009; Bravo-Medina et al. 2015; Bravo-Medina et al. 2017; Espinosa et al. 2018). De este estudio se concluye, que la habilidad de un árbol o de un ecosistema para producir biomasa con pocos nutrimentos, es una característica importante al momento de seleccionar especies para suelos degradados y pobres en nutrimentos.

Bajo tales condiciones, la fertilidad del suelo es una limitante frecuente para lograr la restauración del bosque o el establecimiento de una plantación (Bravo et al., 2017). En

ese sentido cobra mayor importancia el estudio de especies nativas adaptadas a estas condiciones en suelos de baja fertilidad como es el caso de muchos suelos de la provincia de Pastaza. El reciclaje de nutrientes es de especial importancia en bosques secundarios en sistemas distróficos, en los cuales la poca cantidad de nutriente disponible determina, en parte, la duración de las etapas de sucesión ya que actúan como un fertilizante de descomposición lenta (Nieto y Caicedo, 2012)

Recientes trabajos sobre la calidad del suelo en siete paisajes productivos de la provincia de Pastaza concluyen que el tipo de uso de la tierra tiene efectos significativos en las propiedades del suelo y, por lo tanto, en su calidad (Bravo et al., 2021). Las variables de mayor contribución al índice de calidad del suelo (ICS) fueron la porosidad de aireación, el carbono orgánico total, la densidad aparente, contenido de zinc y hojarasca. En general, el ICS varió significativamente según el tipo de uso del suelo y se establecieron dos grupos: el primero categorizado como de calidad moderada con valores medios de ICS de 0.45, 0.44 y 0.41 para Chakra_A, Bosque y Chakra_B, respectivamente; mientras que el segundo grupo registró valores promedio ICS de 0.33, 0.33, 0.32 y 0.30 para Chakra_C, Ganado_C, Ganado_A y Ganado_B, respectivamente, considerados de baja calidad (Bravo et al., 2021).

Con esta línea base del recurso suelo se evidencia la necesidad de ampliar la información para realizar los mapas de degradación de suelo incluyendo indicadores físicos, químicos y biológicos de suelo que permitan una caracterización detallada de la degradación de suelos en la Provincia de Pastaza y mediante técnicas de SIG integrarlos con otras capas del componente biofísico para generar los mapas de recuperación y zonificación productiva.

3.3. Restauración del suelo

La restauración del suelo es el reverso de la degradación del suelo, ya que, los suelos degradados pueden reponerse por sí mismos una vez que los factores causantes de la degradación son descartados. Lo importante a tomar en cuenta es que hay límites críticos de ciertas propiedades clave del suelo para revertir los procesos de degradación y restaurar el suelo a su estado original o de calidad esperado (Lal, 2015). Según (Lal,1998) indica

que existe diferencias entre los procesos de restauración del suelo y recuperación del suelo, la primera consiste en llevar al suelo a su estado original, mientras que la recuperación del suelo se logra con el mejoramiento de las propiedades, pero no completamente como para restaurar el suelo al nivel original.

Las principales propiedades del suelo cuyos valores importantes rigen su recuperación son: estructura, contenido de carbono orgánico, arcilla y minerales arcillosos, porosidad total y aireación, capacidad de almacenamiento de agua disponible, capacidad de intercambio catiónico, profundidad efectiva para el desarrollo radicular y almacenamiento de nutrientes (Seignobos, 1998). La restauración del suelo involucra un adecuado uso de la tierra y la selección de un apropiado sistema de manejo del suelo y del cultivo (Figura 5) para revertir la tendencia a la degradación y puede alcanzarse aún durante un uso intensivo de la tierra (Lal, 1998a).

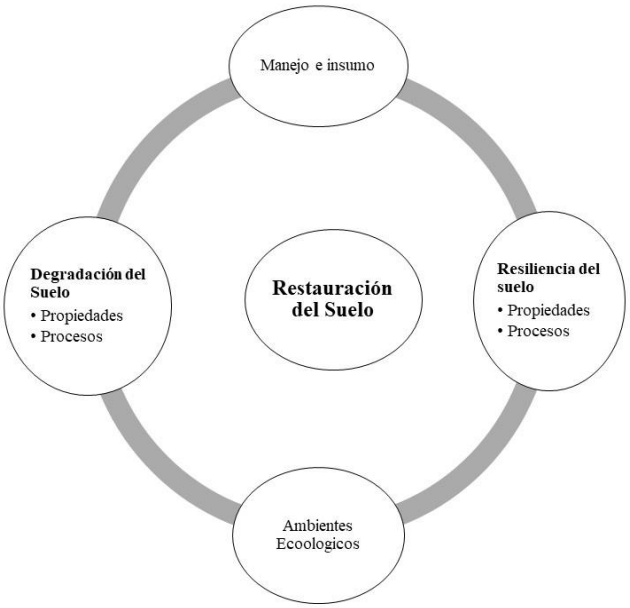

Figura 5. La restauración del suelo implica el buen juicio en el manejo de los recursos naturales para balancear los procesos de degradación con las características de resiliencia del suelo bajo ambientes ecológicos específicos (Lal, 1998a).

Por otra parte, la conservación del suelo hace referencia a la aplicación de tecnologías que contribuyen a prevenir la degradación de las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo, permitiendo mantener su capacidad productiva (Sánchez et al., 2020).

Dichos autores señalan que la aplicación de tecnologías de conservación de gestión puede constituirse en la estrategia principal para garantizar la sostenibilidad del suelo de la región amazónica ecuatoriana seguida por las tecnologías agronómicas, que destacan la aplicación de sistemas agrícolas integrados.

Para la región amazónica ecuatoriana se plantean algunas tecnologías de conservación: vegetativas como la reforestación, agronómicas, manejo integral agrosilvopastoril, regeneración de horizontes orgánicos, reciclaje de nutrientes, promoción de sistemas de chacras indígenas, y estructurales como elaboración de zanjas drenaje (Sánchez et al., 2020).Sin embargo, debido a las altas precipitaciones en la región las tecnologías de conservación deben estar orientadas a evitar la pérdida de suelo por erosión hídrica, por lo que aplicar únicamente tecnologías estructurales podría ser contraproducente dado que habría lugar al anegamiento, lo que influye negativamente en la etapa de crecimiento de los cultivos.

El uso de tecnologías agronómicas como la cobertura del suelo con mantillo evita el impacto de las gotas de lluvia en la superficie, reduciendo la pérdida de suelo durante las temporadas de lluvias.

Diferentes autores señalan que para la amazonia ecuatoriana (Aleman et al., 2018; Bravo et al., 2015; Nieto y Caicedo, 2012) existen diferentes tipos de sistemas integrados, los cuales incluyen sistemas agropastoriles (cultivo-ganadería), silvopastoriles (ganaderíasilvocultura) y agroforestales (cacao, café). Dichos sistemas representan los usos más analosgos al potencial o vocación productoiva de la región. Por tanto, cualquier cambio de uso preferiblemente debe ir hacia esos sitemas de manejo para evitar los procesos de degradación y hacer un uso mas eficiente de los recursos.

Finalmente, se destaca que estos sistemas aportan multiples beneficios ya que evitan la alteración mecánica del suelo promoviendo la calidad física del suelo, generan insumos continuos de biomasa para asegurar la acumulación de materia orgánica del suelo, proporcionan cobertura constante del suelo para combatir la erosión y la reposición de nutrientes del suelo para mantener el equilibrio de nutriente, aumentan el suministro de leña, forrajes y alimentos al introducir heterogeneidad de vegetación dentro de la finca, que a su vez es un importante impulsor de la comunidad microbiana del suelo frente a los cambios ambientales, constituyéndose así en un medio para aumentar la sostenibilidad de

los agroecosistemas tropicales (Sánchez et al., 2020; Aleman et al., 2018; Bravo et al., 2015; Nieto y Caicedo, 2012).

Las prácticas de manejo agroecológico planteadas como alternativas para los sistemas ganaderos, se basan en una visión sistémica y en el papel multifuncional que pueden cumplir cada uno de los componentes dentro de la unidad de producción agropecuaria (UPA) y acompañada de buenas prácticas (Alemán et al., 2020).

CONCLUSIONES

La presente investigación documental contribuyo a obtener un mayor conocimiento del recurso suelo tomando en cuenta la importancia de este. A pesar de que a nivel mundial existe abundante literatura sobre el proceso de degradación, para la región amazónica ecuatoriana (RAE) y en especial para la provincia de Pastaza es muy escasa la información por ende la relevancia de este estudio.

Los mayores impulsores de la degradación en la RAE y específicamente en la provincia de Pastaza son la deforestación, el avance de la frontera agrícola-pecuaria, magnificando los problemas de erosión hídrica y la pérdida de biodiversidad y fertilidad del suelo.

Bajo este este análisis el marco de referencia de alternativas a tomar en cuenta para la gestión y manejo de la degradación del suelo es recomendable principalmente el uso con los sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles, siembras en contorno y coberturas de leguminosas, entre otras.

Referencia

Achung, F., Acosta, B., Rodríguez, C., & Barco Carlos, C. (1991). *Los suelos de la degradación del Amazonas según unidades fisiograficas*.

Alemán, R., Bravo, C., Vargas, J., & Chimborazo, C. (2020). *Tipificación agroecológica de los sistemas ganaderos en la región amazónica ecuatoriana Agroecological typification of livestock production systems in the Ecuadorian Amazon region*. www.lrrd.org/lrrd32/6/cbravo32095.html

Blackmore, I., Iannotti, L., Rivera, C., Waters, W. F., & Lesorogol, C. (2021). Land degradation and the link to increased livelihood vulnerabilities among indigenous populations in the Andes of Ecuador. *Land Use Policy*, *107*. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105522

Bravo, C., Alemán Reinaldo, & Fargas, M. (2018). Fertilización orgánica en cultivos de lechuga (Lactuca sativa l) y rábano (Raphanus sativus l) en la Amazonía ecuatoriana. *Edición Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres.*, 96-pp.

Bravo, C., Benítez, D., Cesar, J., Burgos, V., Alemán, R., Torres, B., & Marín, H. (2015). *Caracterización socio-ambiental de unidades de producción agropecuaria en la Región Amazónica Ecuatoriana: Caso Pastaza y Napo Socio-Environmental Characterization of Agricultural Production Units in the Ecuadorian Amazon Region, Subjects: Pastaza and Napo*. *Volumen 4 Nº1*.

Bravo, C., Ramírez, A., Alemán, R., Marín, H., Torres, R., & Navarrete, H. (2017). *Factores asociados a la fertilidad del suelo en diferentes usos de la tierra de la Región Amazónica Ecuatoriana-Factors associated with soil fertility in different land uses of the Ecuadorian Amazon Region*. *Volumen 18 Nº 1*. http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111117/111705.pdf

Bravo, C., Torres, B., Alemán, R., Marín, H., Durazno, G., Navarrete, H., Gutiérrez, E. T., & Tapia, A. (2017). Indicadores morfológicos y estructurales de calidad y potencial de erosión del suelo bajo diferentes usos de la tierra en la Amazonía ecuatoriana. *Anales de Geografia de La Universidad Complutense*, *37*(2), 247–264. https://doi.org/10.5209/AGUC.57725

Bravo, C., Velepucha, P., Torres, B., & Reyes, H. (2020). *Fertilidad del recurso suelo en paisajes forestales de la Amazonía Central y Noroccidente del Ecuador*. www.thuenen.de

Cartes, G. (2013). *Degradacion de Suelos Agricolas y el SIRSD-S*. www.odepa.gob.cl

Cecilia, A., & Lévano, S. (2007). *INVESTIGACIÓN CUALITATIVA: DISEÑOS, EVALUACIÓN DEL RIGOR METODOLÓGICO Y RETOS*. *4*, 2–13.

Clavijo, C., Director, R., Recursos, T., Jhon, N., Rojas, E., Coordinador, R., Biodiversidad, G., Alexandra, S., Bello, G., López Téllez, E., Raúl, I. A., Torres Osma, E., Jairo, I. A. E., & Salcedo, A. R. (2018). *Metodologías de toma de muestras para degradación de suelos y envío a laboratorio y/o in situ para diagnóstico rápido. Vol. 12*.

Corona Lisboa, J. L., & Maldonado Julio, J. F. (2018). Investigación Cualitativa: Enfoque Emic-Etic Qualitative Research: Emic-Etic Approach. In *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas* (Vol. 37, Issue 4). http://scielo.sld.cu

FAO. (2017). *Directrices voluntarias para la gestión sostenible de suelos Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.*

GADPP. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Pastaza 2 Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 y la Estrategia Territorial Nacional-ETN*.

García-Quintana, Y., Arteaga-Crespo, Y., Torres-Navarrete, B., Robles-Morillo, M., Bravo-Medina, C., & Sarmiento-Rosero, A. (2020). Ecological quality of a forest in a state of succession based on structural parameters: A case study in an evergreen Amazonian-Andean Forest, Ecuador. *Heliyon*, *6*(7). https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2020.E04592

Gómez, M. (2019). *Estudio de la degradación de suelos y tierras por desertificación. estudio de la degradación de suelos y tierras por desertificación en la jurisdicción de la Car. Vol,1*.

Herrera, M., Villegas, G., Torres, B., Alemán, R., Barreto, D., Bravo, C., & Cayambe, J. (2021). Towards the Sustainability of Traditional Agroforestry Systems Kichwa_Sumaco Biosphere Reserve Case, Amazonia (1). *Sostenibilidad de Los Sistemas Agroforestales Tradicionales Kichwa*, *Vol. 3*.

Imbol, R. (2014). *Herramientas SIG en el análisis de zonas en riesgo de desedrtificacion*.

Karreman, J. (2014). *Cambio climático y degradación de los suelos en America Latina*.

Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability (Switzerland)*, *7*(5), 5875–5895. https://doi.org/10.3390/su7055875

López A., V., Espíndola, Fernando., & Calles L., Juan. (2010). *Amazonía ecuatoriana bajo presión*. FLACSO.

López, R. F. (2002). DEGRADACION DEL SUELO. *Entro Interamericano de Desarrollo e Investigacion Ambiental y Territorial Universidad de Los Andes*, 15–280.

Malagón, D. (2003). *Ensayo sobre Tipología del suelo en Colombia- Énfasis en Aspectos Ambientales*. *27*, 26–145.

Martín, j, & Pérez, G. (2009). Evaluación agroproductiva de cuatro sectores de la provincia de Pastaza en la Amazonía ecuatoriana. *Cultrop v.30 n.1 La Habana*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362009000100003

Medina, B., & Pérez, A. (2018). *Eje temático: Manejo de Agroecosistemas y Agricultura Orgánica* (Vol. 13).

Ministerio del Ambiente. (2018). *Sinergias entre Degradación de la Tierra y Cambio Climático en los Paisajes Agrarios del Ecuador*. www.flacsoandes.edu.ecContenido

Nieto, C., & Caicedo, C. (2012). *INAP-Estación Experimental Central Amazónica*.

Noni, D. (1986). *Degradacion del suelo en el Ecuador : principales causas y algunas reflexionessobre la conservacion de este recurso*. https://www.researchgate.net/publication/45111548

Peña, V., Clara, Patricia., & Cardona, G. (2010). *Dinámica de los suelos amazónicos : procesos de degradación y alternativas para su recuperación*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI.

Pennock, D., & Mckenzie, N. (2016). *Estado mundial del Recurso Suelo : resumen técnico*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Pérez, A., & Medina, B. (2018). *Propuesta de manejo agroecológico de los sistemas ganaderos en la región amazónica ecuatoriana* (Vol. 13).

Pla, S. I. (2010). Medición y evaluación de propiedades físicas de los suelos: dificultades y errores más frecuentes. ii-Propiedades hidrológicas. *Suelos Ecuatoriales*, *40*(2), 94–127.

Reed, M. S., Buenemann, M., Atlhopheng, J., Akhtar Schuster, M., Bachmann, F., Bastin, G., Bigas, H., Chanda, R., Dougill, A. J., Essahli, W., Evely, A. C., Fleskens, L., Geeson, N., Glass, J. H., Hessel, R., Holden, J., Ioris, A. A. R., Kruger, B., Liniger, H. P., … Verzandvoort, S. (2011). Cross-scale monitoring and assessment of land degradation and sustainable land management: A methodological framework for knowledge management. *Land Degradation and Development*, *22*(2), 261–271. https://doi.org/10.1002/ldr.1087

Rojas, A. E., & Ibarra, J. (2017). *La degradación del suelo y sus efectos sobre la población*.

Ruiz, S., Cesar Álvarez, J., Otero, J., Olivera, C., & Fao -Upra, C. (2017). *Con base en la metodología LADA-FAO Aplicada al Proyecto: CP/GLO/337/GFF Colombia*.

Sánchez, M., Capa, C., & Mestanza, R. (2020). *Perspectiva de conservación del suelo en la Amazonía ecuatoriana*. www.greenworldjournal.com

Saturnino de Alba, A., Torralba, A., Ivón, F., Martín, C., & Abolafio, F. (2011). *Erosión y manejo del suelo. Importancia del laboreo ante los procesos erosivos naturales y antrópicos.*

Torres, B., Eche, D., Torres, Y., Bravo, C., Velasco, C., & García, A. (2021). Identificación y evaluación de la mejor gestión ganadera. *Agronomy*, *11*(7). https://doi.org/10.3390/agronomy11071336

Torres, E., Cortes, J., Mejía, E., & Exebio, A. (2003). *Evaluación de la degradación de los suelos en la cuenca "el josefino", Jesús, María, Jalisco.*

Valdés, A., Ávalos, C., Avendaño, G., Mora, G., Pérez, M., Tenorio, P., López, P., Patrón, R., Ceja, S., & Benítez, S. (2015a). *Suelos, bases para su manejo y conservación*.

Valdés, A., Ávalos, C., Avendaño, G., Mora, G., Pérez, M., Tenorio, P., López, P., Patrón, R., Ceja, S., & Benítez, S. (2015b). *Suelos, bases para su manejo y conservación*.

Anexos

MARCO TEORICO REFERENCIAL

1. PROCESO DE DEGRADACIÓN DE SUELOS

La degradación de los suelos afecta la calidad de vida de los seres humanos y otras especies, además de ser un problema ambiental que va en aumento. Se estima que cerca del 20% de la superficie terrestre, excluyendo las zonas hiperáridas, presenta procesos de degradación de suelos (Gómez, 2019). Según (Cartes, 2013) este es un proceso en el cual este va disminuyendo su capacidad potencial, es decir va perdiendo el equilibrio en sus propiedades o sus componentes siendo así que esto lo limita en su productividad y en casos extremos el suelo sufre consecuencias irreversibles. La FAO 2013, define la degradación del suelo como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. Los suelos degradados contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes y servicios normales del suelo en cuestión en su ecosistema.

La degradación de suelos ha sido definida como un descenso en la habilidad del suelo para cumplir sus funciones como medio para el crecimiento de las plantas, como regulador del régimen hídrico, y como filtro ambiental, debido a causas naturales o antropogénicas (Pla, 2010).

Entre los impulsadores principales de la degradación de los suelos está el crecimiento económico y poblacional, estos tipos de desarrollos demandan el consumo de recursos el cual hace que cada día sea más acelerado el desgaste de este. El cambio climático siendo más fuerte cada año trae consigo un impacto mayor sobre el efecto del recurso ya que se ve afectado de manera directa o indirecta por diferentes factores climáticas como temperatura, precipitación, viento, etc. (Pennock & Mckenzie, 2016).

La degradación de los suelos adquiere diferentes formas desde el origen de los procesos que se producen ya sean química, física o biológicas.

En este contexto, (Lal, 2015). considera dos tipos principales de degradación de suelos: la primera natural, debida a la acción de los factores de formación del suelo, la segunda antropogénica o inducida por el hombre (Figura 1). Además, considera tres principales mecanismos de degradación de suelos debido a perturbaciones antropogénicas: la primera industrial, la segunda urbana y la tercera la agrícola (Figura 1). La contaminación que inicia de la industrial es extremadamente severa en varios países en desarrollo e industrializados. Los procesos de degradación asociados a la agricultura pueden ubicarse en tres amplias categorías de acuerdo con su naturaleza física, química o biológica (Figura 1).

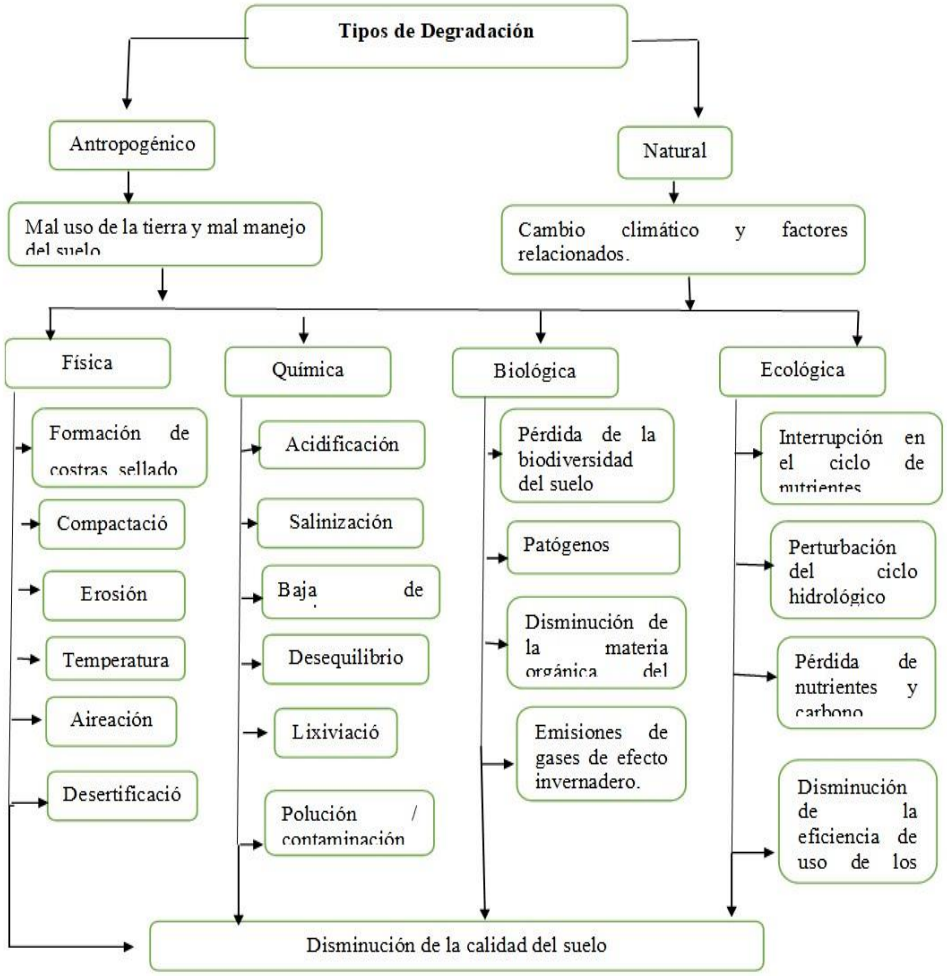

Figura 1. Tipos de degradación de suelo (Lal, 2015)

Entre las principales causas de la degradación de suelos está, principalmente, el aprovechamiento insostenible del recurso suelo en gran parte debido a las actividades

humanas como la agricultura y la deforestación. Según (Cartes, 2013) esto generas cambios en aspectos físicos (erosión), químicos (déficit de nutrientes, acidez, salinidad, otros) y biológicos del suelo (deficiencia de materia orgánica).

Bajo esta perspectiva, la degradación química asociada a la producción de agrícola puede producir reducción de su fertilidad por la pérdida de nutrientes, así como por efecto de la contaminación y la salinización (López, 2002).

La degradación física se presenta principalmente mediante un deterioro de su estructura generando compactación y a través de procesos de erosión. Esta degradación se puede ver reflejada en disminución de las pérdidas de propiedades como es el de absorción y almacenamiento de agua mediante la compactación, esto se debe por el uso de maquinaria agrícola pesada o por el descubrimiento de este en las urbanizaciones (Gómez, 2019).

La degradación biológica del suelo es la que se da por la pérdida o disminución de materia orgánica, lo cual genera impacto en la actividad biológica por disminución de la población de organismos (bacterias, hongos, insectos y mamíferos pequeños) por disminución de las fuentes de energía (Cartes, 2013).

Además (Rojas & Ibarra, 2017) describe que a estos factores que ocasionan la degradación se pueden sumar otros que son adversos como los ambientales, condiciones del relieve, intensidad de las precipitaciones y la cobertura vegetal. Varios de estos procesos de degradación son potenciados por el uso indiscriminado de productos químicos para la siembra con el propósito de incrementar la producción en menor tiempo o a su vez por el uso inadecuado en el territorio para el crecimiento de la población mediante la deforestación y el cambio de suelo, estas demandas en ocasiones son implementadas por políticas públicas y presiones del estado.

2. METODOLOGÍAS PARA ABORDAR EL ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE DEGRADACIÓN DE SUELOS.

Los términos degradación del suelo y degradación de la tierra son algunas veces utilizados de manera intercambiable. Es así como (Olson, 1978) define que el término tierra abarca el ambiente natural incluyendo factores tales como clima, topografía, suelos, hidrografía y vegetación los cuales son determinantes del potencial biofísico para usos particulares

de dicho recurso. Mientras que por otro lado (Douglas, 1994) define degradación de la tierra como "la minimización de la capacidad de ésta para producir beneficios considerando un uso particular y bajo una específica forma de manejo". Tal definición incluye no solo los factores biofísicos de la capacidad de uso de la tierra, sino también consideraciones socioeconómicas.

En cuando a los términos desertificación y degradación (Dregne et al., 1991) establece que "Desertificación es degradación del suelo en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas que resultan un impacto adverso de las actividades humanas". La degradación del suelo implica la reducción del potencial del recurso por algún proceso, estos procesos incluyen erosión hídrica, erosión eólica y sedimentación, disminución a largo plazo de la abundancia o diversidad de la vegetación natural, o decrecimiento del rendimiento de los cultivos (Dregne et al., 1991). La desertificación como proceso de degradación del suelo es un concepto más extenso que la degradación del suelo, ya que la desertificación tiene que ver con el ecosistema en su totalidad, en el cual el suelo es sólo uno de sus componentes, son fenómenos completamente diferentes. Es también importante, diferenciar la desertificación de los fenómenos de degradación del suelo que ocurren en otras áreas más húmedas del mundo, pues la desertificación procede bajo condiciones climáticas severas y actúa adversamente sobre los ya muy limitados recursos naturales, suelo, agua y vegetación (Dregne et al., 1991).

Teniendo los términos claros ahora nos enfocamos en los métodos para la evaluación de procesos de degradación de suelos tienen que ser sencillos, precisos, objetivos y rutinarios. Estos métodos deben ser ajustables, y reflejar los resultados sociales, económicas y ecológicas de los diferentes procesos. Se destaca además la necesidad de crear experimentos de campo a largo plazo en suelos que puedan ser utilizados como referencia para las principales regiones (López, 2002).

El estudio o evaluación de los procesos de degradación de suelos permite dar a conocer el estado, las causas y como las malas prácticas de manejo aceleran la pérdida de calidad del suelo y a la vez implementar nuevas prácticas para la recuperación de un suelo apto para el hombre y su entorno. Al respecto, se ha señalado que para que el seguimiento y evaluación de la degradación de la tierra sea preciso y que la gestión sostenible de la tierra sea eficaz, es necesario incorporar múltiples conocimientos usando una variedad de

métodos y escalas, las cuales deben incluir el potencialmente conflictivo y las perspectivas de quienes usan la tierra (Reed et al., 2011). En general, excepto en el cumplimiento de ciertas condiciones y principios físicos fundamentales, no existen metodologías estándar (como si se presentan en la evaluación de muchas propiedades químicas y biológicas de los suelos) para la evaluación, y menos para la interpretación de la mayoría de las propiedades físicas e hidrológicas de los suelos (Blackmore et al., 2021) Algunos autores proponen una metodología integrada o marco global degradación de tierras, el cual incluye cuatro aspectos: (i) Establecer el contexto de la degradación de la tierra, la gestión sostenible de tierras y los objetivos de sostenibilidad; (ii) Identificar, evaluar y seleccionar estrategias de manejo sostenible de tierras, (iii) Selección de indicadores de degradación de la tierra y manejo sostenible de tierras y (iv) Aplicar opciones de GST y monitorear la degradación de la tierra y el progreso hacia las metas de sostenibilidad. (Reed et al., 2011) La forma de traducir estos temas en pasos metodológicos se ilustra en la figura 2

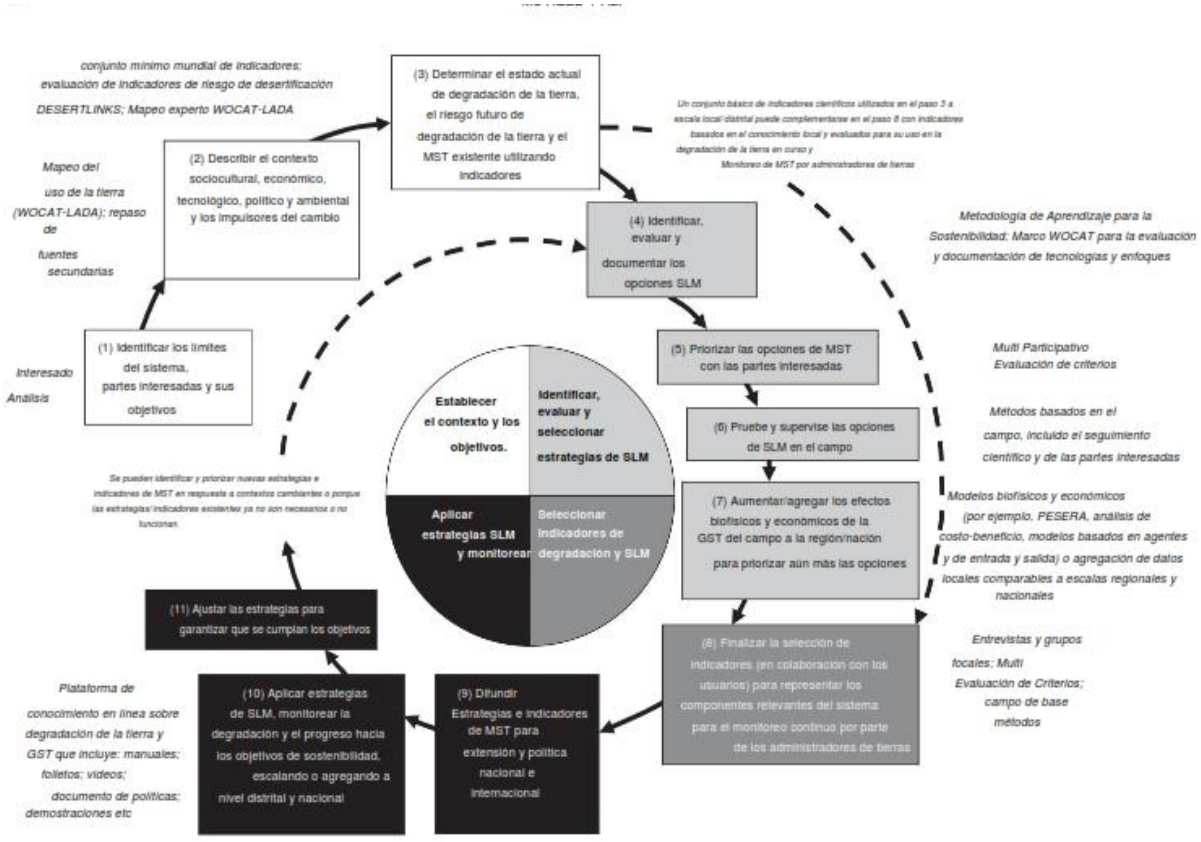

Figura 2. Marco metodológico integrado para la degradación de la tierra basado en varios enfoques (Reed et al., 2011)

En el caso de la desertificación (Imbol, 2014) señala que la metodología para abordar el estudio de la degradación de suelos debe tener cuatro fases que se dividen en: la primera fase hace énfasis en consultar e investigar la conceptualización básica y definición de área de estudio, en esta se implica los procesos de la investigación para llegar a conocer resultados sobre la desertificación hasta la selección del área de estudio (Figura 3). La segunda fase es la identificación y selección de variables de trabajo, en este proceso de identificación de variables por lo general se utiliza en determinar el riesgo de desertificación, mientras que la selección de variables utilizables de la zona de estudio; la tercera fase se dirige en la exploración y análisis de toda la información recolectada a nivel local, la consulta de información secundaria como soporte al proceso y los procedimientos de análisis espacial solicitados. Por último, se muestra una cuarta fase que comprende la generación de resultados siendo así posible la evaluación de la de una metodología propuesta para la zona de estudio delimitando las zonas en riesgo de desertificación identificadas en la zona en la que se debe realizar el estudio, su análisis y comparación de con resultados a escala nacional, hasta las recomendaciones y sugerencias.

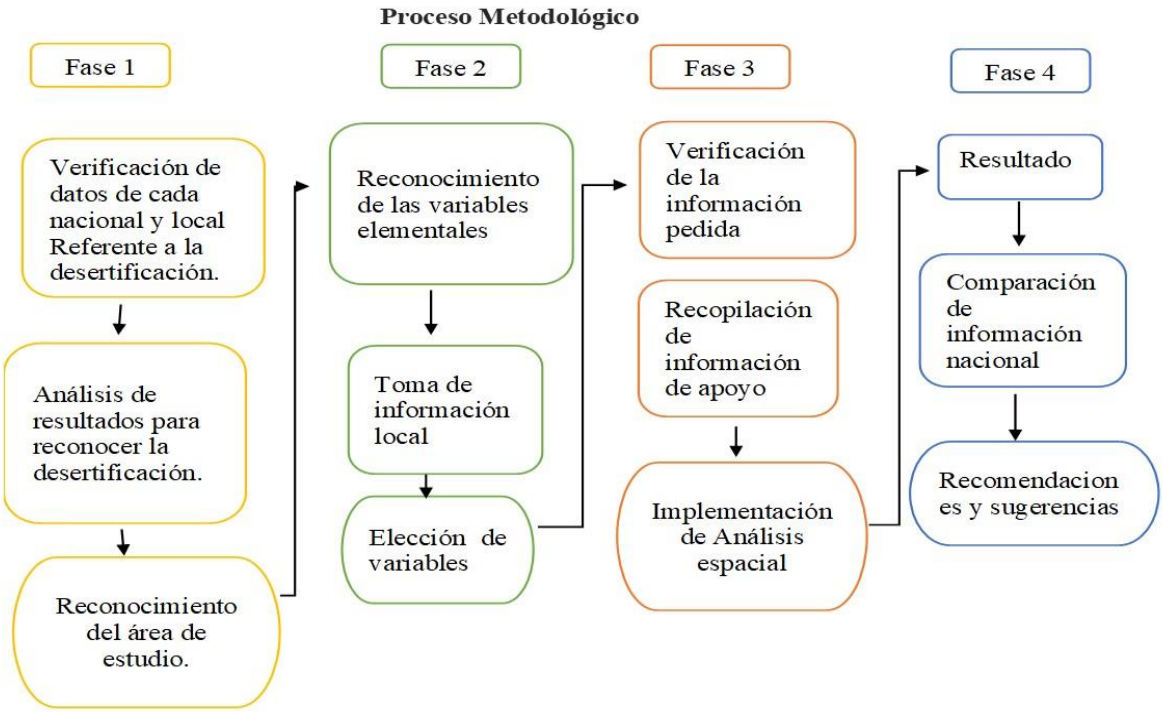

Figura 3. Diagrama del proceso metodológico (Imbol, 2014).

Para la evaluación de la severidad de la degradación del suelo se recurre a referencias generalmente basadas en apreciaciones subjetivas sin datos reales que sirvan de base para el establecimiento de limites críticos y valores umbrales de las propiedades del suelo, por lo cual éste se identifica como un importante tópico de investigación en este campo de la ciencia del suelo (López, 2002)

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DE LA REGIÓN AMAZONICA ECUAORIANA CON ENFASIS EN LA PROVINCIA DE PASTAZA.

La región amazónica ecuatoriana es un área ambientalmente significativa de beneficio local y mundial por su alta diversidad de recursos naturales (García-Quintana et al., 2020). Se encuentra ubicada en el cinturón de fuego y ocupa el 2% de la cuenca del río Amazonas, mientras que si extensión territorial es de 116.441 km2 y es la región más grande del Ecuador con el 45% ocupación territorial (Nieto & Caicedo, 2012), se ha destacado que en esta región prevalecen principalmente cuatro órdenes: Inceptisol, Ultisol, Andisoles, Entisol, sin embargo, existe una pequeña proporción de Histosol y Molisol (Nieto & Caicedo, 2012). El orden Inceptisol, se ve con poca aptitud o poco asequible para cultivos, por ser suelos recientes, sin horizontes definidos y con diversos minerales principalmente hierro, aluminio. Los porcentajes de superficie de la RAE con suelos aptos para usos productivos agropecuarios como los órdenes Histosol y Molisol, son extremadamente escasos. Cuando se representan estos órdenes en los suelos de la provincia de Pastaza se valora la apariencia de los mismos órdenes de suelo de la RAE, cuya distribución porcentual de los principales tres órdenes taxonómicamente descritos son los siguientes: Inceptisoles con 53,66%, seguido por Ultisoles con 27,53% y los Andisoles con 3.67 % (ECORAE, 2002).

Según,(Nieto & Caicedo, 2012), la situación social rural de la región amazónica obliga a sus habitantes que poseen bajos ingresos que su actividad económica sea a base de principales actividades agropecuarias. Sin embargo, su clima extremadamente lluvioso,

con suelos poco fértiles, susceptibles a erosión, explicarían la escasa aptitud de la región para actividades agropecuarias convencionales, pero aptos para sistemas productivos análogos al bosque; tal como lo menciona, Rivadeneira y Cervantes (2015)

De acuerdo con (Barrera et al., 2018) en sus investigaciones sobre las condiciones edafológicas de la Amazonia señala que los suelos de la región, en su generalidad, no son idóneos para las actividades agrícolas. La mayor parte del terreno amazónico está formada por suelos aluminio-ferrosos o mal drenados, con insuficiente contenido de elementos básicos (como calcio y nitrógeno).

4. DEGRADACIÓN DE SUELOS AMAZÓNICOS: ESTUDIO DE CASO EN LA PROVINCIA DE PASTAZA

La degradación de los suelos se ve atribuida de manera progresiva a la producción de mal manejo, la erosión, la pérdida de biodiversidad especies autóctonas de la provincia que ayudaban a la conversación del ecosistema y que estas van disminuyendo consecuencia de la tala indiscriminada e introducción de especies ganaderas las cuales solo promueven la compactación de suelo esto ha incidido en un desequilibrio donde prevalecen los insectos dañinos, la situación climática gradual, unido al desconocimiento técnico, lo que ha producido que una cantidad grande de pequeños productores abandonen la siembra de cultivos, debido a los rendimientos cada vez menores, la mala calidad de los productos y el aumento de los costos de producción han llevado al abandono de los suelos, trayendo la degradación física como la compactación y erosión causada por la alta pluviosidad que registra la zona la provincia de Pastaza (Martín & Pérez, 2009)

5. ALTERNATIVAS DE RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS.

La recuperación del suelo tiene como finalidad el mantenimiento su calidad. Y para lograrlo es preciso considerar a la degradación de suelos como un problema social, que parte del tipo de manejo y de factores culturales, sociales y económicos que determinan la decisión de conservarlos o degradarlos. Según el enfoque de manejo integral de cuencas hidrográficas, es una alternativa para determinar en forma participativa y a diversas

escalas, acciones integrales que contribuyan a la conservación de tan fundamental recurso(Valdés et al., 2015b)

El suelo es un recurso natural que requiere de un extenso periodo de tiempo para su formación, lo que hace que se le considere como un recurso natural no renovable y ante

situaciones como la degradación se presentan alternativas para elaborar estrategias que den su renovación para hacer que este sea un recurso de aprovechamiento (Ruiz et al., 2017). Las prácticas de manejo sostenible están dirigidas principalmente a la prevención de la degradación de la tierra, puesto que tiene un mayor impacto en la economía de las comunidades sociales y es más económico. efectivo, que rehabilitar tierras en un elevado estado de degradación, sin embargo, no se excluye la mitigación y restauración de estas áreas degradadas (WOCAT, 2011).

La capacitación para mejorar el manejo en la producción es una de las estrategias que ayudarían a la recuperación, tomando en cuenta que muchos de los productores de la provincia son propietarios de especies bovinas no aptas para la zona y esto incrementa la compactación del suelo, con las capacitaciones se daría conocer alternativas como la producción de mediante la estabulación, semi estabulación o la rotación, así como disminuir el monocultivo cultivar e implementar especies de leguminosos que ayuden a la recuperación del suelo (E. Torres et al., 2003)

Entre los principales beneficios de las prácticas de MST, destacan: la preservación y fortalecimiento de la capacidad de la tierra para producir, tanto en el sector agrícola como ganadero; mejoramiento en la resistencia frente al embate climático de los recursos manteniendo las funciones de los ecosistemas; y sostenimiento de vegetación remanente y zonas de bosques productivas para el mantenimiento de la biodiversidad y las funciones hídricas en microcuencas que proveen de agua y energía a las comunidades y ciudades(Ministerio del Ambiente, 2018).

La conservación de suelos abarca tres tipos de prácticas: las agronómicas, las vegetativas y las mecánicas o estructurales.

Las **prácticas agronómicas** buscan reducir el impacto de las actividades agrícolas pecuarias en la calidad del suelo a través de modificaciones en los métodos agrícolas o pecuarios. El laboreo intensivo y el uso de agroquímicos disminuyen la cobertura vegetal natural y agotan los suelos y su capacidad de recuperarse. Con estas prácticas se aumenta la capacidad de humedad del suelo y la resistencia a perderse por la erosión (Valdés et al., 2015).

Las **prácticas vegetativas** son las que reúnen vegetación, mejorando la capacidad productiva, aumentando la biodiversidad, el contenido de materia orgánica y reduciendo la pérdida de suelo. Este tipo de prácticas son muy importantes para proteger al suelo con la intercepción de las gotas de lluvia y del viento por árboles, arbustos o pastos (Valdés et al., 2015b)

Las **prácticas mecánicas o estructurales** son aquellas obras que se efectúan con implementos agrícolas y herramientas, y consisten en realizar movimientos de tierra para minimizar el escurrimiento superficial y reducir la erosión en terrenos con pendientes. Cada una de ellas deberá elegir en función del tipo de suelos y del valor de los terrenos que se protegerán, ya que son costosas (Loredo, 2005).

Dado que la finalidad principal de estas prácticas es reducir el escurrimiento, la ejecución de cualquiera de ellas debe ser antecedida por cálculos precisos sobre los escurrimientos medios anuales y máximos. Asimismo, es necesario tomar en cuenta que la construcción de las zanjas conlleva a excavaciones significativas que revuelven el suelo, causando impactos sobre su formación y la pérdida de carbono (Cotler et al., 2013 y 2015). Estas prácticas deben desarrollarse de manera puntual en el predio y siempre acompañando a las prácticas agronómicas y vegetativas, las cuales protegen al suelo de la erosión, a la vez que inician su formación y mejoramiento de calidad (Valdés et al., 2015b)

Lo más importante en la conservación de suelos es que las prácticas estén asociadas a los sistemas de producción y que, por tanto, sean aceptadas y apropiadas y se adapten al medio social, y no al revés, y consideren la aptitud del suelo. Sin esta premisa lo principal que se lograría es una construcción de prácticas subsidiadas y temporales. Otro elemento clave es el fortalecimiento de capacidades a partir de la capacitación, educación y comunicación de prácticas y modelos de manejo, que permitan la conservación de suelos desde esta perspectiva de apropiación por los dueños de las producciones, que parta de un conocimiento de los beneficios de su conservación